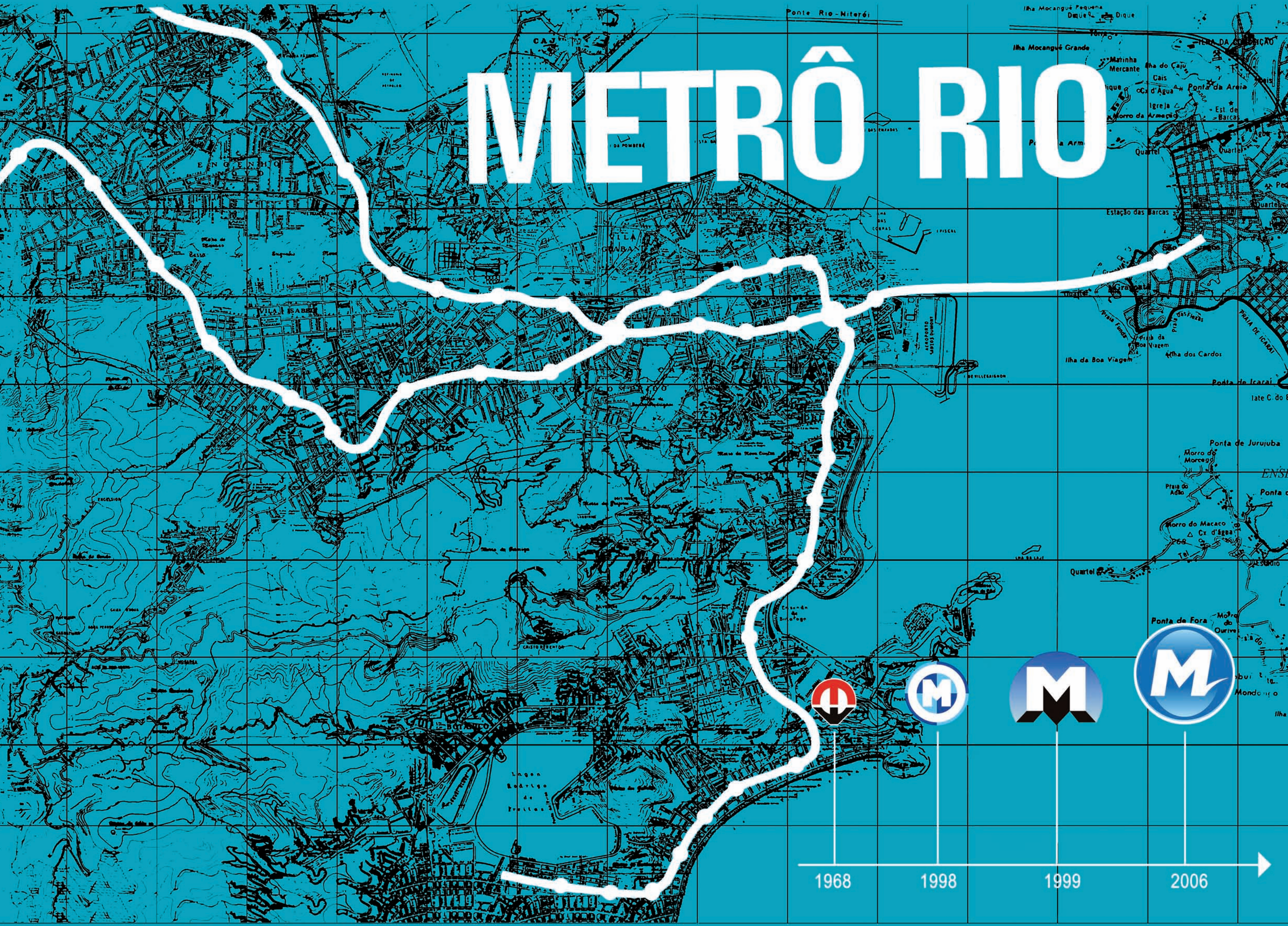
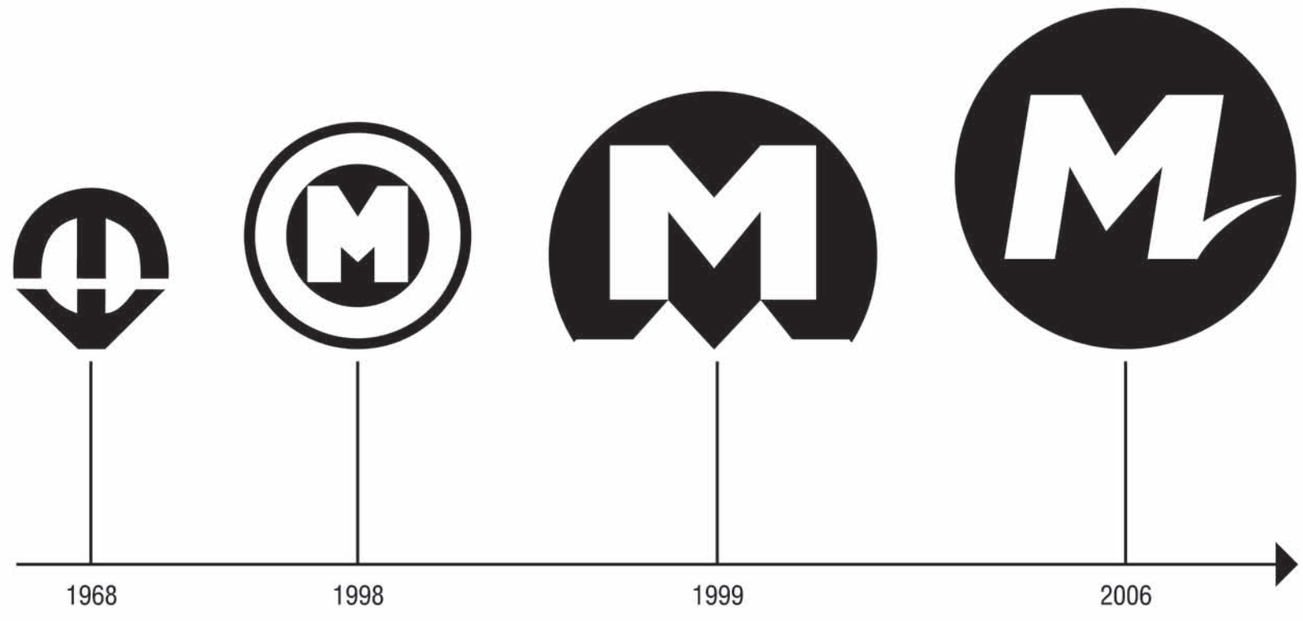
METRÔ RIO



METRÔ RIO



Metrô Rio



Pensar uma cidade é pensar seu futuro e o de sua gente. Em 1968, a história do metrô começou a ser contada. Na sua concepção, foi definido como esse meio de transporte mudaria as paisagens do Rio, penetrando suas montanhas, acompanhando a orla e, mesmo, transpondo a Baía da Guanabara.

Seu traçado original é recuperado com a reedição do livro *Metrô Rio - Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro*, elaborado para o Governo do Estado da Guanabara pelas empresas Companhia Construtora Nacional S. A., Hochtief Aktiengesellschaft fur Hoch- und, Tiefbauten vorm. Gerbr. Helfmann e Deutsche Eisenbahn Consulting GmbH.

Foram idealizadas duas linhas. A linha 1 que ligaria Jacarepaguá a Ipanema, passando pelo Méier, Vila Isabel, Grajaú, Tijuca, Centro, Catete, Flamengo, Botafogo e Copacabana. E a linha 2 que sairia da Pavuna, passando por bairros como Irajá, Vicente de Carvalho, Inhaúma, Del Castilho, Mangueira, São Cristóvão, Catumbi, chegando ao Centro, onde se interligaria com a linha 1 no Largo da Carioca, para atravessar a Baía da Guanabara e alcançar a cidade de Niterói.

Muito do traçado original foi realizado. Outra parte foi modificada, adequando-se às tendências de expansão do Rio. Novamente estamos em um momento de planejamento do sistema de transportes da cidade.

Na tentativa de lembrar mais uma vez a história, a concessionária Metrô Rio, que administra a operação desse meio de transporte no Rio de Janeiro desde 5 de abril de 1998, encontrou em um sebo um dos últimos exemplares do livro. Nossa proposta é promover a reflexão sobre os planos desenhados há mais de quatro décadas que parecem ainda muito atuais e o futuro da *Cidade Maravilhosa*.



José Gustavo de Souza Costa

Presidente do Metrô Rio

Grupo INVEPAR

Novembro 2010



A Cidade Humana é a metrópole proporcional e equilibrada, cujo crescimento demográfico não extravasa os limites da funcionabilidade urbana. É a cidade que — mantendo tôdas as características de organização social e de civilização — sabe dosar a necessidade da expansão com a manutenção dos serviços de rotina nos quais se nivelam, tanto quanto possível, a demanda e a oferta dos serviços a cargo do poder público.

A implantação do Metrô Carioca valoriza êsse conceito de filosofia administrativa, como instrumento insubstituível do processo dinâmico de reumanização da vida urbana, que encontra sistematizados no "Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro" a pesquisa, a análise, os resultados conclusivos, o documentário, que comprovam exaustivamente o acêrto da atual administração do nosso Estado em promover sua realização.

Quero cumprimentar os autores dêste trabalho — eminentes especialistas alemães e brasileiros — que nos oferecem êsse exemplo de cooperação técnica internacional, pelos assinalados serviços que, assim, prestaram ao povo e ao Govêrno da Guanabara.

Francisco Negrão de Lima

Governador do Estado da Guanabara



O Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro, elaborado pelo Consórcio constituído pelas Firmas Companhia Construtora Nacional S.A. — Rio de Janeiro, Hochtief Aktiengesellschaft für Hoch- und Tiefbauten vorm. Gebr. Helfmann — Essen, Deutsche Eisenbahn Consulting GmbH — Frankfurt, e reunido neste volume, se afirma na literatura de matéria técnica como uma das obras mais credenciadas pela oportunidade, pelo rigor com que registra resultados de aplicação dos métodos científicos de investigação e pesquisa empregados para o levantamento global da área metropolitana do Rio de Janeiro, objetivando a implantação de um sistema de transporte rápido de massa.

Êle vem se alinhar aos seus congêneres do exterior e, aqui na Guanabara, assume lugar de relêvo ao lado do relatório Doxiadis e dos "Estudos Cariocas", editados pela Secretaria de Govêrno dêste Estado, que o antecederam e que representaram valiosas contribuições para melhor compreensão dos problemas de expansão da área urbana da Cidade do Rio de Janeiro.

A implantação de um sistema metropolitano resume-se, afinal, em dotar a cidade de um instrumento de transporte de massa que garanta a circulação de passageiros segundo técnicas operacionais que permitam ao povo condições adequadas à normalidade de sua locomoção, a curto, médio e longo prazo.

Vale lembrar aqui que a construção do Metropolitano do Rio de Janeiro é parte significativa da política global do atual Govêrno do Estado da Guanabara que tem por meta — para usarmos uma expressão do Governador Negrão de Lima — recuperar o Rio para o presente e para o futuro, tornando-o uma cidade viável e humana.

Um programa dessa extensão e dessa natureza engloba problemas administrativos que só poderão encontrar soluções exequíveis instrumentalizando-se o poder público com os recursos da tecnologia moderna, devidamente adaptada às peculiaridades de ordem ecológica, social e econômica que condicionaram a criação e o crescimento de nossa Cidade-Estado e configuraram sua paisagem cultural ao longo dos quatro séculos de sua história.

Para o desenvolvimento do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica registrado neste livro foram devidamente considerados outros trabalhos concernentes à mesma matéria e que, submetidos a uma análise profunda, permitiram aos autores do presente trabalho uma reavaliação de várias teses e proposições que haviam sido apenas esboçadas em sua grande parte.

O trabalho de campo dimensionou objetivamente também essa grande e valiosa contribuição dos analistas que nos precederam. Foram realizadas tècnicamente, por centenas de investigadores, várias pesquisas de tráfego. Mediu-se, através da manipulação de questionários e entrevistas, a origem e o destino de passageiros, os desejos de viagem e os lugares oferecidos. Estabeleceu-se matemàticamente o volume do tráfego profissional e a relação automóvel/habitante.

Noutro sentido, a mesma pesquisa se dirigiu, ainda com apoio do trabalho de campo, para o levantamento do número de passageiros transportados e do número e da frequência dos diversos tipos de veículos em tráfego, empregados pelos diferentes meios de transporte que servem a Guanabara e a área metropolitana do Rio de Janeiro. Os canais de tráfego e a capacidade das pistas de rolamento existentes ou projetadas foram dimensionados, estabelecendo-se as relações entre sua capacidade de absorção de tráfego e o desempenho máximo que se poderá exigir dos veículos. Adotando-se o mesmo método projetou-se o problema do tráfego para os próximos 20 anos.

Pela primeira vez o tráfego da Guanabara foi submetido a essa análise, em decorrência da necessidade de implantação do Metrô, que permite avaliar, como um dos índices mais expressivos do Estudo de Viabilidade, a relação benefício-custo, nìtidamente favorável à implantação do Metrô Carioca.

Estudos básicos foram elaborados para o planejamento técnico das obras civis, da via permanente, dos sistemas e do material rodante, tendo-se dado cuidado especial ao partido arquitetônico das estações do Metrô, enquanto que simultâneamente foram analisados os problemas de rentabilidade e de financiamento dessa grande obra pública programada pelo atual Govêrno do Estado da Guanabara.

A definição da "Linha Prioritária" estabeleceu sua locação no eixo de maior demanda de transportes coletivos, avaliada em cêrca de um milhão e quinhentos mil passageiros por dia. As demais linhas que integram o projeto da Rêde Total atenderão satisfatòriamente ao crescimento harmonioso da Cidade do Rio de Janeiro.

O trabalho que agora se edita contou com a participação de várias equipes de engenheiros, de arquitetos, de sociólogos, de economistas, de urbanistas, de especialistas em transportes, integradas por técnicos alemães e brasileiros de reconhecida capacidade profissional, que desenvolveram seus trabalhos com honestidade, competência e espírito público. A indiscutível qualificação técnica dêsse Estudo — de gabarito internacional — levou o Govêrno a adotar integralmente as conclusões ali apresentadas.

Os textos, os cartogramas, os gráficos que aqui se reunem, documentam, com fidelidade, o que foi êsse trabalho de intercâmbio entre o "know-how" estrangeiro da tecnologia da construção e operação de metrôs e a capacidade brasileira de se adaptar às novas técnicas dessa especialidade, até então ainda não desenvolvidas sistemàticamente no Brasil.

A história da luta pela implantação do nosso Metrô foi escrita ao longo de caminhos ásperos e difíceis, percorridos por técnicos, administradores e estadistas que serviram ao povo em várias administrações. Coube a êste Govêrno, agindo com tôda determinação e prudência, transformar aquilo que foi uma esperança de quarenta anos, na realidade de um projeto técnico vitorioso que mede, reconhece e consagra a viabilidade dessa implantação.

Mas, encerrando esta apresentação, quero revelar — como carioca, como engenheiro civil e militar, como administrador — o quanto me é sensível e grata a oportunidade de realizar-me profissionalmente, no exercício da coordenação de equipe tão culta e eficiente, que executou, no âmbito do consórcio teuto-brasileiro, no âmbito da CEPE-2 e desta Companhia, as missões que agora chegaram ao termo final de seu 1.° estágio, com a edição dêste Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro.

Demos, assim, um primeiro passo — o passo reclamado, o passo definitivo. Outras passadas nos esperam, a nós e aos que nos sucederem, até que se possa oferecer a todos os cariocas o uso e o gôzo dêsse grande empreendimento já projetado para atravessar, com a operação da Rêde Total do Metrô, o pórtico do ano 2000.



Milton Mendes Gonçalves
Secretário de Estado de Serviços Públicos
Presidente da Companhia do Metropolitano
do Rio de Janeiro — Metrô

Govêrno
do Estado da Guanabara

Secretaria de Govêrno

Governador: Francisco Negrão de Lima

Secretário de Estado de Govêrno:
Humberto Leopoldo Magnavita Braga

Comissão Executiva do Metropolitano do Rio de Janeiro – CEPE-2

Milton Mendes Gonçalves
Secretário de Estado de Serviços Públicos — Presidente

Membros

Jorge Ernesto de Miranda Schnoor e
Hilton Jesus Gadret
Representantes da Secretaria de Govêrno

Ferdinando Palumbo Targat
Representante do Ministério de Viação e Obras Públicas

Leandro Petronilho Gomes Coelho
Representante da Rêde Ferroviária Federal S.A.

Dirceu de Oliveira e Silva
Representante da Secretaria de Serviços Públicos

Francisco Pedro Lócio Cavalcanti
Representante do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral

Raymundo de Paula Soares
Representante da Secretaria de Obras Públicas

Ewaldo Joaquim Pereira
Representante do Departamento de Engenharia Urbanística da Secretaria de Obras Públicas

Ernani Mendes Vasconcelos
Representante da Companhia de Habitação Popular do Estado da Guanabara — COHAB

Wilson Guimarães Cristalli
Representante da oposição parlamentar com assento na Assembléia Legislativa

Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro – Metrô

(Constituída em 12 de dezembro de 1968)

Diretoria Deliberativa

Milton Mendes Gonçalves, Diretor Presidente

Dirceu de Oliveira e Silva, Diretor Vice-Presidente

Ferdinando Palumbo Targat, Diretor

Wilson Guimarães Cristalli, Diretor

Chefe de Gabinete
Júlio de Paiva Neiva

Conselho Consultivo

Althemar Dutra de Castilho
Secretário de Estado de Finanças

Floriano de Lima Brayner
Representante do Acionista Majoritário

Antônio Cláudio de Souza Baptista
Representante do Ministério dos Transportes

José de Souza Baptista
Representante do Clube de Engenharia

Mario Leão Ludolf
Representante da Federação das Indústrias do Estado da Guanabara

Raymundo de Paula Soares
Secretário de Estado de Obras Públicas

Carlos Alberto Vieira
Presidente do Banco do Estado da Guanabara

Décio Pacheco Burlamaqui
Representante da Associação Comercial do Rio de Janeiro

Francisco Manoel de Mello Franco
Representante do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral

Humberto Leopoldo Magnavita Braga
Secretário de Estado de Govêrno

Conselho Fiscal

Membros efetivos

Pedro Gomes
Fernando Machado Portella
Raul de Góes
Francisco Manoel Serrador
Maércio Lemos de Azevedo

Suplentes

Afrânio de Mello Franco Filho
Aloísio Ferreira de Salles
Israel Klabin
Júlio Barbera
Virgílio de Góes

Preâmbulo

Pelo Decreto "E" 1 114 de 6 de Junho de 1966 o Governador do Estado da Guanabara

Francisco Negrão de Lima

determinou a criação de uma série de Grupos de Estudo, na Coordenação de Planos e Orçamento da Secretaria de Estado de Govêrno, como órgãos consultivos integrantes do sistema de planejamento do Estado.

A um dêsses Grupos, denominado Grupo de Estudo do Metropolitano do Rio de Janeiro, composto de técnicos do Estado, do Clube de Engenharia e do Instituto de Arquitetos do Brasil, coube o estudo do metropolitano. Em documentado Relatório, entregue ao Govêrno naquele mesmo ano de 1966, êsses especialistas concluiram que a Cidade do Rio de Janeiro havia atingido, desde muito, aquêle estágio já superado por outras grandes metrópoles do mundo, em que sòmente a criação de um sistema de transporte coletivo rápido (metrô) seria capaz de assegurar a normalidade dos transportes e promover o desenvolvimento harmonioso da cidade.

Em consequência, como primeiro passo para a consecução do fim almejado, foi recomendada ao Govêrno Estadual a constituição de uma Comissão com poderes executivos, que, por sua vez, incumbiria firmas experimentadas dos estudos sôbre a viabilidade técnica e econômica de um metrô.

Reconhecendo o fundamento dessas recomendações e tendo em vista que os problemas de tráfego se agravam de ano para ano, exigindo da população pesados sacrifícios, houve por bem o Governador Negrão de Lima aceitá-las, criando, pelo Decreto "N" 691, de 11 de Outubro de 1966, a Comissão Executiva do Metropolitano do Rio de Janeiro (CEPE-2) à qual incumbia principalmente:

contratação do estudo de viabilidade técnica e econômica do metrô,
plano das desapropriações necessárias,
estimativa das inversões para execução da obra,
projeto de captação de recursos indispensáveis à execução da obra,
estudo das formas de eventual cooperação técnica e financeira de entidades nacionais e estrangeiras,
projeto de criação de companhia para implantar e operar o sistema de transporte metropolitano.

Como primeira providência a CEPE-2 expediu Carta-Convite às firmas interessadas, no sentido de participarem de uma pré-qualificação para a elaboração de um

Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro (Metrô).

Em 16 de Junho de 1967, o plenário da CEPE-2, após julgamento das propostas apresentadas por vários consórcios nacionais e internacionais, decidiu, por unanimidade, adjudicar às Firmas

Companhia Construtora Nacional S.A. — Rio de Janeiro, Brasil,
Hochtief Aktiengesellschaft für Hoch- und Tiefbauten vorm. Gebr. Helfmann — Essen, República Federal da Alemanha
Deutsche Eisenbahn Consulting GmbH — Frankfurt, República Federal da Alemanha,

o encargo de execução do Estudo solicitado. O contrato foi assinado em 22 de Agôsto de 1967, sendo o Estudo iniciado, de acôrdo com as cláusulas nele estabelecidas, em 13 de Fevereiro de 1968.

Graças à colaboração da CEPE-2 e mediante trabalho confiante e intensivo de ambas as partes foi possível às Firmas, dentro do prazo contratual, atingir os objetivos colimados.

Em 11 de Junho de 1968 as Firmas fizeram entrega à CEPE-2 de um Relatório Preliminar apresentando proposta para o traçado de uma "Linha Prioritária" e a sua concepção básica sob os pontos de vista técnico e operacional.

Esta proposta foi aprovada pelo Plenário da CEPE-2 em 12 de Junho de 1968 e ratificada pelo Governador do Estado da Guanabara em despacho datado de 27 de Junho de 1968.

Por ocasião da entrega do Relatório Final do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro as Firmas deixam consignado a tôda a sua equipe de especialistas, pessoal administrativo, consultores e organizações subcontratadas o seu mais profundo reconhecimento e agradecimento pela colaboração prestada.

Outrossim, desejam expressar o seu agradecimento a tôdas as organizações Federais, Estaduais, Municipais, Autárquicas e Particulares que colaboraram na elaboração dêste Estudo.

Rio de Janeiro, 13 de Dezembro de 1968

Organização do Grupo de Estudos das Firmas

Representantes das Firmas

Dr. Ing. Rudolf Janousch
Diretor do Projeto
Hochtief AG

Eng.° Mauro Vivacqua de Chermont
Cia. Construtora Nacional S. A.

Dr. Ing. Eugen Hofmann
Deutsche Eisenbahn Consulting GmbH

Equipe

Areas, Vicente
Barbosa, Severino
Barroso, Sabino
Baumgartl, Wolfgang
Borgis, Ernst
Buechler, Helmut
Bullemer, Otto
Buriche, Luiz Ary
Camargo, Carlos Augusto
Chiacchio, Antônio
Corrêa, Waldemar
Costa, Maria Elisa
Dambowy, Helmut
Felsing, Adolf
Fernandes, Breno
Friese, Guenter
Graefe, Helmut
Gros, Rolf
Hackstein, Gerd
Hardt, Harald
von Horn, Ruediger
Herz, Manfred
Jaeger, Karlheinz
Kill, Eberhard
Kraemer, Juergen
Laranjeira, Naldir
Laviola, Antônio
Leal, José Anchieta
Lemmel, Otto
Matos, Leila
Montello, Jessé
Moraes, Stelio
Mueller, Alfredo
Murayama, Tadao
Nicolaeff, Alexander
Novaes, Eduardo
Okorn, Hans
Oliveira, Sérgio
Otsuka, Hélio
Pleger, Johannes
Rasch, Wolfgang
Renz, Manfred
Salgado, Lycurgo
Salvador, Sérgio
Santos Jr., Ernani
Saul, Werner Paul
Schluenkes, Friedhelm
Schmidt, Teodoro
Schoenwaelder, Diether
Schonnopp, Curt
Schwerdtfeger, Herbert
Semenovitch, Jorge
Serran, João Ricardo
Soares, Arthur Cesar
Szwarcbarg, Moysés
Trancoso, José
Verjovsky, Olga
Weiss, Vasco
Zettel, Jayme
Zirngibl, Alfons

Consultores

Araujo Pinho, João Maurício
Azevedo Filho, Manoel
Barbosa da Silva, Raphael
Cole, Harry
Lavrador, Fernando
Niemeyer, Oscar
Redaelli, L.
Ribeiro Soares, Luiz
Rios, José Arthur
Silveira, Icarahy
Thibau, Mauro

Organizações subcontratadas

Geotécnica S.A. — Engenheiros Consultores
IBM — Deutschland Internationale Büromaschinen GmbH
IBOPE — Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
IES — Instituto de Engenharia Sanitária da Secretaria de Obras Públicas do Estado da Guanabara
IPT — Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira, São Paulo
PUC — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SPLAN — Sociedade de Pesquisas e Planejamento
Tecnosolo — Engenharia e Tecnologia de Solos e Materiais S.A.
Valit — Emprêsa Técnica de Avaliações e Pesquisas

Resumo e conclusão

O Govêrno e vários setores da população do Estado da Guanabara vêm há muito tempo constatando que a Cidade do Rio de Janeiro só poderá continuar seu desenvolvimento harmonioso caso seja encontrada uma solução para o crescente problema do tráfego. Como já foi verificado em muitas metrópoles, tal solução só poderá ser encontrada de maneira econômica através da implantação de um sistema de transporte rápido independente do tráfego das vias públicas.
Visando equacionar o problema do tráfego o Govêrno do Estado da Guanabara houve por bem contratar a elaboração de um Estudo que, com base em uma prognose quantitativa do desenvolvimento sócio-econômico e do tráfego durante os próximos 20 anos, analisasse a viabilidade técnica e econômica de um sistema de transporte coletivo rápido (metrô).
Consecutivamente, de uma rêde de metrô estabelecida pelo Estudo de Viabilidade, seria destacada a linha cuja construção devesse merecer prioridade. Para essa linha deveria ser elaborado um anteprojeto técnico.
O Estudo, elaborado pelas Firmas Construtora Nacional — Hochtief — Deconsult, no período de fevereiro a dezembro de 1968, em estreita colaboração com a Comissão (CEPE-2) criada pelo Govêrno do Estado da Guanabara, teve seu início, conforme estabelecido em uma rêde PERT, com a análise da estrutura da Área de Estudo, a "macro-área", com 2 100 km^2 de superfície, compreendendo a área metropolitana do Rio de Janeiro, i.é., o Estado da Guanabara e seis municípios do Estado do Rio de Janeiro cuja economia está intimamente ligada à do Estado da Guanabara. No interior da "macro-área" foi determinada uma "micro-área", com 128 km^2 de superfície, onde se encontram as maiores solicitações de tráfego. Com base nessa análise foram avaliados os desejos de tráfego em 1990, para cujo atendimento foi projetada uma rêde total de tráfego incluindo uma rêde de metrô.
Finalmente, através da determinação das características dessa rêde de metrô — cujos estudos técnicos alcançaram o estágio de anteprojeto para a "Linha Prioritária", eleita como primeira etapa de construção, a ser concluída em 1975 e destinada a aliviar os mais prementes problemas do tráfego —, bem como do plano de operação com um convênio tarifário, foi possível uma avaliação de custos que servisse de base para o cálculo de rentabilidade, análise da relação benefício-custo e de planos de financiamento.

Características do Rio de Janeiro

A Cidade do Rio de Janeiro, fundada há mais de 400 anos, desenvolveu-se numa estreita faixa de terras baixas, em grande parte pantanosas, tendo de um lado o mar e do outro íngremes escarpas ao longo das montanhas.
Com o correr dos anos, porém, essas condições topográficas revelaram-se limitativas, havendo a cidade que romper essas barreiras e estender-se para a baixada situada ao norte, tornando-se, com seu crescimento, uma metrópole.
O desenvolvimento da cidade continuará, contudo, como antes, a sofrer a influência da separação entre o Rio e Niterói pela Baía de Guanabara e entre a Zona Norte e a Zona Sul pelas montanhas. Grande parte do tráfego que flui em estreita faixa costeira ainda hoje é obrigado a atravessar o Centro da cidade.
O Metrô do Rio de Janeiro, em razão da situação da cidade, entre os trópicos e ao nível do mar, será um dos primeiros do mundo a ser implantado em região de clima realmente tropical.

Estrutura do tráfego em 1968

Para o cumprimento de suas atribuições contratuais, o Grupo de Estudos empreendeu inicialmente a análise dos fatôres de influência sôbre o tráfego na Área de Estudo. Os quatro fatôres de influência mais importantes são a população, os empregos, as matrículas escolares e os carros particulares. Como o último censo demográfico datava de 8 anos, os dados estatísticos existentes deviam ser projetados para 1968. O levantamento de dados referentes à "micro-área" exigia cuidado especial, pois grande parte da rêde do metrô deveria ser implantada no seu interior.

A população da "macro-área" é atualmente de cêrca de 6,0 milhões de habitantes, ou seja, 7% da população do Brasil; a população da "micro-área" participa dêste total com aproximadamente 1,8 milhões de habitantes.
A parcela da população mais importante para o tráfego é o pessoal ocupado, que efetua diàriamente o trajeto domicílio—emprêgo—domicílio (tráfego profissional).

O pessoal ocupado na "macro-área" eleva-se a 1,76 milhões de pessoas, ou seja, 31,5% da população.
A maior parte exerce suas atividades no setor de serviços, o que esclarece sobremaneira a estrutura social existente na área.

O número de matrículas escolares é de 1,25 milhões, sendo todavia de notar que a sua maior parte, os alunos do nível primário, não traz influência sensível para o tráfego, pois suas escolas situam-se nas proximidades do domicílio.

Quanto aos carros particulares, percebe-se ainda hoje uma diferença marcante entre a região externa à "micro-área" e a própria "micro-área", com 49,0 e 12,9 habitantes por automóvel, respectivamente.

Os elementos existentes no início do Estudo para a determinação da estrutura do tráfego atual, oriundos de um levantamento efetuado em 1964/65, já estavam ultrapassados, em razão do acentuado desenvolvimento verificado. Ademais, não satisfaziam às necessidades do Estudo, por não serem suficientemente profundos.

Foi, portanto, empreendido um nôvo e volumoso programa de contagem de tráfego nas vias públicas, ao longo de uma "cordon-line" e de uma "screen-line", bem como de entrevistas junto aos usuários dos meios de transporte e em 4 000 domicílios no Estado da Guanabara. A análise dêsses estudos demonstrou, entre outros resultados, os seguintes:

a) O tráfego na direção Zona Norte — Centro — Zona Norte eleva-se a aproximadamente 1,6 milhões de viagens/dia, das quais 83,5% em transporte coletivo; o tráfego Zona Sul — Centro — Zona Sul atinge cêrca de 0,8 milhões de viagens/dia, das quais 72,5% em transporte coletivo.
b) Os desejos de tráfego na "micro-área" atingem 0,95 viagens por dia e por habitante.
c) O Centro da cidade é ponto de origem ou de destino de 34% das viagens, elevando-se êste total a 44% com a inclusão do tráfego de passagem.
d) O tráfego coletivo constitui 80,6% do tráfego total da "micro-área" e 85% do tráfego total da "macro-área".

O tráfego coletivo está distribuído entre estradas de ferro suburbanas, ônibus, barcas e táxis. As linhas de bondes do Centro para Santa Teresa — últimas de uma rêde que chegou a atingir 400 km de extensão — não têm valor significativo para o tráfego.

As estradas de ferro suburbanas efetuam apenas a ligação entre o Centro e as regiões localizadas ao norte e a oeste do Estado da Guanabara. Embora sua participação no tráfego que atravessa os limites da "micro-área" tenha se reduzido nos últimos anos, mesmo assim, só a Linha do Centro representa ainda cêrca de 21% dêsse tráfego.
Para a maioria das relações de tráfego no interior da "micro-área" inexiste ligação por estrada de ferro, predominando o ônibus, com aproximadamente 75% do tráfego desta área. Atualmente o ônibus é o meio de transporte coletivo mais importante do Estado da Guanabara, onde trafegam cêrca de 5 300 ônibus.
A média diária observada na Avenida Presidente Vargas é de um ônibus cada quatro segundos. Essa artéria de tráfego é, assim, uma das mais solicitadas do mundo.
As barcas entre Rio e Niterói transportam cêrca de 73 000 passageiros por dia e por sentido.
Quanto aos táxis, existem cêrca de 16 000 no Estado da Guanabara.

Estrutura futura do tráfego

Nas prognoses para os dois anos-prazo do Estudo, i.é. 1975 e 1990, foi admitido que o Rio de Janeiro sofrerá um desenvolvimento progressivo e sem saltos, o que exclui índices de crescimento explosivos, bem como eventuais retrações de monta.
A base para a prognose dos dados estruturais deveria ser o plano de uso do solo estabelecido por lei. Face à inexistência de tal plano para a Área de Estudo, foi necessário efetuar análises sôbre o desenvolvimento provável, havendo sido dada particular atenção ao desenvolvimento industrial previsto para as zonas ao norte e a oeste, aos projetos urbanísticos — como, p. ex., Cidade Nova, no Centro da cidade, e Baixada de Jacarepaguá —, bem como às influências da Ponte Rio-Niterói.
Em confronto com a situação atual (1968) pode-se prever o seguinte para a "macro-área":

a) A população terá um aumento de 26% até 1975 e de 95% até 1990, atingindo, então, aproximadamente 11,6 milhões, ou seja, quase o dôbro da atual.
b) O número de empregos terá um aumento de 32% até 1975 e de 132% até 1990, atingindo, portanto, aproximadamente 4,1 milhões, ou seja, mais do dôbro do atual.
c) As matrículas escolares crescerão 42% até 1975 e 142% até 1990, atingindo cêrca de 3,0 milhões.
d) O número de carros particulares, hoje de 225 000, terá um aumento de 86% até 1975 e de 467% até 1990, atingindo, portanto, quase 1,3 milhões. Assim, a relação número de automóveis: habitante passará de 1:27 (1968) para 1:18 (1975) e 1:9 (1990).

Por conseguinte, de 1968 até 1990 são previstos os seguintes índices de crescimento:

	Anual %	Diário un
População (habitantes)	4,6	740
Empregos	6,3	302
Matrículas escolares	6,8	232
Carros particulares	22,2	138

Os índices acima revelam-se muito elevados quando comparados com índices europeus e norte-americanos.

A determinação do futuro volume de tráfego, e de sua repartição entre tráfego coletivo e tráfego individual, se processa por meio da "prognose de modêlo", para a qual foram tomadas por base as regularidades matemáticas encontradas na análise do tráfego. Dado o volume de cálculos necessários recorreu-se ao processamento de dados por computadores. Foram obtidos, então, os seguintes volumes de tráfego para a "macro-área":

Ano	Tráfego total pass./dia útil milhões	%	Tráfego coletivo pass./dia útil milhões	%
1968	3,92	100	3,5	100
1975	5,25	134	4,4	126
1990	8,71	222	6,7	195

Observa-se que o volume de tráfego total aumentará bem mais do dôbro até 1990. Considerando que o crescimento da população é de menos do dôbro, pode-se concluir que crescem os desejos de tráfego.

A fim de determinar até que ponto poderão ser atendidos os desejos de viagem, em acelerado aumento, foram calculadas a capacidade de desempenho que terão os meios de transporte existentes e a capacidade de vazão das rêdes de vias públicas e da rêde ferroviária até 1990, uma vez executados os projetos de ampliação previstos. Constatou-se que a capacidade de desempenho das estradas de ferro suburbanas pode ser ainda consideràvelmente aumentada. Nesse sentido várias medidas já se acham em execução. Existem igualmente numerosos projetos para a ampliação da rêde de vias públicas.

Ficou demonstrado, entretanto, que nem mesmo as estradas de ferro suburbanas modernizadas e com alta capacidade de desempenho, em conjunto com o intenso tráfego de ônibus na rêde de vias públicas ampliada em 1990, serão suficientes para atender ao tráfego previsto nas horas de "rush".

Caso não se tenha dado ao tráfego individual outra alternativa, a rêde de vias públicas, já altamente sobrecarregada, o será ainda mais pelo número consideràvelmente aumentado de carros particulares; existem limites para a ampliação das vias públicas, a menos que se sacrifique o panorama urbanístico. Ademais as próprias condições insuficientes de estacionamento exercem influência contrária ao uso do carro próprio.

Como única alternativa resta, então, a implantação de um meio de transporte rápido, como o metrô, que opera independentemente dos outros meios de transporte, e, onde necessário, pode ser lançado em outro nível, como p. ex., no Centro.

Recomenda-se assim a implantação de um metrô. Para estar à altura das condições previstas para 1990, o metrô deveria ter uma capacidade de desempenho teórica máxima de 80 000 passageiros por hora e por sentido; nesse caso, a cada 90 s deveria circular uma composição com lotação de 2 000 passageiros. Com uma capacidade de desempenho prática 20% inferior, e admitindo que a demanda nas horas de "rush" é de 12% do tráfego total diário, ter-se-á um desempenho, por via, de 533 000 passageiros por dia e por sentido.

A Rêde do Metrô proposta

A fim de aliviar a situação de tráfego mais premente, de uma rêde de metrô foi selecionada uma "Linha Prioritária", com 20 km de extensão, em traçado subterrâneo, e que deverá ser inaugurada em fins de 1975. Partindo de Ipanema, a "Linha Prioritária" liga os bairros mais densamente edificados da Zona Sul da cidade ao Centro, terminando na Tijuca, onde promove igualmente a ligação com o Centro dos bairros altamente povoados da Zona Norte, e que se encontram afastados das linhas de estradas de ferro suburbanas. Na Estação de metrô Central do Brasil há um ponto de contato com a Estação ferroviária D. Pedro II, situada na periferia do Centro, e que é a mais solicitada das estações das estradas de ferro suburbanas (atualmente com um movimento diário de embarque-desembarque de 286 000 passageiros).

A distância média entre as 22 estações da "Linha Prioritária" é de 0,860 km.

Com uma velocidade média de viagem de 34 km/h, o passageiro levará menos de 32 min da Tijuca até Ipanema, ao passo que para o mesmo trajeto é hoje necessário um tempo de viagem duas a três vêzes maior.

Apenas com a construção dessa linha já será possível liberar amplamente o Centro da cidade do tráfego de ônibus hoje existente.

Para a apuração da viabilidade econômica tornava-se necessário determinar os volumes de tráfego em cada trecho de linha e em cada estação. Através de processamento de dados foi efetuada a alocação das 4,4 milhões de viagens diárias prognosticadas para o tráfego coletivo em 1975 a uma rêde total de tráfego então existente. Partiu-se do pressuposto de que até então haverá sido implantado um convênio tarifário entre todos os meios de transporte. Através dêsse convênio será permitido ao usuário escolher o itinerário mais rápido para atingir seu destino; sem necessidade do pagamento de nova passagem a cada baldeação.

Os volumes de tráfego obtidos através da alocação forneceram também os elementos para o dimensionamento das estações e para o sistema operacional. Verificou-se que em 1975 a maior solicitação da "Linha Prioritária" ocorrerá entre as Estações Presidente Vargas e Central do Brasil, com 50 000 passageiros por sentido na hora de "rush".



Rêde do Metrô (1990)

A Rêde do Metrô recomendada para 1990 é composta das seguintes linhas:

Linha 1 (37 km de extensão) —
contém a "Linha Prioritária", de Ipanema até Tijuca, e segue em subterrâneo até o Méier e daí em superfície até a Baixada de Jacarepaguá, a ser urbanizada.

Linha 2 (30 km de extensão) —
tem como ponto de partida o bairro da Pavuna, ao Norte, seguindo em superfície pelo leito da antiga ferrovia Rio d'Ouro, atingindo o Centro da cidade no Largo da Carioca, onde passa sob a Linha 1, para finalmente, por um túnel subaquático de aproximadamente 4 km de extensão, atravessar a Baía de Guanabara para atingir a Estação Niterói.

A distância média que separa as 55 estações de ambas as linhas é de 1,2 km, possibilitando, portanto, uma velocidade média de viagem superior a 40 km/h.
A área de 55 km² que em 1968 pode ser coberta com uma hora de viagem, partindo-se do Largo da Carioca, em 1975 será estendida para 163 km² e em 1990 para 330 km².

As duas linhas se cruzarão nas Estações Largo da Carioca e Estácio de Sá; em nove estações haverá possibilidade de baldeação para as estradas de ferro suburbanas, pois sòmente esta interligação entre os dois meios de transporte virá garantir um atendimento ótimo.

O ônibus deixa de ser um fator dominante, mas continuará a ser indispensável como ligação entre o ponto de origem ou de destino das viagens e a estação de um dos meios de transporte sôbre trilhos. Deverá também incumbir-se do tráfego tangencial.

As linhas do metrô em sua maior parte deverão ser lançadas em subterrâneo; nos bairros periféricos foi utilizado semdre que possível o traçado em superfície.
A implantação de tôda a Rêde foi dividida em seis etapas de construção, de acôrdo com os desejos de tráfego.

Por motivos operacionais o conjunto das oficinas, situado a oeste da Estação Central do Brasil, em local favorável às duas linhas, fará parte da primeira etapa de construção, i. é, da "Linha Prioritária".

A alocação de tráfego para 1990 indicou que a Estação Largo da Carioca será a mais solicitada em tôda a Rêde, com um movimento diário de cêrca de 920 000 embarques, desembarques e baldeações.

A maior solicitação da Linha 1 apresenta-se entre as Estações Cinelândia e Largo da Carioca, com 48 000 passageiros por sentido na hora de "rush", e a da Linha 2 no trecho Estácio de Sá—Mangueira, com 62 000.

A Linha 1 será suficientemente solicitada; a Linha 2 nas horas de "rush" quase alcançará sua capacidade.

Como a alocação mostrou grande movimento de baldeações entre metrô e estradas de ferro suburbanas, concluiu-se que não sòmente um convênio tarifário seria recomendável mas que também uma integração técnica e operacional poderia vir a ser considerada, da qual resultaria uma rêde de 133 km de extensão e 95 estações. Neste caso, a área abrangida em uma hora de viagem a partir do Largo da Carioca seria de 414 km².

A decisão sôbre simples contatos entre metrô e estradas de ferro suburbanas e integração técnica dos dois sistemas dependerá da política de tráfego, e deverá ser tomada, de preferência, antes do início da segunda etapa de construção. Deverão ser efetuados estudos suplementares relativos à integração técnica.

Conceituação técnica

O projeto do material rodante teve que, por um lado, pautar-se nos volumes do tráfego e na execução operacional, e por outro, adaptar-se cuidadosamente aos projetos de obras civis.

Com base na experiência obtida em todos os metrôs de grande desempenho operacional foi proposto para o Metrô do Rio de Janeiro a adoção de vias de dois trilhos, e de carros de construção convencional com tração elétrica, sôbre rodas de aço com friso.

Escolheu-se a tensão nominal de 750 V para o sistema de suprimento de energia elétrica, em corrente contínua, que será levada aos carros através do terceiro trilho.

As composições terão seis carros formando duas unidades de três carros, com 21,75 m de comprimento e 3,17 m de largura cada um. As composições terão capacidade para 2 000 pessoas, sendo 386 sentadas e 1 614 de pé. A aceleração máxima atinge 1,35 m/s² e a velocidade máxima 100 km/h.

Foi escolhida a bitola predominante nas estradas de ferro suburbanas, i. é, 1,60 m. Êste fato, além de constituir uma premissa para uma eventual integração técnica, permite ainda que o fornecimento dos carros de metrô seja efetuado com os mesmos trafegando sôbre os seus próprios truques.

A conceituação técnica proposta e adotada para o anteprojeto da "Linha Prioritária" corresponde aos mais recentes conhecimentos e aos mais modernos processos técnicos para se obter um metrô de elevada capacidade de desempenho, eficiente, bastante atraente e com demanda mínima de pessoal. Isto é válido, p. ex., para o traçado das linhas, via permanente, estações — sobretudo no intuito de obter um fluxo continuo de passageiros —, sistema de comando automático das composições, instalações de sinalização — que deverão permitir curtos intervalos entre composições nas horas de "rush" — sistema de suprimento de energia elétrica, proteção contra inundações, medidas para o amortecimento dos ruídos, etc.

O clima quente predominante no Rio de Janeiro e a alta irradiação de calor pelos motores de tração exigiram atenção especial para o problema de ventilação e de condicionamento de ar, sobretudo nos trechos em subterrâneo. A ventilação longitudinal dos túneis, a aspiração, por sob as plataformas, do ar aquecido pelos motores das composições, a insuflação de ar fresco nas gares das estações e, finalmente, o condicionamento do ar no interior dos carros, deveriam assegurar que o metrô fôsse auto-promocional também sob êsse aspecto.

Com base nos resultados de 53 furos de sondagens, num total de 1 800 m de comprimento — que revelaram tipos de solos muito heterogêneos e grande constância de nível freático elevado —, em centenas de plantas de rêdes de serviços públicos, de fundações de edifícios adjacentes ao traçado, etc., foram propostos ao longo da "Linha Prioritária" diferentes métodos de construção (a céu aberto, com escudo, etc.), visando sobretudo reduzir ao mínimo as interferências sôbre o tráfego nas vias públicas e na vida da cidade durante a construção, sem contudo menosprezar o problema de custos.

Organização e operação

A Companhia do Metropolitano proposta terá a forma de uma sociedade anônima de direito privado, como emprêsa autônoma de economia mista. Esta companhia deverá ser gerida de acôrdo com os modernos princípios empresariais, a fim de assegurar uma operação eficiente do metrô, quer do ponto de vista técnico, quer econômico.

O elevado número de passageiros a ser transportado exige instalações altamente automatizadas, como, p. ex., os bloqueios que efetuam eletrônicamente o contrôle de bilhetes e o comando automático das composições. Ademais, recomenda-se um sistema simplificado de tarifas, como a tarifa única que deve vigorar no convênio tarifário proposto.

Rentabilidade

A construção da "Linha Prioritária", com aproximadamente 20 km de extensão, exigirá um investimento de aproximadamente US$ 243 milhões (base: 1° de julho de 1968: US$ 1,00 = NCr$ 3,20).
Êste montante cobre tôdas as instalações fixas — terrenos, obras civis, via permanente, sinalização, telecomunicações, suprimento de energia elétrica, conjunto das oficinas, edifício da administração —, bem como "engineering" e imprevistos. Serão necessários mais US$ 57 milhões para o parque de material rodante, com 50 composições de seis carros, veículos auxiliares, etc.
Até a conclusão da Rêde do Metrô (1990) haverá um investimento adicional de aproximadamente US$ 325 milhões para as instalações fixas e US$ 100 milhões para a ampliação do parque de material rodante.
O investimento total será, portanto, de aproximadamente US$ 725 milhões, sendo 5% para aquisição de terrenos, 57% para obras civis e os restantes 38% destinados à via permanente, sistemas e material rodante.
O investimento médio anual durante os 21 anos de construção será de US$ 34,5 milhões.

Os custos anuais totais para a execução operacional, manutenção e depreciação das instalações fixas e do material rodante, bem como para os juros calculatórios, serão:

1975 (conclusão da "Linha Prioritária"): US$ 28 milhões,
1990 (conclusão da Rêde do Metrô): US$ 70 milhões.

Êsses montantes, que podem parecer elevados, devem, no entanto, ser confrontados com o volume de tráfego que será atendido pelo metrô: as alocações mostraram que o metrô deverá transportar cêrca de 496 milhões de passageiros em 1975 e 1 584 milhões em 1990.
Em razão dêsse considerável desempenho de tráfego, o transporte de cada passageiro custaria ao metrô aprox. 5,6 e 4,4 US Cents, em 1975 e 1990, respectivamente.
O metrô poderia assim cobrir todos os seus custos, inclusive os juros que perfazem 58% dos custos anuais totais, mediante tarifas bastante acessíveis, equivalentes aos valôres acima.
Todavia, quando ocorre a existência de diversos meios de transporte que se complementam, o convênio tarifário — como aquêle que serviu de base para a alocação — oferece o melhor atendimento possível.

Em um convênio tarifário entre estradas de ferro suburbanas, ônibus e metrô, uma tarifa única de 9,9 US Cents em 1975 e de 8,8 US Cents em 1990 será suficiente para cobrir os custos próprios dêstes meios de transporte. Considerando ainda a possibilidade de baldeação sem pagamento adicional, êsses preços de passagem podem ser considerados perfeitamente viáveis. Quando comparado com os valôres da maior parte das emprêsas de transporte urbano européias e norte-americanas êsse resultado econômico revela-se altamente satisfatório; em geral, na Europa e na América do Norte as receitas das emprêsas de transporte são suficientes apenas para cobrir os custos operacionais, e não todos os custos de implantação. Entretanto, quando a população de uma cidade da Europa ou da América do Norte aproxima-se do milhão de habitantes, é iniciada a elaboração do projeto de um metrô, cuja implantação é considerada uma obrigação do Estado, da mesma forma que a construção de vias públicas, de rêdes de água e de esgôtos, etc. Na maior parte dêsses casos os estudos plutonômicos sôbre a relação benefício-custo mostraram vantagem dos benefícios sôbre os custos. Para o Metrô do Rio de Janeiro foi constatado que, antes mesmo da conclusão da Rêde (1990), já os benefícios diretos começarão a superar os custos.
O benefício trazido pelo metrô é ainda mais acentuado ao se considerar seus positivos efeitos indiretos, como, p. ex., o benefício auferido pelo tráfego individual em decorrência do desafôgo das vias públicas.
O Estudo encerra-se com a escolha e recomendação de um plano de financiamento para o metrô.

Conclusão

O metrô é uma necessidade vital para o Rio de Janeiro. As condições naturais que se apresentam para a construção do metrô poderão ser vencidas com tôda a segurança através dos recursos proporcionados pela técnica moderna.
Até 1975 será possível concluir a construção de uma "Linha Prioritária" cuja operação é desde o início econômicamente justificada. Até 1990 a Rêde deveria ser ampliada para aproximadamente 67 km de extensão, a fim de possibilitar o atendimento do tráfego previsto.
Em razão do elevado volume de tráfego, as receitas poderão cobrir os custos operacionais e as despesas de capital com tarifas perfeitamente viáveis.

Índice resumido do texto

A. Introdução Página

1. Apresentação 22
2. Objeto do contrato 22
3. Área de Estudo 22
4. Organização do Estudo 24
5. Documentação existente 26

B. Condições naturais e desenvolvimento histórico da Área de Estudo

1. Condições naturais da Área de Estudo 34
2. Desenvolvimento histórico da Área de Estudo 41

C. Análises urbanísticas, sócio-econômicas e de tráfego em 1968

1. Metodologia 50
2. Estrutura urbanística 52
3. Estrutura sócio-econômica 52
4. Estrutura do tráfego 70

D. Prognoses urbanisticas, sócio-econômicas e de tráfego para 1975 e 1990

1. Metodologia 128
2. Estrutura urbanística 129
3. Estrutura sócio-econômica 131
4. Estrutura do tráfego 142
5. Justificativa da necessidade de um metrô 164

E. Propostas para um metrô com convênio tarifário

1. Rêde total de tráfego em 1975 (Projeto I) 172
2. Rêde total de tráfego em 1990 (Projetos II A e II B) 210
3. Considerações sôbre um sistema integrado de metrô e estradas de ferro suburbanas (Projeto III — 1990) 238

F. Elementos básicos para o planejamento técnico Página

1. Sistema de metrô e sistema elétrico 258
2. Dimensões dos carros, gabarito dinâmico e gabarito-limite 266
3. Elementos do traçado e via permanente 274
4. Seções transversais típicas 278
5. Configuração das estações de metrô 283
6. Sinalização, comando remoto e telecomunicações 292
7. Ventilação e climatização 299
8. Elementos básicos para o planejamento construtivo 302
9. Origem e prevenção de ruídos 330

G. Material rodante e sua manutenção

1. Carros motores 334
2. Dinâmica de marcha, tempos de viagem e consumo de energia 344
3. Material rodante auxiliar 347
4. Manutenção do material rodante 348

H. A "Linha Prioritária"

1. Traçado e condições urbanísticas 357
2. Anteprojeto das obras civis 358
3. Suprimento de energia elétrica 437
4. Ventilação 455
5. Sinalização, telecomunicações e comando remoto 457
6. Proteção contra a corrosão elétrica 459
7. Instalações de manutenção 460
8. Projeto e execução 461

I. Organização, execução operacional e desempenho de tráfego Página

1. Forma jurídica e estrutura administrativa da Companhia do Metropolitano 468
2. Execução operacional 471
3. Desempenho de tráfego 479
4. Adestramento do pessoal 489

J. Legislação, mercados produtores e saúde pública

1. Legislação 492
2. Mercados produtores 494
3. Influência do tráfego sôbre a saúde da população 499

K. Rentabilidade

1. Metodologia e base do cálculo de rentabilidade 502
2. Investimentos 504
3. Custos anuais 512
4. Comparação dos custos anuais 519
5. Receitas e tarifas 522
6. Considerações plutonômicas (Relação benefício-custo) 526

L. Financiamento

1. Contribuição ao financiamento através de impostos e taxas 534
2. Recursos próprios 535
3. Recursos externos 535
4. Planos de financiamento 537

Índice do texto 551
Índice das figuras 563
Índice das tabelas 571
Bibliografia 579

A Introdução

1. Apresentação

A expansão sempre crescente das cidades e a explosão demográfica cada vez mais acentuada fizeram com que aumentassem as distâncias entre os domicílios, de um lado, e os empregos e outros pontos de atração, de outro lado, crescendo também o volume das massas humanas que formam o tráfego profissional (tráfego de pessoas que viajam diàriamente nas mesmas horas entre o domicílio e o local de trabalho ou estudo). Êsse aumento há alguns decênios ainda não podia ser previsto.

As rêdes de vias públicas e os meios de transporte que por elas transitam, como p. ex., bondes, não estavam em condições de acompanhar êsse desenvolvimento. Dar vazão ao tráfego coletivo e individial, atual e futuro, representa portanto para quase tôdas as metrópoles um problema difícil e que exige solução urgente. Aqui convém considerar que a particularidade do mencionado tráfego profissional — um dos componentes mais poderosos do tráfego — consiste no fato de se concentrar em espaços de tempo muito pequenos dos dias úteis, provocando com isso "picos" no desenvolvimento do tráfego, alternativamente em cada um dos seus sentidos dominantes.

A experiência adquirida através da solução dêsses problemas de tráfego, comuns a quase tôdas as metrópoles do mundo, mostra que os melhores resultados são obtidos através da implantação de um sistema de transporte coletivo sôbre trilhos, desvinculado do tráfego de superfície, sem cruzamentos em nível e de alta capacidade de desempenho (metrô).

Essas vias de tráfego devem ser consideradas hoje como fazendo parte integrante da infra-estrutura de uma cidade. Sua execução compete, por isso mesmo, ao poder público, i. é, ao Estado.

A população no Rio de Janeiro cresceu de 1,0 milhão em 1920 para 4,1 milhões em 1968. Em 1990 a cidade deverá contar com 7,4 milhões de habitantes e o "Grande Rio" com 11,6 milhões.

As exigências que daí resultam para o tráfego não poderão ser satisfeitas pela rêde de vias públicas, nem pela rêde de estradas de ferro suburbanas que, aliás, atende apenas uma parte da cidade. Já hoje em dia não são raros os colapsos do tráfego, particularmente nas horas de "rush".

A construção de um metrô no Rio de Janeiro não pode ser protelada por mais tempo.

Reconhecendo a sua urgência, o Govêrno do Estado da Guanabara, tendo em vista a grandiosidade do problema, quer sob o ponto de vista técnico, quer quanto ao aspecto econômico-financeiro, determinou, de início, que a Comissão Executiva do Metropolitano do Rio de Janeiro (CEPE-2) elaborasse, através de emprêsas contratadas, o estudo comparativo dos diferentes sistemas de metrô visando a escolha do mais adequado para o Rio de Janeiro e procedendo a uma análise da sua viabilidade técnica e econômica.

2. Objeto do contrato

2.1 **Objetivos**

A finalidade dêsse Estudo — baseado em uma prognose quantitativa do desenvolvimento sócio-econômico e do tráfego nos próximos 20 anos — seria a escolha, dentro do prazo disponível para a sua elaboração, do sistema de transporte rápido coletivo (metrô) mais adaptável às condições peculiares do Rio de Janeiro e com base nesses dados analisar sua viabilidade técnica e econômica no contexto de uma rêde total de tráfego.

Simultâneamente deveria ser escolhida da rêde do metrô, aquela linha que viesse aliviar de imediato os problemas de tráfego mais urgentes da Metrópole e cuja execução deveria merecer absoluta prioridade. Para essa "Linha Prioritária" deveria ser elaborado um anteprojeto técnico tal que possibilitasse a contratação de projetos detalhados, como também dos demais trabalhos preparatórios para sua execução. O Estudo deveria finalmente proporcionar ao Govêrno uma visão de conjunto do complexo "metrô", possibilitando negociações de financiamento com instituições de crédito nacionais e estrangeiras.

2.2 **Quesitos básicos do contrato**

No desenvolvimento dos trabalhos deveriam ser respeitados alguns quesitos básicos que em parte definem a política de tráfego do Estado da Guanabara e em parte contribuem para a realização de seus objetivos, entre os quais se destacam:

a) A Rêde do Metrô a ser projetada deve definir e qualificar as áreas de influência dos sistemas de transporte existentes, tanto urbanos como suburbanos. Por esta razão o Estudo deverá visar à determinação de uma rêde de metrô que se integre no desenvolvimento da área metropolitana cujo centro é a Cidade do Rio de Janeiro.

b) Deverão ser previstos tantos pontos de contato entre o sistema de transportes suburbanos (estradas de ferro) e o sistema de transporte rápido urbano (metrô) quantos se tornarem necessários para assegurar uma boa interligação entre os sistemas.

c) O sistema de transporte rápido (Rêde do Metrô) deverá tanto quanto possível substituir o transporte coletivo urbano no Centro da cidade.

d) A sequência da construção das diversas linhas da rêde projetada deverá ser estabelecida de acôrdo com as necessidades de tráfego.

e) O Estudo deverá permitir ao Govêrno determinar as áreas a serem resguardadas e reservadas para uma possível expansão do sistema.

f) A implantação e manutenção do sistema deverão possibilitar a aplicação da maior parcela possível de produtos nacionais.

g) É desejável a apresentação de uma forma de organização que possibilite uma operação com auto-suficiência financeira.

h) O Estudo deverá analisar as fontes de crédito nacionais e internacionais que devem ser consideradas para financiamento da implantação do metrô.

3. Área de Estudo

3.1 **"Macro-área"**

A Rêde do Metrô a ser definida deverá ajustar-se ao desenvolvimento da região geo-sócio-econômica cujo centro é a Cidade do Rio de Janeiro.

De acôrdo com êstes critérios foi considerada como Área de Estudo uma área de 2 089 km², denominada "macro-área" (Fig. A1), abrangendo:

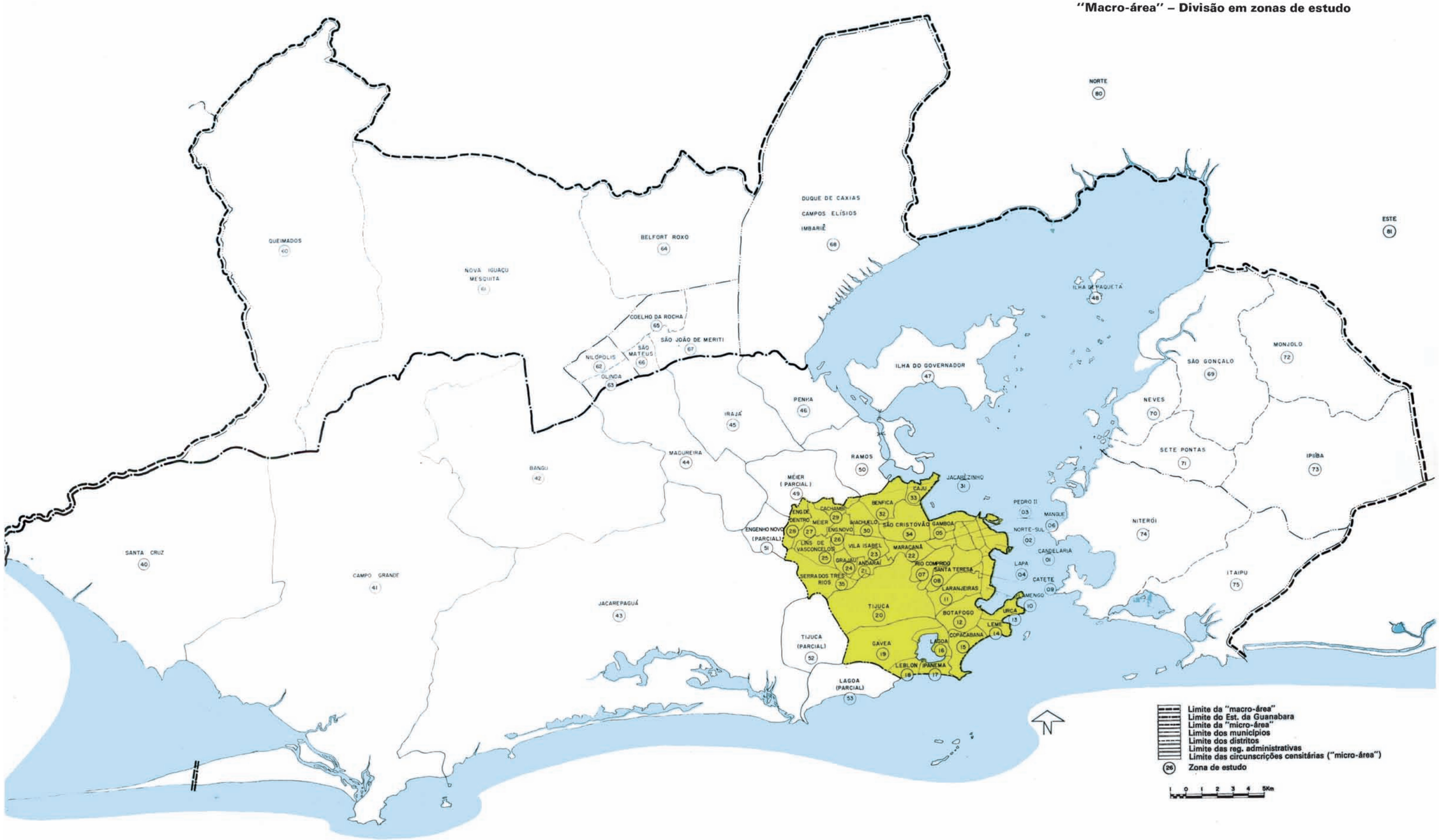
a) o Estado da Guanabara (1171 km²),

b) seis municípios vizinhos do Estado do Rio de Janeiro (918 km²).

O Estado da Guanabara compõe-se, em 1968, de 23 Regiões Administrativas. O Estudo baseia-se, porém, sòmente nas 22 Regiões Administrativas existentes em 1965 e que serviram de base para estudos sócio-econômicos anteriores ("Estudos Cariocas") [1].



Fig. A1
"Macro-área" – Divisão em zonas de estudo



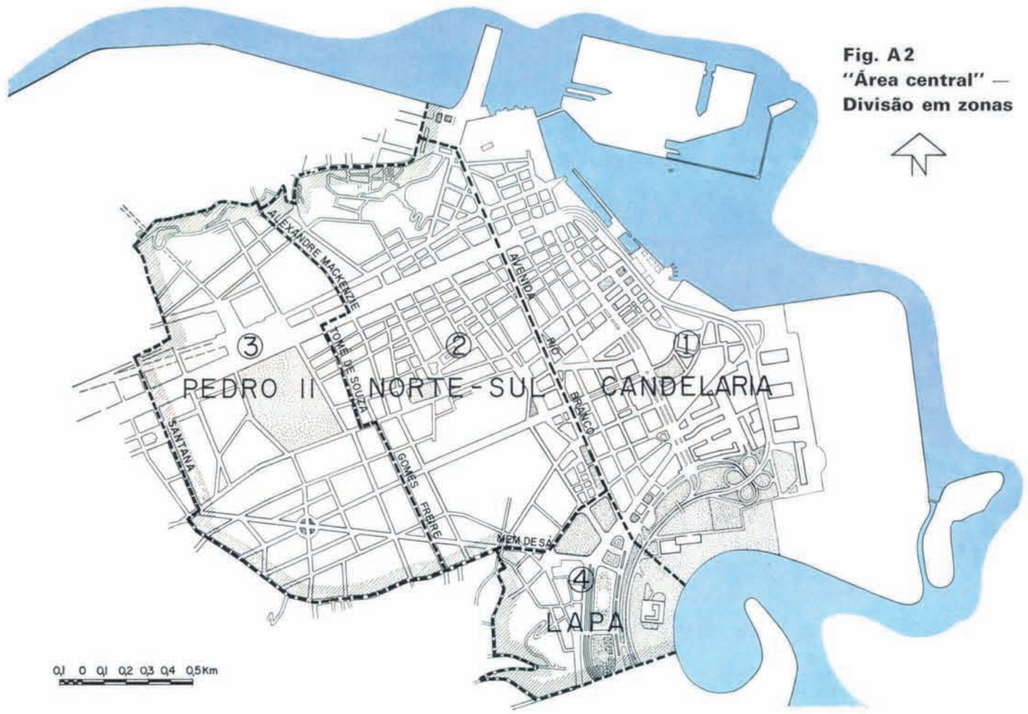


Fig. A2
"Área central" — Divisão em zonas

Os seis municípios do Estado do Rio de Janeiro são:

Nova Iguaçu, São João de Meriti,
Nilópolis, São Gonçalo,
Duque de Caxias, Niterói.

Êstes seis municípios do Estado do Rio de Janeiro foram incluídos na Área de Estudo por estarem ìntimamente relacionados com a Guanabara sob o ponto de vista econômico e urbanístico. Excluiram-se apenas três distritos, por terem características eminentemente rurais: Cava e Japeri, de Nova Iguaçu; Xerém, de Duque de Caxias. A "macro-área" acusa em 1968 uma população de aproximadamente seis milhões de habitantes e corresponde à região hoje geralmente denominada "Grande Rio" ou "Área Metropolitana do Rio de Janeiro".
Na determinação dos limites da Área de Estudo influiu o fato de a pesquisa realizada nos anos de 1964/65 pela "Coordenação de Planos e Orçamento" da Secretaria de Govêrno se referir, na sua essência, a essa mesma área, excluídos apenas os municípios de Niterói e São Gonçalo, situados a leste da Baía de Guanabara. Isto porque o simples levantamento de tráfego das barcas que constituem a ligação entre êles e a Guanabara satisfazia o objetivo daquela pesquisa, qual fôsse o de conhecer a sua influência. A coincidência dos limites das áreas de estudo objetiva a utilização para o presente Estudo dos resultados de pesquisa sôbre a origem, destino e intensidade de tráfego de 1964/65, publicados nos "Estudos Cariocas".

3.2 **"Micro-área"**

Os dados dos "Estudos Cariocas" sôbre os desejos de tráfego da população revelaram-se, entretanto, sobremaneira aproximados e imprecisos para que pudessem servir de base para o planejamento de uma rêde de metrô dentro dessa área. O número de amostragens então utilizado era muito reduzido, em comparação com o volume dos dados estatísticos levantados. As Regiões Administrativas tomadas como base para a subdivisão eram relativamente extensas. Como, além disso, uma análise mais precisa da distribuição do tráfego por origem, destino, intensidade, objetivo da viagem e meio de transporte só era indispensável para o planejamento do metrô na área de grande concentração de tráfego (Centro da cidade e região próxima sob sua influência direta), destacou-se dentro da "macro-área" uma região especial — a "micro-área" — supondo-se que dentro dela ficarão localizadas as partes essenciais da Rêde do Metrô a serem construídas num futuro próximo (Fig. A1).
A "micro-área", com uma superfície de 128 km², acusando em 1968 uma população aproximada de 1,8 milhões de habitantes, foi dividida em 35 zonas, 31 das quais coincidem com as Circunscrições Censitárias, o que torna possível aproveitar os resultados de censos demográficos para efeito de contrôle e complementação.

3.3 **"Área central"**

A fim de poder comparar as diferentes soluções possíveis para o Centro da cidade e escolher a solução ideal, impunha-se nessa área uma pesquisa urbanística e sócio-econômica bastante pormenorizada.
Em alguns setores do Estudo tornou-se ainda necessário dar destaque especial a uma parte da "micro-área", à "área central" que abrange as quatro zonas seguintes (Fig. A2):

01 Candelária,
02 Norte-Sul,
03 Pedro II,
04 Lapa.

3.4 **Zonas coletoras**

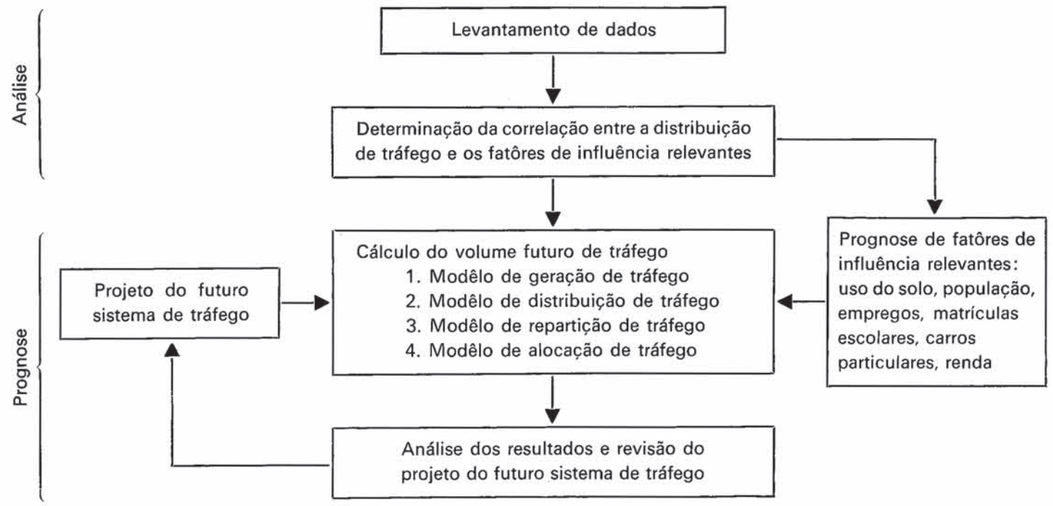
Fora da Área de Estudo, i. é, da "macro-área", foram estabelecidas duas zonas coletoras — "Norte" e "Leste" — a fim de computar o tráfego oriundo das mesmas.

4. Organização do Estudo

4.1 **Planejamento de tráfego**

Os estudos técnicos e de rentabilidade pressupõem um planejamento de tráfego pormenorizado.
Os modernos métodos de planejamento de tráfego sofreram contínuas alterações nos últimos anos. Até hoje não existe um programa-modêlo aprovado e aplicado de forma generalizada. No decorrer do tempo, entretanto, sobressairam alguns aspectos comuns aos diversos métodos, válidos para a maioria das pesquisas e aplicáveis, inclusive, ao presente Estudo. O aspecto mais importante de todos os planejamentos de tráfego é a determinação da futura distribuição do tráfego dentro de uma área de estudo. Êsse problema, anteriormente enfrentado por meio de prognoses de tendências, é equacionado hoje mediante a chamada "prognose de modêlo".
As fases principais da metodologia que serviu de base para o presente Estudo acham-se ilustradas no diagrama da sequência dos trabalhos (Fig. A3).
Primeiramente era necessário determinar a Área de Estudo (A3).
A pesquisa pròpriamente dita dessa área se inicia então com a análise da atual situação urbanística, sócio-econômica e de tráfego, através da coleta de dados estruturais que constituem a base para o estabelecimento das relações estatísticas entre a geração do tráfego, a sua distribuição e os fatôres relevantes que as influenciam.
Segue-se a prognose dos futuros fatôres de influência que devem servir de base às primeiras etapas da prognose de modêlo, a qual, de acôrdo com o diagrama da sequência dos trabalhos, é executada em quatro etapas.

Fig. A 3
Diagrama da sequência dos trabalhos



Determina-se, então, a lei da geração de tráfego e da futura distribuição do tráfego, repartida em tráfego coletivo e tráfego individual, de acôrdo com determinados "fatôres de repartição". A seguir se projetam as rêdes dos diferentes sistemas de transporte considerados indispensáveis e adequados ao futuro desenvolvimento urbano.
A fase seguinte e última da prognose de modêlo, a "alocação", possibilita o cálculo dos volumes do tráfego futuro por trecho, linha e entroncamento dos sistemas alternativos de transporte, dentro do projeto da rêde total, partindo do pressuposto de que tôdas as emprêsas que participam do transporte coletivo urbano se integrem em um convênio tarifário.

Trata-se no caso, em cada etapa, de um processo complexo, com inúmeros problemas e que, conforme demonstram as setas do diagrama da sequência, em geral só podem ser solucionados por iteração.
Visto que o Estudo não visa apenas a Rêde do Metrô a ser implantada nos próximos 20 anos, mas também a elaboração de um anteprojeto de parte dessa Rêde, i. é, da "Linha Prioritária", as prognoses foram feitas em separado para dois anos-prazo, a saber:

1975: conclusão prevista da "Linha Prioritária",

1990: conclusão prevista da Rêde do Metrô.

Os resultados obtidos permitem finalmente constatar ou comprovar a necessidade da implantação de um nôvo meio de transporte rápido coletivo, i. é, de um metrô.
Êsse planejamento de tráfego tornou-se mais difícil pelo fato de não existir para o Rio de Janeiro um plano de desenvolvimento urbanístico (Plano Diretor) oficialmente aprovado. Assim, numa prognose que encara o desenvolvimento da cidade sob um só aspecto, o de tráfego, aumenta o grau de incerteza que, de qualquer maneira, é normal em tôda prognose a longo prazo.
Por outro lado os dados elaborados neste Estudo, como também os projetos de rêde, poderão servir e ser tomados em consideração na futura elaboração de um plano diretor da cidade, cuja espinha dorsal deveria ser, de qualquer forma, uma rêde total de tráfego. Destarte evitar-se-ia qualquer perigo de investimentos inúteis.

4.2 **Planejamento técnico**

O planejamento técnico iniciou-se necessàriamente pela escolha de um sistema de metrô que atendesse às exigências resultantes do planejamento de tráfego e consequente capacidade de desempenho.
Partindo dessa escolha, tendo em consideração as condições locais e objetivando uma rentabilidade ideal da operação, foi estabelecido o projeto técnico do metrô (instalações fixas e material rodante) que por sua vez deu origem a pequenas correções do traçado básico da Rêde do Metrô.
Estavam assim estabelecidas as bases técnicas para o planejamento dos horários e da escala das composições, bem como para a determinação dos desempenhos operacionais necessários.

4.3 **Estudo da viabilidade econômica**

Com os resultados obtidos através dessas pesquisas puderam ser iniciados os estudos de viabilidade econômica.

Resultaram:

do planejamento técnico
— os investimentos e os custos de manutenção,

do planejamento operacional
— os custos anuais operacionais,

dos desempenhos de tráfego em conjunto com as tarifas
— as receitas de tráfego; e finalmente,

do confronto entre despesas e receitas
— o grau de cobertura dos custos e com isso a viabilidade econômica do metrô.

A conclusão é constituída de considerações plutonômicas, sugestões sôbre a elaboração de medidas fiscais adequadas e de um plano de financiamento.

4.4 **Cronograma pelo método PERT**

A sequência lógica indicada serviu de diretriz para o Estudo de Viabilidade. Todavia, por duas razões, durante a realização dos trabalhos nem sempre foi possível segui-la e cumpri-la à risca. Para a elaboração do modêlo de tráfego eram necessárias extensas contagens de tráfego e entrevistas. Êstes trabalhos deveriam ter precedido tôdas as demais pesquisas, já que os resultados do processamento eletrônico dos dados formam o ponto de partida para os demais trabalhos. A exiguidade de tempo disponível, entretanto, obrigou a execução de uma parte das pesquisas de tráfego ao mesmo tempo em que eram realizados os trabalhos técnicos de planejamento, os quais houveram de se basear em critérios e hipóteses preliminares, posteriormente comprovados e, quando necessário, corrigidos com base nos resultados obtidos através dos computadores. Dêste modo foi possível assegurar a perfeita coerência do planejamento.
Outra alteração na sequência dos trabalhos foi ocasionada pela necessidade de que fôsse entregue, nos primeiros quatro meses de trabalho, uma proposta para a "Linha Prioritária", a fim de que, após a sua aprovação, fôsse possível a elaboração do seu anteprojeto técnico, dentro do prazo estabelecido para a conclusão do Estudo. Essa" Linha Prioritária", entretanto, só poderia ser analisada como um dos elos de uma corrente no conjunto da Rêde do Metrô, cuja concepção global — embora apenas em esbôço — teve que ser formulada bastante cedo.
Dada a complexidade inerente ao moderno estudo de viabilidade, do qual participam especialistas dos mais variados campos da ciência, agravada ainda pelas alterações necessárias na sequência normal dos trabalhos mencionadas acima, e em vista do pouco tempo disponível para o Estudo, tornou-se necessário coordenar a sequência dos trabalhos e os períodos de sua execução mediante um cronograma pelo método PERT.
Êsse cronograma foi processado através dos computadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e atualizado periòdicamente.

5. Documentação existente

Para o presente Estudo eram necessários inúmeros dados de idoneidade incontestável que servissem de ponto de partida para as pesquisas técnicas, urbanísticas, sócio-econômicas e de tráfego.
O planejamento de tráfego para uma importante região urbana, sobretudo em se tratando da implantação de um nôvo meio de transporte, baseia-se normalmente no plano de desenvolvimento urbanístico (Plano Diretor), do qual fazem parte o planejamento econômico, o planejamento de uso do solo e o planejamento geral de tráfego.
Entretanto êsses elementos referentes à Área de Estudo não existem ainda suficientemente completos e aprovados.
O Grupo de Estudos viu-se forçado a remediar essa lacuna através de hipóteses e estimativas fundamentais baseadas nos dados fornecidos por numerosas entidades federais e estaduais, bem como em publicações particulares. A CEPE-2 prestou tôda ajuda possível na coleta dêsses dados.
Os diversos dados coligidos e aproveitados estão reunidos na Bibliografia.
Algumas publicações merecem menção especial:

5.1 **"Estudos Cariocas"** [1]

Na fase inicial dos trabalhos uma das fontes mais importantes foram os "Estudos Cariocas" editados em 1965 pela Coordenação de Planos e Orçamento da Secretaria de Govêrno, especialmente o 5° volume. Contém êle os resultados de um inquérito realizado em 1964/65 sôbre os movimentos horários de tráfego no Estado da Guanabara (C 4.1.1).

5.2 **Estudos Geográficos** [2]

Para a análise dos fatôres de geração de tráfego (p. ex., número de habitantes, empregos, matrículas escolares, hospitais, bancos, locais de recreação, etc.) foi utilizada a obra cartográfica Estudos Geográficos, publicada pela Coordenação de Planos e Orçamento, Seção Geográfica. Com a ampliação dos elementos cartográficos mais importantes foi possível obter-se indicações e previsões sôbre efeitos de uma futura rêde de metrô.

5.3 **Plano Doxiadis** [3]

Importante e volumoso programa de urbanização foi editado pela firma "Doxiadis Associates" em 1965, sob o título "Guanabara—A Plan for Urban Development", por ordem da Comissão Executiva para o Desenvolvimento Urbano (CEDUG) criada pelo Govêrno da Guanabara em 1963. O Plano Doxiadis oferece esclarecimentos sôbre o desenvolvimento até os dias atuais e indicações das tendências futuras até o ano 2000. Não tendo fôrça de lei êsse trabalho não constitui, contudo, diretriz obrigatória para a organização do quadro geral dentro do qual deva ser planejada uma rêde de metrô.

5.4 **Estudos de metrô anteriormente elaborados**

Existe uma série de projetos de transporte rápido urbano elaborados durante os últimos dois decênios por pessoas interessadas ou por associações profissionais ou grupos de estudo, sendo uns apenas esboçados e outros mais detalhados. Alguns dêsses estudos já apresentam tendências e soluções que no contexto do presente Estudo de Viabilidade encontraram sua confirmação. Isto vale particularmente para os estudos daqueles autores que nas suas propostas para a Rêde deram prioridade às necessidades de tráfego e não ao traçado das linhas, visando ùnicamente ao baixo custo da construção. Nelas encontram-se também muitas idéias interessantes com referência às questões do convênio tarifário e da integração com as estradas de ferro suburbanas.

Dêsses estudos anteriores podem ser mencionados:

O Estudo da Cia. de Carris, Luz e Fôrça do Rio de Janeiro (hoje: Light) — 1947. (Fig. A 4)

O anteprojeto de 1950/51 e o projeto de 1954 nêle baseado e elaborado pela "Société Générale de Traction et d'Exploitations"/Paris por ordem da Prefeitura do Distrito Federal (Comissão Executiva do Projeto do Metropolitano — CEPM). (Fig. A 4)

Três projetos apresentados no Simpósio do Clube de Engenharia em 1962, pelos seguintes sócios:

Eng.° Antônio Arlindo Laviola, (Fig. A 5)

Eng.° Murillo Nunes de Azevedo, (Fig. A 5)

Eng.° Luiz Antônio de Souza Leão. (Fig. A 5)

Relatório baseado no Simpósio apresentado pela Comissão do Metropolitano instituída pelo Clube — 1962. (Fig. A 4)

Estudo do Eng.° Fernando Lavrador — 1963/66. (Fig. A 6)

Estudo do Eng.° Ernesto Hölters (Pandora) — 1967. (Fig. A 6)

E o Estudo do Eng.° Jorge Ernesto de Miranda Schnoor — 1968. (Fig. A 6)

O projeto mais detalhado é o segundo citado, da autoria da CEPM. O trabalho do Eng.° Schnoor, que há muitos anos se ocupa profundamente dêsse problema, é o mais atualizado e propõe, em linhas amplas, as soluções mais importantes para o futuro.
Uma confrontação de dados extraídos dos mencionados estudos é apresentada na Tab. A 1 (em 2 partes).
Nada há que desmereça os estudos apresentados quando se considera que a razão pela qual quase todos se acham ultrapassados decorre do progresso verificado no terreno da técnica de transporte rápido e nos métodos de construção de túnel; e principalmente no impetuoso crescimento da população (Fig. C 1) e da área urbanizada.

5.5 **Outras publicações importantes**

a) O Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) pôs à disposição documentos sôbre planejamento rodoviário.

b) Do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram aproveitados, entre outros, resultados de censos demográficos, bem como uma análise do Centro do Rio de Janeiro.

c) O Ministério da Educação e Cultura forneceu material estatístico sôbre a organização do ensino.

d) Do Ministério do Trabalho e Previdência Social foram recebidos dados referentes a salários e empregos.

e) Da parte de vários Departamentos da Superintendência de Urbanização e Saneamento (SURSAN) da Secretaria de Obras Públicas da Guanabara foram recebidos numerosos dados sôbre projetos urbanísticos já aprovados ou em elaboração.

f) As "Concessionárias" de fornecimento de gás, água, energia, telefone, etc. forneceram dados relativos à ocupação do subsolo.

A simples enumeração de tantas personalidades e organizações que se vêm, direta ou indiretament preocupando com o assunto demonstra, por si só, a quantidade e a qualidade dos elementos disponíveis para a elaboração dêste Estudo.



Fig. A4
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro:
Light (1947)
CEPM (1954)
Comissão (1962)



Fig. A5
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro:
Eng.° Laviola (1962)
Eng.° Azevedo (1962)
Eng.° Souza Leão (1962)



Fig. A 6
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro:
Eng.° Lavrador (1963/66)
Eng.° Hölters (1967)
Eng.° Schnoor (1968)

Tab. A 1 – 1.ª parte
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro – Dados técnicos e financeiros

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Item	Autor	Apresentação do trabalho	População do Est. da GB no ano de apresentação	Sistema de metrô e bitola	Fases de construção	Trajeto da linha	Vias	Tipo	Extensão: Parcial da linha	Extensão: Total da linha	Extensão: Da rede	Número de estações	Distância entre estações: Mínima	Distância entre estações: Média	Distância entre estações: Máxima	Raio de curvatura mín. em planta, entre estações	Rampa máx. entre estações	Comprimento da composição	Nº de carros por composição	Dimensões do carro	Intervalo entre composições consecutivas: Mínimo teórico	Intervalo entre composições consecutivas: Horário	Velocidade: Máxima	Velocidade: Média	Capacidade de transporte de passageiros em um só sentido de uma só linha	Passageiros transportados no metrô	Localização das oficinas e depósitos de carros	Fator multiplicador, calculado da seguinte forma: com os índices do custo da construção civil (GB) para atualizar os custos para junho 1968 US$ 1,00 = NCr$ 3,20	Custo da linha (2 vias) A = estruturas, inclusive estações B = via permanente, sistemas C = material rodante D = A + B + C	Custos diversos	Tarifa
—	—	ano	milhões habit.	—		—	—	—	km	km	km		m	m	m	m	%	m	unid.	m	s.	s.	km/h	km/h	Passageiros	Passageiros	—		NCr$	NCr$	NCr$
1	Cia. de Carris Luz e Fôrça do Rio de Janeiro Ltda Light	1947	2,2	Clássico	1ª	Linha 1: Pça. Cardeal Arcoverde-Pça. Saenz Peña	2	Subterrâneo	14	14	50	17	500	820	1 200	125	3,5	180 a 200	—	—	110	120	—	26	Linha 1: 2 000 pass/composição x 120 s intervalo = 60 000 passageiros/hora	1ª fase: Nos 2 sentidos por dia, em: 1947 = 600 000 1954 = 700 000	—	188 (XII. 46/I. 47)	A = NCr$ 400 milhões/50 km B + C = NCr$ 280 milhões/50 km	A, em subterrâneo, em 2 vias, por km NCr$ 8,0 milhões	Passagem combinada de NCr$ 0,20 para percurso misto inclusive sobretaxa de NCr$ 0,02
					2ª	Linha 2: Pça. Bandeira-Pça. 15 Novembro – Ramos	2	Subterrâneo	20	20		25	500	830	1 700															
					3ª	Prolongamentos da Linha 1: Pça. C. Arcoverde – Pça. Antero Quental Pça. Saenz Peña – Todos os Santos	2 2	Subterrâneo Subterrâneo	5,5 6,5	12		7 6	600 900	790 1 080	1 200 1 500																		
					4ª	Ligação Linha 1 – Linha 2: Todos os Santos – Bonsucesso	2	Subterrâneo	4,5	4,5		5	700	770	900																	
2	Comissão Executiva do Projeto do Metropolitano Société Générale de Tráction et d'Exploitations	1950/1954	2,4 2,7	Clássico, com 3º trilho Bitola = 1,44	1ª	Com as desapropriações da Av. Norte – Sul efetuadas: Lapa – Av. Norte – Sul – Pedro II – Oficinas de Mangueira Com as desapropriações da Av. Norte – Sul não efetuadas: Lapa – Rua Sta. Luzia – Rua 1º de Março-Pedro II – Oficinas de Mangueira	2	Subterrâneo	—	—	—	—	—	—	—	150	3,0	90 fut.º 120	2 a 6	2,50 x 15,00	90	—	oeste: 125	—	27	Capacidade mínima: 1 unidade × 2 carros × 165 pass./carro × × 360 s int. = 3 300 pass./hora Capacidade máxima: 3 unidades × 2 carros × (165 + 30%) pass. / 215 /carro × 90 s. int. = 51 500 pass./hora Capacidade futura: 4 unidades × 2 carros × (165 + 30%) pass. / 215 /carro × 90 s. int. = 68 800 pass./hora horas do "rush": sentados 28 + em pé 187 = 215 passageiros outras horas: sentados 52 + em pé 113 = 165 passageiros	Em 1955 do centro p/ periferia na hora do "rush" (em 1 sentido): Oeste: 35 700 (Pedro II) Sul: 27 300 (Pedro II) 24 200 (Glória) Norte: 22 300 (P. Cruz Vermelha)	Mangueira Rua Lauro Müller Largo Benfica	153 (XII. 49/I. 50)	—	D, em subterrâneo, em 2 vias, por km instalado NCr$ 18 milhões	Tarifa única para o metrô separada da tarifa do transporte de superfície
					2ª e 3ª	Linha Tronco Oeste (incl. 1ª fase): Lapa – Praça Saenz Peña Ramal para o Maracanã e Oficinas de Mangueira	2 2	Subterrâneo Subterrâneo	9 2	11	22	12 1	440	820	1 020																		
						Linha Tronco Sul (incl. 1ª fase): Pedro II – Lido e oficinas na Rua Lauro Müller	2	Subterrâneo	11	11		14	430	840	2 380								sul: 105										
					Posteriores	Linha Tronco Norte: Praça 15 de Novembro – Lgo. de Benfica e oficinas no Lgo. de Benfica	2	Subterrâneo	9	9	20	14	420	690	980								norte: 130										
						Prolongamento: Lgo. de Benfica – Madureira	2	Subterrâneo	11	11		9	810	1 220	1 680																		
						Prolongamento: Praça Saenz Peña Engenho de Dentro	2	Subterrâneo	8	8																						
						Prolongamento: Lido – Pça. Santos Dumont	2	Subterrâneo	7	7	—	—	—	—	—																	
						Linha Pça. Mauá – Pça. Santos Dumont Pça. Santos Dumont – Jacarepaguá	2 2	Subterrânea Túnel e subt.	12 —	12 —																							
3	Eng.º Antônio Arlindo Laviola (simpósio)	abril 1962		Ferroviario, com os prédios trens da EFCB Bitola = 1,60	1ª	Circular do centro	2 no mesmo sentido	Trincheira aberta Subterrâneo	1,4 5,6	7	7	5	=	1 400	=	200	—	—	~200	—	—	50	60	—	—	2 000 pass./composição x 60 s. int. x 2 vias (no mesmo sentido) = 240 000 pass./hora 2 000 pass./composição x 60 s. int. x 2 vias (no mesmo sentido) = 240 000 pass./hora 2 000 pass./composição x 60 s. intervalo = = 120 000 pass./hora —	—	Oficinas da EFCB e EFL	17,1 (II. 1962)	Circular A = NCr$ 80 milhões/7 km (inclusive desapropriações) —	A (exclusive estações), por km em: Trincheira "aberta" = NCr$ 5,2 milhões Subterrâneo = NCr$ 11,2 milhões —	—
						Integração do metrô às linhas suburbanas da EFCB e EFL	2 x 2																								
					2ª	Glória – Zona Sul	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—															
					Posterior	Aeroporto S. Dumont – Niterói Bento Ribeiro – Jacarepaguá – Gávea	=																								
4	Eng.º Murillo Nunes de Azevedo (simpósio)	abril 1962	3,4	Clássico, com 3º trilho, 600 V Bitola = 1,44	1ª	Transformação das linhas suburbanas da EFCB e EFL em metrô de superfície	2 x 3	Superfície	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 a 12	—	=	240	—	—	9 carros x 220 pass./carro x 240 s. int. x x 3 vias (no mesmo sentido) = 89 000 pass./h	Nos 2 sentidos por dia, em 1961 = 800 000	—	17,1 (II. 1962)	B = NCr$ 240 milhões (global) C = NCr$ 680 milhões/400 composições	—	—
						Ligação ferroviaria Ambaí – Arará (p. carga)	=	Superfície	—	—	—										—	—			—	—			A + B = NCr$ 68 milhões (global)		
					2ª	Pedro II – Lido	2	Subterrâneo	10,0	10	15											60	90			11 carros x 280 pass./carro x 90 s. int. = = 123 000 passageiros/hora.	Nos 2 sentidos por dia, em 1961 = 700 000			2ª fase: A + B = NCR$ 360 milhões/10 km C = NCr$ 34 milhões/30 composições —		
					3ª	PedroII–Praça Saenz Peña	2	Superfície Subterrâneo	2,5 2,5	5																				
5	Eng.º Luiz Antônio Souza Leão (simpósio)	abril 1962	3,4	Clássico Para linhas elevadas eventualmente tipo com pneus	1ª	Pedro II – Praça 15 de Novembro	2	Subterrâneo Túnel através de morros	2,7 0,3	3	62	6	250	580	800	—	—	120	8	2,70 x 15,00	—	90	—	—	8 carros x 100 pass./carro x 90 s. int. = = 32 000 passageiros/hora.	Nos 2 sentidos por dia, 250 000	1ª fase: Entre Pedro II e Morro da Providência. 1ª + 2ª + 3ª fase: Rua Coronel Pedro Alves ou Maracanã	17,1 (II. 1962)	1ª + 2ª fase: A = NCr$ 180 milhões/26 km B + C = NCr$ 120 milhões/26 km para 32 000 pass./hora	A (excl. estações), por km, 2 vias, em: Elevado = NCr$ 5,2 milhões Tunel em rocha = NCr$ 3,4 milhões Subterrâneo = NCr$ 6,8 milhões (Cut and Cover)	1ª fase: NCr$ 0,14 1ª + 2ª fases: média NCr$ 0,20
					2ª	Circular do centro, excluindo 1ª fase Laranjeiras – Copacabana Rua Itapiru – Praça Saenz Peña	2 2 2	Elevado Túnel através de morros Subterrâneo	1,0 16,7 5,3	23		26	250	1 000	2 000												8 carros x 100 pass./carro x 90 s. int. = = 32 000 passageiros/hora.	Nos 2 sentidos por dia, 1 070 000			D = NCr$ 270 milhões/28 km	Estação, 2 vias, em: Elevado = NCr$ 1,2 milhões Rocha = NCr$ 1,2 milhões Subterrâneo = NCr$ 2,7 milhões	
					3ª	Praça Mauá – Deodoro	2	Elevado	28,0	28		28	600	1 000	2 300															
						Pça. República – Pça. Barão Drumond	2	Elevado	8,0	8		12	500	730	900																
					Posteriores	. . . . .	. . .	. . . . .	—	—	78	—	—	—	—																

Tab. A1 – 2.ª parte
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro – Dados técnicos e financeiros

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Item	Autor	Apresentação do trabalho	População do Est. da GB no ano de apresentação	Sistema de metrô e bitola	Fases de construção	Trajeto da linha	Vias	Tipo	Extensão			Número de estações	Distância entre estações			Raio de curvatura mín. em planta, entre estações	Rampa máx. entre estações	Comprimento da composição	Nº de carros por composição	Dimensões do carro	Intervalo entre composições consecutivas		Velocidade		Capacidade de transporte de passageiros em um só sentido de uma só linha	Passageiros transportados no metrô	Localização das oficinas e depósitos de carros	Fator multiplicador calculado de acôrdo com a fórmula do custo de construção da FCVL para atualizar os custos para junho 1968 US$ 1,00 = NCr$ 3,20	Custo da linha (2 vias) A = estruturas, inclusive estações B = via permanente, sistemas C = material rodante D = A + B + C	Custos diversos	Tarifa
									Parcial da linha	Total da linha	Da rêde		Mínima	Média	Máxima						Mínimo teórico	Horário	Máxima	Média							
		ano	mi-lhões habit.						km	km	km		m	m	m	m	%	m	unid.	m	s	s	km/h	km/h	Passageiros	Passageiros			NCr$	NCr$	NCr$
6	Relatório da Comissão (simpósio)	abril 1962	3,4	Clássico 600 — 700 V Rodas com pneus a ser estudado Bitola = 1,44	Posteriores	Linha Centro – Sul S. Diogo – Pça. Serzedelo Corrêa	2	Trinch. aberta Subterrâneo	4,0 7,0	11	36	—	—	—	500 no centro	100	4,0	—	—	3,00 x 18,00	—	—	—	28	180 passageiros/carro	—	antigo jardim zoológico	17,1 (II.1962)	NCr$ 310 milhões/11 km	por km, 2 vias, em Elevado = NCr$ 26 milhões Superfície = NCr$ 8,6 milhões Trincheira aberta = NCr$ 17 milhões Subterrâneo = NCr$ 34 milhões	Convênio de tarifas do metrô com as do transporte de superfície
						Linha Centro – Oeste Glória – Pça. Barão Drumond (incl. 1ª fase)	2	Elevado Subterrâneo	6,5 3,5	10																			NCr$ 290 milhões/10 km		
						Linha Centro – Noroeste Glória – Eng. Dentro (incl. 1ª fase)	2	Elevado Superfície Trinch. aberta Subterrâneo	3,0 2,0 6,5 3,5	15																					NCr$ 330 milhões/15 km		
					1ª	Glória – Maracanã Considerando os atrazos das desapropriações da Av. Norte – Sul, escolheu-se a diagonal Lapa – D. Pedro II (4 vias)	4																							—		
7	Eng.º Fernando Lavrador	out. 1963 jun. 1966	3,5 3,9	—	1ª	Unificação, padronização e modernização dos transportes suburbanos da EFL, Rio d'Ouro, EFCB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								—	—	—	8,16 (VII.1963)	Totalmente custeada pela RFFSA NCr$ 250 milhões	2 depósitos de carros e 1 oficina inclusive equipamento e máquinas NCr$ 41 milhões Linhas Norte e Sul, subterrâneas: Estruturas + via permanente + material elétrico + subestações conversoras, por km a) em zona edificada NCr$ b) em zona não edificada NCr$ c) em túnel NCr$	—
					2ª	Prolongamento das linhas suburbanas: Pedro II – Pça. Mauá – Pça. 15 de Novembro – Largo da Carioca	4	Subterrâneo	3,5	3,5	23	6	500	700	1 000		1,0														
				Clássico, com 3º trilho, ou outro sistema Bitola = 1,44	3ª	Linha Norte Aeroporto S. Dumont – Cais do Porto Praça Saenz Peña	2	Subterrâneo	11,0	11,0		9	480	1 220		—	—	40 a 72	4 a 6	10 a 12	—	—	100	—	6 carros x 250 passageiros/carro = = 1 500 passageiros/composição	—	oficinas Quinta B. Vista depósitos subterrâneos Aeroporto S. Dumont Quinta B. Vista		A + B = NCr$ 620 milhões/11 km C = NCr$ 38 milhões/15 trens x 6 carros		
					4ª	Linha Sul Praça Mauá – Av. Princeza Isabel inclusive ligações com a Linha Norte	2	Subterrâneo	9,5	9,5		8	480	1 180	—														A + B = NCr$ 520 milhões/9,5 km C = NCr$ 25 milhões/10 trens x 6 carros		
				—	Poste-rior	Ligação ferroviária Madureira – Barra da Tijuca – Leblon	—	—	—	—	—	12	1 900	2 150	3 100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Pandora Ind. e Com.	fev. 1967	4,0	Trem elevado elétrico, com rodas de pneu sôbre trilho inferior e trilho-guia superior, em estrutura de aço de 2 andares, com 2 linhas de ida e 2 de volta, não há desvios	1ª	Linha Norte – Sul Aeroporto Galeão – Castelo – Mourisco	2 parad. 2 rápido	Elevado Túnel submar.	21 1	37	69	12	parador: 32 / 700 / 1 150 / 2 000 rápido: 12 / 1 200 / 3 100 / 10 000			—	cremalheira	—	3 ou 6 ou 9	—	120	150	120	38 parad. 64 a 70 rápido	6 carros x 170 pass./carro x 150 s. int. x x 2 vias = 48 000 pass./hora sendo { 85 pass. sentados 85 pass. em pé	—	—	1,76 (XI.1966)	1ª fase: D = NCr$ 180 a 210 milhões/37 km inclusive 60 trens a 3 carros	—	NCr$ 0,89/viagem NCr$ 8,90/semana NCr$ 25,00 a NCr$ 35,00 por mês
						Circular Mourisco – Joquei – Copacabana Mourisco	1 parad. 1 rápido	Elevado	15																						
					2ª	Linha Leste – Oeste Castelo – Cascadura – Jacarepaguá	2 parad. 2 rápido	Elevado	32	32			parador: 24 / 500 / 1 310 / 2 900 rápido: 10 / 500 / 3 150 / 7 200																				
					Posteriores	Prolongamentos Aeroporto Galeão – Ilha Governador Ramos – Duque de Caxias Castelo – Niterói	1 parad. — —	Elevado Elevado —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	Eng.º Jorge Ernesto de Miranda Schnoor	abril 1962 abril 1968	3,4 4,1	Clássico	1ª	Linha 2 Praça Verdun — Jardim de Allah	2	Elevado Subterrâneo	2,0 18,0	20	94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	na 1ª fase: Nos 2 sentidos, por dia, em 1968 = 430 000 na inauguração = 570 000 Nas 4 fases: Nos 2 sentidos, por dia, em 1970 = 1700 000	Engenho de Dentro	17,1 (I.1962)			NCr$ 0,34 por viagem
					2ª	Linha 1 Glória – Silva Freire	2	Elevado Superfície Subterrâneo	2,0 6,5 3,5	33,0																					
						Silva Freire – Jacarepaguá	2	Superfície Túnel Subterrâneo	1,5 3,0 3,5																						
						Silva Freire – Deodoro	2	Superfície	13,0																						
					3ª	Linha 3 Pça. 15 Novembro – Del Castilho Ramos	2	Subterrâneo	18,5	18,5																					
					4ª	Linha 4 Cidade Nova – Aeroporto – Niterói	2	Subterrâneo Túnel Submar.	6,5 3,0	9,5																					
						Linha 5 Del Castilho – São João de Meriti	2	Superfície	14,0	14,0																					

Custo de A + B, dos trechos:	Vias	Pos.	km	milhões NCr$
Pça. Cardeal Arcoverde – Glória	2	Subterrâneo	5,5	120
Glória – Pedro II	4	Subterrâneo	3,5	150
Pedro II – Praça da Bandeira	4	Elevado	2,0	125
Praça da Bandeira – Praça Verdun	2	Subterrâneo	4,5	
Praça da Bandeira – Silva Freire	2	Superfície	6,5	125
Silva Freire – Deodoro	2	Superfície	13,0	
Silva Freire – Jacarepaguá	2	Túnel Subterrâneo Superfície	3,0 3,5 1,5	105
Pça. Card. Arcoverde – Jardim Allah	2	Subterrâneo	4,5	110
Totais 53 km de via dupla = 735				
1ª + 2ª fases 500 carros x NCr$ 0,6 milhões = 300				
A (subterrâneo) = NCr$ 19 a 24 milhões/km				
B (subterrâneo) = NCr$ 1,7 milhões/km				

1962

A + B (subterrâneo) = US $ 10 milhões/km = NCr$ 32 milhões/km
(Fornecido em IV. 1968)

B Condições naturais e desenvolvimento histórico da Área de Estudo

1. Condições naturais da Área de Estudo

1.1 **Geografia**

O Estado da Guanabara, verdadeira Cidade-Estado — e por esta razão também denominado Cidade do Rio de Janeiro neste Estudo — está situado na porção ocidental da Baixada Fluminense, a 22°55' de latitude Sul e 43°10' de longitude Oeste, encontrando-se pois na zona tropical (Trópico de Capricórnio: 23°27'). O seu território é limitado:

ao norte pela Serra do Mar, no vizinho Estado do Rio de Janeiro,

a leste pela Baía de Guanabara,

ao sul pelo Oceano Atlântico,

a oeste pela Baía de Sepetiba.

Com 1 356 km² de área (que inclui 185 km² de superfície da baía) constitui o menor estado do Brasil e ocupa sòmente 0,016% da superfície total do país, que é de 8 512 000 km² ou seja 47% de todo o continente sul-americano.

A Baía de Guanabara preenche as condições de um pôrto natural como nenhum outro local dos arredores mesmo afastados, com exceção da Baía de Sepetiba. Entre outras vantagens oferece uma boa ligação para vários estados do Brasil. Para São Paulo, p. ex., através da passagem de Barra do Piraí que, situada a noroeste da Cidade do Rio de Janeiro, conduz ao Vale do Rio Paraíba, que corre em sentido leste-nordeste, paralelamente à costa.

Cêrca de 30% do território estadual constitui região montanhosa. Êste fato, no início, contribuiu para o desenvolvimento por oferecer proteção à população, mas atualmente constitui um obstáculo, sobretudo ao desenvolvimento do tráfego.

Fazem parte da Área de Estudo, ainda, a leste e ao norte da Guanabara, seis municípios fluminenses com uma superfície total de 918 km².

1.2 **Topografia**

A região da "macro-área" apresenta um litoral caracterizado por praias de restinga, baías e lagoas entre portais rochosos. O fundo desta paisagem é constituído por parte do Maciço Atlântico (Fig. B 1). A Baía de Guanabara formou-se por ocasião de um cataclismo que provocou o desabamento de parte dêsse maciço.

Continuou a ação dos agentes de geomorfismo. Braços de mar transformaram-se em lagoas onde o ciclo fluvial encontrou local para deposição do material oriundo do desgaste das montanhas. Criaram-se novas planícies e baixadas.

Mais tarde também se fêz sentir a intervenção humana com o trabalho de atêrro de pauis lacustres. Especialmente nos últimos cem anos faixas ao longo do litoral da Baía foram sendo conquistadas ao mar mediante aterros. Novas áreas urbanizáveis foram igualmente recuperadas através de canalização e retificação de rios pantanosos (Fig. B 2).

Baía de Guanabara





Praia de Copacabana e Pão de Açúcar



Fig. B1
Estado da Guanabara e áreas adjacentes

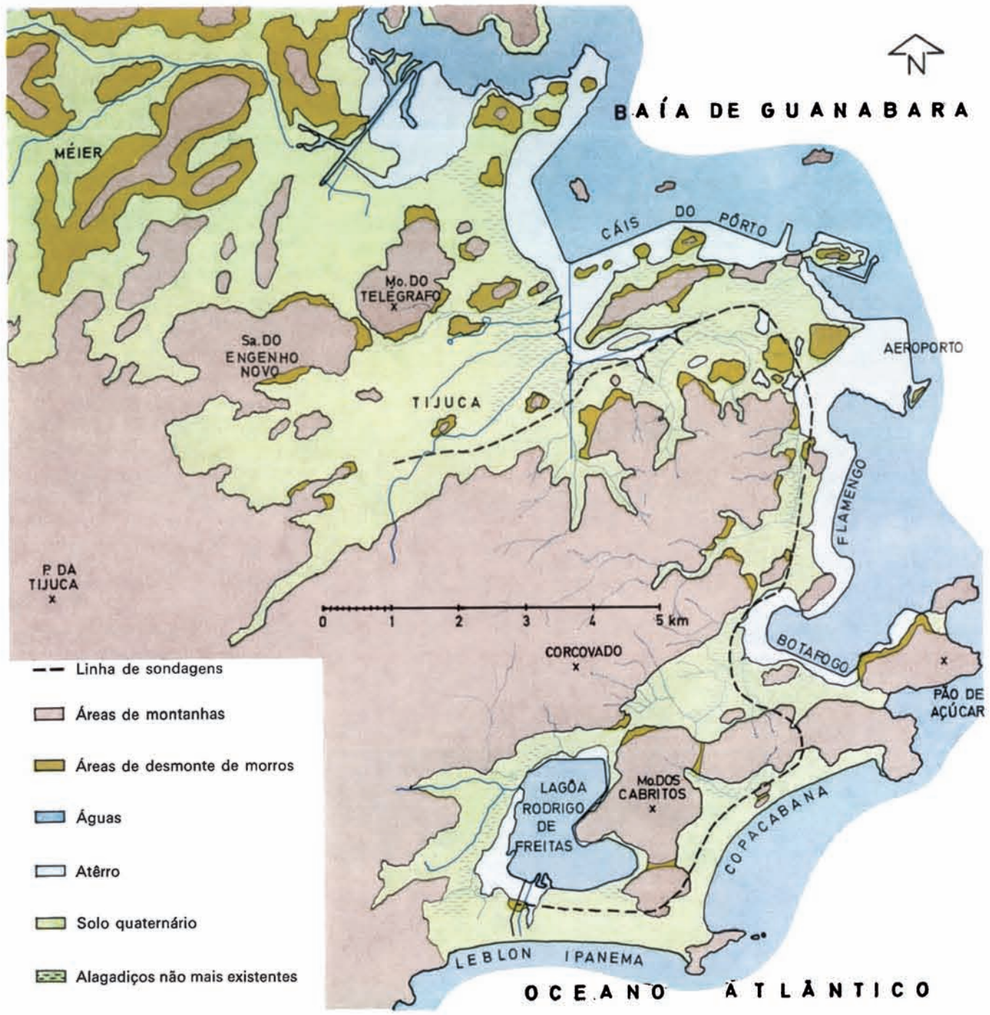


Fig. B2
Cidade do Rio de Janeiro antiga e atual

Na região do Estado da Guanabara encontram-se três maciços:
a) o maciço urbano da Serra da Carioca que limita a expansão do centro urbano em direção oeste e divide a cidade em duas zonas: a Zona Norte e a Zona Sul. Na Pedra da Gávea êsse maciço chega até à linha do mar.
b) o maciço rural da Pedra Branca no centro do Estado, cujos esporões rochosos alcançam o mar na altura de Guaratiba.
c) o maciço rural da Serra do Mendanha, situado a noroeste, que penetra no Estado do Rio de Janeiro.

A região compreendida entre o primeiro e o segundo maciço, a Baixada de Jacarepaguá, constitui uma reserva para expansão urbana, e aquela compreendida entre o segundo e o terceiro é uma região com desenvolvimento industrial incipiente. Vistos em conjunto, êsses maciços dividem o Estado da Guanabara em três baixadas: a da Guanabara, a de Jacarepaguá e a de Sepetiba, com os três rios principais: o Meriti, o Taquara (Lagoa de Camorim) e o Guandu, respectivamente. Essas baixadas são atravessadas, entretanto, por numerosos outros rios, que embora todos curtos, são importantes como coletores das águas pluviais.

O Grande Rio por sua vez é limitado ao norte pela linha de vertente dos afluentes do Rio Paraíba do Sul.
A acidentada topografia da região do Estado da Guanabara pode ser vista na Fig. B 3.
A Tab. B 1 mostra uma divisão da área total do Estado da Guanabara (1 356 km²) de acôrdo com as diferentes faixas de altitudes.
Os cumes mais altos são a Pedra Branca com 1025 m e o Pico da Tijuca com 1 022 m acima do nível do mar.

Tab. B 1
Regiões altitúdicas do Estado da Guanabara (1356 km²)

Parcela da área total %	Altitudes sôbre o nível do mar m
65	0 — 20
21	20 — 200
10	200 — 500
4	500 — 1 025

1.3 **Geologia**

Até agora têm sido executadas relativamente poucas sondagens, destinadas, quase que exclusivamente à procura ou à captação de água. Desta forma a maioria das conclusões são obtidas através de estudos da superfície e de evidências da estratigrafia, bem como da tectônica e geomorfologia, complementados pelos conhecimentos obtidos das rochas encontradas nas sondagens.
Existem várias teorias sôbre a ocorrência de rochas magmáticas na região do Rio de Janeiro (semelhante às da Serra do Mar), havendo entretanto unanimidade sôbre o embasamento em batolito granítico a partir do qual se formaram as intrusões que motivaram a diferenciação da capa original metamorfoseada por calor e pressão, em sucessivos diastrofismos, no correr das eras geológicas.
Num mapa geológico da região do Estado da Guanabara recentemente publicado pelo Ministério das Minas e Energia, classificam-se, entre outras, as rochas pela sua composição mineralógica e pelas características de sua formação e textura. Êste mapeamento registra os afloramentos e a maneira como ocorreram (Fig. B 4).



Fig. B3
Topografia da região do Estado da Guanabara

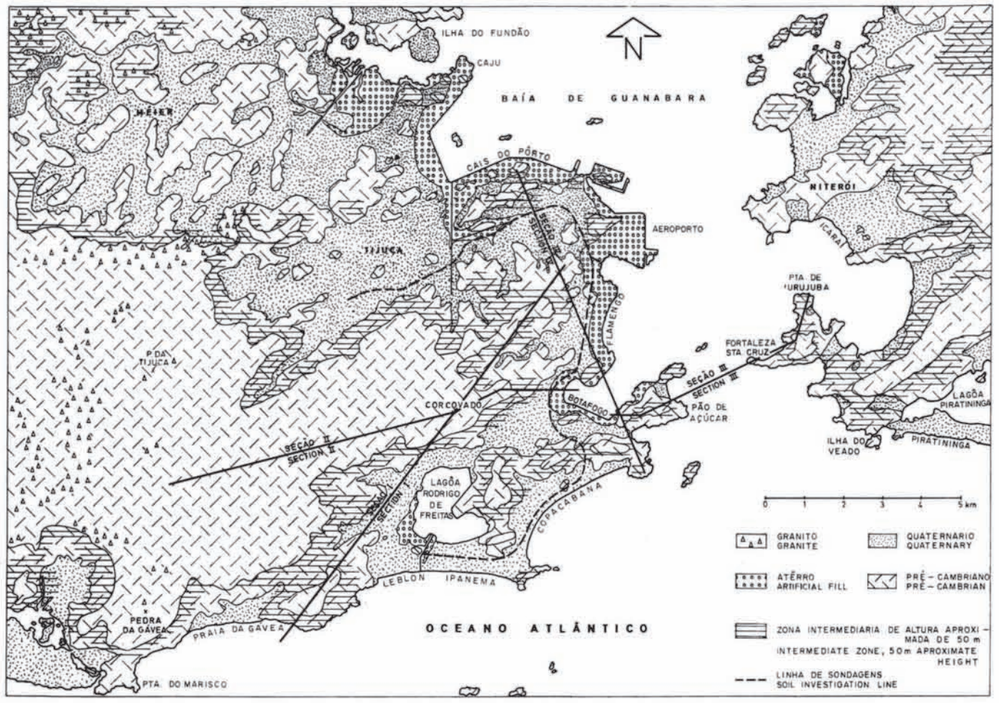


Fig. B4
Geologia da região do Estado da Guanabara

1.3.1 Diastrofismo e estratigrafia

Região antiga, tendo sofrido intenso tectonismo no decorrer das eras, a Guanabara apresenta-se cheia de juntas em grande parte silicificadas e fortemente injetadas, aparecendo veios de pegmatitos em diversos lugares. Nestes a estrutura dos diferentes tipos de gnaisse é aparente, com os arabescos resultantes de enrugamentos e torções dos planos de xistosidade e fitamento das camadas de biotita, intercaladas com microclina e quartzo.
No mapa geológico da Guanabara pode-se ver o grande número de fraturas e falhamentos causados por diastrofismos. Dos antigos enrugamentos resta, após intensa erosão, a atual paisagem da terra carioca e a disposição estratigráfica de seus morros, notadamente a do Pão de Açúcar. Êstes enrugamentos podem ser classificados em cinco grupos (Fig. B 5), convergentes para um ponto central.

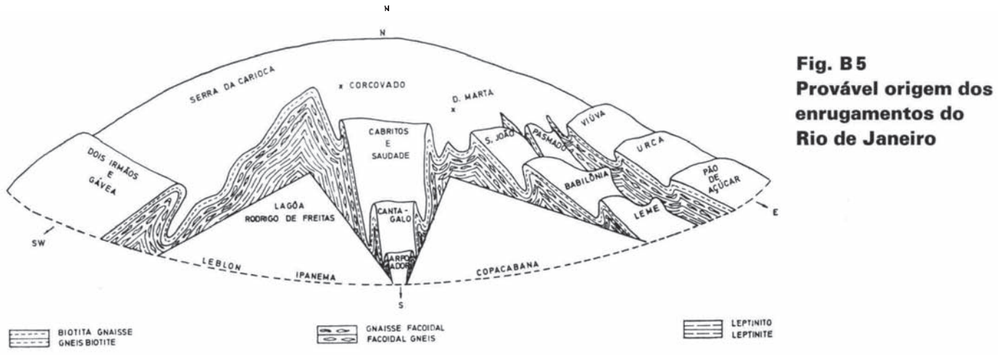


Fig. B5
Provável origem dos enrugamentos do Rio de Janeiro

Trata-se dos grupos do Pão de Açúcar, do Corcovado, da Gávea, da Providência e de Santa Teresa.
Secções gerais com os enrugamentos primitivos e o perfil resultante são demonstrados na Fig. B 6. Em Santa Teresa apresentou-se uma situação anômala, i. é, leptinito situado acima do biotita-gnaisse, ao contrário da disposição normal da coluna petrográfica. Isto se explica em função do duplo dobramento ocorrido e do subsequente processo de erosão.
A Baía da Guanabara é considerada pelo geógrafo Alberto Lamego como decorrente de um desabamento de rochas, enquanto Francis Ruellan a considera como uma grande ria em fase de obstrução com os sedimentos provindos dos cursos d'água que descem das serras.

1.3.2 Decomposição das rochas (Eluvião)

O processo de geomorfismo decorre principalmente da decomposição "in situ" das diferentes rochas, bem como dos materiais resultantes de injeções.
Rochas escuras, como os diabásios, noritos e basaltos, apresentam regularmente uma superfície recoberta de óxido de ferro. O processo de milonitização é corrente nas capas que apresentam textura vacuolar ou cavernosa, onde o produto final da decomposição costuma ser uma argila montmorilonítica. O mesmo acontece com certos gnaisses (kinzigitos), onde a biotita e as granadas aparecem como presas fáceis à ação oxidante das águas, notadamente se carregadas de gás carbônico.
Êste fenômeno foi constantemente observado na perfuração do Túnel Rebouças.
Os saibros arenosos são produtos imediatos da decomposição dos leptinitos, sendo bem aparente a estrutura da rocha de origem. Oferecem acentuada resistência à penetração quando "in situ", mas não ao desgaste, pois são altamente friáveis. Os solos resultantes são muito sensíveis e perdem sua resistência ao contato com a água. O mesmo não acontece com os produtos da decomposição dos gnaisses onde ocorrem cimentos ferríferos e outros minerais argilosos.
Em zonas altamente injetadas com veios de pegmatito e quartzito é comum o aparecimento de blocos decompostos que, embora se encontrem um ao lado do outro, apresentam diferentes características de resistência e diferentes graus de meteorização.
Com relação ao processo de decomposição, as rochas do maciço da Guanabara tendem a transformar os silicatos em laterita na parte superior, ao passo que na parte inferior se formam siltes e areias finas sempre que houver um excesso de minerais do grupo da sílica. O clima tropical favoreceu a transformação definitiva dos grupos ilita e caolinita em argilas. Em condições especiais, que podem predominar em juntas e diáclases de rochas mais alcalinas, são encontrados veios ou lâminas de montmorilonita, provàvelmente transportados pelas águas de infiltração. Blocos fissurados nos quais o equilíbrio natural seria normalmente mantido pelas fôrças de atrito internas se deslocam na presença da montmorilonita que, geralmente encharcada de água, atua como "lubrificante". As dificuldades ocorridas na perfuração dos túneis dos maciços do Corcovado e Santa Teresa são exemplos frisantes.
Nestes últimos anos o desligamento de encostas causou acidentes catastróficos que foram objeto de amplo estudo realizado em 1966, o qual revelou uma sequência de casos em que a capa eluvial deslizou devido a fatôres externos e notadamente após a quebra do equilíbrio natural biológico pela destruição das matas primitivas ou outras intervenções da ação humana (desmontes no sopé dos morros, para construções).
Estas condições, ao lado das demais características das rochas, devem ser levadas em especial consideração nos traçados de vias através de morros ou nas suas encostas (Fig. B 7).

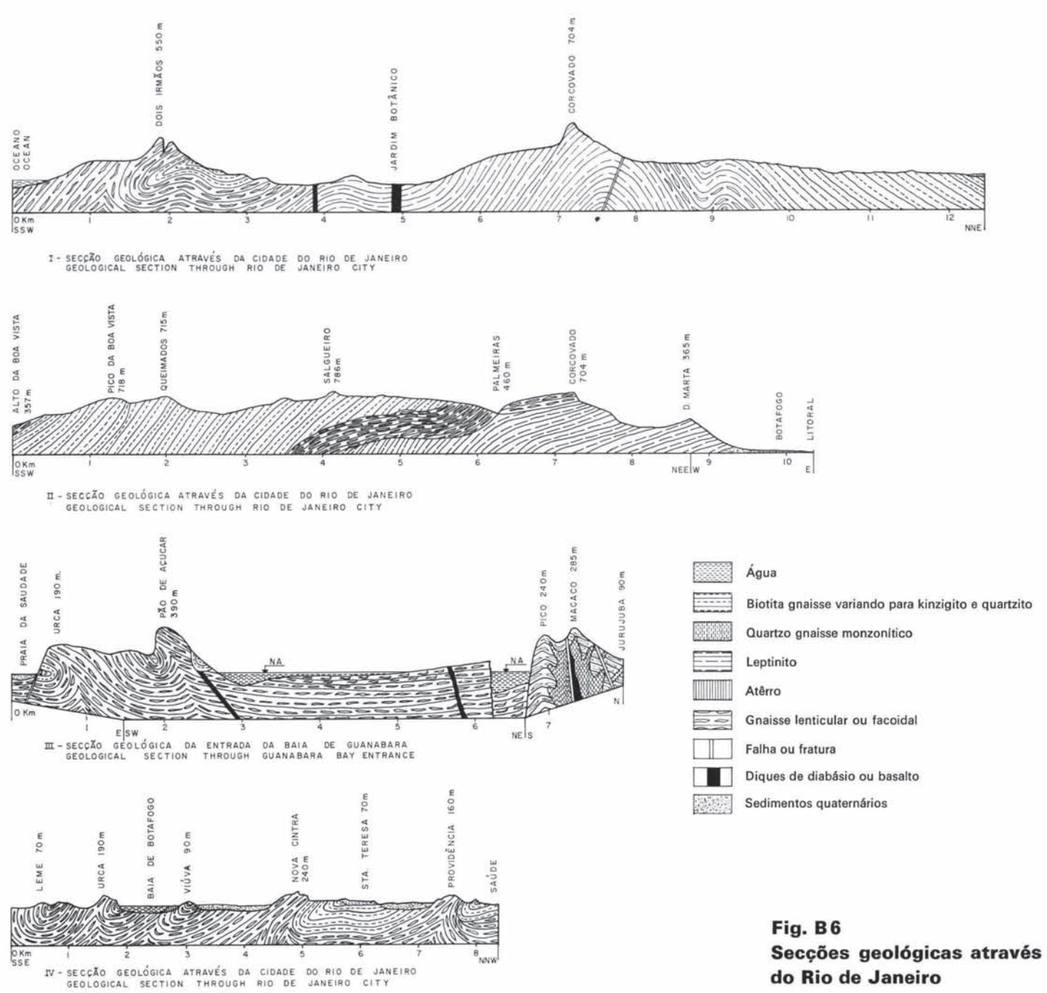


Fig. B6
Secções geológicas através do Rio de Janeiro

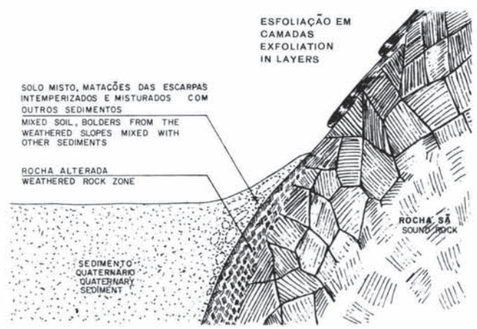


Fig. B7
Representação esquemática do processo de aluvionamento das encostas

A topografia da Cidade do Rio de Janeiro, onde os atuais morrotes devem ser considerados como ilhas emersas devido a movimentos diastróficos, explica-se pela erosão intensa das enormes massas de rochas decompostas principalmente das constituídas por biotita e gnaisse. Isto explica a razão de ter sido fácil arrasar diversos morros completamente (Senado, Mangueiras, Castelo, Santo Antônio).
Na região suburbana situada mais ou menos ao norte de Engenho Nôvo os migmatitos formam a rocha de origem do terreno atual em que as areias preponderam sôbre os resíduos de natureza argilosa sem, contudo, lhes tirar totalmente as forças de resistência. As camadas alteradas não são muito espêssas.

1.3.3 Sedimentos

No panorama geomorfológico do Rio de Janeiro, onde cumes desnudados emergem sob a forma de pães de açucar, preponderam sedimentos de diversas espécies. Descendo dos cumes e pelas escarpas, misturam-se aluvião e coluvião formando pedestais terrosos cobertos de vegetação.
A constituição mineralógica dessas terras baseia-se nas rochas de origem e é formada por esfoliação térmica e ação bioquímica, além dos sedimentos carreados pelas torrentes erráticas formadas durante as grandes chuvas. Grãos de quartzo e de feldspatos se misturaram com palhetas de mica, húmus e resíduos de vegetais.
Na baixada pròpriamente dita, onde as sedimentações foram mais abundantes, encontram-se:

1.3.3.1 Formações deltáicas

É esta a região circundante aos morros sôbre os quais foi edificado o Centro do Rio de Janeiro. Embora sejam considerados como lagoas, os alagados que se intercomunicam entre o Rio Iguaçu e o Saco da Glória assemelham-se geològicamente a um grande delta que recebeu os sedimentos dos rios Maracanã, Joana, Trapicheiros, Comprido, Papa-Couve, e dos riachos que descem de Sta. Teresa, tendo como bacias de sedimentação as lagoas da Sentinela, Pavuna, Polé, Destêrro, Santo Antônio, Boqueirão e Gamboa Grande.
Numerosas sondagens geotécnicas mostram que os sedimentos se acumularam em profundidade de mais de 40 m sôbre uma capa de rocha alterada, resíduo de erosão anterior. Êstes sedimentos são constituídos principalmente de siltes e argilas orgânicas escuras, floculadas, que contêm fragmentos de conchas. São camadas que se podem alternar com lentes ou lençois arenosos. A camada inferior, em geral, é um conglomerado em formação (areia grossa e argila branca). Sôbre estas camadas encontra-se o atêrro, executado com material sílico-argiloso proveniente do desmonte dos morros. Êsses sedimentos têm sido encontrados nas grandes construções, notadamente nas das Avenidas Presidente Vargas e Rio Branco, assim como nos afloramentos do fundo do Canal do Mangue.
A ação das marés se faz sentir na superfície da camada arenosa da parte mais próxima ao litoral da Baía de Guanabara, porém sòmente na forma de ligeira oscilação do nível freático.
As areias silicosas têm granulação de fina a média, e muitas vêzes se encontram de mistura com siltes e argilas, sem uma nítida separação de camadas. Pela granulometria, as condições de resistência dêstes terrenos para fundações são pobres, tanto no que diz respeito a cisalhamento como à compressibilidade.

1.3.3.2 Formações lacustres

Estas são encontradas nos sacos (p. ex. Viegas, Inhaúma) e nas lagoas constituídas pelas restingas da orla oceânica (Rodrigo de Freitas, Tijuca, Marapendi, Camorim, Jacarepaguá). Nestas formações os sedimentos chegam pelos rios que descem das montanhas e vão se acumulando juntamente com o lôdo orgânico em camadas sucessivas. Para acréscimo da área utilizável as margens das lagoas têm sido frequentemente aterradas. As argilas assim formadas são coloidais, com uma concentração de ions de sódio, de mistura com fragmentos de conchas e com alto teor de umidade. Êsses depósitos de matéria orgânica podem ser encontrados a profundidades superiores a 50 m, sendo que em diversos pontos a antiga vegetação (mangue) se acha carbonizada (Jacarepaguá), produzindo turfeiras.
A intercalação de camadas arenosas, tais como as encontradas no Flamengo e em Botafogo, fazem supor um trabalho intermitente de erosão e transporte de sedimentos pelas ressacas. Dados granulométricos foram determinados para as areias das praias do Flamengo por ocasião dos estudos para seu alargamento.

1.3.3.3 Formação de restingas

Os sedimentos são areias finas de grãos arredondados, depositados em línguas paralelas à praia, barrando trechos do mar ou formando lagoas e sacos, como p. ex., Sepetiba, Rodrigo de Freitas e Piaí.
As sedimentações são oceânicas, porém a granulometria destas restingas é condicionada pela ação eólica. Ensaios granulométricos destas areias têm sido feitos em várias oportunidades (p. ex., para o projetado alargamento da Praia de Copacabana).
O material se apresenta em geral compacto quando situado abaixo do nível freático.

1.3.3.4 Aterros

São encontrados ao longo da orla marítima da Baía de Guanabara. O material de atêrro foi obtido do desmonte dos morros do Centro da cidade.

1.3.4 Geomorfologia

O fator principal ligado à geomorfologia da região da Guanabara é a erosão que decorre da ação climática e da ação do mar.
Por ocasião das chuvas o desmonte dos morros apresenta valôres bastante grandes, que podem ser apreciados nas tabelas do antigo Departamento de Limpeza Urbana. A erosão causada pelas chuvas de 1966 e 1967 foi excepcionalmente grande; todavia faltam números oficiais correspondentes a essas ocorrências catastróficas.
A lâmina d'água aderente à rocha desempenha nesses escorregamentos papel importante, devido à sobrepressão que pode exercer durante as precipitações, provocando o deslocamento da capa eluvial e até mesmo o "creep" de certas camadas argilosas, causando a formação de avalanches de barro e lama. As ocorrências do Grajaú, Cantagalo, Santo Amaro e Laranjeiras são exemplos significativos.
Também o desabamento de blocos empilhados muitas vêzes em equilíbrio instável pode ser causa de acidentes sérios. Contra isto estão sendo executadas obras especiais de sustentação.
Note-se que as íngremes encostas rochosas procedentes de movimentos tectônicos e dos desgastes se prolongam por baixo da camada sedimentar e do oceano [4 até 17].

1.4 **Escoamento das águas na região urbana do Rio de Janeiro**

A zona de influência das duas bacias coletoras de águas pluviais próximas à cidade — a Baía de Guanabara e o Oceano Atlântico — estende-se desde o litoral, em direção à serra, até a crista da Serra da Carioca. A direção principal do escoamento é no sentido da crista da serra diretamente para a costa, quase sempre perpendicularmente ao litoral.
A crista entre Botafogo e Copacabana separa as duas bacias coletoras de águas.
Uma parte das águas pluviais tem escoamento superficial, outra evapora e o restante infiltra-se no solo formando lençois freáticos.

1.4.1 Escoamento superficial

Quanto maiores as precipitações, tanto maior o volume de água superficial. Êste é especialmente abundante na zona de influência acima referida, porque as encostas dos morros que formam a parte superior da zona de influência são muito íngremes, provocando o escoamento com tamanha rapidez que muito pouca água pode evaporar-se ou infiltrar-se.
Acresce que a parte baixa da zona de influência compõe-se do setor densamente edificado ou pavimentado da zona urbana, o que também dificulta sobremaneira a infiltração. Também aqui a evaporação é muito insignificante devido à inexistência de zonas cobertas por vegetação.
A água superficial escoa-se em primeiro lugar através do sistema coletor dos riachos e rios naturais que vindos das montanhas quase sempre atingem o mar ou a baía após curto percurso. Na zona urbana foram quase todos canalizados. Serve ainda de escoamento a rêde urbana de canalizações de esgôtos.
Os cursos d'água a céu aberto poderão ser vistos na Fig. B 3. As condições de escoamento são as piores possíveis em razão da pouca declividade dos rios, devido ao fato de a planície de aluvião litorânea ser quase horizontal e encontrar-se a apenas poucos metros acima do nível do mar. Os aterros feitos no litoral da baía estenderam o curso dos rios sem lhes aumentar o declive, o que piorou ainda mais as condições de escoamento. Acresce que a declividade existente varia constantemente com o movimento das marés, se bem que êste não seja muito intenso.
Por êstes motivos as chuvas tropicais que ocorrem no verão provocam um escoamento de superfície extraordinàriamente intenso na região urbana, ao qual o sistema de escoamento existente não dá vazão. Acontece ainda que porções de solo e madeira flutuante carreados pelas águas entopem os bueiros das rêdes nas ruas e os próprios canais, de modo que frequentemente há colapso total do sistema de escoamento. Como consequência ocorrem inundações em grandes áreas urbanas.

1.4.2 Escoamento do lençol freático

Em tôda a planície litorânea a profundidade do lençol freático é de apenas um a cinco metros abaixo da superfície do solo. O volume das águas escoadas pelas correntes freáticas é, mesmo assim, muito pequeno, pois a declividade e a permeabilidade do solo são muito reduzidas (H 2.1.4.3). Só excepcionalmente se encontram camadas de areia pura capazes de transportar maior volume de água e mesmo assim só em camadas de pouca espessura. É verdade que em Copacabana e em Ipanema o subsolo é formado principalmente de areias puras, mas o volume de água subterrânea aí não poderá ser muito significativo, visto que a zona de influência é muito estreita.

1.5 **Clima**

1.5.1 Fatôres determinantes do clima

O clima do setor meridional da América do Sul é determinado principalmente pelos ciclones que ocorrem nessa região. O anticiclone que durante o verão tem seu centro aproximadamente a 30° de latitude sul sôbre o

Oceano Atlântico, acha-se separado do anticiclone do Oceano Pacífico meridional por um ciclone estacionado sôbre o continente aquecido. Da alta pressão do Atlântico Sul as massas atmosféricas demandam a Amazônia e o Nordeste do Brasil como monção SE.
O Brasil meridional, em virtude de sua posição no flanco oeste do anticiclone do Atlântico Sul, está exposto aos ventos do nordeste. No inverno, quando devido à translação do sol para o norte as diferenças de temperatura entre a terra e o mar são amplamente reduzidas, o anticiclone do Atlântico Sul alastra-se muito para dentro do continente sul-americano. Entretanto a barreira formada pelos Andes impede sua junção com a região de alta pressão do Pacífico Sul.
Por êste motivo no sul do continente não se registra a formação de uma ponte ininterrupta de alta pressão que é característica dos litorais setentrionais da América do Sul durante a estação fria.
O Rio de Janeiro acha-se situado aproximadamente no limite de duas regiões climáticas originárias desta defasagem de massas atmosféricas.
Ao norte encontra-se uma região tropical com chuvas no verão e sêcas no inverno; ao sul, uma região de clima temperado sem épocas acentuadas de sêcas. O clima da cidade sofre ainda a influência de sua latitude (a 23° de latitude sul já se encontra na zona tropical), da sua topografia e da sua situação à beira-mar.
A corrente marítima sul-equatorial aquece a água do mar ao longo de todo o litoral brasileiro.

1.5.2 Classificação climática

Segundo a classificação de Koeppen o Rio de Janeiro encontra-se no clima de savana tropical sêco no inverno (Aw).
Sòmente algumas regiões da Zona Sul (como a Gávea e o Jardim Botânico) pertencem ao Grupo Af, ao passo que o clima na zona da Urca e do Pão de Açúcar deverá ser designado como Am.
Nas regiões montanhosas o clima passa de Aw para Am e, em altitudes superiores a 500 m, finalmente, para Cw.

As abreviaturas significam:

- A clima tropical.
- C clima quente-moderado, i. é, pelo menos durante um mês a média de temperatura é inferior a 18°C, e em nenhum mês inferior a —3°C.
- f distribuição de precipitações bastante uniforme por todo o ano; mesmo no mês mais sêco precipitação superior a 60 mm.
- m no verão, chuvas lembrando monções; no inverno, sêco com precipitação inferior a 60 mm no mês mais sêco.
- w inverno sêco; verão chuvoso.

1.5.3 Precipitações

As precipitações nas regiões úmidas da faixa oriental da América do Sul meridional são chuvas provocadas pelo movimento ascensional das massas atmoféricas provenientes do anticiclone do Atlântico Sul que penetram no continente superaquecido. Êsses ventos de NE, lembrando monções, precipitam seu teor de umidade sôbre a zona oriental de montanhas e planaltos, sobretudo em forma de pancadas de chuvas curtas e fortes.
Em seu conjunto o ano se divide em uma época chuvosa no verão (de outubro a março) e uma época de sêca hibernal (de abril a setembro).
Com 1 200 mm por ano as regiões litorâneas do Rio de Janeiro apresentam um volume pluviométrico relativamente baixo. A barlavento da Serra da Carioca o volume anual das chuvas atinge de 1 400 a 1 600 mm em virtude da ascensão violenta das massas de ar junto às montanhas.
Na Zona Norte (a sotavento) — região dos subúrbios ao longo da Estrada de Ferro Central do Brasil — o volume baixa ràpidamente para 1 000 mm, e em direção ao limite norte do Estado da Guanabara torna a subir para 1 400 mm. É de 127 a média dos dias de chuva na Praça XV de Novembro, o que corresponde a 35% do total do ano.
De dois em dois anos aproximadamente verificam-se precipitações de 100 mm em 24 horas, ou de 50 mm em uma hora. Em janeiro de 1966 (mês da calamidade pública) o pluviômetro da Praça XV de Novembro acusou um total de 1 820 mm, dos quais 237 mm em um período de 24 horas.
Na Fig. B 8 são encontrados mais dados pluviométricos indicando volumes e número de dias chuvosos.

1.5.4 Temperatura e umidade relativa do ar

A Tab. B 2 indica a temperatura média anual e as temperaturas médias mensais de janeiro e julho, meses característicos de verão e de inverno.

Tab. B 2
Temperaturas médias no Estado da Guanabara

Local	Média anual °C	Média mensal Janeiro °C	Julho °C
Na costa	22,0	22,5	20,5
Baía de Guanabara	22,5	24,5	20,5
No sopé das montanhas	22,0	24,5	18,5
Zona Norte	23,5	26,5	18,5

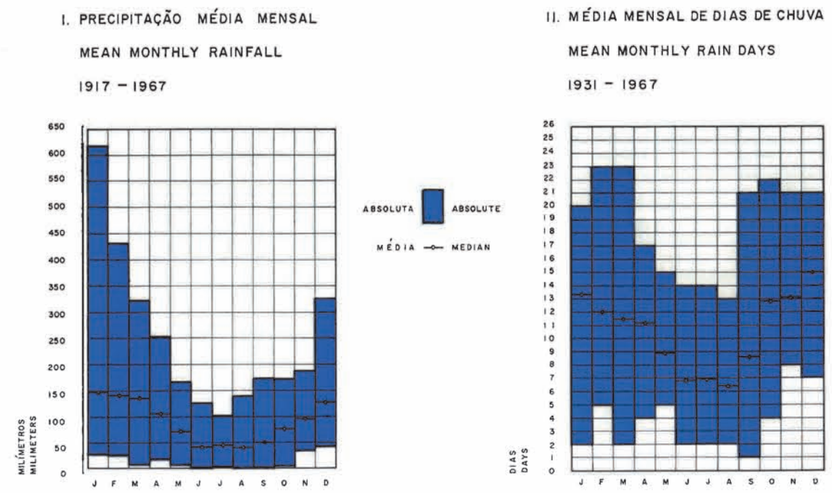


Fig. B 8
Diagramas pluviométricos

O calor máximo se registra na zona edificada da Baixada da Guanabara, reduzindo-se em razão da brisa marítima à medida que se aproxima da costa.
Foram medidas as seguintes temperaturas máximas absolutas:

Méier	42,2°C,	Praça Saenz Peña	40,8°C,
Olaria	42,1°C,	Jardim Botânico	39,8°C,
Penha	41,6°C,	Copacabana	37,5°C.

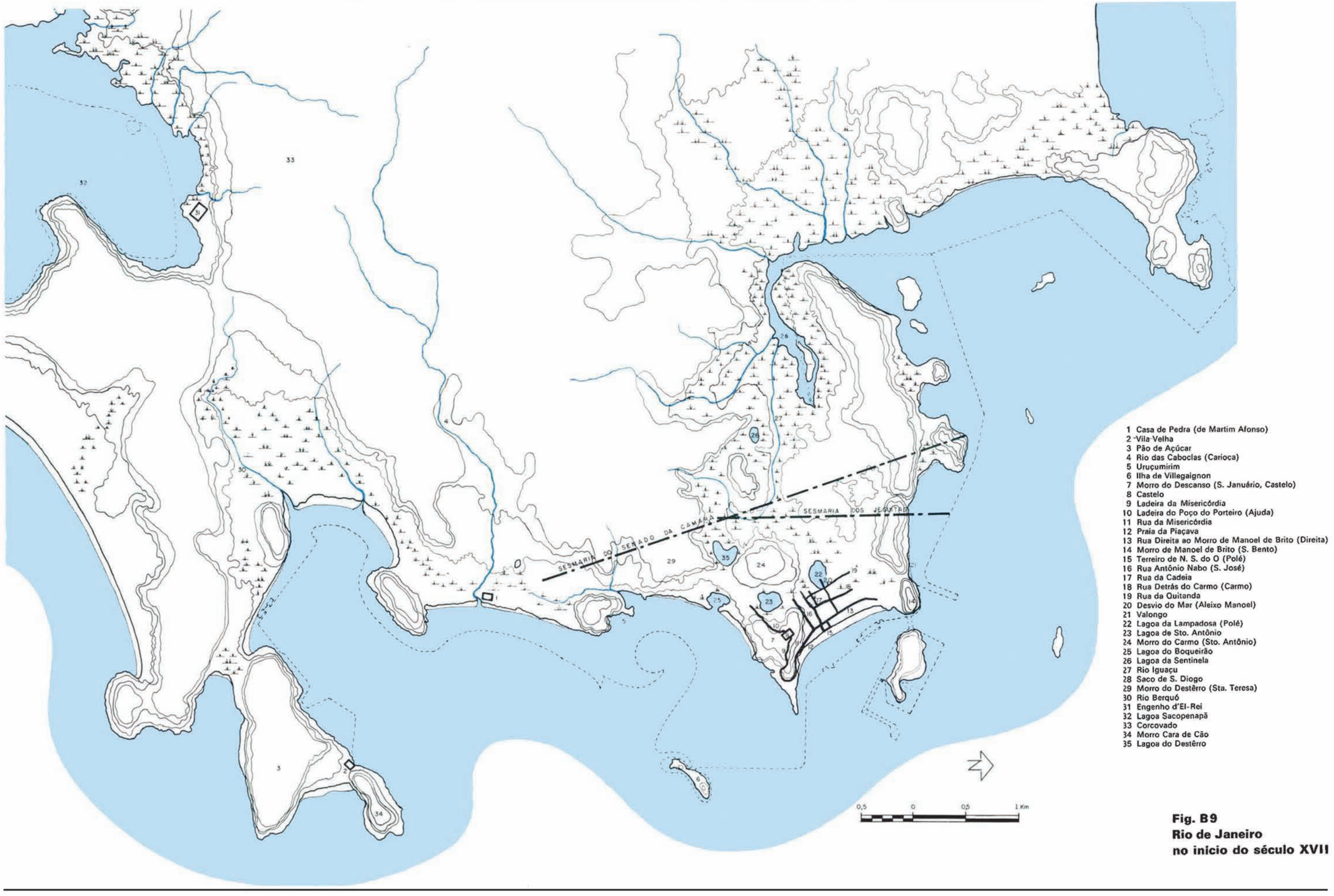
Em virtude da maior perda de calor por irradiação sôbre o continente, o gradiente de temperatura forma, em todos os meses, uma curva decrescente do mar para o continente.
Foram medidas as seguintes temperaturas mínimas absolutas:

Campo dos Afonsos	4,8°C,	Praça Saenz Peña	10,4°C,
Olaria	7,3°C,	Jardim Botânico	9,0°C,
Penha	8,9°C,	Copacabana	11,0°C.

Os valôres máximos da umidade relativa do ar foram encontrados nas regiões meridionais do litoral sob a influência do mar, e nos subúrbios setentrionais da Leopoldina sob a influência dos ventos úmidos vindos da Baixada Fluminense, com médias anuais de 84% e 86%.
Entre estas duas regiões a umidade relativa do ar desce para 80% na serra e 76% no Engenho Velho. No decorrer de um ano êsses valôres variam muito pouco, sendo algo mais elevados no verão e mais baixos no inverno.

1.5.5 Ventos, neblina

Como, de acôrdo com a média anual, durante a noite e pela manhã o continente é mais frio que o mar, os ventos nessas horas têm a direção terra-mar. Nas outras horas sopram em sentido contrário.
O Observatório Nacional registra, em média, cêrca de 100 dias de neblina por ano. Na Zona Norte cada sexto dia apresenta neblina; na Zona Sul, cada décimo segundo dia. Em geral, no verão há menos neblina que no inverno.



1 Casa de Pedra (de Martim Afonso)
2 Vila Velha
3 Pão de Açúcar
4 Rio das Caboclas (Carioca)
5 Uruçumirim
6 Ilha de Villegaignon
7 Morro do Descanso (S. Januário, Castelo)
8 Castelo
9 Ladeira da Misericórdia
10 Ladeira do Poço do Porteiro (Ajuda)
11 Rua da Misericórdia
12 Praia da Piaçava
13 Rua Direita ao Morro de Manoel de Brito (Direita)
14 Morro de Manoel de Brito (S. Bento)
15 Terreiro de N. S. do O (Polé)
16 Rua Antônio Nabo (S. José)
17 Rua da Cadeia
18 Rua Detrás do Carmo (Carmo)
19 Rua da Quitanda
20 Desvio do Mar (Aleixo Manoel)
21 Valongo
22 Lagoa da Lampadosa (Polé)
23 Lagoa de Sto. Antônio
24 Morro do Carmo (Sto. Antônio)
25 Lagoa do Boqueirão
26 Lagoa da Sentinela
27 Rio Iguaçu
28 Saco de S. Diogo
29 Morro do Destêrro (Sta. Teresa)
30 Rio Berquó
31 Engenho d'El-Rei
32 Lagoa Sacopenapã
33 Corcovado
34 Morro Cara de Cão
35 Lagoa do Destêrro

Fig. B9
Rio de Janeiro
no início do século XVII

2. Desenvolvimento histórico da Área de Estudo

2.1 **Destino do Rio de Janeiro**

Desde a sua fundação até os dias de hoje a cidade do Rio de Janeiro tem resumido a sua história e tem promovido seu desenvolvimento e sua afirmação na luta do homem contra a natureza, contra o meio ambiente hostil e inadequado, mas cheio de atrativos e de beleza.

Os quatro séculos de vida da cidade estão perfeitamente demarcados na sua história e no seu desenvolvimento, desde sua fundação e fixação como arraial fortificado e sede do Govêrno do Brasil-Sul no século XVI; sua transformação em burgo senhorial no século XVII passando à cidade mercantil do açucar e do ouro e sede da residência oficial dos Vice-Reis do Brasil, durante o século XVIII, para atingir a situação de capital do mais vasto império colonial do mundo de então, cenário de importantes acontecimentos históricos e sede do Govêrno do Brasil independente no século XIX. No século XX se transforma em cidade industrial, pólo de uma grande, complexa e importante área metropolitana, mas perde ao mesmo tempo sua categoria de capital do país e se constitui em Estado da Federação.

2.1.1 Fundação da cidade

De certo modo pode-se dizer que o Rio de Janeiro teria nascido sob o signo da indústria e do comércio quando, após ter sido a Baía de Guanabara descoberta a 1.° de janeiro de 1502 por André Gonçalves, ali chegou a expedição de Martim Afonso de Souza em abril de 1531. Necessário se tornava o reparo das naus, avariadas por uma viagem demorada e difícil, bem como a construção de dois bergantins de 15 bancos, o que levou Martim Afonso a construir junto à foz de um pequeno rio uma casa de pedra e um estaleiro naval. Era o núcleo da futura cidade, alcunhado pelos índios, de "carioca" — a casa do branco — nome que seria mais tarde estendido a tudo quanto fôsse da terra. O rio, logo conhecido como Carioca ou das Caboclas, foi durante muito tempo o manancial de abastecimento dos primeiros colonizadores.

Não foi grande, porém, o interêsse dos portuguêses pela ampla baía, nem pelas áreas cobertas de pau-brasil — a primeira mercadoria levada da nova terra para o Velho Mundo. A atenção de Portugal chegava apenas às alturas da Baía de Todos os Santos, onde Thomé de Souza fundara em março de 1549 a Cidade de Salvador. Disso se aproveitaram os francêses que em 1555 enviaram à Baía de Guanabara uma esquadra para ali fundar uma "França Antártica". A expedição teve por efeito alertar Portugal para êsse perigo.

Com a morte de D. João III, D. Catarina d'Áustria, Regente na minoridade de D. Sebastião, encarregou o Governador Geral Mem de Sá de desalojar os francêses, o que foi feito em 1560. Com a retirada de Mem de Sá, porém, voltaram os francêses, o que levou D. Catarina d'Áustria a armar uma esquadra, entregando o comando a Estácio de Sá, sobrinho do Governador Geral. A 1.° de março de 1565 Estácio de Sá desembarcou junto aos morros do Pão de Açúcar e Cara de Cão, em pequena várzea ali existente, para levantar uma cidade que se passou a denominar de São Sebastião do Rio de Janeiro.

2.1.2 Princípio de vida urbana

É fácil imaginar a precariedade de tal sítio, sem qualquer possibilidade de expansão e sem água, a qual tinha de ser apanhada em botes, na foz do Rio Carioca. Por isso dois anos mais tarde, em 1.° de março de 1567, foi determinada a mudança do arraial para local mais vantajoso, o cimo do Morro do Descanso ou de São Januário que mais tarde levaria o nome de Castelo. Mem de Sá escolhera tal lugar por considerá-lo o mais adequado às circunstâncias, mais fácil de fortificar e de defender, embora a falta de água e de espaço obrigasse logo a cidade a se espraiar pela várzea que lhe ficava em tôrno. Delineiam-se as primeiras ruas da cidade:

a) A Ladeira da Misericórdia que na parte plana contornava o morro e com a denominação de Rua Direita, hoje Rua 1.° de Março, se dirigia para o morro a ela fronteiro, chamado então Manuel de Brito, mais tarde São Bento;

b) A Ladeira do Poço do Porteiro que descia do morro de São Januário. Conforme o nome "Poço" indica, iniciava-se nessa época a luta de mais de quatro séculos da cidade em busca de água. Prolongava-se êsse caminho por um trilho que se dirigia para o Rio Carioca, passando entre as Lagoas de Santo Antônio (hoje o Largo da Carioca) e do Boqueirão (Cinelândia e Passeio Público) para se dirigir ao sopé do Morro do Destêrro (Santa Teresa), onde alcançava o único manancial que iria abastecer a cidade por vários anos.

A Praia da Piaçava (mais tarde de Santa Luzia) no sopé do Morro de São Januário e junto à Lagoa do Boqueirão, se constitui no primeiro pôrto da cidade.

Cêrca de dez anos após a fundação da cidade o Governador Cristóvão de Barros promovia a plantação de um canavial e construia o Engenho d'El-Rei nas margens da Lagoa de Sacopenapã (hoje Rodrigo de Freitas).

A primeira planta da cidade, que data de 1579, assinala, entre outras, as inúmeras lagoas ou charcos que pontilhavam a área que viria aos poucos a ser ocupada pelo nôvo núcleo que nascia. O litoral era inteiramente recortado e coberto de mangues, sendo poucas e de pequena extensão as áreas planas de várzea por onde a cidade poderia se expandir. Essa topografia desfavorável iria determinar o caráter de uma cidade destinada a crescer na luta contra o meio ambiente, conquistando o seu solo à custa de aterrar ou dessecar lagoas e pântanos, arrancando, mais tarde, áreas ao próprio mar.

2.1.3 Expansão e formação interna da cidade no século XVII

Ao fim do século XVI a Cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro — um burgo cujo população ainda não deveria ultrapassar 1 000 habitantes — desborda o Morro do Castelo e pràticamente o abandona pela várzea que se estendia arenosa e estreita até o Morro do Manuel de Brito. É onde a cidade realmente se desenvolve. Entretanto as ruas estreitas com casario primitivo formavam uma paisagem urbana precária que ainda iria perdurar por muito tempo (Fig. B 9).

Para o lado sul, apenas o caminho rumo ao Rio Carioca evidenciava a presença do homem branco.

Em inicios do século XVII traçam-se as primeiras ruas paralelas à Rua Direita ou perpendiculares à mesma. Um sulco aberto no solo e destinado a drenar as águas da lagoa de Santo Antônio para a Prainha (hoje a Praça Mauá) formava a vala que durante sessenta anos marcou o limite de fundos entre a parte arenosa e sêca da cidade e a restante, cheia de lagoas e pântanos. Ao longo da vala foi construída uma rua, a Rua Uruguaiana de hoje.

Durante o domínio de Espanha sôbre Portugal (1580 a 1640) foi projetada, segundo as Ordenações de Felipe II, uma praça pública na área do Terreiro de N.S. do Ó, em tôrno da qual foram grupadas a Sé, a Cadeia, a Câmara (o "Cabildo" das cidades espanholas) e mais tarde ainda o Paço, todos com função de grande importância no desenvolvimento da cidade. Já nessa ocasião, em frente ao Terreiro da Polé se iniciava o pôrto da cidade, destinado a ali permanecer até o início do século XX (Fig. B10).

Começava a delinear-se claramente o espaço social da cidade à medida que a vida urbana se ia organizando, o que viria proporcionar uma das riquezas impulsionantes do desenvolvimento da cidade e da sua região — as plantações de cana-de-açucar e os engenhos —, a ponto de ser instituido, já em 1614, o açucar-moeda.

O braço indispensável para a lavoura vinha de Angola, com os bantus, escravos negros que tanto viriam a influenciar o caráter e os costumes da população carioca. Os jesuitas desenvolviam as suas lavouras dentro da sesmaria que lhes fôra concedida. Graças a uma doação estenderam as suas atividades pioneiras à área de Santa Cruz, onde situaram engenhos e pastagens. Estas atividades muito contribuiram para a extensão da cidade para norte e oeste. Formaram-se pequenas povoações ao longo de um caminho rudimentar destinado a, mais tarde, se transformar na mais extensa via radial da cidade (a atual Avenida Brasil). Por outro lado, no setor sul, Clemente Martins de Mattos, proprietário da área que hoje constitui Botafogo, abriu um caminho para seu engenho e para a Lagoa de Sacopenapã, o Caminho de São Clemente. Êsse caminho iniciou a expansão da cidade em direção ao sul (Fig. B10).

Ainda no século XVII, a cidade transpõe a vala.

A população da cidade, em fins do século XVII, além da crescente diferenciação social, iniciava o processo de diferenciação territorial, típica e cada vez mais pronunciada na vida do Rio de Janeiro. Nos pontos mais aprazíveis surgiam as "chácaras" dos cidadãos de categoria. Os casebres dos índios, mamelucos e escravos negros concentravam-se no Morro do Castelo e seus arredores, pelas praias, entre os alagadiços e à margem dos caminhos.

O burgo contava agora com cêrca de 7 a 8 000 almas, das quais dois terços eram representados por índios e escravos negros.

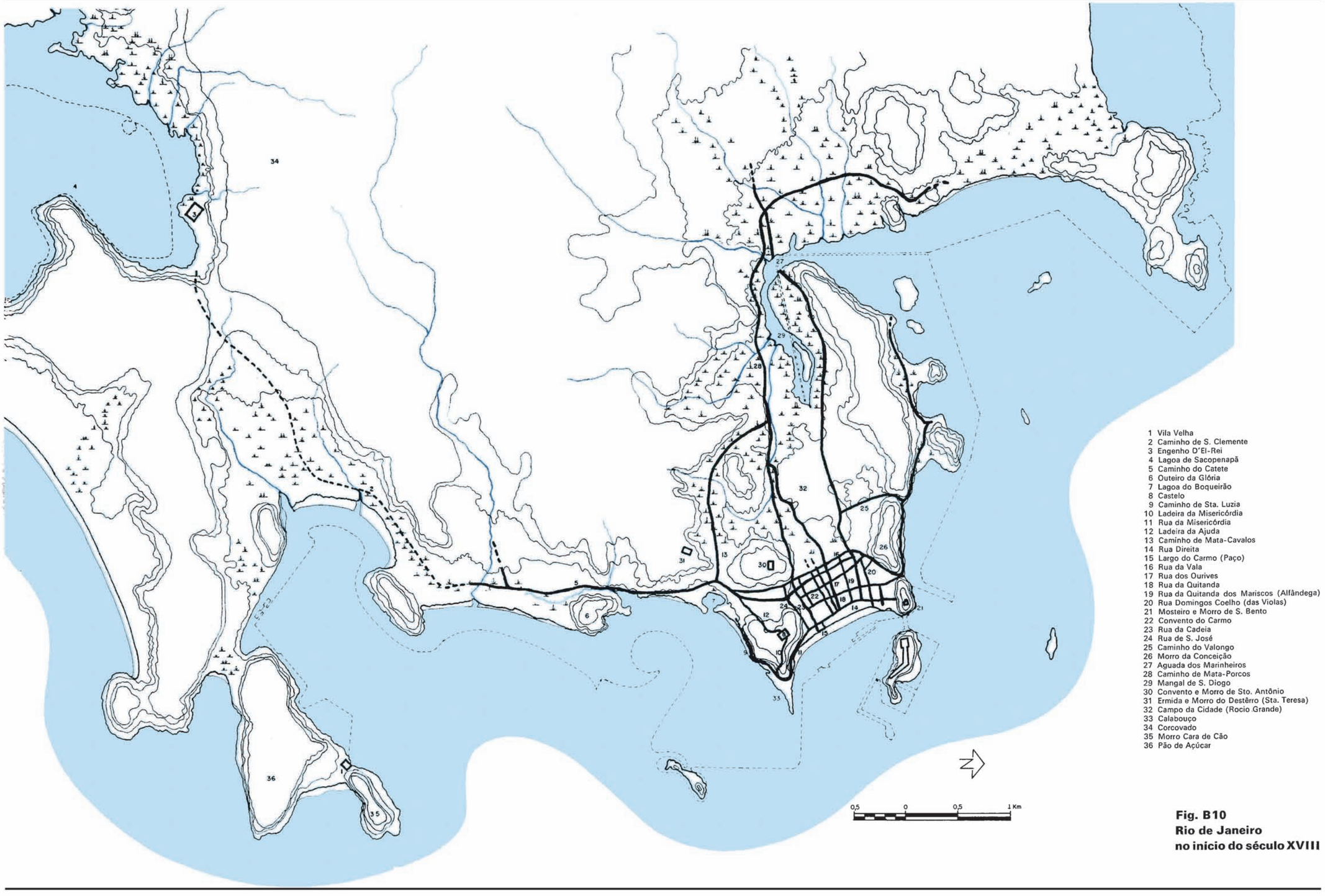


Fig. B10
Rio de Janeiro
no início do século XVIII

2.1.4 Século XVIII

Cedo iria terminar o ciclo do açucar, sendo substituído pelo do ouro e das pedras preciosas. Êste negócio era mais lucrativo, contribuindo para o aumento rápido das dimensões urbanas. Em 1710 o Rio possui 12 000 habitantes, e 30 000 em 1763, quando a cidade se transformou em sede do Brasil-Colônia. Muitas das áreas que a circundavam foram integradas na área urbana. Mesmo assim a área urbana não deveria ultrapassar um quilômetro quadrado.
Em 1723 o Governador Aires Saldanha solucionava temporàriamente um dos grandes problemas que a população enfrentava, com a construção do aqueduto do tipo romano-lusitano, que trazia canalizadas as águas da Serra da Carioca, pelo Morro do Destêrro (Santa Teresa), para despejá-las em um chafariz no Largo da Carioca.



Sôbre o antigo aqueduto trafegam hoje os últimos bondes

Em 1759 dá-se a expulsão dos jesuítas. Suas terras em São Cristóvão e Santa Cruz, bem como os engenhos — Engenho Velho, Engenho Nôvo e Engenho de Dentro — foram loteados e vendidos, incorporando à cidade novas e preciosas áreas. As distâncias se alongam e já se encontra na cidade quem alugue animais de montaria.
Entre as medidas que iniciam a transformação da cidade no século XVIII é digno de menção o arrasamento do Morro das Mangueiras (Lapa), cuja terra serviu para terminar o atêrro da Lagoa do Boqueirão, onde o Vice-Rei D. Luiz de Vasconcelos e Souza mandou construir o Passeio Público (1779).

2.1.5 Rio de Janeiro residência oficial dos Vice-Reis do Brasil

Em 1763 dá-se a mudança da residência oficial dos Vice-Reis do Brasil, existente desde 1740, da Cidade de Salvador para o Rio de Janeiro. O Rio de Janeiro iria conservar essa posição privilegiada durante 197 anos.
A cidade contava, ao fim do século XVIII, com cêrca de 45 000 habitantes.
A economia da cidade, entretanto, havia sofrido muito por diversas medidas da Côrte.
O século XIX iria reservar para o Rio de Janeiro uma surprêsa. Em janeiro de 1808 chega inesperadamente ao Pôrto do Rio uma esquadra transportando a Côrte de Lisboa que fugia à invasão de Portugal por tropas francêsas. Grandes riquezas vieram com a Côrte, aqui desembarcando cêrca de 15 000 pessoas, na maioria fidalgos, funcionários do Govêrno português e militares. Para alojar tanta gente recorreram as autoridades ao expediente da "aposentadoria".
O primeiro ato do Príncipe-Regente D. João foi decretar a abertura de todos os portos do Brasil ao livre trânsito e comércio com as nações amigas. Comerciantes inglêses invadiram a praça da cidade estabelecendo novos gêneros de comércio. Após a queda de Napoleão I (1814) vieram comerciantes francêses. O pôrto viu chegarem 90 navios estrangeiros em 1808 e já em 1810 mais de 400. Passou o Rio à característica de cidade cosmopolita.
A Côrte transferiu-se para uma quinta, chamada da Boa Vista, em São Cristóvão. Esta região foi logo a seguir urbanizada e edificada. Em pouco tempo surgiam inúmeras construções à margem do trecho entre a Côrte e o Centro, em uma extensão de cêrca de 4 quilômetros. Era realmente um progresso, em 5 anos, maior do que tudo que a cidade presenciara em quase 300 anos, desde sua fundação. A nova área passou a ter a denominação de Cidade Nova (Fig. B 11).
Os francêses e inglêses recém-chegados procuraram locais residenciais sossegados e distantes, como Glória, Flamengo, Botafogo, Laranjeiras, Cosme Velho, Alto da Boa Vista, etc., enquanto os portuguêses, especialmente a fidalguia, se adensavam na Cidade Nova e em São Cristóvão.
Em 16 de dezembro de 1815 elevou D. João o Rio de Janeiro à condição de Capital do Reino Unido de Portugal "d'Aquém e d'Além-mar", o maior império da época.
O progresso chegava rápido à nova Capital. Construiram-se centenas de casas, estendeu-se ainda mais a área aterrada, rasgaram-se novos logradouros; alguns foram até pavimentados. Ao retornar o Rei D. João VI a Portugal, em 1821, o Rio contava com 112 700 habitantes. Em 13 anos a cidade quase triplicara a sua população e a sua área urbana (Fig. B 11).

2.1.6 Rio de Janeiro Capital do Império do Brasil

Um ano após a volta de D. João VI para Portugal o Brasil tornou-se um império independente (1822). Pelo Ato Adicional da Lei de 12 de agôsto de 1834 foram a Cidade do Rio de Janeiro e sua área circundante, no total aproximado de 1 100 km² de chão firme, desmembradas do atual Estado do Rio de Janeiro, passando a constituir o "Munícipio da Côrte", mais tarde "Município Neutro". Mesmo durante o Govêrno de D. Pedro I e de D. Pedro II, por 67 anos, o Rio continuou a crescer dentro de seus limites. Alongando suas distâncias, surge a necessidade de meios de transporte.

2.1.6.1 Transporte urbano à tração animal

Desde 1829 havia sido proibida a passagem dos carros de boi pela Rua do Ouvidor. As cadeirinhas a frete existiram até 1860.
As seges, veículos de duas rodas à tração animal, eram já presentes na cidade ao tempo do Marquês de Lavradio (1770). Em 1840 o Rio contava com cêrca de 400 seges.
O veículo de aluguel de maior prestígio no século XIX foi o tílburi com duas rodas e tração animal.
As diligências sôbre quatro rodas surgiram em 1817 entre o Centro e a Quinta da Boa Vista e Santa Cruz.
Em 1886 havia 91 diligências em tráfego já obedecendo a horários fixos. Desapareceram sòmente em 1906, suplantadas por outros meios de transporte.
Entre 1837 e 1868 havia ônibus de dois andares à tração animal, à moda européia.
As gôndolas de tração animal surgiram em 1838 havendo oito linhas em 1865. Deixaram de circular em 1873.

2.1.6.2 Bondes

Em 1859 foi dada a concessão para uma companhia de carros a vapor sôbre trilhos, trafegando o primeiro carro em 26 de maio com o nome pitoresco de "Maxambomba" rumo à Tijuca, com a presença do Imperador.
A companhia faliu em 1865.
A primeira emprêsa de carris urbanos obteve concessão em 1856; chamava-se "Jardim Botânico" e inaugurou seu primeiro trecho em 1868 entre a Rua dos Latoeiros (Gonçalves Dias) e o Largo do Machado, ainda com tração animal, quando suas ações já haviam sido transferidas para uma emprêsa estrangeira chamada "Companhia dos Bonds" (debêntures). Mais tarde êste nome modificado foi estendido aos próprios veículos — os "bondes".
Em 6 de julho de 1892 dá a cidade um grande passo, pois dez bondes especiais puxados a burro, conduzindo o Presidente da República (Marechal Floriano Peixoto) e altas autoridades, atravessaram o túnel que o engenheiro Coelho Cintra perfurara no Morro do Barroso, em Botafogo, atingindo os areais de Copacabana ao Leblon, até então inacessíveis. Isto não ficou sem consequências: viria transformar a cidade, modificar os hábitos de sua população e alterar os valôres imobiliários. A população, até então interessada apenas na penetração para o sertão carioca, pela primeira vez voltou seus olhos para o oceano.
Em 1892 a tração animal dos bondes foi substituida pela tração elétrica, chegando os veículos ao Leme através do nôvo túnel aberto pela concessionária. Daí por diante os bondes passaram a ser o principal meio de transporte e condicionaram a expansão urbana, principalmente na Zona Sul.

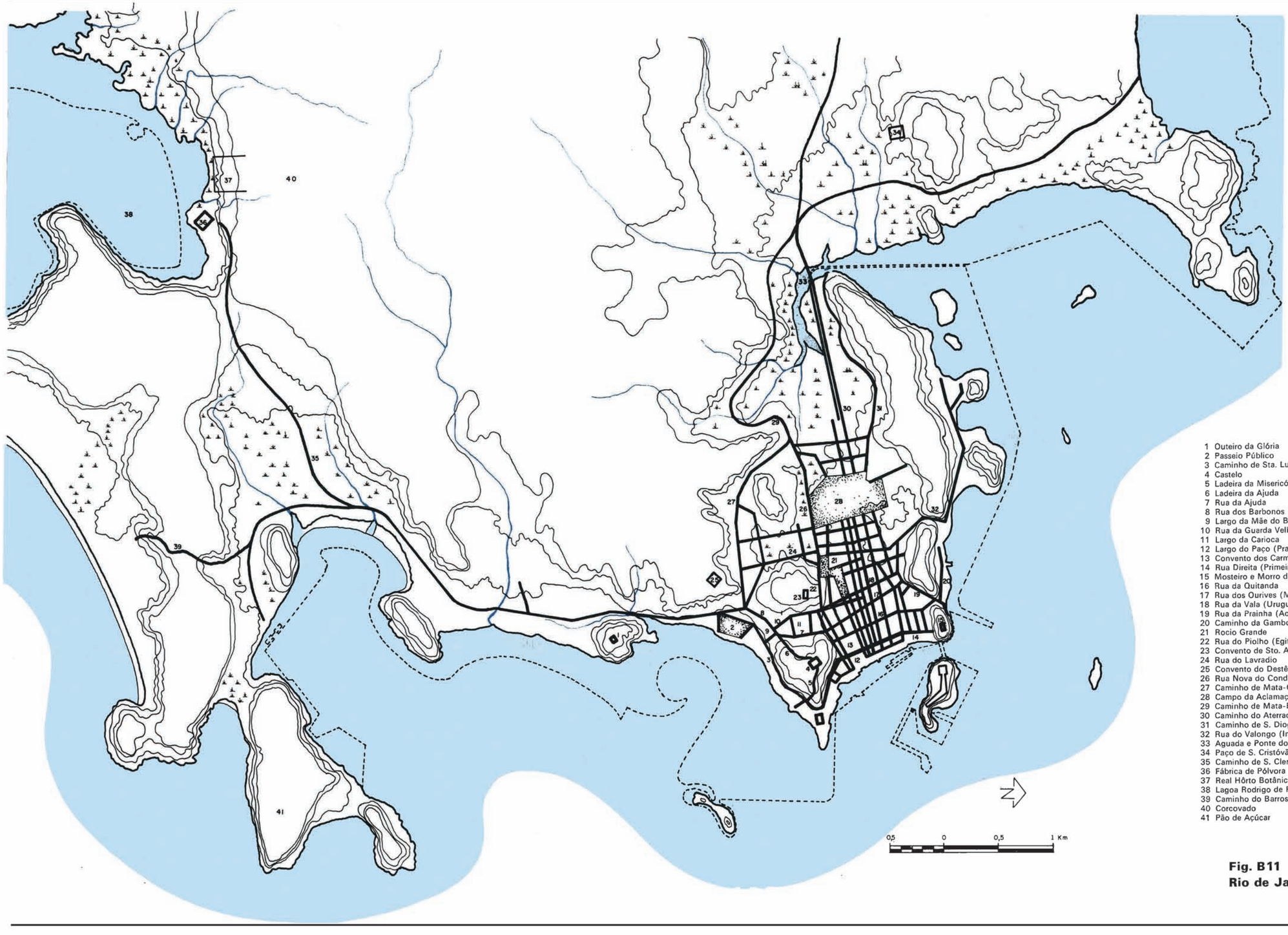


Fig. B11
Rio de Janeiro em 1808

2.1.6.3 Estradas de ferro

Na Zona Norte um pronunciado impulso se fêz sentir graças à construção da Estrada de Ferro Central do Brasil (EFCB), inaugurada em 1858, e que atingia Cascadura, estabelecendo-se o serviço regular suburbano em 1861.
A Linha Auxiliar construida pela Emprêsa de Melhoramentos do Brasil inaugurou sua primeira linha parcial entre Mangueira e Deodoro em 1893, determinando a incorporação de novas áreas residenciais e industriais.
A Leopoldina Railway (anteriormente denominada: The Rio de Janeiro Northern Railway) fêz correr seu primeiro trem até Meriti (hoje Duque de Caxias, no Estado do Rio de Janeiro) em 23 de abril de 1886 com o que contribuiu para o desbravamento de extensa e preciosa área ao longo da costa oeste da Baía de Guanabara.
A Estrada de Ferro Rio D'Ouro, inaugurada em 1883 com o objetivo secundário de possibilitar a conservação das novas adutoras da cidade instaladas ao longo de suas linhas, completou a rêde de estradas de ferro que veio cobrir integralmente as partes oeste e norte da cidade. Por outro lado as estradas de ferro ligaram o então "Município Neutro" com as áreas adjacentes do vizinho Estado do Rio de Janeiro. Concorreram ainda para o saneamento e o desenvolvimento de grandes extensões de terra, inteiramente abandonadas e degradadas após a abolição da escravatura em 1888. É interessante observar que essas mesmas estradas de ferro contribuiram para a degradação da chamada Baixada Fluminense, pois determinaram o abandono da precária navegação fluvial da Baixada, do que resultou o assoreamento dos rios e o advento da malária.

2.1.6.4 Crescimento demográfico no século XIX

No século XIX a expansão da cidade deu-se ainda paralela ao crescimento de sua população. Em 1870 a Capital do Império contava com 235 400 habitantes, aumentando, segundo o censo de 1872, para 275 000. Tais censos foram feitos de tal modo que pela primeira vez indicaram também a composição profissional da população do Rio. O contingente de pessoas ocupadas na agricultura (13 560 em 1870 e 17 020 em 1872) era muito inferior ao daquelas que se distribuiam pelas atividades mercantis (mais de 20 000) o que revelava a transformação do Rio de Janeiro em autêntica cidade comercial. Agora porém, o crescimento demográfico era devido principalmente à imigração estrangeira, sendo nulo o crescimento vegetativo da cidade, dadas as más condições sanitárias da precária edificação urbana.
No período de 1872 a 1890 a população da cidade foi acrescida de 250 000 novos habitantes.

2.1.7 Rio de Janeiro Capital da República

Com a proclamação da República (1889) o "Município Neutro" do Rio de Janeiro passou, em 1891, a "Distrito Federal", com reajustes de limites e contando com uma superficie de 1171 km². O censo de 1890 dava à cidade 522 650 habitantes, em uma época em que São Paulo contava apenas 60 000 almas.
No comêço do nôvo século o Presidente Rodrigues Alves e o Prefeito Francisco Pereira Passos viriam dar à cidade um grande impulso.

2.1.7.1 Modificações urbanas

A cidade sofreu total remodelação na sua parte central mercê da abertura de novas ruas, como p. ex., da Avenida Central, hoje Avenida Rio Branco. Essa obra por sua vez determinou a urgência do desmonte do Morro do Castelo. Obras municipais de engenharia e de saneamento modificaram radicalmente as condições ambientes do Rio de Janeiro, sujeito, até aos princípios do século, a epidemias. As Fig. B12 e B13 mostram o Rio de Janeiro em 1906 e 1930, respectivamente.

2.1.7.2 Crescimento da população no século XX

Um traço marcante do primeiro quartel do século XX, quando o Rio ingressava na era industrial, foram os deslocamentos maciços de sua população para o desbravamento e ocupação das novas áreas que eram incorporadas à cidade graças aos meios de transporte que em certas áreas, como foi o caso de Ipanema, Leblon, Jardim Botânico, Gávea, Grajaú, etc., se desenvolviam à frente da ocupação e do desbravamento. Duas camadas sociais se diferenciam muito: a primeira, diretamente ligada à indústria, ocupa a Zona Norte da cidade ao longo das vias férreas, enquanto que a outra, geralmente mais ligada ao setor de prestação de serviços, instala-se mais confortàvelmente ao longo das praias oceânicas.
Em 1920 a população ultrapassa o primeiro milhão de habitantes, baixando a participação da imigração estrangeira no crescimento demográfico de 30% em 1890, para 13% em 1940. No entanto a cidade era suprida ininterruptamente pelas correntes migratórias provenientes de todos os estados do país.

2.1.7.3 Crise do após-guerra

Na década dos quarenta, devido a um desordenado surto de crescimento causado pela crise agrária ainda intensificada pela Segunda Grande Guerra, surgiram problemas de infra-estrutura e de habitação em grandes proporções, sem encontrarem solução. Em 1950 a cidade contava com 2 380 000 habitantes; seu parque industrial atingia 5 700 estabelecimentos com mais de 170 000 operários.

2.1.7.4 Formação de uma "área metropolitana"

Desde cêrca da década dos cinquenta o Rio de Janeiro passa a adquirir uma nova característica, fruto da incorporação à sua vida econômica de núcleos urbanos vizinhos e subúrbios periféricos.
É nessa fase que se dá o crescimento da cidade no sentido vertical, surgindo os grandes prédios residenciais e comerciais da camada superior da classe média. Nessa ocasião inicia-se também a escalada dos morros, principalmente da Zona Sul, e a ocupação de grandes áreas ainda baldias, onde se implantam desordenadamente os barracos das camadas mais pobres da população e dos adventícios que representam a mão-de-obra desqualificada, em outras palavras: as favelas. Em 1960 as favelas, em número de 158, alojavam 340 000 pessoas, representando 10,2% da população do Estado da Guanabara. Em 21 de abril de 1960 o Distrito Federal transforma-se no Estado da Guanabara, pois o Rio de Janeiro deixa de ser a Capital do Brasil. O Estado da Guanabara recebe um estatuto inteiramente "sui generis" por não ser dividida em municípios como os demais estados, p. ex., o Estado do Rio de Janeiro, do qual seis municípios fazem parte da "área metropolitana".



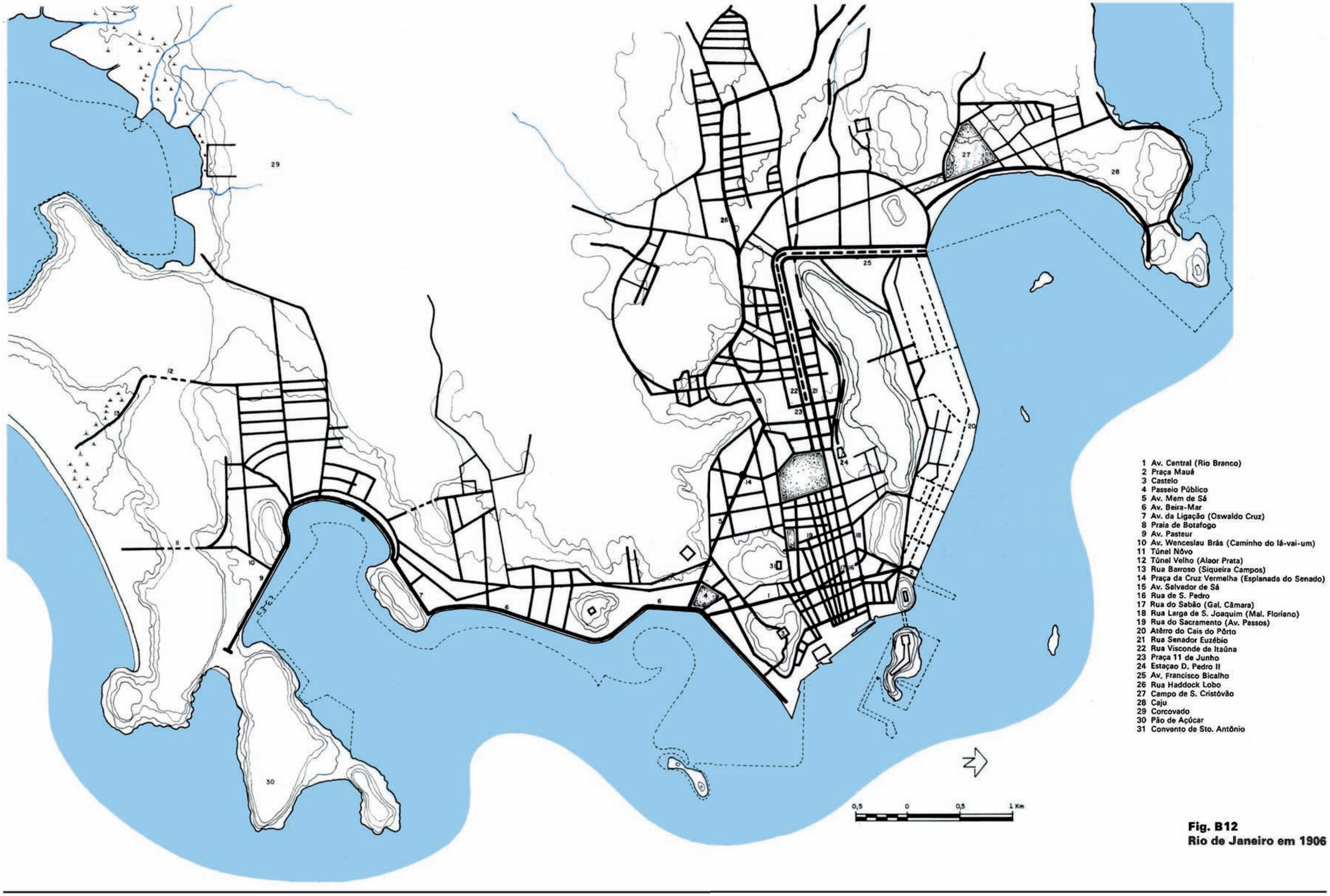


Fig. B12
Rio de Janeiro em 1906

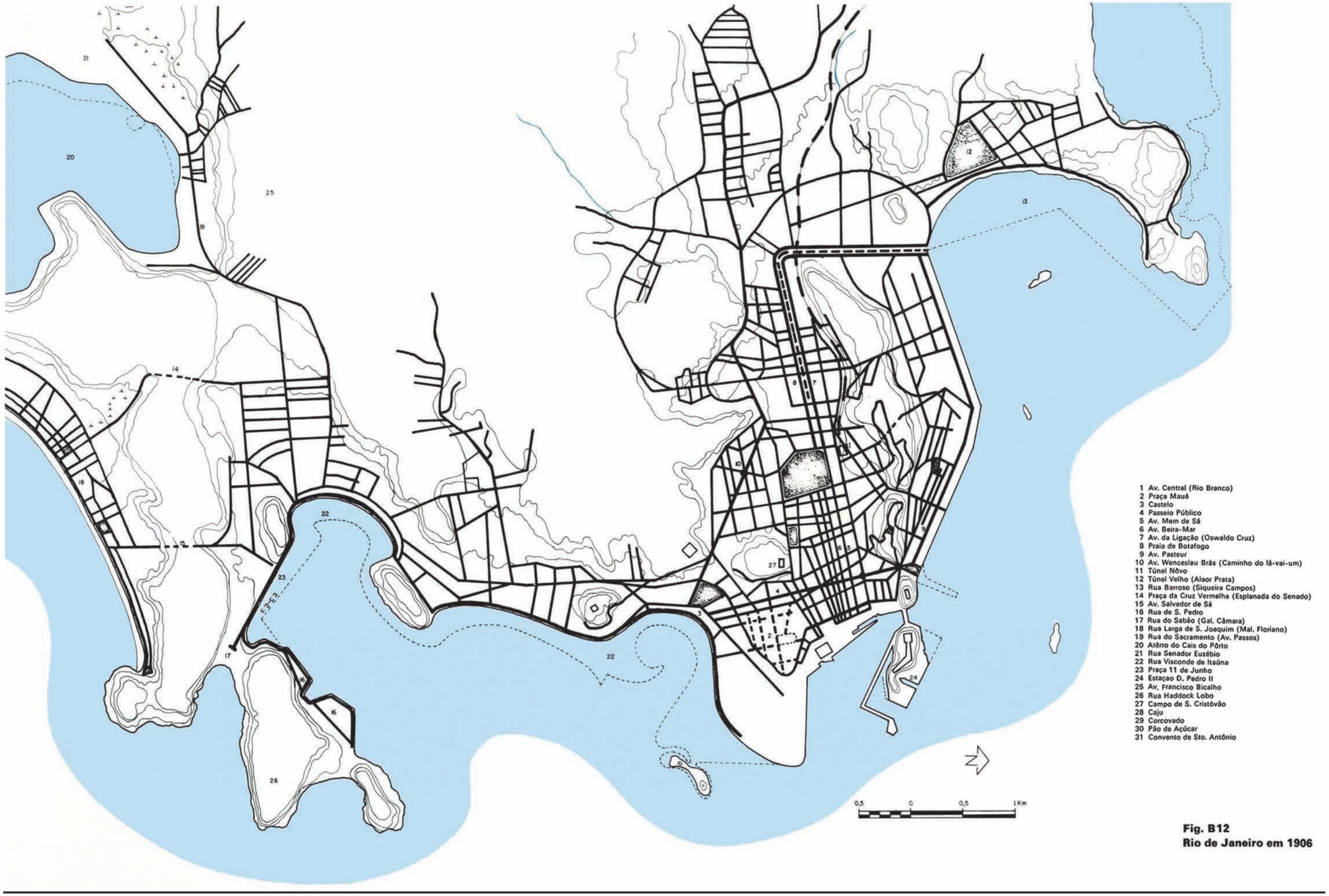


Fig. B12
Rio de Janeiro em 1906

2.2 **Município de Nova Iguaçu**

A freguesia mais antiga dêste município é a de N. S. do Pilar, que remonta a 1637. Posteriormente foram criadas as de S. João de Meriti, Santo Antônio de Jacutinga, N. S. da Piedade do Iguaçu e N. S. da Conceição do Marapicu. A área da freguesia de N. S. da Piedade do Iguaçu era também conhecida como a área do Caminho Velho, uma trilha de animais que subia a Serra da Estrêla em demanda dos vales dos Rios Piabanha, Paraíba e Paraibuna, rumo a Minas Gerais. As terras extremamente férteis, com rios navegáveis para pequenas embarcações, e o braço escravo, asseguraram grande prosperidade para a região, com culturas intensivas de arroz, feijão, mandioca e cana-de-açúcar.
Após a elevação à categoria de "vila" em 1833, Iguaçu entrou em decadência juntamente com outras áreas da mesma região, devido à passagem das estradas de ferro, à abertura de novas estradas de acesso a áreas além da serra, à abolição da escravatura e ao abandono a que foram relegados os rios, o que fêz surgir o impaludismo que afastou os lavradores da terra. Novos núcleos surgiam ao longo das novas estradas. A Vila de Iguaçu perdeu sua categoria de sede do município (1.° de maio de 1891) para a localidade de Maxambomba, à margem da Estrada de Ferro D. Pedro II (hoje Central do Brasil).
Em 1910 foi mudado o nome dessa localidade para Nova Iguaçu, reassumindo ela posição de importância na agricultura, após as obras de saneamento da área, transformando-se em centro de cultura da laranja.
Em 1943 foram destacadas as terras de Imbariê, Caxias e Meriti, que passaram a constituir o Município de Duque de Caxias. Em 1947 foi criado o Município de Nilópolis, igualmente tirado das terras de Nova Iguaçu. Já em 1924 havia sido separado o Município de Itaguaí.
O Município de Nova Iguaçu mede hoje 776 km² e, pela sua população (1967: 457 521 habitantes), ocupa o primeiro lugar entre os municípios fluminenses, assinalando grande progresso industrial.

2.3 **Município de Nilópolis**

A formação do Município de Nilópolis está vinculada à do Município de Nova Iguaçu, porquanto suas terras formavam parte da Freguesia de Iguaçu. Juntos, ambos fruiram uma época de prosperidade quando seu solo fértil era dedicado à rendosa cultura da cana-de-açúcar.
Em 29 de março de 1858 é inaugurada a estação de estrada de ferro de Engenheiro Neiva, que vem a se constituir na Cidade de Nilópolis, assim chamada desde 1921.
Como para o restante da área da Baixada Fluminense, com o abandono da área surgiu o impaludismo, tendo sido iniciado o seu saneamento ao tempo do Govêrno de Nilo Peçanha. O núcleo recebeu a denominação de Nilópolis em homenagem ao Presidente do Estado.
Em 1947, como resultante do progresso registrado na área, foi Nilópolis desmembrado do Município de Nova Iguaçu, ao qual pertencia desde 1916.
Com 10 km² é o menor município do Brasil e apresenta a maior densidade demográfica de todos os municípios brasileiros. Em 1967 sua população foi estimada em cêrca de 123 000 habitantes, o que lhe dá a densidade de 123 hab/ha. É o oitavo município do Estado do Rio de Janeiro em população. Não possui área rural, sendo tôda a sua superfície considerada como área urbana.

2.4 **Município de Duque de Caxias**

O território do atual Município de Duque de Caxias fêz originalmente parte da área da freguesia e do Município de Iguaçu, mais tarde Nova Iguaçu. Por outro lado, deve-se observar que além da povoação de São João Batista de Meriti (hoje Município de São João de Meriti) existia uma outra de nome Meriti, que formou a cidade de Caxias, posteriormente Duque de Caxias.
Em 1886 foi a povoação de Meriti ligada ao Rio de Janeiro pelos trilhos da The Rio de Janeiro Northern Railway, depois Leopoldina Railway, o que, juntamente com a estrada de rodagem Rio-Petrópolis (em 1928), determinou o progresso e a reativação da área após o saneamento determinado por Nilo Peçanha.
Em 1931 foi criado o Distrito de Caxias formado pelos Distritos de Meriti e de São João de Meriti, e pertencente ao Município de Nova Iguaçu.
Em 1943 as áreas de Caxias, São João de Meriti e Imbariê passaram a constituir o Município de Duque de Caxias.
Em 1947 perdeu o Município de Duque de Caxias uma área que passou a constituir o novo Município de São João de Meriti.
Passou Duque de Caxias a possuir uma área de 442 km² e ocupa no Estado do Rio o quarto lugar em população, sendo dos municípios que mais crescem, tanto em habitantes quanto em produção, dadas a proximidade do Rio de Janeiro e as facilidades de comunicação com o grande centro. Transforma-se ràpidamente em município industrial de primeira categoria.

2.5 **Município de São João de Meriti**

Em meados do século XVII formou-se à margem do Rio Meriti uma grande propriedade rural intitulada Fazenda de São Mateus que atingia as margens do Rio Pavuna e contava, nas suas imediações, com os engenhos de Nazaré, Maxambomba e Pavuna.
Em 1747 foi fundada uma freguesia nas margens do rio Meriti. Data daí a prosperidade da região, pois tôda a produção agrícola era transportada para o Rio de Janeiro pelo Rio Meriti, então navegável para pequenas embarcações.
Quando, após 1886, a The Rio de Janeiro Northern Railway ligou o Rio de Janeiro à Estação de Meriti (atual Duque de Caxias), registraram-se grandes danos para a economia de São João Batista de Meriti, que era baseada na navegação fluvial. Doze anos mais tarde as vias da Emprêsa de Melhoramentos do Brasil — depois Linha Auxiliar — alcançavam a localidade.
Foram fatôres de ressurgimento da área as obras de saneamento determinadas pelo Presidente Nilo Peçanha, bem como as da estrada de rodagem Rio—Petrópolis, tendo a região se desenvolvido conforme relatado em B 2.4. Êste é o sexto município fluminense em população. Da mesma forma que o Município de Nilópolis, não possui São João de Meriti área rural, sendo todo o seu território considerado urbano.

2.6 **Município de São Gonçalo**

A história de São Gonçalo é intimamente ligada à da Vila Real da Praia Grande (Niterói). Em 10 de fevereiro de 1646 foi criada uma paróquia na margem esquerda do Rio Guaxindiba. Partiu daí o progresso da área, baseado na agricultura e no cultivo da cana-de-açúcar.
Em 1890 a área constituída pelas Frequesias de São Gonçalo, Itaipu e Cordeiro foi declarada como município independente de São Gonçalo. Depois temporàriamente perdeu esta qualidade, mas desde 1929 até hoje continuou ininterruptamente independente. Presentemente o Município de São Gonçalo abrange 228 km², sendo o terceiro entre todos os municípios do Estado do Rio de Janeiro em população.

2.7 **Município de Niterói**

A história de Niterói segue muito de perto a do Rio de Janeiro, devido à proximidade das duas cidades. Dentre as várias freguesias espalhadas pelo litoral leste da Baía de Guanabara desde Itaipu até Guaxindiba decidiu D. João VI, em 1819, emancipar a Vila Real da Praia Grande (hoje Niterói) que então tinha 5 000 habitantes, dos quais 2 800 escravos. O plano de urbanização da terra das Freguesias de São Lourenço e São João é devido a José Clemente Pereira, o primeiro juiz de fora nomeado.
Quando em 1834 foi destacado da Província do Rio de Janeiro o Município Neutro, com o que passou a terra fluminense a procurar uma capital própria, foi para isso escolhida a Vila Real da Praia Grande, elevada à categoria de cidade em 1835, com o nome de Niterói.
Em 1890 as Freguesias de São Gonçalo, N. S. da Conceição de Cordeiro e São Sebastião de Itaipu, que iriam formar o Município de São Gonçalo, foram, por decreto, separadas de Niterói. Ficou assim a área de Niterói reduzida a apenas 84 km² de superfície.
De 1890 a 1902 Niterói perdeu sua qualidade de capital do Estado do Rio de Janeiro para Teresópolis e Petrópolis, o que deu motivo para grave crise social e econômica.
A partir de então tomou a cidade um ritmo acelerado de progresso, com a abertura de avenidas, aterros à beira-mar, construção de um pôrto, criação de novos espaços urbanos, obras de vulto de sanemento, etc.
No fim da década dos quarenta foi o distrito de Itaipu reincorporado ao Município de Niterói, aumentando a sua área para 130 km². Pela sua população Niterói ocupa o quinto lugar entre todos os municípios do Estado do Rio de Janeiro.

C Análises urbanísticas, sócio-econômicas e de tráfego em 1968

1. Metodologia

Paralelamente às condições naturais cumpre verificar, no início do Estudo, a estrutura atual da Área de Estudo, neste caso, portanto, da "macro-área".
Conforme a finalidade do presente Estudo, a análise é concentrada no levantamento de dados relativos à situação atual do tráfego no interior da Área de Estudo. Em vista da relação mencionada em A 4.1, entre a estrutura urbanística e a estrutura sócio-econômica e a geração de tráfego, torna-se necessária a coleta e análise de dados referentes a:

Estrutura urbanística e sócio-econômica da Área de Estudo para a interpretação correta da geração de tráfego.

Origem, destino, intensidade e distribuição cronológica do tráfego gerado, segundo os meios de transporte existentes; sistemas e artérias de tráfego existentes.

A fim de possibilitar o confronto entre todos os dados da análise será apresentada de modo uniforme a análise de 1968.

1.1 **Dados estruturais urbanísticos e sócio-econômicos**

A engenharia de tráfego tem demonstrado que bastam alguns fatôres de influência, escolhidos com acêrto, para explicar a maior parte dos movimentos de pessoas.
Existe, assim, reconhecida dependência entre a geração de tráfego e as características urbanísticas e sócio-econômicas das regiões de tráfego.
Entre outros, os seguintes dados se têm revelado fundamentais para a prognose de tráfego: número de habitantes, de empregos, de matrículas escolares, de veículos para o transporte de passageiros, bem como o uso do solo na Área em Estudo. Não é possível determinar de antemão a seleção dêstes e/ou de outros dados, porquanto é natural que a importância de cada um dêsses dados estruturais não seja a mesma para tôdas as zonas de tráfego. É conveniente, portanto, reunir de início todos os dados presumìvelmente apropriados e investigar sua importância por meio de cálculos experimentais (C 1.2.1.a).

1.2 **Estrutura do tráfego**

1.2.1 Distribuição atual do tráfego

Por distribuição do tráfego entende-se o tráfego (expresso em viagens) entre as diversas regiões de tráfego. A análise da atual distribuição do tráfego dentro dos limites da Área de Estudo se efetua por meio de levantamentos de tráfego que registram a origem, o destino, a intensidade e a distribuição cronológica, sendo necessário utilizar diversos métodos de contagem e entrevistas para que possam ser recolhidos dados sôbre o tráfego total. O resultado da análise é apresentado em matrizes de viagens.
Nessa fase a repartição atual dos desejos de viagem entre os diversos meios de transporte existentes é secundária, constituindo, entretanto, informação útil quando se tratar de determinar a futura repartição dêsses desejos de viagem pelos meios de transporte (transporte coletivo e transporte individual: repartição do tráfego).
Os métodos de contagem aplicados neste Estudo são os seguintes:

a) Entrevistas domiciliares por amostragem

Êste tipo de contagem do tráfego permite o melhor estudo das necessidades de transporte, por fornecer conhecimento exato sôbre a origem e o destino das viagens de tôdas as pessoas entrevistadas. Permite ainda determinar os fatôres de influência relevantes que atuam sôbre a geração do tráfego.

b) Entrevistas e contagens na "cordon-line"

Trata-se, nesse caso, de entrevistas com pessoas que atravessam o limite de uma área de estudo, simultâneamente com uma contagem transversal do fluxo de tráfego. Esta pesquisa torna-se necessária para abranger o tráfego proveniente de fora da Área de Estudo e que não pôde ser pesquisado pelas entrevistas domiciliares quanto à sua origem e destino.

c) Contagens na "screen-line"

Para o contrôle das contagens mencionadas em a) e b) é conveniente realizar outras contagens transversais em locais escolhidos dentro da Área de Estudo, de modo que seja possível confrontar os dados obtidos através de contagens e através de entrevistas.
Para isto são favoráveis os locais onde se verificam convergências ou altas concentrações do fluxo de tráfego (p. ex., em pontes, túneis).

1.2.2 Correlações entre a distribuição de tráfego atual e seus fatôres de influência

A correlação entre o volume e a distribuição de tráfego gerado, i. é , entre a distribuição do tráfego de uma área e os respectivos fatôres de influência, poderá ser comprovada mediante processos matemáticos de estatística. A experiência acumulada até hoje revela que com poucos dados estruturais bem selecionados é possível obter-se uma correlação bem definida entre geração total e fatôres de influência, mas que essas características da região de tráfego não são suficientes para justificar todos os números de viagens observadas.
Êsse resultado é muito natural, pois nunca se pode afirmar com certeza absoluta, por que motivo as pessoas viajam de uma determinada forma. Muitas são as peculiaridades locais que exercem influência nesse setor; seria necessário analisar cada viagem mais minuciosamente. Considerando a finalidade para a qual são procuradas essas interdependências, considera-se suficiente encontrar para o fenômeno "distribuição de tráfego" uma explicação com uma exatidão de apenas 60 a 70%. Segundo as leis do cálculo de correlações uma correlação constatada nesta ordem de grandeza é de uma precisão aceitável para as finalidades do planejamento. Acresce que nem mesmo as características locais esperadas para o futuro podem ser prognosticadas com maior exatidão.
Para demonstrar a interdependência entre distribuição de tráfego e dados estruturais a engenharia de tráfego criou diversos "modêlos de tráfego", de forma matemática diferente, mas cujos princípios são idênticos, com exceção de alguns poucos métodos. Os métodos aplicados na maioria das pesquisas de tráfego e adotados no presente Estudo visam determinar, com o auxílio do cálculo de correlação, a relação entre:

o volume da "geração de tráfego" de uma região de tráfego e seus dados estruturais ("traffic generation"),

o volume da "distribuição do tráfego" de várias regiões de tráfego entre si e seus fatôres de influência ("traffic distribution"),

a "repartição" da distribuição total do tráfego entre os diversos meios de transporte em parcelas do tráfego e seus fatôres de influência ("modal-split"),

a "alocação" das respectivas parcelas de tráfego aos diversos meios de transporte e seus fatôres de influência ("traffic assignment").

1.2.2.1 Modêlo de geração de tráfego

O modêlo de geração de tráfego descreve a interdependência existente entre o tráfego gerado e os dados estruturais de uma região de tráfego. Por tráfego gerado entende-se o tráfego Q_l, que tem como origem uma região de tráfego l, e o tráfego Z_l, que tem como destino essa mesma região. Trata-se, no caso, de valôres escalares, e não de valôres vetoriais, que resultaram da soma das grandezas absolutas dos vetores da distribuição do tráfego F_{lJ} (C 1.2.2.2). É conveniente relacionar o tráfego gerado Q_l e Z_l a determinado período de tempo, como, p. ex., a uma hora ou a um dia. Caso êste último seja escolhido como base, obter-se-á para as áreas de concentração populacional um valor, em primeira aproximação, de $Q_l = Z_l$; i. é, o tráfego de origem durante um dia na região de tráfego l será também o tráfego de destino em um dia na mesma região.

Não se pode estabelecer quaisquer normas de validade geral para a forma matemática dos modelos de geração de tráfego. Em muitos casos, com x fatôres de influência, basta uma expressão linear conforme abaixo:

$$Q_l \text{ ou } Z_l = k_0 + k_1 E_l + k_2 B_l + k_3 Kfz_l + \ldots + k_n x_l$$

onde

Q_l ou Z_l = tráfego gerado pela região de tráfego l.
Soma de $Q_l + Z_l$ = valor procurado.

E_l, B_l, Kfz_l, x_l = variáveis independentes (fatôres de influência) da região de tráfego l, p. ex., habitantes, empregos, número de veículos, etc.

k_0, k_1, k_2, k_n = constantes encontradas pelo método dos mínimos quadrados.

1.2.2.2 Modêlo de distribuição do tráfego

O modêlo de distribuição do tráfego descreve a interdependência existente entre a distribuição do tráfego de duas regiões de tráfego entre si, e seus respectivos fatôres de influência recíproca. Por distribuição de tráfego F_{lJ} entende-se o tráfego, i. é, o número de viagens realizadas numa unidade de tempo entre as regiões de tráfego l e J. A apuração da distribuição atual do tráfego resulta do levantamento de tráfego, de acôrdo com C 1.2.1.
Para a forma matemática dos modelos de distribuição do tráfego, que são particularmente necessários quando da elaboração das prognoses, muitas vêzes deram bons resultados as chamadas "leis de gravitação", desenvolvidas a partir da Lei de Newton, de mesmo nome,



Trem surburbano — EFCB

porém mais aperfeiçoadas. Seu emprêgo na realização da prognose da distribuição do tráfego exige, contudo, grande dispêndio de tempo e cálculos técnicos que êste Estudo não comporta. A futura distribuição do tráfego será, assim, determinada pelo "método de fator médio", ilustrado em D 4.1.2.

1.2.2.3 Modêlo de repartição do tráfego

A elaboração de um modêlo de repartição torna-se necessária sempre que, no contexto de uma prognose, se pretende repartir o tráfego total prognosticado entre os diversos meios de transporte. Ao contrário dos modelos até aqui descritos, é quase impossível indicar para a repartição do tráfego um método incontestável e razoàvelmente comprovado.

O problema da repartição consiste na determinação das razões que levam o passageiro à escolha de determinado meio de transporte. Em regiões com alto grau de motorização e, consequentemente, acentuado tráfego individual, p. ex., a repartição é determinada por fatôres diferentes daqueles que influem nas regiões onde predomina o tráfego coletivo. Teve grande divulgação nos Estados Unidos um modêlo que determinava a repartição entre tráfego coletivo e individual, para cada relação de tráfego, em função da vantagem de tempo de viagem entre um e outro meio de transporte.

Todavia, um princípio desta natureza, baseada em diferenças de tempos de viagem ou em quocientes de tempos de viagem, sòmente é de se esperar em áreas de estudo com alto índice de carros particulares, pois só então será possível ao passageiro escolher livremente o meio de transporte que lhe convier, de acôrdo com a respectiva vantagem de tempo. Em países com motorização baixa não poderão ser empregados modelos de repartição dêsse tipo, nem mesmo na suposição de um futuro crescimento relativo da motorização. Para o emprêgo de um modêlo de repartição do tipo descrito é necessário que, já na época do estudo, possa ser discernida a referida interdependência entre a escolha do meio de transporte e a respectiva vantagem no tempo de viagem.

Em vista disso, e para poder considerar a situação do Rio de Janeiro, foi escolhido para o presente Estudo um modêlo de repartição que descreve uma relação entre a participação percentual do tráfego coletivo de origem e destino no tráfego total e o grau de motorização existente em cada região. Êsse modêlo, relativamente simples, tem sido usado com êxito nos Estados Unidos e poderá ser ainda aperfeiçoado com a introdução do parâmetro densidade demográfica.

Os resultados da repartição serão apresentados em forma de matrizes de viagens, sendo uma matriz de viagens para o tráfego individual e outra para o tráfego coletivo. A primeira não será utilizada no presente Estudo; poderá servir para outras pesquisas, como, p. ex., para cálculos da capacidade necessária da rêde de vias urbanas. A matriz de viagens para o tráfego coletivo constitui a base para o modêlo de alocação do tráfego tratado a seguir.

1.2.2.4 Modêlo de alocação do tráfego

O modêlo de alocação permite a repartição das parcelas de tráfego definidas acima pelas rêdes de itinerários dos diversos meios de transporte.

De acôrdo com o objetivo do presente Estudo sòmente interessa o problema da repartição da parcela de tráfego coletivo entre os sistemas de transporte coletivo existentes.

Ao contrário do que ocorre com o tráfego individual, a experiência a respeito do tráfego coletivo é insuficiente. No presente Estudo não foi desenvolvido qualquer modêlo cuja aplicação correspondesse à situação real, visto que a disparidade das tarifas no transporte coletivo no Rio de Janeiro teria dificultado sobremaneira uma simulação do comportamento do tráfego atual. Além disso, uma lei de alocação dessa natureza teria pouca ou nenhuma expressão, em virtude da projetada implantação futura de um convênio tarifário. A escolha dos itinerários de viagens seria feita, então, sem dúvida, com base em outros pontos de vista.

1.2.3 Sistemas de transporte existentes e suas rêdes de itinerários

O levantamento e a análise escrupulosa dos sistemas de transportes existentes são as bases evidentes para a elaboração de propostas de melhoramentos. Distingue-se entre sistemas de transporte para o tráfego coletivo e para o tráfego individual.

No contexto dêste Estudo classificam-se como tráfego coletivo:

tôdas as viagens em meios de transporte coletivo, ou seja, ônibus, bondes, trens e barcas, bem como as viagens de táxis.

Como tráfego individual são classificadas:

tôdas as viagens em carro particular.

Tráfego coletivo e tráfego individual, reunidos, formam o tráfego total.

Quanto ao tráfego coletivo urbano devem ser recolhidos dados sôbre:

a situação dos trechos e das linhas trafegadas, bem como das paradas ou estações,
os tempos de viagem dos meios de transporte coletivo,
a frequência de trens ou veículos (horários),
a capacidade das vias públicas, vias férreas, etc.,
os preços das passagens,
os volumes de tráfego ou solicitações.

Sôbre o tráfego individual cumpre conhecer:

a situação geográfica, comprimento e largura de ruas e cruzamentos,
a capacidade das ruas e cruzamentos,
os tempos de viagem dos meios de transporte individual,
a situação e capacidade das áreas de estacionamento,
os volumes de tráfego.

2. Estrutura urbanística

Como se depreende da evolução histórica do Rio de Janeiro e municípios vizinhos, a situação urbanística atual dessa área metropolitana é um reflexo dos problemas criados pelo incremento, exageradamente rápido, da população (cêrca de seis milhões de habitantes em 1968 — Fig. C1) que se distribui em manchas dentro da área reduzida entre o litoral e os últimos espigões graníticos da Serra do Mar.
Essas características topográficas, que justificam o título lendário de uma das cidades mais belas do mundo, têm criado para o Rio de Janeiro, há muito tempo, dificuldades particulares de urbanização, não apenas no setor dos transportes, senão, e principalmente, no campo de abastecimento de água e esgotos sanitários, dois setores ainda hoje insuficientes, mas que estão em acelerado desenvolvimento.
A falta de espaço tem conduzido a um aproveitamento mais racional das áreas existentes nas proximidades do Centro através da implantação das novas técnicas de urbanização (Cidade Nova); à expansão tentacular do perímetro urbano para áreas mais distantes através da abertura de túneis de acesso (Barra da Tijuca, Jacarepaguá); à criação de novas áreas pelo desmonte dos Morros do Castelo e de Santo Antônio, em pleno coração da metrópole, com o aproveitamento das suas terras na expansão progressiva de áreas periféricas do litoral (alargamento das Praias do Flamengo e Santa Luzia). Dentro em breve deverá ter início o alargamento da Praia de Copacabana. Também a ligação direta Rio-Niterói, através de ponte em fase inicial de construção deverá trazer novas áreas e, finalmente, a substituição sistemática das construções pequenas por edifícios cada vez mais altos multiplica as áreas disponíveis em tôda a área metropolitana.
O panorama urbanístico do Rio de Janeiro é sobremaneira influenciado pelos problemas de tráfego, de especial relevância em uma cidade cuja posição do núcleo comercial é acentuadamente excêntrica. No transporte de pessoas há predominância quase exclusiva dos ônibus, dos táxis e dos carros particulares. Isto explica o aspecto de atividade febril que caracteriza, por tôda a parte, a imagem urbanística da cidade, em permanente transformação através de obras construtivas que pretendem converter o Rio de Janeiro, por meio de novas avenidas, túneis, viadutos, abertura e alargamento de ruas, em uma "cidade em função do automóvel". Esclarecedora para a situação urbanística atual é a representação comparativa, contida na Fig. K1, dos custos dos terrenos na "micro-área". O valor V_o nela indicado representa o valor unitário para uma faixa de terreno de 1,0×36,0 m. Esta figura não mostra o valor comercial de um terreno, que frequentemente se situa bastante acima do valor V_o; fornece, porém, uma boa indicação para a avaliação relativa dos terrenos.

3. Estrutura sócio-econômica

Como ficou dito em C1, no contexto de uma análise necessária para o planejamento de tráfego será preciso investigar a estrutura sócio-econômica da Área de Estudo. A seguir serão abordados os seguintes elementos estruturais:

- população,
- empregos,
- matrículas escolares,
- carros particulares.

A fim de possibilitar o máximo aproveitamento dos dados existentes, para essas investigações a Área de Estudo será dividida em "grupos de zonas" (Fig. C2).
Êsses grupos de zonas são formados por "zonas", como segue:

a) Zonas 01 a 35: "micro-área".
Essas trinta e cinco zonas formam o anel interno da área metropolitana.
Entre elas, as zonas 01 a 04 correspondem à "área central".

b) Zonas 40 a 53: "Guanabara menos micro-área".
Essas quatorze zonas, que formam o anel intermediário da área metropolitana, coincidem com as seguintes Regiões Administrativas: 6 (parcialmente); 8 (parcialmente); 10; 11; 12 (parcialmente); 13 (parcialmente); 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21.

c) Zonas 60 a 75: "seis municípios fluminenses".

60 Queimados,	68 Duque de Caxias,
61 Nova Iguaçu,	69 São Gonçalo,
62 Nilópolis,	70 Neves,
63 Olinda,	71 Sete Pontes,
64 Belfort Roxo,	72 Monjolo,
65 Coelho da Rocha,	73 Ipiíba,
66 São Mateus,	74 Niterói,
67 São João de Meriti,	75 Itaipu.

Estas zonas formam o anel externo da área metropolitana.
Nêste Estudo estas zonas foram reunidas em seis municípios, a saber:

60, 61 e 64	— sob o N° 61: Município de Nova Iguaçu,
62 e 63	— sob o N° 62: Município de Nilópolis,
65, 66 e 67	— sob o N° 67: Município de São João de Meriti,
68	— sob o N° 68: Município de Duque de Caxias,
69, 70, 71, 72 e 73	— sob o N° 69: Município de São Gonçalo,
74 e 75	— sob o N° 74: Município de Niterói.

d) Zonas 80 e 81: Zonas Coletoras "Norte" e "Leste", sitas fora da "macro-área".

Fig. C1
Crescimento populacional – Guanabara

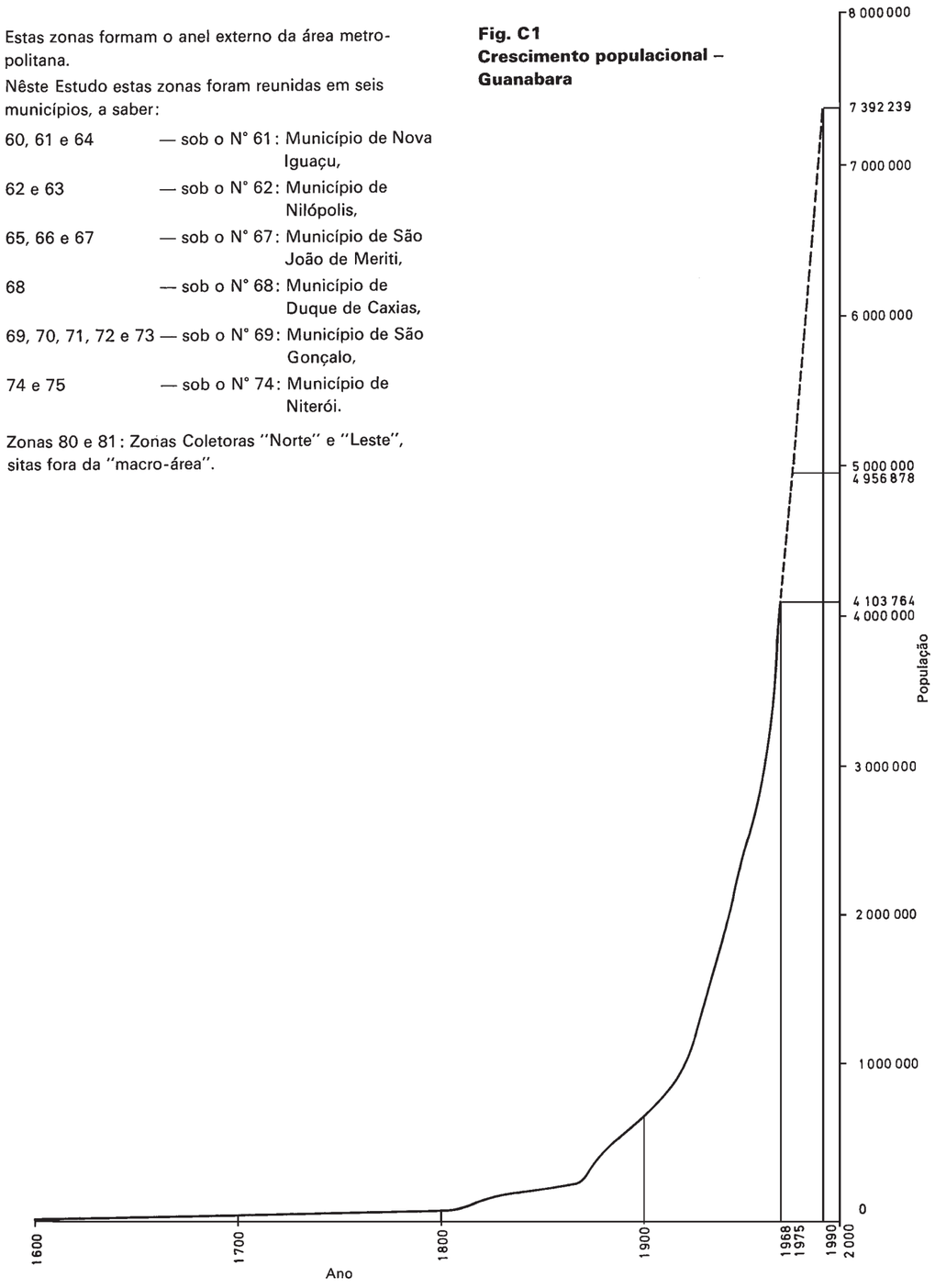
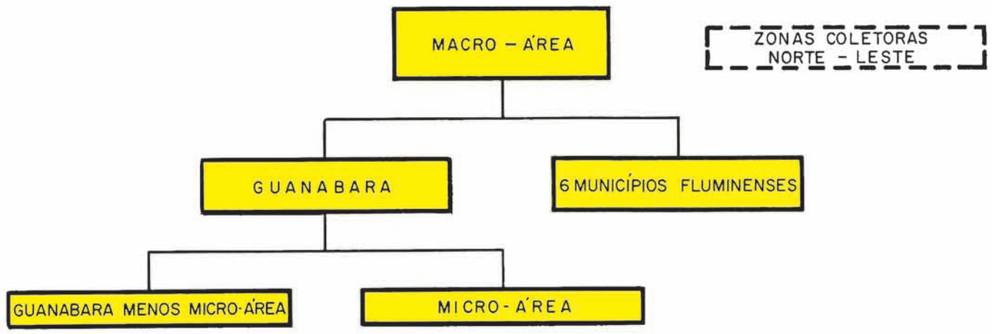


Fig. C2
Grupos de zonas da Área de Estudo



3.1 **População**

A população de tôdas as unidades espaciais que compõem a "macro-área" (municípios, regiões administrativas, circunscrições censitárias) deverá ser apurada para o ano de 1968.

Acontece, porém, que só se dispõe de resultados de censos demográficos gerais para anos anteriores, e, mesmo assim, nem sempre para as mesmas unidades espaciais atualmente existentes e consideradas no Estudo.

Por conseguinte, a população para 1968 só pode ser calculada através de estimativa, com base evidentemente nos resultados disponíveis de censos anteriores. Uma das dificuldades encontradas é a compatibilização das unidades espaciais utilizadas nos censos de 1940, 1950 e 1960, com as empregadas no presente Estudo.

3.1.1 População do Brasil

Embora a projeção para a população da "macro-área" em 1968 possa ser considerada apenas como projeção a curto prazo, baseada nos dados do censo de 1960, não seria lógico utilizar para ela métodos diferentes dos que serão empregados mais tarde para a prognose das populações a longo prazo — até 1990.

A maneira mais indicada é de partir do exame do desenvolvimento demográfico de todo o Brasil. Isso não significa que seja considerada, para a Guanabara e tôda a "macro-área", a mesma evolução constatada para o Brasil inteiro; de certa forma a estimativa da população da "macro-área" depende, entretanto, a longo prazo, da evolução da população do país.

A vantagem de se adotar como base a evolução de todo o país reside no fato de que são muito mais corretas as estimativas para um conjunto numeroso de unidades do que para cada unidade separadamente, a menos que se disponha de dados precisos sôbre os movimentos de migração interna, o que, porém, não é o caso. É que êsses movimentos migratórios, importantíssimos entre as unidades, anulam-se mùtuamente quando se considera o conjunto do país, para o qual só importa a imigração de estrangeiros a qual, nos últimos tempos, tem sido muito reduzida, e que, provàvelmente, em um futuro não muito distante, não terá mais nenhuma significação decisiva, desde que seja mantida a atual política de imigração.

O Instituto de Pesquisa Econômica e Social Aplicada (IPEA), do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral apresentou estimativas da população do Brasil até 1980 utilizando o chamado "método das componentes". Essas estimativas foram adotadas e estendidas até 1990 (Tab. C1).

Os dados dessa tabela até 1960 são os constantes dos registros censitários; os valôres a partir de 1965 constituem estimativas.

3.1.2 População do Estado da Guanabara

A população da Guanabara apresenta um crescimento algo mais acelerado do que a do conjunto do país, como pode ser apreciado na Tab. C2.

Para projetar o crescimento demográfico da Guanabara pode ser admitido:

a) que a percentagem da população da Guanabara em relação à população do Brasil aumenta gradativamente,

b) que, no entanto, êsse aumento venha a se atenuar à medida que cresce a população,

c) que essa percentagem tende para um limite finito (naturalmente inferior à unidade).

Essas condições são satisfeitas pela expressão:

$$\pi_t = \frac{A \cdot P_t + B}{P_t + C}$$

Aplicando-se os valôres da Tab. C2 foram obtidos os parâmetros A, B e C e em seguida os valôres da população indicados na Tab. C3.

A população da Guanabara em 1968 foi interpolada por uma expressão exponencial dêsses valôres.

Após alguns ajustamentos e correções obteve-se, para a Guanabara em 1968, o valor de: $P_{68} = 4\,103\,764$ habitantes.

3.1.3 População da "micro-área"

A projeção da população da "micro-área" para 1968 baseou-se igualmente nos resultados dos censos de 1940, 1950 e 1960. Entretanto, sòmente em 1960 as 35 zonas da "micro-área" coincidiam com as circunscrições censitárias (C.C.) (IBGE, Censo de 1960: Sinopse Preliminar do Estado da Guanabara do Serviço Nacional de Recenseamento). Nos censos de 1940 e 1950, entretanto, as unidades espaciais utilizadas para o recenseamento correspondiam a unidades estabelecidas para efeitos fiscais (circunscrições fiscais, C.F.), segundo o Decreto 9549, de 5 de janeiro de 1949, da então Prefeitura do Distrito Federal.

Como, para a projeção da população das zonas da "micro-área" para 1968, era imprescindível utilizar também os resultados dos censos de 1940 e 1950, optou-se por uma alternativa que consistia em projetar, de início, as populações das circunscrições fiscais para 1960, com base nos resultados censitários de 1940 e 1950. Em seguida, o número de habitantes recenseados em cada circunscrição censitária

Tab. C1
População do Brasil (1940 a 1990)

Ano	População 1 000 habitantes
1940	41 236
1950	51 944
1960	70 967
1965	81 051
1970	93 292
1975	107 183
1980	122 992
1985	141 022
1990	161 612

Tab. C2
Comparação entre o desenvolvimento demográfico do Estado da Guanabara e do Brasil

Ano	População da Guanabara (π_t)	População do Brasil (P_t)	Relação GB/BR
1940	1 764 000	41 236 315	0,04278
1950	2 377 000	51 944 397	0,04576
1960	3 307 000	70 967 185	0,04660

Tab. C3
Estimativa da população do Estado da Guanabara (1965 a 1990)

Ano	População estimada 1 000 habitantes
1965	3 747
1970	4 319
1975	4 957
1980	5 702
1985	6 540
1990	7 392

de 1960 foi comparado com a projeção para a circunscrição fiscal ou o grupo de circunscrições fiscais a ela correspondente, i. é, na qual estava contida, no todo ou em parte.

A Tab. C1 (A) constante do Anexo a C3.1.3, apresenta os resultados dêsse ajustamento. Finalmente, com base nesses dados, foi encontrada a população indicada na Tab. C4 para cada zona da "micro-área", em 1968, como está descrito no Anexo a C3.1.3.

3.1.4 População da "Guanabara menos micro-área"

Um problema que se apresentou para a projeção da população em 1968 foi a não-coincidência dos limites de quatro dentre as quatorze regiões administrativas, com os das circunscrições censitárias, no limite da "micro-área" com a "Guanabara menos micro-área", o que implicava no risco de dupla contagem da população. Foi, portanto, utilizado o seguinte critério, que parece justificável: em um mapa, na escala 1:50 000, publicado pelo Serviço Geográfico do Exército, que mostra as áreas urbanizadas da Guanabara e dos "seis municípios fluminenses", foram demarcadas as regiões administrativas e as circunscrições censitárias (Fig. C3). Salientadas as partes comuns e as superposições, a população foi distribuída pelas circunscrições censitárias, proporcionalmente às respectivas áreas urbanizadas. Dá-se isto em áreas originalmente pertencentes às Regiões Administrativas da Lagoa, Tijuca, Méier e Engenho Nôvo. Em tôdas as tabelas do presente Estudo que abrangem essas Regiões Administrativas, será acrescentada, a cada uma delas, a palavra "parcialmente", entre parênteses, para assinalar essa condição.

A população para 1968 foi projetada com base nas populações das regiões administrativas encontradas em 1960, e nas pesquisas correspondentes constantes dos "Estudos Cariocas" de 1965, em três etapas:

a) Os números provisórios de população foram corrigidos para valôres definitivos (Anexo a C3.1.3).

b) Foram utilizados para 1940, 1945, 1950 e 1955 apenas os números totais das populações dessas regiões administrativas. De 1965 em diante cada região administrativa foi projetada individualmente.

c) Os números totais das populações em 1940, 1945, 1950 e 1955 foram distribuídos pelas regiões administrativas nas mesmas proporções observadas em 1960.

A Tab. C4 indica o resultado para 1968.

3.1.5 População dos "seis municípios fluminenses"

Para o cálculo da população dêsses seis municípios para 1968 foi feita inicialmente uma estimativa da população total do Estado do Rio de Janeiro nesse ano. Essa estimativa baseia-se na comparação do crescimento demográfico daquele Estado com o do Brasil, de acôrdo com os censos de 1940, 1950 e 1960 (Tab. C5). Em seguida foi feita a projeção da população do Estado do Rio de Janeiro para 1965 e 1970, de modo análogo ao que foi feito em C3.1.2 para o Estado da Guanabara (Tab. C6).

Da interpolação para 1968, também pelo mesmo processo utilizado para a Guanabara, resultou para o Estado do Rio de Janeiro um total de 4 190 107 habitantes.

A Tab. C4 fornece a parcela dessa população para os "seis municípios fluminenses" situados na "macro-área", distribuída pelo mesmo critério já empregado para a distribuição da população da "Guanabara menos micro-área" pelas suas regiões administrativas.

A utilização exclusiva dos censos de 1950 e 1960 — excluindo o de 1940 — foi determinada pelo fato de que nesse ano os limites dos municípios mencionados eram diferentes, não sendo possível uma comparação com 1950 e 1960.

3.1.6 População da "macro-área"

A Tab. C4 apresenta, por zonas, a população projetada para 1968, a área urbanizada e a densidade demográfica da "micro-área", da "Guanabara menos micro-área" e dos "seis municípios fluminenses" que, no conjunto, constituem a "macro-área", i. é, a Área de Estudo. As populações também poderão ser vistas nas Fig. C4 e C5.

Tab. C4
Área, população, área urbanizada e densidade demográfica (1968)

	Zonas	Área km²	Populacáo Nº de habitantes	Area urbanizada km²	Densidade demográfica hab./ha
01	Candelária	2,72	7 016	2,72	25,79
02	Norte- Sul	1,67	14 031	1,64	85,55
03	Pedro II	1,69	31 570	1,69	186,80
04	Lapa	0,55	17 539	0,55	318,89
05	Gamboa	2,76	22 557	2,76	81,72
06	Mangue	1,38	21 277	1,38	154,18
07	Rio Comprido	3,93	76 525	1,82	420,46
08	Santa Teresa	7,61	78 789	3,07	256,64
09	Catete	0,75	30 402	0,45	675,60
10	Flamengo	1,89	63 725	1,89	337,16
11	Laranjeiras	3,67	70 881	1,52	466,32
12	Botafogo	5,65	121 014	4,31	280.77
13	Urca	1.99	12 940	0,70	184,85
14	Leme	1,17	23 737	0,65	365,18
15	Copacabana	4,05	207 305	2,77	748,39
16	Lagoa	1,75	18 051	1,10	164,10
17	Ipanema	1,63	65 352	1,63	400,93
18	Leblon	1,94	46 642	1,65	282,67
19	Gávea	10,84	50 121	2,11	237.54
20	Tijuca	18,94	123 772	2,80	442,04
21	Andaraí	2,54	59 317	2,31	256,78
22	Maracanã	3,26	73 586	2,89	254,62
23	Vila Isabel	3,27	58 871	2,10	208,33
24	Grajaú	2,19	32 515	1,52	213,91
25	Lins de Vasconcelos	3,61	34 592	1,26	274,53
26	Engenho Nôvo	3,22	59 838	2,47	242,25
27	Méier	3,21	59 357	3,15	188,43
28	Engenho de Dentro	3,26	53 847	2,65	203,19
29	Cachambi	1,75	33 068	1,30	254,36
30	Riachuelo	3,83	51 914	2,82	184.09
31	Jacarèzinho	0,39	58 570	0,39	1 501,79
32	Benfica	4,07	34 584	2,47	140.01
33	Caju	2,64	17 837	2,28	78,23
34	São Cristóvão	6,36	73 866	5,35	138,06
35	Serra dos Três Rios	10.04	——	0,15	——
	"Micro-área"	130,22	1 805 008	70,32	256,68
40	Santa Cruz	158,99	75 524	12,23	61.75
41	Campo Grande	294,75	187 078	27,86	67,15
42	Bangu	106,41	295 630	25,56	115,66
43	Jacarepaguá	276,81	178 071	19,93	89,35
44	Madureira	44,29	401 641	25,41	158,06
45	Irajá	36,12	308 333	21,27	144,96
46	Penha	19.94	254 057	14,87	170,85
47	Ilha do Governador	33,53	70 905	17,55	40,40
48	Ilha de Paquetá	1,09	4 850	0,62	78,22
49	Méier (parcial)	16,17	205 401	11,75	174,80
50	Ramos	22,10	243 895	14,02	173,96
51	Engenho Nôvo (parcial)	5,38	40 112	2,65	151,36
52	Tijuca (parcial)	13,73	7 622	0,08	95,27
53	Lagoa (parcial)	11.47	25 637	0,95	269,86
	"Guanabara menos micro-área"	1 040,78	2 298 756	194,75	118,03
	Guanabara	1 171,00	4 103 764	265,07	154,82
60	Queimados	321,00	496 511	68,32	72,67
61	Nova Iguaçu				
64	Belfort Roxo				
62	Nilópolis	10,00	132 262	8,42	157,08
63	Olinda				
65	Coelho da Rocha	34.00	273 817	20,28	135,01
66	São Mateus				
67	São João de Meriti				
68	Duque de Caxias	195.00	351 258	88,85	39,53
69	São Gonçalo	228.00	333 545	45,49	73.32
70	Neves				
71	Sete Pontas				
72	Monjolo				
73	Ipiíba				
74	Niterói	130,00	287 592	25,50	112.78
75	Itaipu				
	"6 municípios fluminenses"	918.00	1 874 985	256,86	73,00
	"Macro-área"	2 089,00	5 978 749	521,93	114,55

Tab. C5
Comparação entre o desenvolvimento demográfico do Estado do Rio de Janeiro e do Brasil

Ano	População do Estado do Rio de Janeiro	População do Brasil	Relação RJ/BR
1940	1 847 857	41 236 315	0,04481
1950	2 297 194	51 944 397	0,04422
1960	3 402 728	70 967 185	0,04795

Tab. C6
Estimativa da população do Estado do Rio de Janeiro (1965 e 1970)

Ano	População estimada
1965	3 833 662
1970	4 446 244

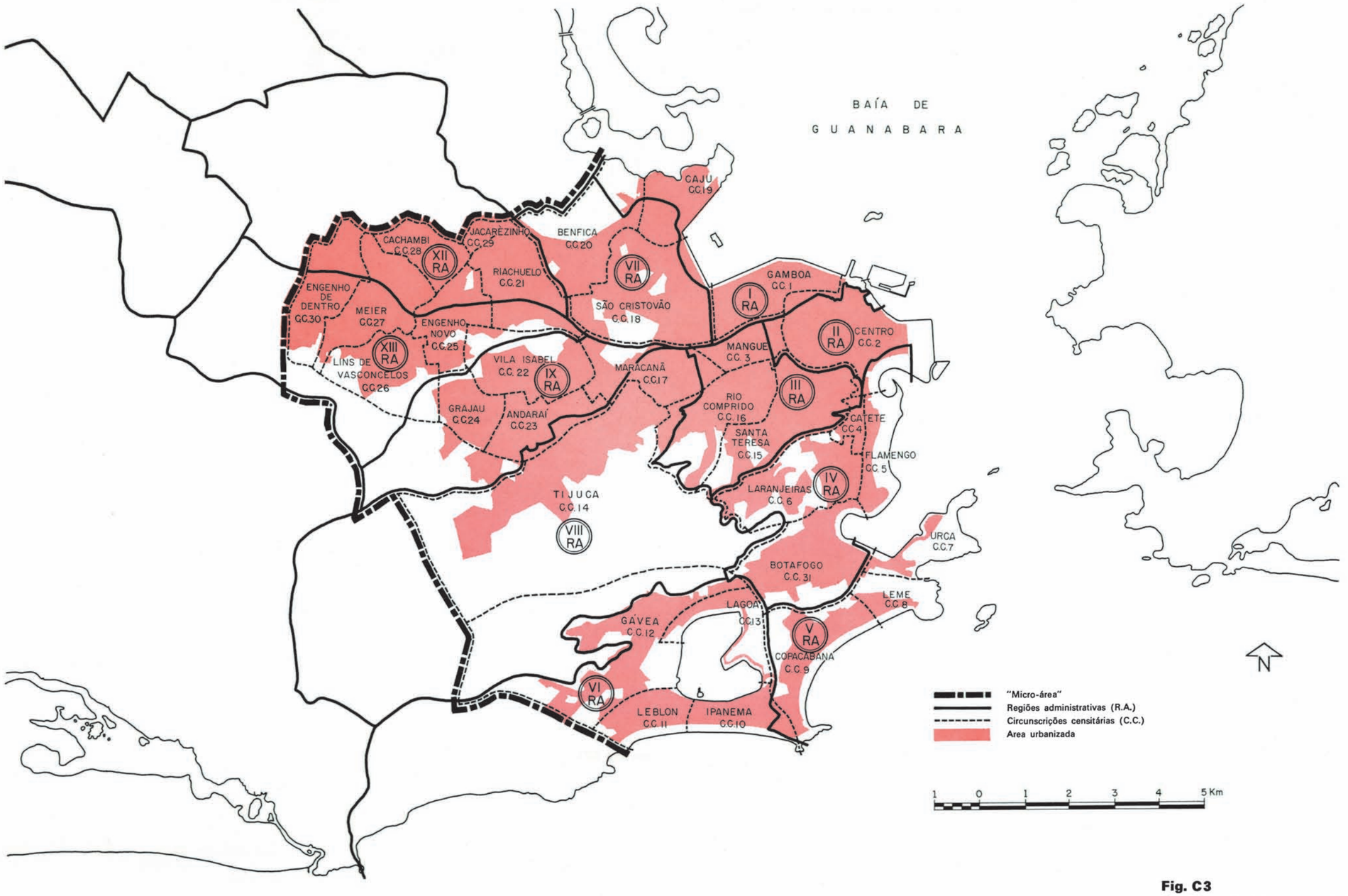
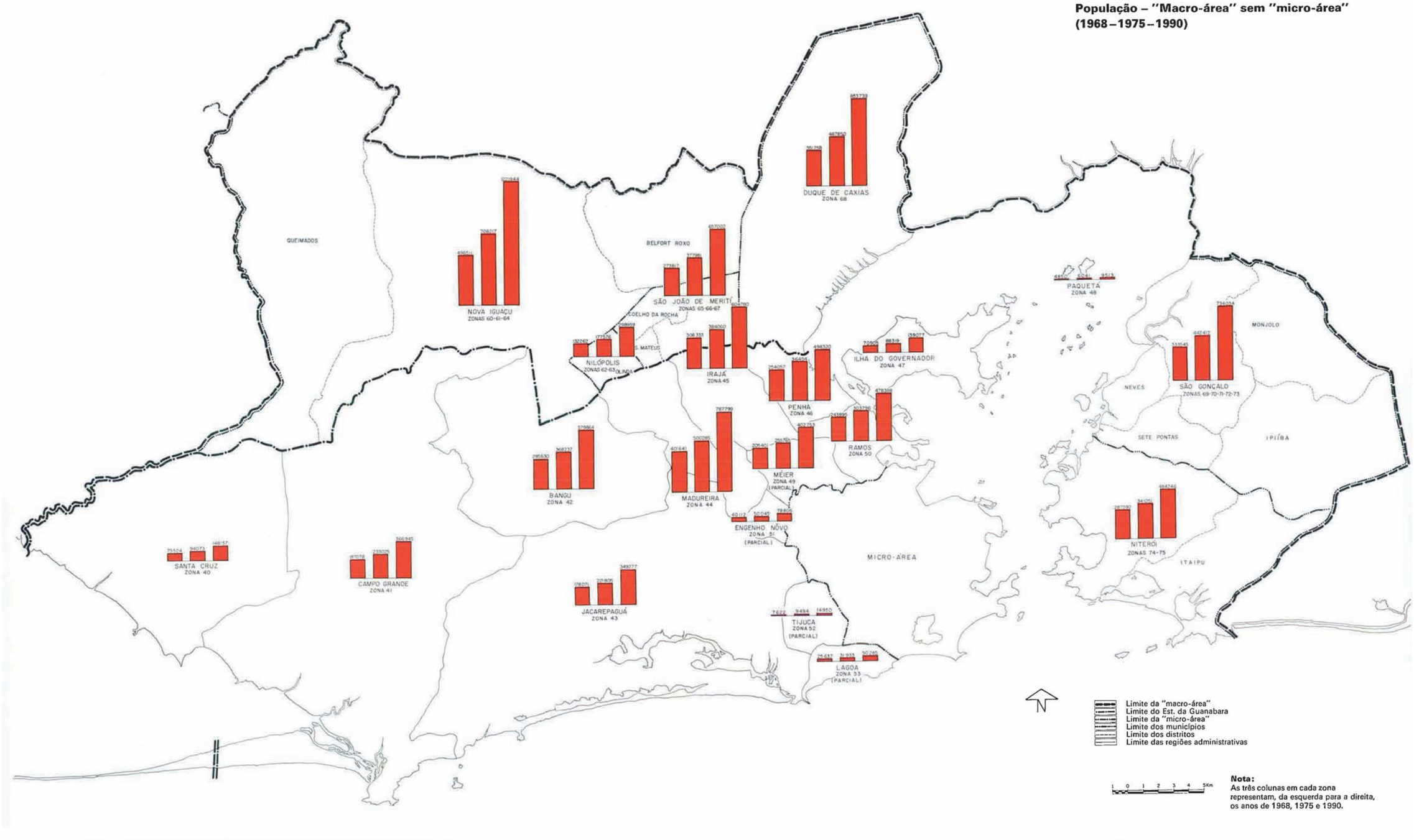


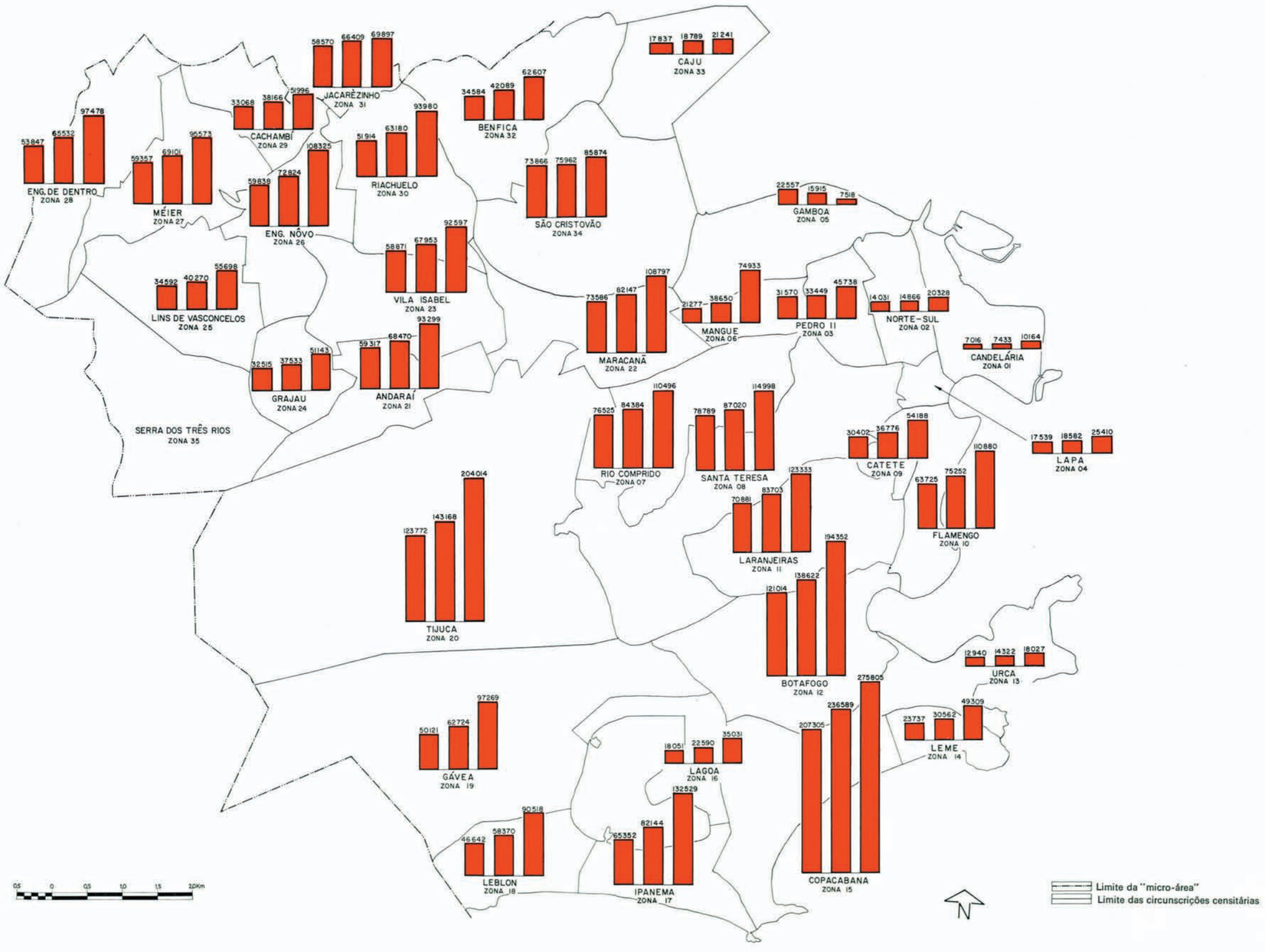
Fig. C3
Regiões administrativas e circunscrições censitárias na "micro-área" (1968)

Fig. C4
População – ''Macro-área'' sem ''micro-área''
(1968–1975–1990)



Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990.

Fig. C5
População – "Micro-área"
(1968 – 1975 – 1990)



Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990.

3.1.7 Distribuição espacial da população

Um exame da Tab. C4 ressalta a importância da população da Guanabara (4 103 764 habitantes), com 68,6%, bem como a relevância da população da "micro-área" (1 805 008 habitantes), com 30,2% da população da "macro-área" (5 978 749 habitantes).
É na "micro-área" que se encontram as zonas de mais altas densidades, quais sejam: Copacabana (748,39 habitantes/ha), Catete (675,60 habitantes/ha), etc.
De um modo geral, as densidades da "micro-área" estão acima de 200 hab/ha, o que prova representar o anel interno da "macro-área" realmente o núcleo polarizador de tôda a região objeto do presente Estudo.
A "Guanabara menos micro-área", com uma média de 100/120 hab/ha não apresenta densidade relevante, embora tenha um contingente populacional ponderável — 2 298 756 habitantes, ou 38,5% da população total da "macro-área". Por êste motivo apresenta elevada potencialidade de crescimento.
Os "seis municípios fluminenses" apresentam uma população de 1 874 985 habitantes (31,4% da população da "macro-área") com elevados contingentes populacionais por zona. Devido à grande extensão de suas áreas urbanizadas — 256,86 km² — possuem, todavia, densidades baixas, se bem que passíveis de acentuada elevação no futuro. Tôdas as zonas, com exceção de Nilópolis (157,08 hab/ha) apresentam valôres inferiores a 150 hab/ha.
Depreende-se do exposto que em 1968 a "micro-área" encontra-se em vias de saturação oferecendo pouca ou nenhuma possibilidade de expansão por incorporação de novas áreas urbanizadas. Seu crescimento no futuro dar-se-á, pois, verticalmente. Ao contrário, a "Guanabara menos micro-área" e os "seis municípios fluminenses" polarizados pela metrópole, apresentam ainda consideráveis áreas urbanizáveis. Isso representa uma reserva natural para a expansão da população metropolitana.

3.1.8 População das favelas

Desde que no princípio dêste século o Morro da Favela começou a ser habitado por presumíveis milicianos e suas famílias, egressos da campanha de Canudos, as favelas são, antes que um problema, a resposta das populações rurais ao fenômeno da urbanização. Atraído pelos empregos mais numerosos e mais bem remunerados das cidades, onde as atividades secundárias e terciárias floresciam, o habitante do campo, em sua maioria subempregado, migrou para a cidade, em larga escala, nas décadas de 40 e 50.
A indústria de construção civil nas metrópoles São Paulo e Rio de Janeiro absorveu fortes porções de mão-de-obra subempregada e não qualificada dos campos.
É interessante verificar que a migração do campo para a cidade não se fêz, o mais das vêzes, em uma só etapa. Em uma primeira etapa, o migrante escalava em uma cidade ou vila próxima à metrópole e só após decorrido algum tempo ousava o salto para a grande cidade.
A favela é, pois, uma solução espontânea e natural das populações de baixa renda que não encontram moradia barata nas proximidades do local de trabalho. Para isso muito contribuem os códigos de obras e as leis que regem o uso do solo urbano.
Cumpre frisar que no caso da Guanabara a população favelada provém, na maioria, dos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Êsse fato está comprovado na Tab. C7, baseada na publicação "Favelas" do censo de 1960, o que impõe a correção do conceito tradicional de que a grande maioria da população favelada seria de origem nordestina, de lá tangida pela fome, pela sêca e pela miséria.
Em 1960 62,8% dos favelados na Guanabara provinham dos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro, ao passo que sòmente 26,0% eram oriundos dô Nordeste e 11,2% dos demais estados do Brasil ou do exterior.
É extremamente difícil estimar-se o número de favelados em 1968 na Guanabara e na "macro-área", em virtude da disparidade dos dados e informações e da duvidosa fidelidade dos mesmos. Também constitui um problema básico a falta de um critério homogêneo para a definição de "favela". Às vêzes o critério utilizado é a forma desordenada das construções, sempre em desacôrdo com as posturas municipais, ou então, o tipo de material de construção empregado. Muitas aglomerações classificadas como favelas — Jacarèzinho é um bom exemplo — não passam de bairros mal urbanizados, sem arruamento, onde predominam construções de alvenaria e não os tradicionais barracos de madeira.
A Tab. C8 mostra os resultados de alguns levantamentos feitos entre 1949 e 1967, da população favelada da Guanabara.
A estimativa da população favelada constante da Tab. C9 para 1968 baseia-se, quanto aos dados relativos à Guanabara, nos resultados do censo de 1960 (Tab. C8) atualizados, tanto quanto possível, com o auxílio dos dados da Secretaria de Serviços Sociais do Estado da Guanabara. Foram introduzidas algumas correções, porquanto a referida Secretaria admite a possibilidade de uma margem de êrro de 10% a 20% nos seus levantamentos.
Os dados relativos a Niterói baseiam-se na publicação do Departamento Estadual de Estatística do Estado do Rio de Janeiro "Niterói em Números", de novembro de 1965.
Não foi possível obter informações razoàvelmente fidedignas para os demais municípios fluminenses da "macro-área".

Tab. C7
População favelada da Guanabara segundo suas origens (1960)

Estados	Número	%
Estados do Nordeste	46 304	26,0
Minas Gerais	38 430	21,6
Espírito Santo	16 143	9,1
Rio de Janeiro	56 946	32,1
Demais estados e exterior	19 948	11,2
Total	177 771	100,0

Tab. C8
População favelada da Guanabara segundo diversas fontes de informação

Fonte	Número de domicílios	População	Ano
Serviço Nacional de Febre Amarela	90 000	280 000	1949
Serviço Nacional de Recenseamento	69 690	335 063	1960
Serfhau (Serviço Federal de Habitação e Urbanismo)	174 635	965 147	1961
Cedug-Doxiadis	72 424	398 332	1965
Secretaria de Serviços Sociais GB	162 741	760 000	1967

Tab. C10
Pessoal ocupado por setores de atividade – Total dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro (1.° trimestre de 1968)

Setores de atividade	Número	%
Indústria e mineração	662 000	24,7
Comércio	363 000	13,5
Serviços de administração pública, transportes e comunicações	1 166 000	43,5
Agricultura, caça e pesca e extração vegetal	245 000	9,1
Outras atividades não especificadas	248 000	9,2
Total	2 684 000	100,0

Tab. C9
População favelada da Guanabara e de Niterói (1968)

	Zonas	Número
01	Candelária	—
02	Norte-Sul	—
03	Pedro II	—
04	Lapa	—
05	Gamboa	6 833
06	Mangue	—
07	Rio Comprido	31 464
08	Santa Teresa	9 848
09	Catete	4 691
10	Flamengo	—
11	Laranjeiras	2 164
12	Botafogo	12 710
13	Urca	—
14	Leme	—
15	Copacabana	9 926
16	Lagoa	8 009
17	Ipanema	4 517
18	Leblon	12 963
19	Gávea	11 938
20	Tijuca	23 437
21	Andaraí	10 407
22	Maracanã	14 978
23	Vila Isabel	6 899
24	Grajaú	749
25	Lins de Vasconcelos	13 146
26	Engenho Nôvo	11 215
27	Méier	—
28	Engenho de Dentro	—
29	Cachambi	—
30	Riachuelo	—
31	Jacarèzinho	58 252
32	Benfica	7 809
33	Caju	12 742
34	São Cristóvão	24 753
35	Serra dos Três Rios	
	"Micro-área"	300 266
40	Santa Cruz	5 000
41	Campo Grande	7 600
42	Bangu	18 010
43	Jacarepaguá	6 460
44	Madureira	14 520
45	Irajá	73 410
46	Penha	73 740
47	Ilha do Governador	11 975
48	Ilha de Paquetá	259
49	Méier (parcial)	21 460
50	Ramos	89 385
51	Engenho Nôvo (parcial)	
52	Tijuca (parcial)	1 100
53	Lagoa (parcial)	64 889
	Guanabara	683 074
74	Niterói	17 572
75	Itaipu	
	"Macro-área"	700 646

3.2 **Empregos**

Partindo de dados estatísticos existentes chegou-se ao número de ocupados em tôda a "macro-área" a ser pesquisada, os quais, depois de separados por setores de atividade, foram distribuídos pelos empregos.
Em C3.2.2 a distribuição dêsse pessoal ocupado pelos empregos será esclarecida mais pormenorizadamente.
Por fim, em C3.2.3 acham-se breves considerações sôbre o pessoal ocupado das favelas.

3.2.1 Pessoal ocupado da "macro-área" e sua distribuição pelos empregos, segundo os setores de atividade

Para obtenção do pessoal ocupado da "macro-área", em 1968, por setores — indústria, comércio e serviços — foram utilizados como dados de partida os elementos publicados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, sob o título "Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios — Resultados Preliminares — 1.° trimestre de 1968", referentes à Região I — Guanabara e Rio de Janeiro.
Como êsses elementos foram apresentados globalmente para as duas unidades da Federação foi preciso fazer uma revisão a fim de ressaltar as peculiaridades da Guanabara e dos "seis municípios fluminenses".
Para esta revisão os dados acima citados foram confrontados com os censos econômicos de 1940, 1950 e 1960; com os dados do Departamento Nacional de Mão-de-Obra do Ministério do Trabalho e Previdência Social referentes ao mês de março de 1967 e de 1968; com uma publicação do Departamento Estadual de Estatística da Secretaria de Administração Geral do Estado do Rio de Janeiro; e, no que tange ao setor industrial da Guanabara, com a publicação "Anuário 1968" da Federação das Indústrias do Estado da Guanabara (FIEGA).
Chegou-se assim a estimar o número de ocupados na Guanabara e nos "seis municípios fluminenses", em relação à população dessas duas regiões da "macro-área", e a distribuí-los pelos empregos de acôrdo com seus diferentes setores de atividade.
A Tab. C10 dá o número de ocupados, por setores de atividade, nos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro, no 1.° trimestre de 1968, de acôrdo com a mencionada publicação "Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios".
Com a população total indicada por essa publicação para ambos os Estados, 8 374 000 habitantes, a parcela média de ocupados eleva-se então a 32,1%. No Anexo a C3.2.1 serão expostas as considerações que, finalmente, levaram à distribuição do pessoal ocupado nos diversos grupos de zonas da "macro-área" em 1968 pelos empregos, de acôrdo com os setores de atividade.

3.2.2 Distribuição dos empregos pelas zonas, segundo os setores de atividade

3.2.2.1 Empregos em todos os setores de atividade

A Tab. C11 mostra a população da Guanabara e dos "seis municípios fluminenses" e a parcela da mesma referente ao pessoal ocupado. Observa-se além disso a distribuição pelos empregos dêsse pessoal ocupado, de acôrdo com os setores de atividade.
Não foi considerado, por não interessar ao Estudo, o pessoal ocupado no setor primário (agricultura) no Estado da Guanabara, de resto irrelevante, por responder por menos de 2,0% do total do pessoal ocupado.

Estão, porém, incluídos os comutadores ("commuters"), i.é, ocupados que residindo nos "seis municípios fluminenses" vêm, todos os dias, trabalhar na Guanabara.

O número dêsses comutadores, que constituem grupo interessante para um estudo de tráfego, resulta da diferença entre o total dos empregos nos diversos setores de atividade dos "seis municípios" e o total dos ocupados nesses mesmos municípios. Constituem nada menos que 36,0% do pessoal ocupado nos "seis municípios".
Se se compararem os dados da Guanabara com os dados da Tab. C10, referentes à indústria, ver-se-á que coincidem; o setor de serviços é bem mais importante, se considerada sòmente a Guanabara; acresce o fato de que, nos dados constantes da Tab. C11, relativos a serviços na Guanabara, acham-se englobados os ocupados em "outras atividades". Essa rubrica contém, o mais das vêzes, tôda sorte de ocupações típicas de subemprêgo (biscateiros, etc.).
Também o setor de comércio, como era de se esperar, é mais importante na Guanabara que nos "seis municípios fluminenses".

Assim é que, finalmente, na Guanabara, a soma dos percentuais do pessoal ocupado na indústria, no comércio e em serviços atinge o valor 100, enquanto que nos "seis municípios fluminenses", além dêsses três setores de atividade, há também um elevado número de ocupados na agricultura, etc.
Na Tab. C12, ao contrário da Tab. C11, a Guanabara foi subdividida em "micro-área" e "Guanabara menos micro-área". Aí porém, sòmente mereceram atenção os empregos nos setores de atividade que oferecem maior importância para o planejamento do tráfego, o que não acontece, p. ex., com a agricultura.
A Tab. C13 contém os dados da Tab. C12, convertidos em percentagens relativas à "macro-área".
Das 1 757 536 pessoas ocupadas em atividades mais importantes na "macro-área", 1 494 608, i. é, 85%, trabalham na Guanabara; os restantes 15% trabalham nos "seis municípios fluminenses".

Tab. C11
População, pessoal ocupado e distribuição dos empregos por setores de atividade na "macro-área" (1968)

Grupos de zonas	Popu-lação	Pessoal ocupado					Empregos									
		Total		Comutadores			Total		Indústria		Comércio		Serviços		Agricultura e outras	
		Número	% de 2	Número	% de 3		Número	% de 5	Número	% de 5	Número	% de 5	Número	% de 5	Número	% de 5
1	2	3		4			5		6		7		8		9	
Nova Iguaçu	496 511	167 324	33,7	51 989	31,1		115 335	58,9	14 895	12,9	11 211	9,7	35 344	30,7	53 885	46,7
Nilópolis	132 262	42 192	31,9	25 465	60,4		16 727	39,6	2 881	17,2	2 833	17,0	9 705	58,0	1 308	7,8
S. João Meriti	273 817	84 062	30,7	55 012	65,4		29 050	34,6	3 766	13,0	4 017	13,8	18 493	63,7	2 774	9,5
D. Caxias	351 258	116 653	33,2	28 403	24,3		88 250	75,7	17 964	20,3	8 749	9,9	30 679	34,8	30 858	35,0
S. Gonçalo	333 545	101 064	30,3	29 552	29,2		71 512	70,8	9 339	13,1	8 154	11,4	24 988	34,9	29 031	40,6
Niterói	287 592	97 781	34,0	28 679	29,3		69 102	70,7	16 417	23,8	11 223	16,2	32 270	46,7	9 192	13,3
"6 municípios fluminenses"	1 874 985	609 076	32,5	219 100	36,0		389 976	64,0	65 262	16,7	46 187	11,8	151 479	38,9	127 048	32,6
Guanabara	4 103 764	1 275 508	31,1	219 100	17,2		1 494 608	117,2	378 359	25,3	306 285	20,5	809 964	54,2	—	—
"Macro-área"	5 978 749	1 884 584	31,5	—	—		1 884 584	100,0	443 621	23,6	352 472	18,7	961 443	51,0	127 048	6,7

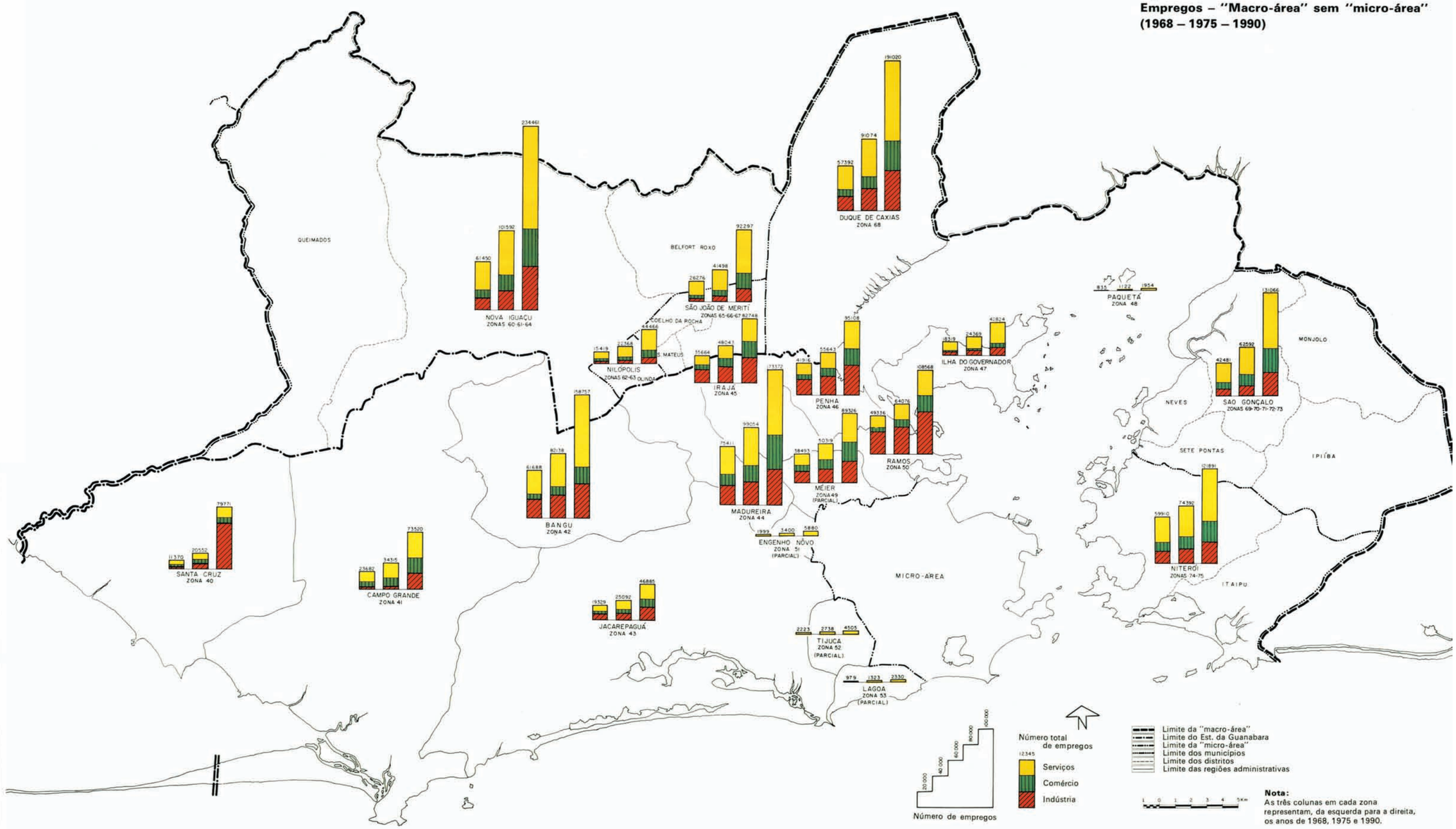
Tab. C12
Empregos nos setores de atividade mais importantes – Número (1968)

Grupos de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	227 062	245 567	640 735	1 113 364
"Guanabara menos micro-área"	151 297	60 718	169 229	381 244
Guanabara	378 359	306 285	809 964	1 494 608
"6 municípios fluminenses"	65 262	46 187	151 479	262 928
"Macro-área"	443 621	352 472	961 443	1 757 536

Tab. C13
Empregos nos setores de atividade mais importantes – Percentagens relativas à "macro-área" (1968)

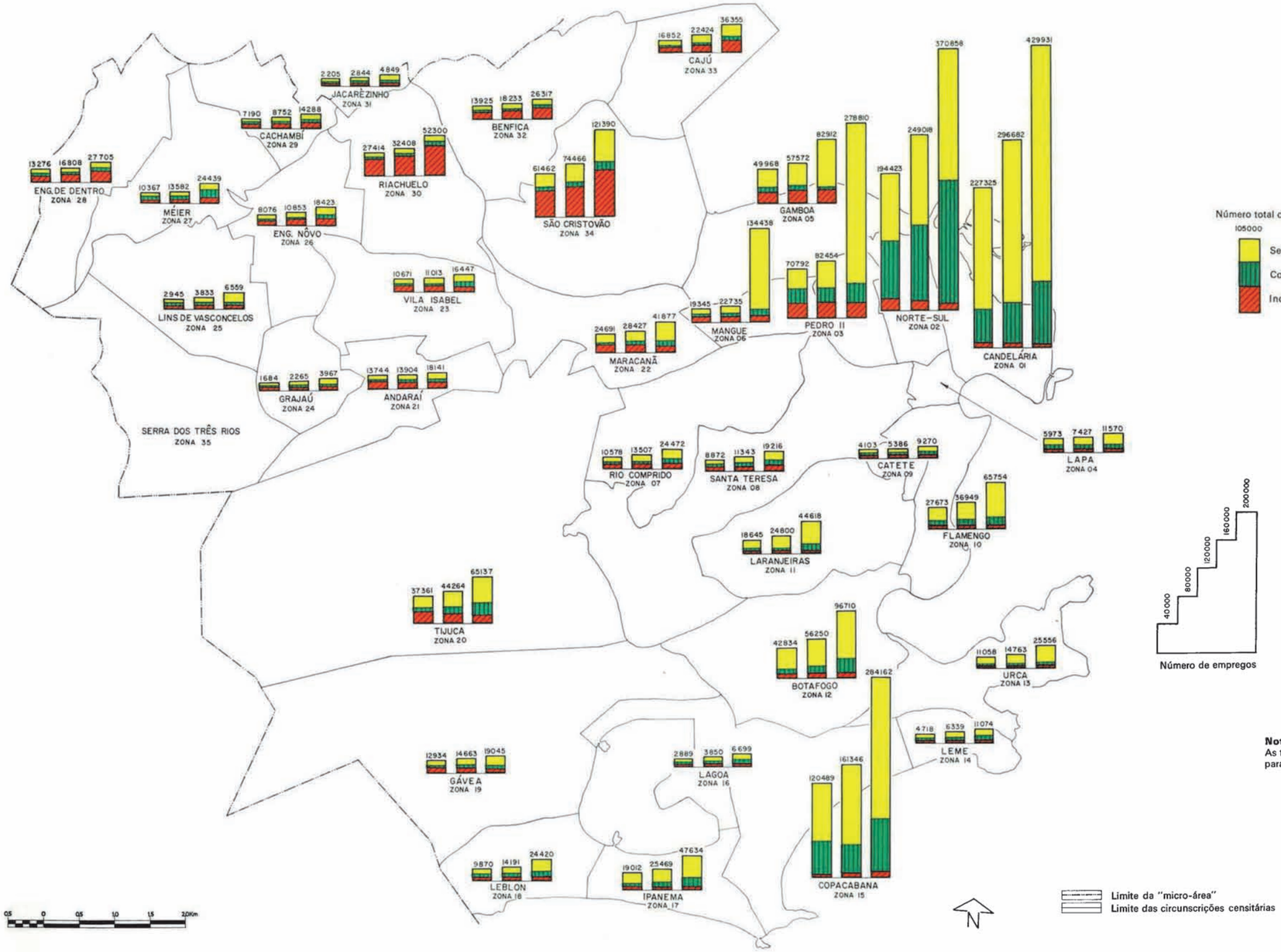
Grupos de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	51,2	69,7	66,6	63,3
"Guanabara menos micro-área"	34,1	17,2	17,6	21,7
Guanabara	85,3	86,9	84,2	85,0
"6 municípios fluminenses"	14,7	13,1	15,8	15,0
"Macro-área"	100,0	100,0	100,0	100,0

Fig. C6
Empregos – "Macro-área" sem "micro-área"
(1968 – 1975 – 1990)



Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990.

Fig. C7
Empregos – "Micro-área" (1968 – 1975 – 1990)



Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990.

Parece que em nenhuma outra área metropolitana do Brasil existe semelhante discrepância com relação à importância econômica do núcleo e dos demais componentes da área metropolitana pertinente.

A Tab. C14 mostra a estrutura de ocupação e a importância de cada setor de atividade.

Ressalta a importância do setor de serviços, que detém mais de 50% de todo o pessoal ocupado. Os índices oscilam entre 44,4% de todo o pessoal ocupado na "Guanabara menos micro-área" e 57,5% e 57,6%, respectivamente, na "micro-área" e nos "seis municípios". As razões da predominância do setor de serviços são diferentes na "micro-área" e nos "seis municípios fluminenses".

Na "micro-área" o índice elevado se deve ao fato de que se trata do núcleo da área metropolitana, onde se concentram tôdas as funções econômico-financeiras nos planos nacional e supra-regional, além de aí estar localizada a sede do Govêrno Estadual e funcionarem vários órgãos do Govêrno Federal. Na Tab. C13 vê-se que, do total do pessoal ocupado em serviços na "macro-área", 66,6% trabalham na "micro-área".

Quanto aos "seis municípios fluminenses", acredita-se que a proponderância do setor de serviços deve-se menos à existência na região de importante núcleo secundário (Niterói) acumulando funções político-administrativas, econômicas e culturais do que à ocorrência de ponderável volume de empregos em atividades tìpicamente subalternas, relacionados sob a rubrica serviços.

A Tab. C15 mostra a distribuição pelos empregos de cada zona, do pessoal ocupado em 1968 na indústria, comérçio e serviços, de acôrdo com os diversos setores de atividade. Os mesmos dados encontram-se nas Fig. C6 e C7.

Êsses dados formam os valôres básicos para a prognose. Por isso serão comentados a seguir.

Tab. C14

Empregos nos setores de atividade mais importantes – Percentagens relativas aos grupos de zonas (1968)

Grupos de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	20,4	22,1	57,5	100,0
"Guanabara menos micro-área"	39,7	15,9	44,4	100,0
Guanabara	25,3	20,5	54,2	100,0
"6 municípios fluminenses"	24,8	17,6	57,6	100,0
"Macro-área"	25,2	20,1	54,7	100,0

Tab. C15

Empregos na indústria, comércio e serviços (1968)

	Zonas	Empregos na indústria	Empregos no comércio	Empregos em serviços	Total
01	Candelária	2 282	47 045	177 998	227 325
02	Norte–Sul	14 546	82 069	97 808	194 423
03	Pedro II	21 586	17 957	31 249	70 792
04	Lapa	271	1 336	4 366	5 973
05	Gamboa	16 151	7 541	26 276	49 968
06	Mangue	8 362	2 603	8 380	19 345
07	Rio Comprido	2 915	1 233	6 430	10 578
08	Santa Teresa	2 666	2 685	3 521	8 872
09	Catete	598	1 198	2 307	4 103
10	Flamengo	486	3 815	23 372	27 673
11	Laranjeiras	822	2 993	14 830	18 645
12	Botafogo	4 447	6 891	31 496	42 834
13	Urca	56	714	10 288	11 058
14	Leme	75	1 608	3 035	4 718
15	Copacabana	2 168	28 905	89 416	120 489
16	Lagoa	187	1 021	1 681	2 889
17	Ipanema	299	4 596	14 117	19 012
18	Leblon	262	2 199	7 409	9 870
19	Gávea	6 503	1 103	5 328	12 934
20	Tijuca	15 921	5 651	15 789	37 361
21	Andaraí	9 956	685	3 103	13 744
22	Maracanã	11 563	2 473	10 655	24 691
23	Vila Isabel	6 540	1 008	3 123	10 671
24	Grajaú	37	716	931	1 684
25	Lins de Vasconcelos	554	738	1 653	2 945
26	Engenho Nôvo	4 298	1 022	2 756	8 076
27	Méier	1 943	4 842	3 582	10 367
28	Engenho de Dentro	8 736	1 233	3 307	13 276
29	Cachambi	3 887	731	2 572	7 190
30	Riachuelo	23 331	1 235	2 848	27 414
31	Jacarèzinho	561	725	919	2 205
32	Benfica	9 642	1 068	3 215	13 925
33	Caju	8 064	1 072	7 716	16 852
34	São Cristóvão	37 347	4 856	19 259	61 462
35	Serra dos Três Rios	——	——	——	——
	"Micro-área"	227 062	245 567	640 735	1 113 364
40	Santa Cruz	3 149	2 301	5 920	11 370
41	Campo Grande	2 728	6 716	14 238	23 682
42	Bangu	24 145	6 233	31 340	61 698
43	Jacarepaguá	8 035	2 658	8 636	19 329
44	Madureira	25 060	14 446	35 905	75 411
45	Irajá	16 884	6 226	12 554	35 664
46	Penha	20 182	6 117	15 617	41 916
47	Ilha do Governador	5 008	1 370	11 941	18 319
48	Ilha de Paquetá	——	192	643	835
49	Méier (parcial)	14 912	7 822	15 759	38 493
50	Ramos	28 909	5 678	14 749	49 336
51	Engenho Nôvo (parcial)	1 233	215	551	1 999
52	Tijuca (parcial)	1 057	217	949	2 223
53	Lagoa (parcial)	15	537	427	979
	"Guanabara menos micro-área"	151 297	60 718	169 229	381 244
	Guanabara	378 359	306 285	809 964	1 494 608
60	Queimados	} 14 895	11 211	35 344	61 450
61	Nova Iguaçu				
64	Belfort Roxo				
62	Nilópolis	} 2 881	2 833	9 705	15 419
63	Olinda				
65	Coelho da Rocha	} 3 766	4 017	18 493	26 276
66	São Mateus				
67	São João de Meriti				
68	Duque de Caxias	17 964	8 749	30 679	57 392
69	São Gonçalo	} 9 339	8 154	24 988	42 481
70	Neves				
71	Sete Pontas				
72	Monjolo				
73	Ipiíba				
74	Niterói	} 16 417	11 223	32 270	59 910
75	Itaipu				
	"6 municípios fluminenses"	65 262	46 187	151 479	262 928
	"Macro-área"	443 621	352 472	961 443	1 757 536

3.2.2.2 Empregos na indústria

a) "Micro-área"

No que respeita ao pessoal ocupado na indústria, dentro da "micro-área", têm-se três pontos de concentração maior: a "area central", São Cristóvão e Riachuelo. Nas quatro zonas que formam a "área central", a distribuição é muito desigual: está concentrada nas Zonas Pedro II e Norte-Sul, rarefazendo-se grandemente na Lapa e na Candelária.
O índice referente a São Cristóvão não surpreende, porquanto de há muito que aquêle bairro e os adjacentes vêm sendo preferidos para a localização de estabelecimentos industriais.
Observam-se também importantes concentrações de indústrias em bairros residenciais, como, p. ex., no Riachuelo, na Tijuca, no Maracanã. A instalação de estabelecimentos industriais nessas zonas era condicionada ao baixo preço dos terrenos no tempo da sua instalação. Como, porém, essas zonas evoluiram para grandes áreas residenciais, tornou-se impraticável a expansão das indústrias ali localizadas. Muitas indústrias aí trabalham, por isso, de modo antieconômico.
Uma das soluções encontradas foi sua transferência para outras regiões da área metropolitana, especialmente fora dos limites da Guanabara.
Merecem ainda menção duas zonas próximas à "área central" e que apresentam volume ponderável de pessoal ocupado na indústria: Gamboa e Mangue. A primeira apresenta atividades industriais ligadas ao movimento do pôrto.
O Mangue é uma zona de construções obsoletas que atualmente está sendo reurbanizada pela CEPE-1, comissão criada para êsse fim pelo Govêrno. A maior parte da área destinar-se-á ao uso residencial e comercial. Uma parte foi reservada para ali ser construído o Centro Administrativo do Estado. Assim a área do Mangue, em breve, não terá condições para o desenvolvimento de atividades industriais.

b) "Guanabara menos micro-área"

Na "Guanabara menos micro-área", a concentração de pessoal ocupado na indústria segue predominantemente as grandes vias de tráfego ferroviário que levam à Guanabara, como a Linha do Centro, a Linha Auxiliar e a Leopoldina, e também as principais rodovias que partem da Guanabara, tais como a Via Dutra e as Avenidas Brasil, Suburbana, Automóvel Clube, etc., visto que lá se encontram importantes núcleos industriais. Núcleos industriais situam-se, assim, principalmente, nas Zonas de Ramos, Penha, Irajá, Méier (parcial), Madureira, Bangu e Jacarepaguá. Ali dispõem, ao contrário dos situados na "micro-área", de possibilidade de expansão, em parte por causa de projetos urbanísticos existentes, especialmente indicados, e, em parte, pelos preços mais accessíveis dos terrenos.
A Zona de Santa Cruz que — de acôrdo com a decisão do Conselho de Desenvolvimento do Estado — deverá ser desenvolvida para ser a zona industrial pròpriamente dita da Guanabara, apresenta em 1968, sòmente 3 149 empregos na indústria, ou seja, apenas 0,8% do pessoal ocupado na indústria em todo o Estado.

c) "Seis municípios fluminenses"

O pessoal ocupado na indústria nos "seis municípios fluminenses" concentra-se principalmente nos quatro subpolos da área metropolitana: Nova Iguaçu, Duque de Caxias, São Gonçalo e Niterói.
Em têrmos de localização, os estabelecimentos industriais situados na área de Nova Iguaçu, Nilópolis, São João de Meriti e Duque de Caxias concentram-se ao longo das Rodovias Presidente Dutra e Washington Luís.
Encontram-se nos diversos municípios os seguintes centros de produção industrial:

Nova Iguaçu:	metalurgia, química.
Duque de Caxias:	veículos, química.
São Gonçalo:	minerais não metálicos, química.
Niterói:	material de transporte, produtos alimentícios.

Apesar de trabalharem em Niterói 25,2% de todo o pessoal dos "seis municípios fluminenses" ocupado na indústria, o valor da produção industrial de Duque de Caxias, com 27,5% do pessoal ocupado, é quase quatro vêzes maior que o de Niterói.

3.2.2.3 Empregos no comércio e em serviços

a) "Micro-área"

Com relação ao pessoal ocupado no comércio e no setor de serviços observa-se que, excetuando-se as quatro zonas da "area central", sua distribuição corresponde à aglomeração populacional.
Justifica-se a exceção da "area central" pelo fato de que os subsetores Govêrno, comércio atacadista e serviços se concentram grandemente nesta área, a qual não apresenta população residente significativa. Nesse contexto convém lembrar que o comércio atacadista tem a tendência visível de se mudar para a periferia da cidade. Pela construção de supermercados êle também será absorvido por importantes centros suburbanos.
Merecem destaque as Zonas de Copacabana, Tijuca, Méier e Botafogo, cujos índices atestam que já constituem subcentros.
Sòmente a "area central" absorve 48,5% dos ocupados em comércio e 38,4% dos ocupados em serviços.
A população residente a "area central" atinge, porém, sòmente 1,7% de tôda na população da Guanabara.

b) "Guanabara menos micro-área"

Resumindo pode-se dizer que também aqui as zonas de maior concentração populacional apresentam, predominantemente, os maiores índices de ocupados em comércio e serviços.
As Zonas de Madureira, Campo Grande, Penha e Irajá formam subcentros.

c) "Seis municípios fluminenses"

De um modo geral é bastante reduzido o percentual dos ocupados em comércio e serviços nos "seis municípios fluminenses", comparado com o da Guanabara. Já foi, porém, observado que êsses municípios são considerados "cidades-dormitório" da Guanabara. Grande parte do pessoal ocupado em comércio e serviços na Guanabara provém daqueles municípios.
De qualquer modo, se se tomar como índice de condição de vida urbana a existência de certas facilidades em comércio e serviços públicos, sòmente Niterói e Nova Iguaçu podem ser classificadas como cidades.
Da área periférica do Rio de Janeiro, Niterói ressalta como subpolo de importância, pois, como capital do vizinho Estado, concentra grande número de serviços de importância regional. Ali estão localizados não só órgãos da administração estadual como também os órgãos federais de atuação naquele Estado. Ademais, Niterói é sede da Universidade Federal Fluminense, que atende particularmente a zona leste do Estado, atraindo igualmente alunos da Guanabara.

3.2.3 Pessoal ocupado das favelas

Com referência a 1968, infelizmente não se encontram dados sôbre o pessoal ocupado das favelas.
Visando apenas completar o relato a Tab. C16 cita números conhecidos através do censo de 1960, referentes à população favelada da Guanabara. De acôrdo com êsse censo, do total de 335 063 favelados, o número de ocupados eleva-se a 109 481, ou seja, 32,7%. Êsses dados, porém, não revelam a localização dos empregos.
É notável a participação do pessoal ocupado na indústria de transformação e de construção civil. A maior parte trabalha como ajudante de pedreiro, pedreiro e pintor.
Em segundo lugar vem o setor de serviços. Representam mais acentuadamente êste setor as babás, empregadas domésticas, lavadeiras, passadeiras, porteiros, zeladores, ascensoristas, garções, soldados e suboficiais.
As "demais atividades", que compreendem principalmente breves oportunidades de trabalho, perfazem 21,3% dos favelados ocupados. Trata-se de percentagem elevada, que, juntamente com os numerosos ocupados em subempregos no setor de serviços, mostra que a população favelada, em consequência da pouca ou nenhuma qualificação ou capacidade profissional, frequentemente não exerce trabalho contínuo.

Tab. C16

Favelados acima de 10 anos de idade ocupados na Guanabara (1960)

Ocupação	Número	%
Agricultura	2 141	2,0
Indústrias de transformação e construção	39 250	35,9
Comércio e atividades auxiliares	7 714	7,0
Serviços, administração, profissões autônomas e Govêrno	30 385	27,8
Transportes e comunicações	6 598	6,0
Demais atividades	23 393	21,3
Total	109 481	100,0

3.3 **Matrículas escolares**

3.3.1 Matrículas escolares em relação à população

Todos os dados numéricos que se seguem referem-se à localização dos estabelecimentos de ensino ou número de matrículas. No que diz respeito ao nível primário, êsses dados coincidem, em geral, com as áreas de residência dos alunos, ao passo que é raro existir tal correspondência no caso do nível médio e, muito mais raro ainda, em se tratando de nível superior.

a) Nível primário

Os dados referentes aos alunos matriculados em 1968 nos estabelecimentos de ensino primário da Guanabara e dos "seis municípios fluminenses" ("macro-área") foram obtidos da Secretaria de Educação e Cultura da Guanabara e Departamento Estadual de Estatística da Secretaria Geral de Administração do Estado do Rio de Janeiro (Tab. C17).

O ensino primário obrigatório situa-se na faixa de 7 a 11 anos. De acôrdo com o censo de 1960 a classe de idades compreendida nessa faixa representa aproximadamente 12,5% da população total, mas a frequência foi de 12,9%.

A explicação para as parcelas relativamente altas (Tab. C17) de alunos primários na população dos "seis municípios fluminenses", com exceção de São João de Meriti e Nilópolis, deve-se ao volume ponderável de adultos e adolescentes de mais de 11 anos que frequentam os cursos de alfabetização.

b) Nível médio

Os dados para 1968 foram obtidos da Secretaria de Educação e Cultura da Guanabara e da Secretaria Geral de Administração do Estado do Rio de Janeiro, bem como junto à Diretoria do Ensino Médio do Ministério da Educação e Cultura (Tab. C17).

Verifica-se nessa tabela que mesmo a Guanabara apresenta baixa percentagem de matriculados no nível médio (12% — censo de 1960) em relação à classe de idades compreendida entre 12 e 17 anos. As percentagens dos "seis municípios fluminenses" são ainda mais baixas, com exceção de Niterói, que por ser a Capital do Estado do Rio de Janeiro apresenta um grande número de estabelecimentos públicos e particulares de ensino médio.

c) Nível superior

Os dados referentes a 1968 foram obtidos da Diretoria do Ensino Superior do Ministério da Educação e Cultura (Tab. C17).

É insignificante a taxa de 12,92% com que vem representada no censo de 1960 a classe de idades entre 18 e 24 anos.

3.3.2 Distribuição pelos grupos de zonas dos alunos matriculados

A Tab. C18 mostra a distribuição dos alunos matriculados nos três níveis pelos diferentes grupos de zonas.

No que respeita ao ensino superior nos "seis municípios fluminenses" cumpre frisar que dos 7 907 alunos aí matriculados uma parcela habita a Guanabara e estuda no Estado vizinho por falta de vagas nas universidades cariocas.

Deve-se assinalar que à medida que se eleva o nível de ensino cresce na "micro-área" a participação percentual de alunos (em relação à "macro-área"), ao passo que decresce nos "seis municípios fluminenses" em foco. Isso vem demonstrar que a área dos "seis municípios fluminenses" ainda apresenta um sistema de ensino médio e superior insuficiente.

A "micro-área", com 30,2% da população total da "macro-área", compreende 30,9% do total de alunos matriculados; a "Guanabara menos micro-área", com 38,4% da população, detém, entretanto, 42,4% dos alunos matriculados, por abranger também uma parte do contigente dos alunos dos níveis primário e médio dos "seis municípios fluminenses". Como se sabe, êsse fenômeno também ocorre com a rêde hospitalar e serviços similares situados na periferia da Guanabara.

Quanto aos 23,7% dos alunos universitários da "macro-área" que estudam na "Guanabara menos micro-área", compõem-se, na maior parte, dos alunos da Cidade Universitária, parcialmente em funcionamento, da Universidade do Estado da Guanabara, da Fundação Gama Filho e da Fundação Souza Marques.

A Tab. C19 dá a participação das matrículas nos diferentes níveis de ensino em cada grupo de zona e fornece uma imagem clara das diferenças de padrão de vida nos vários grupos de zona.

Mostra-nos, ainda, que mesmo no pólo de uma das áreas metropolitanas mais importantes do país o contigente do ensino superior, representado por 6,7% do total da população escolar, ainda é muito baixo. É notável a diminuta diferença entre os contingentes de ensino primário e médio, a qual, nas prognoses para 1975 a 1990 tende a inverter-se.

3.3.3 Distribuição pelas zonas dos alunos matriculados

A distribuição pelas 55 zonas da "macro-área" dos alunos matriculados nos três níveis está representada na Tab. C20 e nas Fig. C8 e C9.

A distribuição dos alunos de nível primário guarda estreita relação com a população residente. O deslocamento do aluno da escola primária (em têrmos de trajeto domicílio-escola) é pequeno, particularmente na "micro-área", pois a escola primária possui caráter paroquial, i. é, atende aos moradores do bairro no sentido mais restrito.

Muitas das zonas apresentam maior concentração de escolas primárias particulares, atraindo assim parte da população escolar infantil de áreas vizinhas.

No ensino médio verifica-se um fenômeno típico: a rêde de ginásios estaduais, ao contrário da rêde de escolas públicas primárias, é insuficiente. Em consequência a maior parte dos alunos de nível médio é atendida pelos ginásios e colégios particulares.

A localização dessas unidades e dos círculos a que as mesmas atendem pouco difere da que se verifica na rêde de escolas primárias particulares. Em geral, concentram-se êsses estabelecimentos nos bairros mais importantes e atraem a população escolar de áreas muito distantes. Por êsse motivo os alunos de nível médio se deslocam, muitas vêzes, a distâncias ponderáveis em seu trajeto domicílio-escola.

No que diz respeito aos "seis municípios fluminenses", a relação entre número de alunos e população é bem inferior à média da Guanabara, com exceção de Niterói, cujos alunos matriculados no ensino médio representam 9,94% de sua população.

Niterói atende em seus ginásios e colégios particulares também uma população escolar procedente dos municípios limítrofes, inclusive São Gonçalo.

Tab. C17
Matrículas escolares nos diversos níveis em relação à população (1968)

Grupos de zonas	População	Nível primário	%	Nível médio	%	Nível superior	%
Guanabara	4 103 764	524 978	12,79	356 999	8,70	36 582	0,89
N. Iguaçu	496 511	67 615	13,62	14 213	2,86	—	—
Nilópolis	132 262	16 205	12,25	7 806	5,90	—	—
S. João Meriti	273 817	25 912	9,46	5 883	2,15	—	—
D. Caxias	351 258	46 471	13,23	11 152	3,17	181	0,05
S. Gonçalo	333 545	48 803	14,63	12 680	3,80	—	—
Niterói	287 592	41 636	14,48	28 581	9,94	7 726	2,69
"Macro-área"	5 978 749	771 620	12,9	437 314	7,3	44 489	0,75

Tab. C18
Matrículas escolares nos diversos níveis em relação à "macro-área" (1968)

Grupos de zonas	População	%	Nível primário	%	Nível médio	%	Nível superior	%	Total	%
"Micro-área"	1 805 008	30,2	196 074	25,4	165 585	37,8	26 043	58,5	387 702	30,9
"Guanabara menos micro-área"	2 298 756	38,4	328 904	42,6	191 414	43,8	10 539	23,7	530 857	42,4
"Guanabara"	4 103 764	68,6	524 978	68,0	356 999	81,6	36 582	82,2	918 559	73,3
"6 municípios fluminenses"	1 874 985	31,4	246 642	32,0	80 315	18,4	7 907	17,8	334 864	26,7
"Macro-área"	5 978 749	100,0	771 620	100,0	437 314	100,0	44 489	100,0	1 253 423	100,0

Tab. C19
Matrículas escolares nos diversos níveis – Percentagens relativas aos grupos de zonas (1968)

Grupos de zonas	Nível primário %	Nível médio %	Nível superior %	Total %
"Micro-área"	50,6	42,7	6,7	100,0
"Guanabara menos micro-área"	62,0	36,0	2,0	100,0
Guanabara	57,1	38,9	4,0	100,0
"6 municípios fluminenses"	73,6	24,0	2,4	100,0
"Macro-área"	61,6	34,9	3,5	100,0

A distribuição dos alunos matriculados nos estabelecimentos de nível superior (Tab. C 20) não é função da distribuição populacional. Assim, o Centro abriga as Faculdades Cândido Mendes, unidades da Universidade Federal do Rio de Janeiro e uma série de escolas superiores isoladas, as quais perfazem 33,0% das matrículas de tôdas as escolas superiores do Estado da Guanabara. Ainda há uma série de estabelecimentos técnicos isolados e unidades da Universidade Federal do Rio de Janeiro e da Universidade do Estado da Guanabara situados nas Zonas do Mangue, Rio Comprido, Flamengo, Botafogo, São Cristóvão, Vila Isabel, Maracanã (futura sede do "campus" da Universidade do Estado da Guanabara) e Campo Grande. Gávea e Urca concentram a maior parte das unidades da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e da Universidade Federal do Rio de Janeiro. As unidades da Cidade Universitária, representando 19,5% do total de matrículas, estão localizadas na Ilha do Fundão, englobada na Zona 47 — Ilha do Governador. As Faculdades da Fundação Universitária Gama Filho, com 4,2% das matrículas, situam-se na Piedade, incluída na Zona 51 — Engenho Nôvo.

Finalmente, nos "seis municípios fluminenses" se encontra a Universidade Federal Fluminense, com sede em Niterói, que abriga 98,4% dos estudantes universitários dêsses municípios, além de uma unidade independente, em Duque de Caxias.

Tab. C 20
Matrículas escolares nos níveis primário, médio e superior (1968)

	Zonas	Nível primário	Nível médio	Nível superior	Total
01	Candelária	3 070	4 446	5 645	13 161
02	Norte–Sul	1 885	7 982	2 197	12 064
03	Pedro II	1 907	5 958	4 022	11 887
04	Lapa	621	—	226	847
05	Gamboa	3 853	1 336	—	5 189
06	Mangue	661	587	262	1 510
07	Rio Comprido	8 145	3 965	1 575	13 685
08	Santa Teresa	4 815	682	—	5 497
09	Catete	1 871	10 178	—	12 049
10	Flamengo	3 552	908	1 060	5 520
11	Laranjeiras	9 019	2 398	—	11 417
12	Botafogo	17 748	14 207	1 151	33 106
13	Urca	2 768	840	4 856	8 464
14	Leme	2 207	—	—	2 207
15	Copacabana	12 011	8 806	—	20 817
16	Lagoa	5 232	872	71	6 175
17	Ipanema	7 205	3 764	—	10 969
18	Leblon	3 855	6 015	—	9 870
19	Gávea	8 325	2 516	2 851	13 692
20	Tijuca	16 381	24 143	—	40 524
21	Andaraí	7 697	3 770	—	11 467
22	Maracanã	12 504	17 729	432	30 665
23	Vila Isabel	8 606	7 799	749	17 154
24	Grajaú	2 378	1 654	—	4 032
25	Lins de Vasconcelos	5 087	103	—	5 190
26	Engenho Nôvo	3 876	5 610	—	9 486
27	Méier	8 560	16 040	—	24 600
28	Engenho de Dentro	5 132	2 311	—	7 443
29	Cachambi	4 650	898	—	5 548
30	Riachuelo	8 504	926	—	9 430
31	Jacarèzinho	—	—	—	—
32	Benfica	3 697	274	—	3 971
33	Caju	1 053	—	—	1 053
34	São Cristóvão	9 199	8 868	946	19 013
35	Serra dos Três Rios	—	—	—	—
	"Micro-área"	196 074	165 585	26 043	387 702
40	Santa Cruz	14 088	8 852	—	22 940
41	Campo Grande	35 372	15 446	416	51 234
42	Bangu	51 482	23 167	—	74 649
43	Jacarepaguá	31 089	12 374	—	43 463
44	Madureira	49 541	44 845	—	94 386
45	Irajá	50 166	19 459	—	69 625
46	Penha	34 159	20 966	—	55 125
47	Ilha do Governador	12 151	12 840	7 128	32 119
48	Ilha de Paquetá	886	292	—	1 178
49	Méier (parcial)	10 178	6 203	—	16 381
50	Ramos	30 601	22 574	—	53 175
51	Engenho Nôvo (parcial)	5 484	3 985	2 995	12 464
52	Tijuca (parcial)	996	411	—	1 407
53	Lagoa (parcial)	2 711	—	—	2 711
	"Guanabara menos micro-área"	328 904	191 414	10 539	530 857
	Guanabara	524 978	356 999	36 582	918 559
60	Queimados	67 615	14 213	—	81 828
61	Nova Iguaçu				
64	Belfort Roxo				
62	Nilópolis	16 205	7 806	—	24 011
63	Olinda				
65	Coelho da Rocha				
66	São Mateus				
67	São João de Meriti	25 912	5 883	—	31 795
68	Duque de Caxias	46 471	11 152	181	57 804
69	São Gonçalo	48 803	12 680	—	61 483
70	Neves				
71	Sete Pontas				
72	Monjolo				
73	Ipiíba				
74	Niterói	41 636	28 581	7 726	77 943
75	Itaipu				
	"6 municípios fluminenses"	246 642	80 315	7 907	334 864
	"Macro-área"	771 620	437 314	44 489	1 253 423

3.4 **Carros particulares**

Um fator de influência que auxilia a estimativa do tráfego futuro é o número de carros particulares.

3.4.1 Número de carros particulares

Conforme uma análise dos arquivos da Secretaria Finanças do Estado da Guanabara, em 1968 o número de total de carros particulares licenciados no Estado da Guanabara elevou-se a 189 360.

Com uma população de 4 103 764 habitantes, isto significa que a cada 21,67 pessoas corresponde um carro particular.

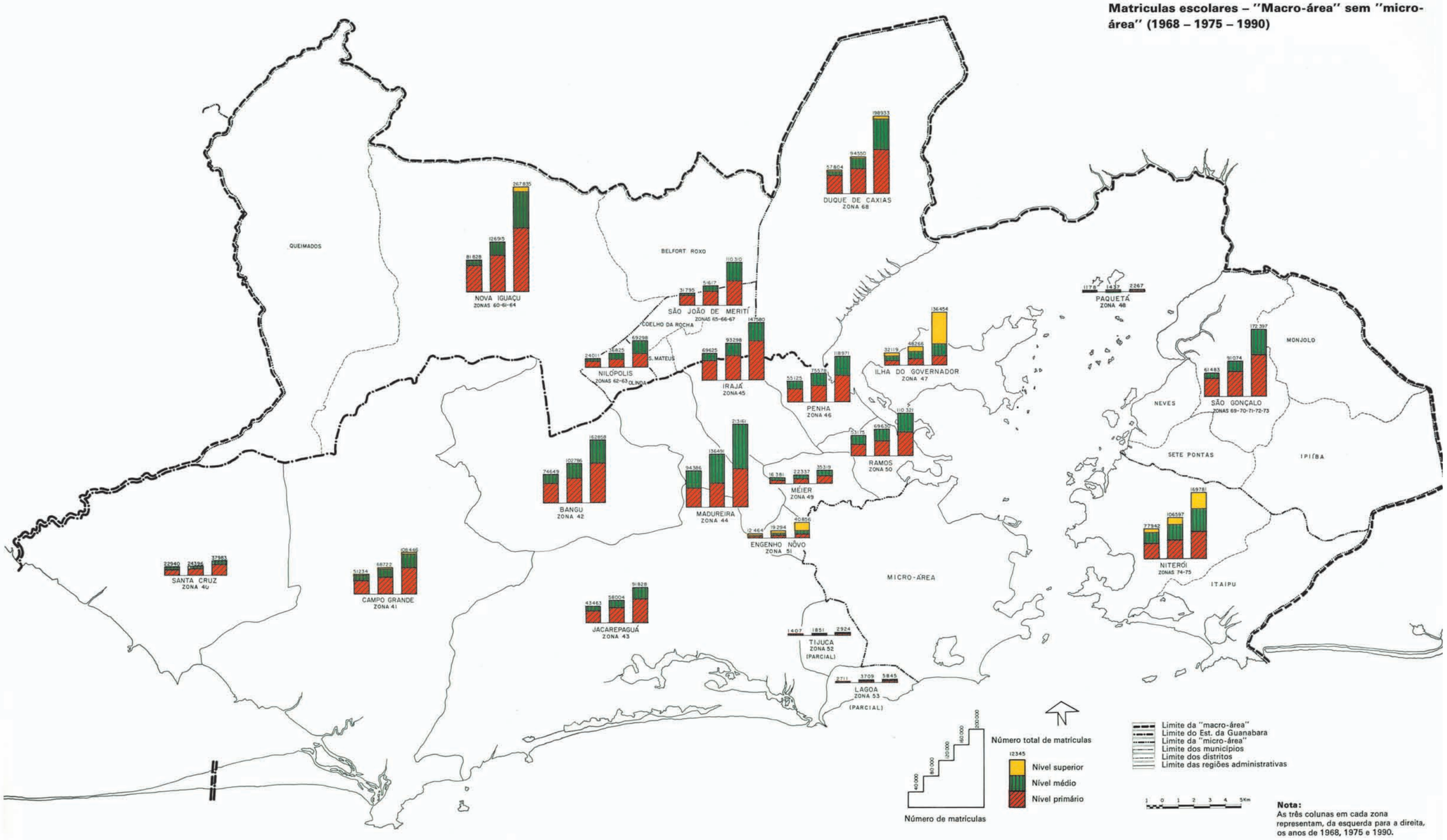
Conforme o IBGE — Departamento Estadual de Estatística — Estado do Rio de Janeiro — havia em 1968 nos "seis municípios fluminenses" pertencentes à "macro-área", 35 919 carros particulares licenciados. Com uma população de 1 874 985 habitantes, isto significa que a cada 52,2 pessoas corresponde um carro particular.

3.4.2 Distribuição dos carros particulares pelas zonas da "macro-área"

A distribuição dos carros particulares pelas zonas da Guanabara foi estimada com o auxílio de uma amostragem sistemática de 10 000 licenças constantes dos arquivos da Secretaria de Finanças do Estado da Guanabara.

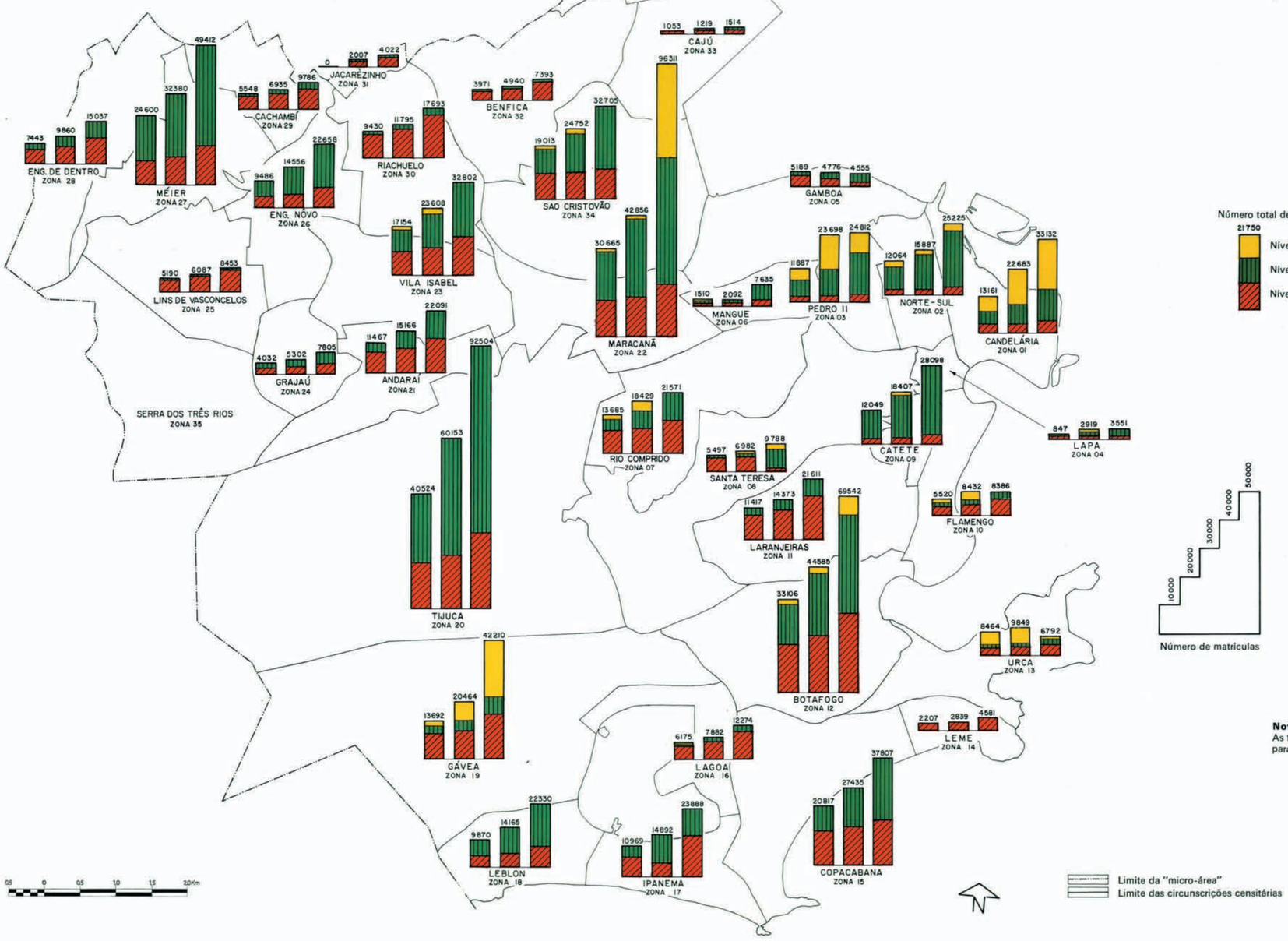
A distribuição assim obtida indicou um número elevado de carros particulares nas zonas centrais da cidade, confirmando o fato esperado, de que muitos endereços constantes das licenças correspondem aos locais de trabalho de seus proprietários e não às suas residências, o que seria preferível para um estudo de tráfego. Em vista disso foi preciso corrigir os valôres de distribuição. Isso foi feito usando os dados fornecidos pelas entrevistas domiciliares. Com essas correções foram obtidos os valôres constantes da Tab. C 21 e das Fig. C 10 e C 11. Essas figuras e tabelas também contêm o número de carros particulares que correspondem a cada um dos "seis municípios fluminenses", apurado pelos dados do IBGE acima referidos.

Fig. C 8
Matriculas escolares – "Macro-área" sem "micro-área" (1968 – 1975 – 1990)



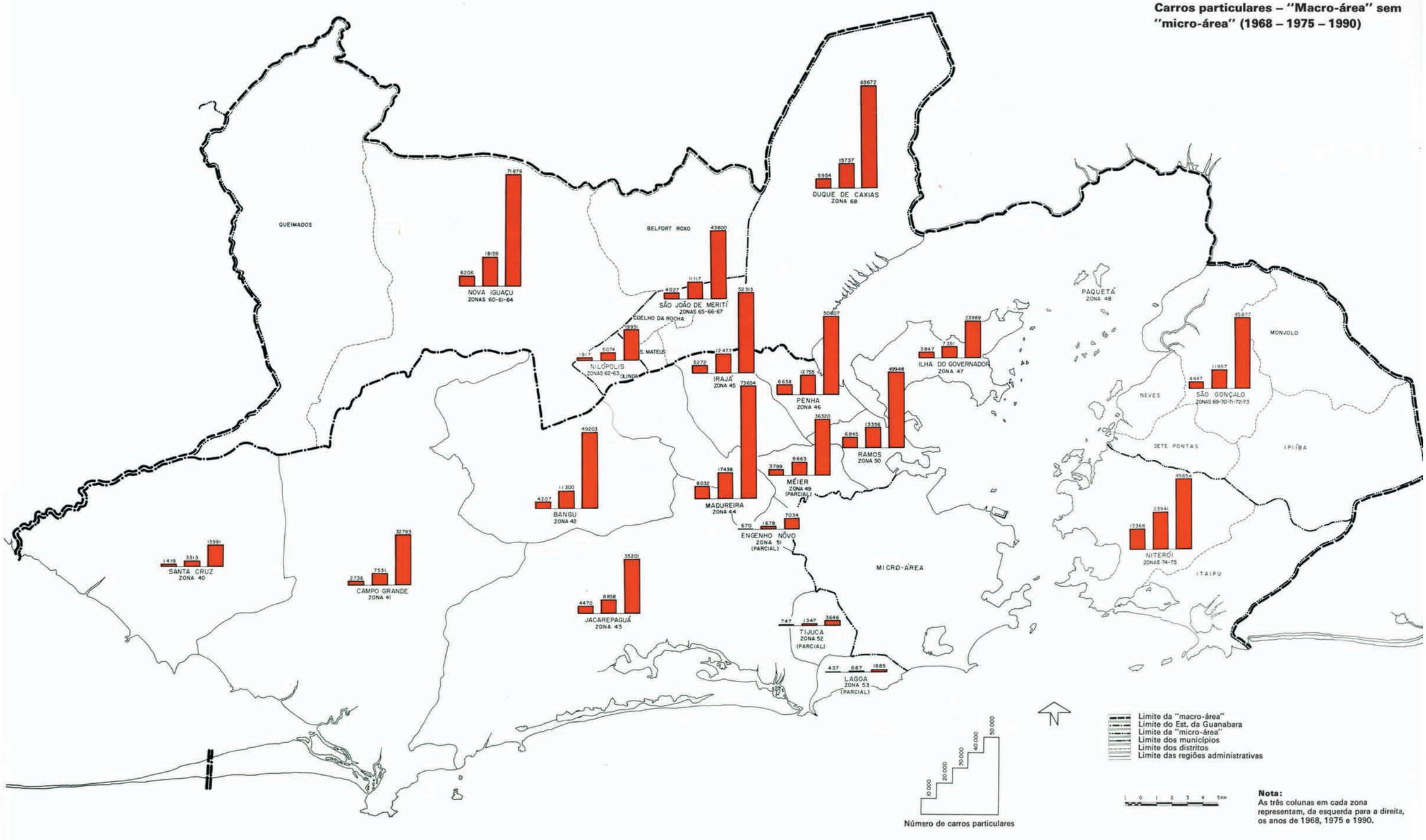
Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990.

Fig. C9
Matrículas escolares – "Micro-área"
(1968 – 1975 – 1990)



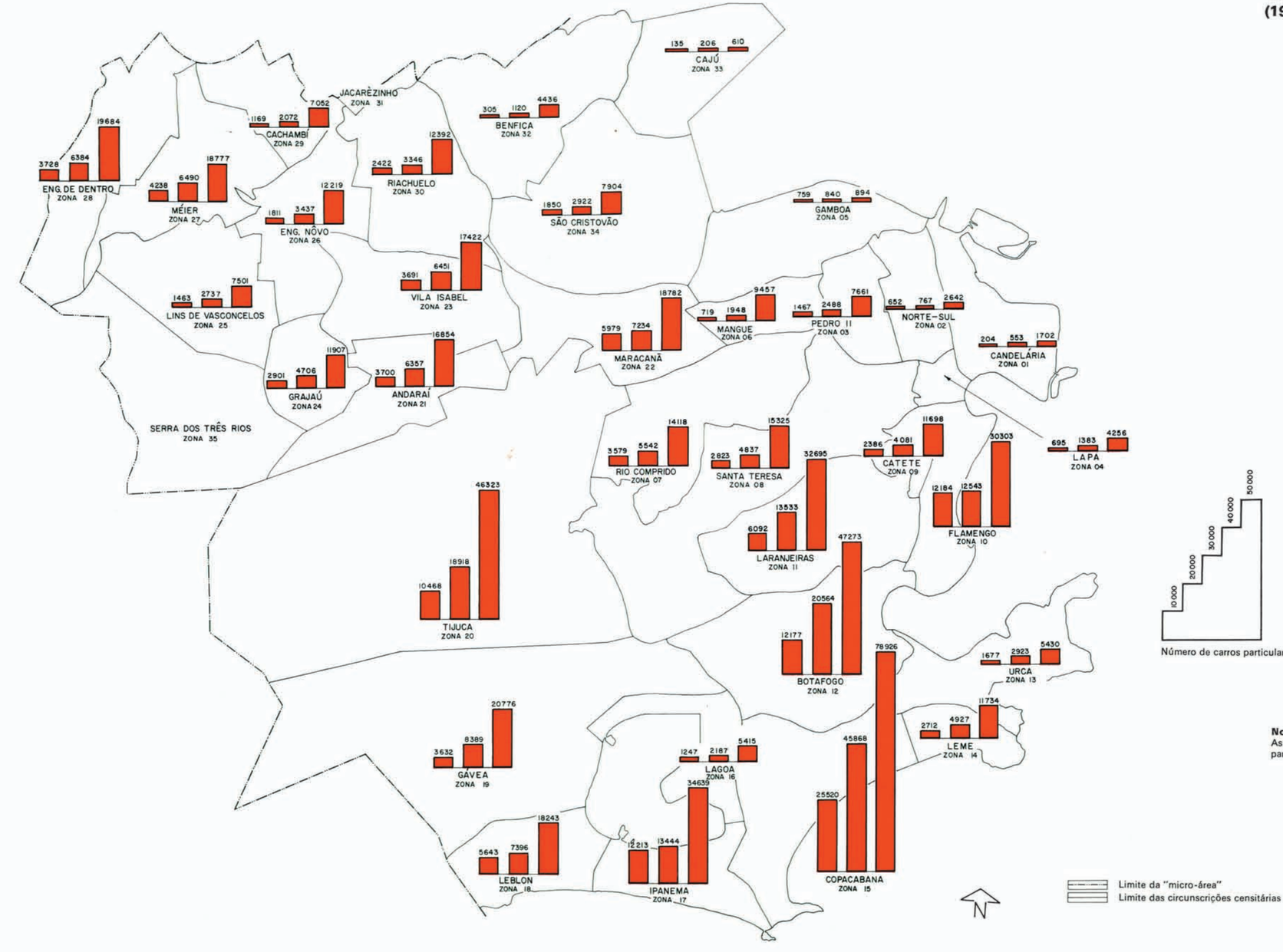
Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990.

Fig. C10
Carros particulares – "Macro-área" sem "micro-área" (1968 – 1975 – 1990)



Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990.

Fig. C11
Carros particulares – "Micro-área"
(1968 – 1975 – 1990)



Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990.

Tab. C 21
Carros particulares (1968)

	Zonas	Número de carros
01	Candelária	204
02	Norte-Sul	652
03	Pedro II	1 467
04	Lapa	695
05	Gamboa	759
06	Mangue	719
07	Rio Comprido	3 579
08	Santa Teresa	2 823
09	Catete	2 386
10	Flamengo	12 184
11	Laranjeiras	6 092
12	Botafogo	12 177
13	Urca	1 677
14	Leme	2 712
15	Copacabana	25 520
16	Lagoa	1 247
17	Ipanema	12 213
18	Leblon	5 643
19	Gávea	3 632
20	Tijuca	10 468
21	Andaraí	3 700
22	Maracanã	5 979
23	Vila Isabel	3 691
24	Grajaú	2 901
25	Lins de Vasconcelos	1 463
26	Engenho Nôvo	1 811
27	Méier	4 238
28	Engenho de Dentro	3 728
29	Cachambi	1 169
30	Riachuelo	2 422
31	Jacarèzinho	—
32	Benfica	305
33	Caju	135
34	São Cristóvão	1 850
35	Serra dos Três Rios	—
	"Micro-área"	140 241
40	Santa Cruz	1 419
41	Campo Grande	2 736
42	Bangu	4 207
43	Jacarepaguá	4 470
44	Madureira	8 032
45	Irajá	5 272
46	Penha	6 638
47	Ilha do Governador	3 847
48	Ilha de Paquetá	—
49	Méier (parcial)	3 799
50	Ramos	6 845
51	Engenho Nôvo (parcial)	670
52	Tijuca (parcial)	747
53	Lagoa (parcial)	437
	"Guanabara menos micro-área"	49 119
	Guanabara	189 360
60	Queimados	6 206
61	Nova Iguaçu	
64	Belfort Roxo	
62	Nilópolis	1 917
63	Olinda	
65	Coelho da Rocha	4 027
66	São Mateus	
67	São João de Meriti	
68	Duque de Caxias	5 954
69	São Gonçalo	4 447
70	Neves	
71	Sete Pontas	
72	Monjolo	
73	Ipiíba	
74	Niterói	13 368
75	Itaipu	
	"6 municípios fluminenses"	35 919
	"Macro-área"	225 279

4. Estrutura do tráfego

Como ficou demonstrado em C1, a análise da estrutura do tráfego consta em primeiro lugar da verificação de sua distribuição. Para tanto devem ser empregados diversos métodos de contagem e de entrevista.
A representação da distribuição do tráfego é feita em matrizes de viagens. A fim de facilitar as prognoses de tráfego que serão feitas posteriormente (finalidade específica da análise), os dados gerais de estrutura da Área de Estudo, i.é, os fatôres de geração de tráfego, são apresentados de tal modo interrelacionados (lei da geração do tráfego) que confirmem tão exatamente quanto possível a distribuição do tráfego. Finalmente é feita a análise da repartição do tráfego total existente entre transporte coletivo e transporte individual.
Em segundo lugar, consta a análise da estrutura do tráfego, das pesquisas sôbre os atuais meios de transporte e sôbre as artérias de tráfego existentes.

4.1 Distribuição do tráfego

No âmbito de um planejamento construtivo do tráfego, a compreensão númerica da estrutura do tráfego existente constitui a base de tôdas as considerações. Isso exige um levantamento de tráfego com objetivos definidos.
O material de levantamento, i.é, os resultados das contagens, é condensado, durante sua computação e análise, em dados sôbre a estrutura do tráfego necessários para a sua análise. Já o método de contagem deve estar antecipadamente em sincronia com os respectivos métodos de computação e análise previstos.
As pesquisas de tráfego fluente realizadas para êste Estudo seguiram a orientação apresentada em C1.
Segundo essa orientação o tráfego gerado dentro da Área de Estudo, a "macro-área", foi apurado segundo origem, destino, intensidade e, eventualmente, também segundo o meio de transporte e o objetivo da viagem. Isto foi obtido pelo cálculo de majoração de entrevistas por amostragem.
Geralmente costuma-se dividir uma área de estudo em regiões tão pequenas quanto possível — aqui chamadas "zonas". As relações de tráfego existentes entre as diversas zonas são estabelecidas através de entrevistas domiciliares. O tráfego que atravessa os limites de uma área de estudo é constatado através de contagens transversais, em pontos de contagem situados à menor distância possível um do outro, ao longo dêsses limites, e é analisado através dessas entrevistas por amostragem. Essa linha divisória com pontos de contagem é denominada "cordon-line".
Em 1965 já haviam sido efetuadas entrevistas domiciliares referentes ao tráfego de passageiros na "macro-área" ("Estudos Cariocas"). Trata-se, contudo, de uma amostragem muito pequena: apenas 5 000 entrevistas para tôda a Área de Estudo, com uma divisão em zonas aproximativas (regiões administrativas) e sem repartição dos desejos de viagem entre os diferentes meios de transporte. Não haviam sido realizadas entrevistas na "cordon-line". Tornaram-se assim necessárias entrevistas domiciliares bem diferenciadas. Na região noroeste da Guanabara e nos municípios adjacentes do Estado do Rio de Janeiro estas não foram realizadas, visto que para o planejamento do metrô, uma análise mais exata da distribuição do tráfego por origem, destino, intensidade e objetivo das viagens, bem como pelos diferentes meios de transporte, sòmente se faz necessária na área de forte concentração de tráfego, i.e, na "micro-área". Assim, neste Estudo a "cordon-line" que circunda a "micro-área" ocupa posição especial. Essa linha não coincide com os limites externos da Área de Estudo, mas abrange tão sòmente uma região parcial interna.
Devido à complexidade das relações e à multiplicidade das respostas todos os resultados das entrevistas foram analisados através de computador.
Com os dados de amostragem das entrevistas domiciliares foram efetuados cálculos de majoração para cobrir a população total das zonas. Da mesma forma, com os dados de amostragem das entrevistas na "cordon-line" foram efetuados cálculos de majoração para cobrir o tráfego diário apurado através das contagens transversais na "cordon-line".
Também no interior da "micro-área", ao longo de uma "screen-line", foram efetuadas contagens transversais de tráfego, as quais podem ser utilizadas para contrôle dos resultados das entrevistas.
O material obtido através de tôdas as contagens transversais serviu para a elaboração de tabelas e curvas de contagem diária. Estas fornecem indicação sôbre a participação dos diversos meios de transporte no tráfego total e a intensidade do tráfego por dia e por hora nas seções transversais. Em proporção menor, dependendo do meio de transporte e de condições geográficas limitadas, podem ser determinados os fluxos de tráfego por simples contagens transversais. Analisadas neste sentido as contagens transversais forneceram, já numa fase inicial dêste Estudo, as primeiras indicações para o planejamento do metrô. Sòmente em um período mais adiantado do Estudo seria possível contar com os resultados da pesquisa sôbre origem e destino.
Como se sabe o comportamento humano — do ponto de vista de fator de geração de tráfego — não admite necessàriamente ser enquadrado em regras estritas e padronizadas; daí a necessidade de se estabelecerem hipóteses, estimativas, amostragens e contagens representativas que conduzem a algumas dispersões adicionais. Parece portanto indicado, na análise de geração de tráfego, mostrar o grau de exatidão alcançado e, se fôr o caso, estabelecer limites de êrro.

4.1.1 Contagens transversais na "cordon-line" e na "screen-line"

4.1.1.1 Época das contagens

Durante os meses de abril e maio de 1968 o Grupo de Estudos, com aprovação e apôio das autoridades competentes (polícia, administração das estradas de ferro, administração das barcas) realizou extensas contagens transversais de tráfego na "cordon-line" e na "screen-line". Pode-se admitir que o volume do tráfego diário contado nesse período corresponde ao tráfego médio diário de um ano ("tráfego diário médio"). Aliás, nessa latitude geográfica não se observam grandes variações do tráfego motivadas pela mudança das estações do ano.
O tráfego para fins de recreação, que está mais sujeito às oscilações anuais do clima, tem papel secundário nos dias úteis na Guanabara. Isto foi confirmado pelo item "objetivos" das entrevistas. O tráfego de longa distância que em outras regiões varia de acôrdo com as estações e carreia grandes levas de turistas para determinada cidade, é igualmente modesto na Guanabara.
Não se dispunha, para a Área de Estudo de contagens básicas e fidedignas cobrindo longo período de tempo e que permitissem o estabelecimento de fatôres de adaptação correspondentes. Por essa razão fazia-se necessário abranger, na medida do possível, o tráfego total diário, o que resultou em grande número de contadores e tempo de contagem mais longo. Só foram efetuadas contagens em dias úteis com tráfego médio normal (têrças, quartas, quintas-feiras). Os sábados e domingos geralmente apresentam uma estrutura de tráfego fortemente divergente. Segundas e sextas-feiras sofrem a influência do fim de semana. Foram excluídos dias com fenômenos anormais de tráfego, como sói acontecer quando há festejos ou eventos esportivos importantes. Sòmente assim se podia esperar abranger, também, o verdadeiro tráfego das horas de "rush", causado diàriamente pelo tráfego profissional. Os levantamentos referem-se ao "tráfego-diário-de-18-horas" (das 5 às 23 horas). Como não se dispunha dos fatôres de adaptação o tráfego noturno (das 23 às 5 horas) teve que ser estimado.

4.1.1.2 Pontos de contagem

Após detalhadas pesquisas preliminares foram selecionadas como pontos de contagem junto à "cordon-line", 16 seções transversais de ruas e três seções transversais de estradas de ferro, bem como a estação das barcas para Niterói (Fig. C12 e C13). Foi possível dispensar as contagens e entrevistas nas barcas para a Ilha de Paquetá,



CORDON – LINE

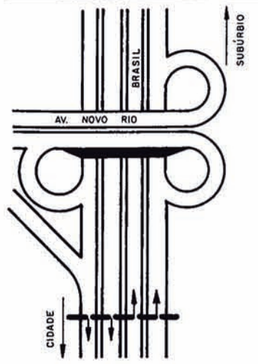
1	AVENIDA BRASIL
2	AV. SUBURBANA
3	E.F. LEOPOLDINA
4	R. LEOPOLDO BULHÕES
5	LINHA AUXILIAR
5A	RUA VIÚVA CLÁUDIO
6	R. MIGUEL ANGELO c/ R. GALILEU
7	R. FERREIRA DE ANDRADE c/ R. BASILIO DE BRITO
8	R. HONÓRIO
9	R. JOSÉ BONIFÁCIO c/ AV. SUBURBANA
10	R. JOSÉ DOS REIS c/ R. DAS OFICINAS
11	R. GOIÁS c/ R. ANGELINA
12	E.F. CENTRAL DO BRASIL
13	AV. AMARO CAVALCANTE c/ R. GUSTAVO RIEDEL
14	R. BORJA REIS c/ R. DOIS DE FEVEREIRO
15	AV. MENEZES CÔRTES
16	AV. EDISON PASSOS
17	R. MARQUÊS DE S. VICENTE c/ ESTRADA DA GÁVEA
18	AV. NIEMEYER
19	PRAÇA 15 DE NOVEMBRO (BARCAS)

SCREEN – LINE

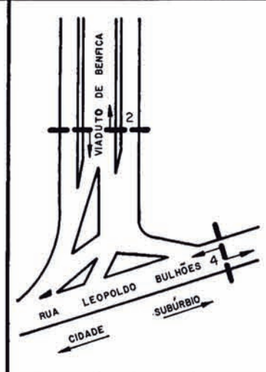
A	R. LINO TEIXEIRA (R. PAIM PAMPLONA)
B	R. ANA NERI (R. CLARA DE BARROS)
C	R. S. FRANCISCO XAVIER (VIADUTO GETÚLIO VARGAS)
D	AV. RODRIGUES ALVES (R. CORDEIRO DA GRAÇA)
E	AV. FRANCISCO BICALHO (R. COM. GARCIA PIRES)
F	AV. PRES. VARGAS (PONTE DOS MARINHEIROS)
G	LARGO DO ESTÁCIO
H	R. ITAPIRÚ (R. AZEVEDO LIMA)
I	GLÓRIA (PISTAS DO ATÊRRO-BERA-MAR- AUG. SEVERO- R. DA GLÓRIA)
J	TÚNEL STA. BÁRBARA
K	TÚNEL REBOUÇAS
L	VIADUTO DE S. CRISTÓVÃO
M	AV. FRANCISCO BICALHO (R. FRANCISCO EUGÊNIO)

Fig. C12
Localização dos pontos de contagem de tráfego na "cordon-line" e na "screen-line"

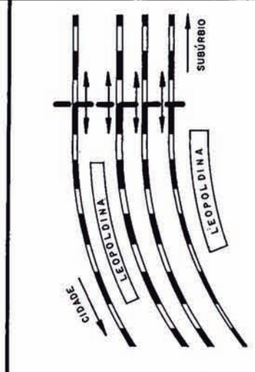
PONTO – 1
LOCAL – AVENIDA BRASIL



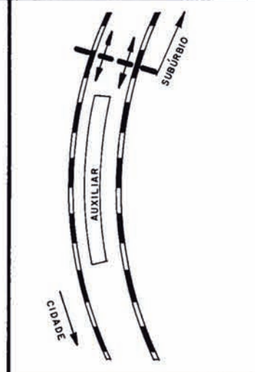
PONTO – 2 e 4
LOCAL – AV. SUBURBANA
R. LEOPOLDO BULHÕES



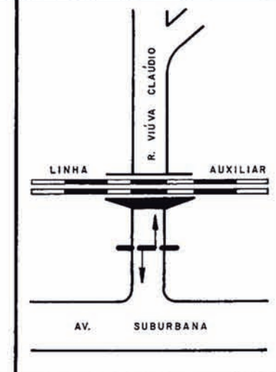
PONTO – 3
LOCAL – EST. DE TRIAGEM
LINHA DA LEOPOLDINA



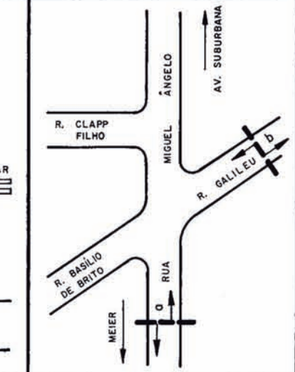
PONTO – 5
LOCAL – EST. DE TRIAGEM
LINHA AUXILIAR



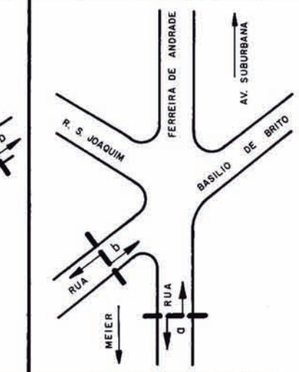
PONTO – 5A
LOCAL – R. VIÚVA CLAUDIO



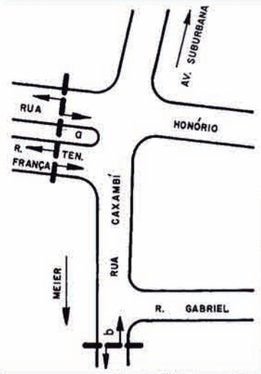
PONTO – 6
LOCAL – R. MIGUEL ÂNGELO



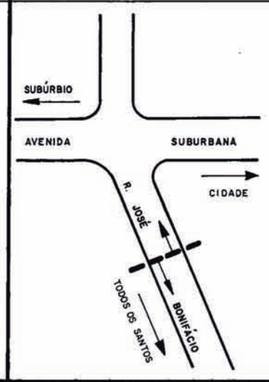
PONTO – 7
LOCAL – R. FERREIRA DE ANDRADE
R. BASILIO DE BRITO



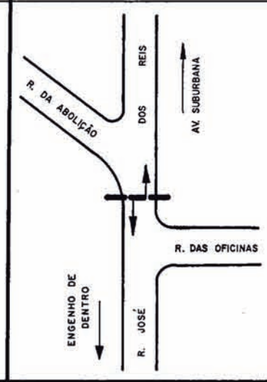
PONTO – 8
LOCAL – R. HONÓRIO,
R. CAXAMBÍ



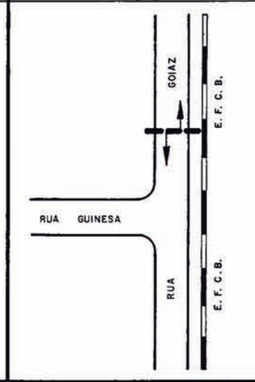
PONTO – 9
LOCAL – R. JOSÉ BONIFÁCIO



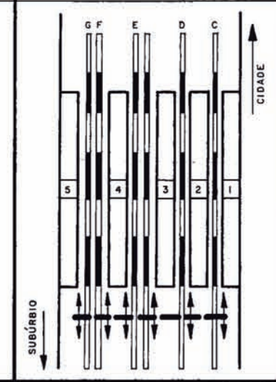
PONTO – 10
LOCAL – R. JOSÉ DOS REIS



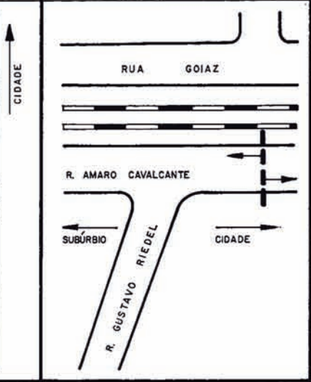
PONTO – 11
LOCAL – R. GOIAZ



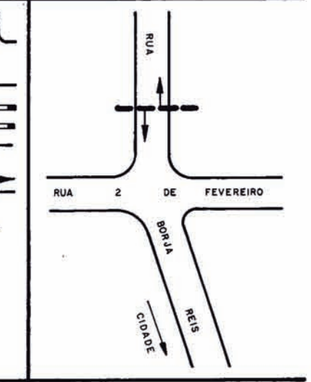
PONTO – 12
LOCAL – EST. ENG. DE DENTRO



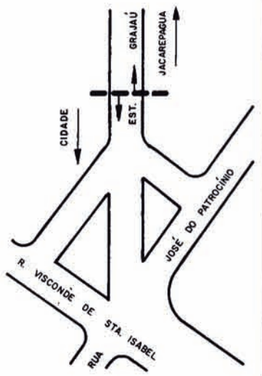
PONTO – 13
LOCAL – R. AMARO CAVALCANTE



PONTO – 14
LOCAL – R. BORJA REIS



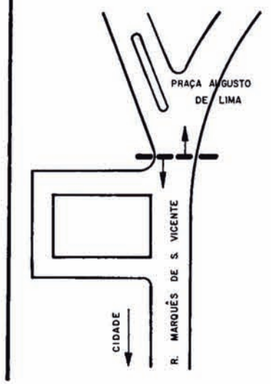
PONTO – 15
LOCAL – ESTR. GRAJAÚ-JACAREPAGUÁ



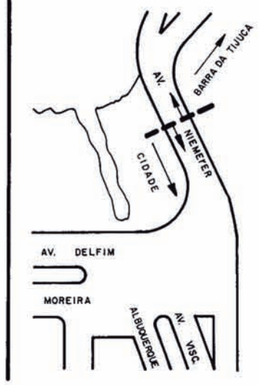
PONTO – 16
LOCAL – AV. EDSON PASSOS



PONTO – 17
LOCAL – R. MARQUÊS DE S. VICENTE



PONTO – 18
LOCAL – AV. NIEMEYER



PONTO – 19
LOCAL – BARCAS

Fig. C13
Croquis dos pontos de contagem da "cordon-line"

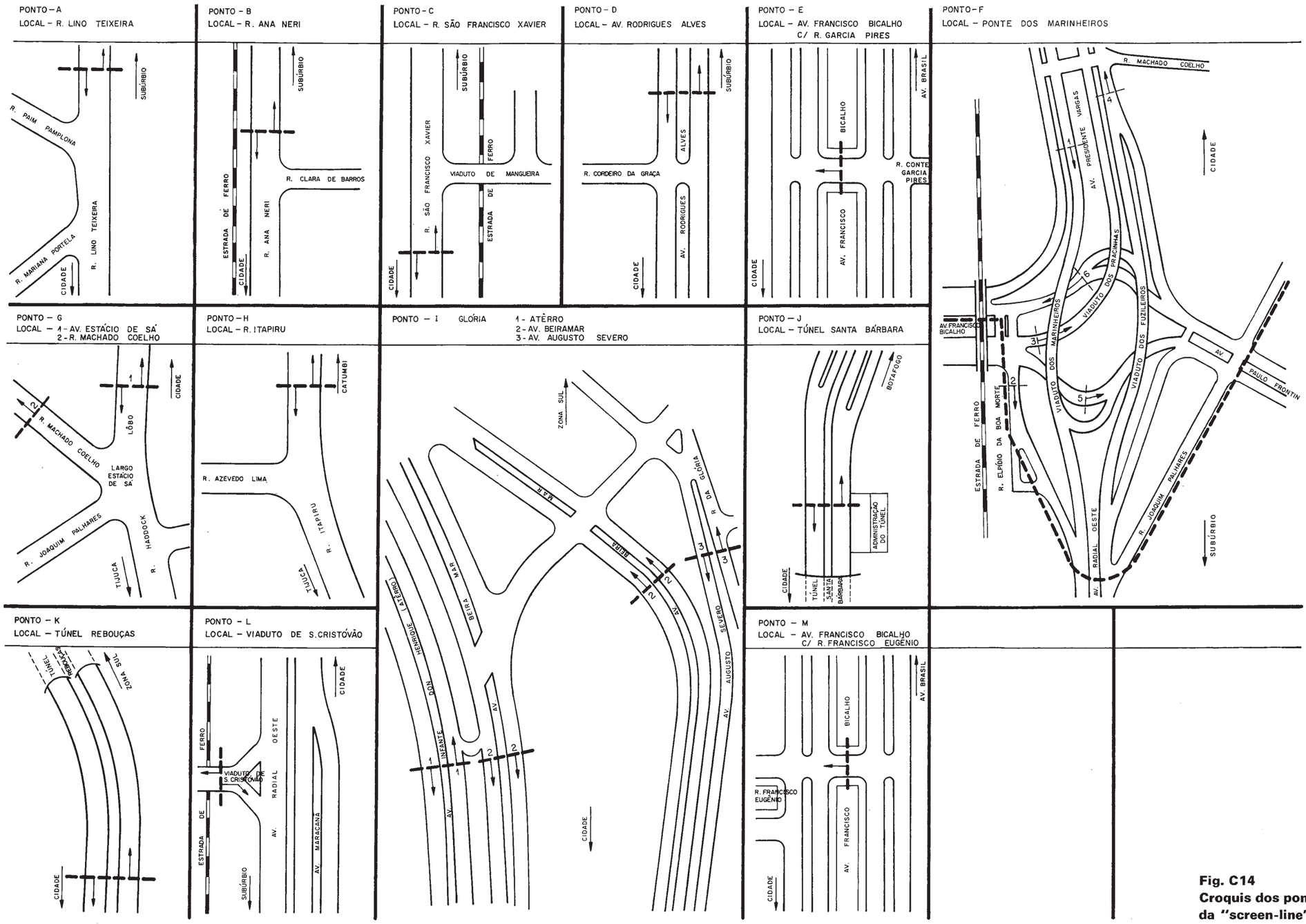


Fig. C14
Croquis dos pontos de contagem da "screen-line"

pois os "Estudos Cariocas" fornecem dados suficientes sôbre o diminuto tráfego aí gerado.
A "micro-área", região de entrevistas domiciliares, foi dividida em quatro setores. Nos limites dêsses setôres foram determinados pontos de contagem que ligados entre si constituiram a "screen-line". Considerando as barreiras geográficas e as convergências de tráfego existentes, conseguiu-se, com apenas 13 pontos da "screen-line" (Fig. C12 e C14), um efeito global muito denso: os pontos I, J, K delimitam as zonas da região sul, 09 até 19; os pontos D, E, M, F, G, H, J e I cingem as quatro zonas da "area central", bem como as zonas 05, 06 e 08. Os pontos A, B, C, L e F separam as zonas 30 até 34 do resto da região noroeste da "micro-área". O ponto de contagem F constitui-se em ponto distribuidor do tráfego para os três setores adjacentes da "screen-line" (compare Fig. C14 com Fig. C12). O sentido de algumas correntes de tráfego, entretanto, não pôde ficar completamente esclarecido nesse cruzamento (F), em níveis múltiplos.

4.1.1.3 Execução das contagens

Dada a importância das contagens transversais para a sequência dos trabalhos deu-se a máxima atenção à sua execução. Falhas em alguns pontos de contagem poderiam comprometer os resultados de todos os cálculos de tráfego. O número de pessoas necessárias (estudantes universitários locais) para contagem em cada ponto foi estabelecido por contagens experimentais.
O processo de contagem transversal não influi no fluxo de tráfego nem o obstrui, visto que os carros não precisam parar.
Volumes menores de tráfego foram contados por meio de listas de barras, volumes maiores por contadores, e registrados cada quinze minutos, com indicação do meio de transporte, do sentido e, quando necessário, das faixas de rolamento correspondentes.
A contagem de passageiros no interior dos carros obedeceu a um critério especial.

Foram contados:

em vias públicas — número de carros particulares, táxis, caminhões e ônibus,
em estradas de ferro — número de trens e de carros,
nas barcas — número de barcas para passageiros, número de barcaças para veículos e número de veículos transportados de acôrdo com a discriminação acima.

Nesse processo se considera (v. também C1):

como tráfego individual: carros particulares e caminhões,
como tráfego coletivo: táxis, ônibus, trens, barcas.

A contagem exata de passageiros de todos os veículos teria causado incalculável obstrução do tráfego, além de custos excessivamente altos. Limitou-se, por isso, a amostragens e estimativas.
Em intervalos de cêrca de duas horas computava-se durante 15 min a lotação média dos carros particulares e de táxis. Nos últimos, evidentemente, o motorista não era contado como passageiro.
A lotação dos ônibus foi contada aproximadamente, por grupos de passageiros (1 a 20, e a seguir, grupos de dezenas).
Nos trens também se estabeleceram as lotações dos carros por contagens aproximativas.
A leitura dos contadores dos torniquetes na Estação D. Pedro II forneceu dados adicionais, mas sòmente no sentido norte.
O número de passageiros das barcas foi indicado pelos registros dos torniquetes de entrada.

4.1.1.4 Estimativa do tráfego noturno (das 23 h às 5 h)

Para os pontos de contagem da "screen-line" puderam servir os dados existentes sôbre o tráfego noturno dos ônibus da CTC. Como a CTC é a maior emprêsa de ônibus no Rio de Janeiro foi admitida a quota percentual de ônibus da CTC em tráfego noturno (10% de seu tráfego diurno das 5 h às 23 h) como representativa para as demais linhas de ônibus, e aplicada aos resultados de contagem da "screen-line" e da "cordon-line". Para os carros particulares e táxis tomou-se por base os índices constatados às 23 h ou às 5 h e fez-se a extrapolação das tendências características. De modo análogo estimou-se o tráfego de caminhões. O número de trens foi extraído dos horários.
Para estabelecer o número de passageiros durante o tráfego noturno multiplicou-se o número estimado para êsse período de carros particulares, táxis e ônibus, pela média da sua lotação às 23 h e às 5 h. Boa base para o tráfego noturno de passageiros nos trens foi proporcionada por estatísticas sôbre passageiros atendidos. A análise destas e a comparação com a lotação às 23 h e às 5 h levou à estimativa dos passageiros noturnos dos trens.
O número de passageiros noturnos das barcas foi estimado de maneira análoga.
As estimativas do tráfego noturno revelaram uma geração de tráfego adicional ao "tráfego-diário-de-18 horas" nas ruas da ordem de 3,8% na "cordon-line" e de 4,2% na "screen-line".

4.1.1.5 Análise das contagens transversais

Os resultados das contagens de veículos, registrados cada quinze minutos e somados cada hora, juntamente com o tráfego estimado para as seis horas noturnas, forneceram o "tráfego-diário-de-24-horas" (Fig. C15 a C18), separado por meio de transporte e por sentido. As Fig. C19 a C22 indicam os valôres para as respectivas horas de "rush".
Evidentemente nem todos os fluxos de tráfego contados são dirigidos para o Centro. Por essa razão as correntes de tráfego de rotas semelhantes foram, nas citadas e análogas representações, definidas como de sentidos idênticos.
Os volumes de passageiros transportados durante 24 horas, distribuídos por meios de transporte e por sentido, constam das Fig. C23 a C26; as Fig. C27 a C30 mostram os valôres para as respectivas horas de "rush".

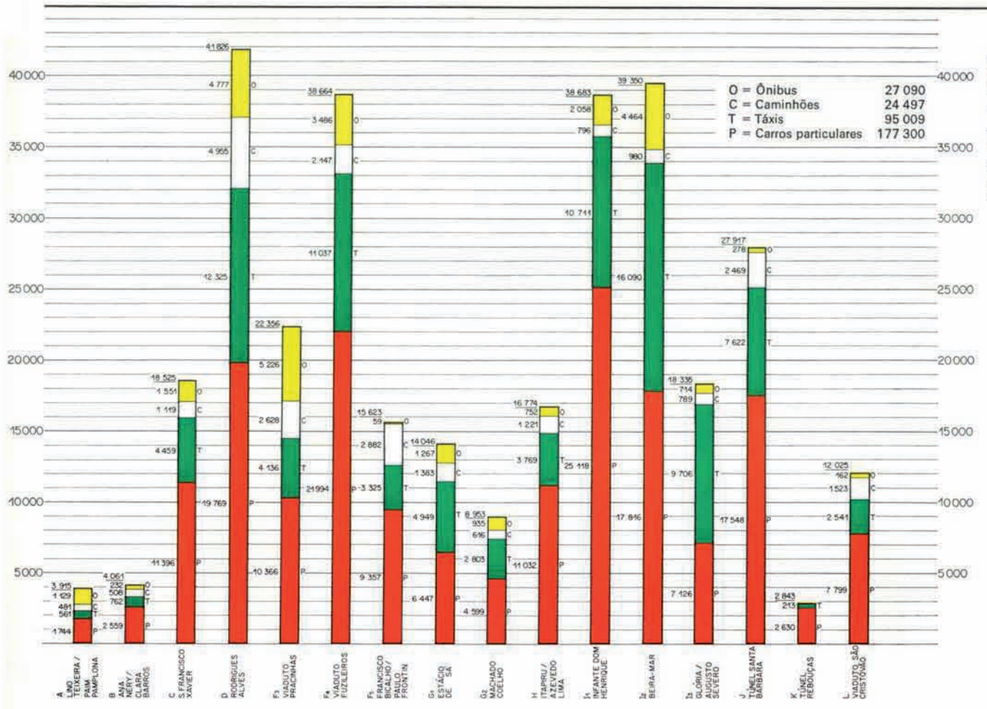


Fig. C15
Contagem na "screen-line" — Veículos por dia para o Centro (1968)

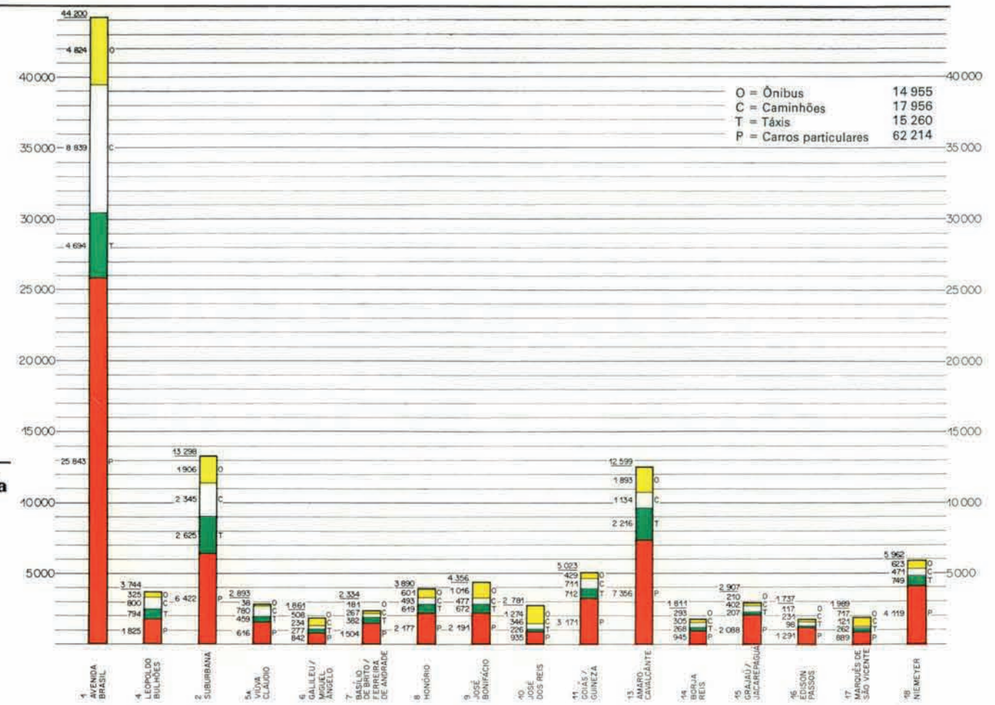


Fig. C17
Contagem na "cordon-line" — Veículos por dia para o Centro (1968)

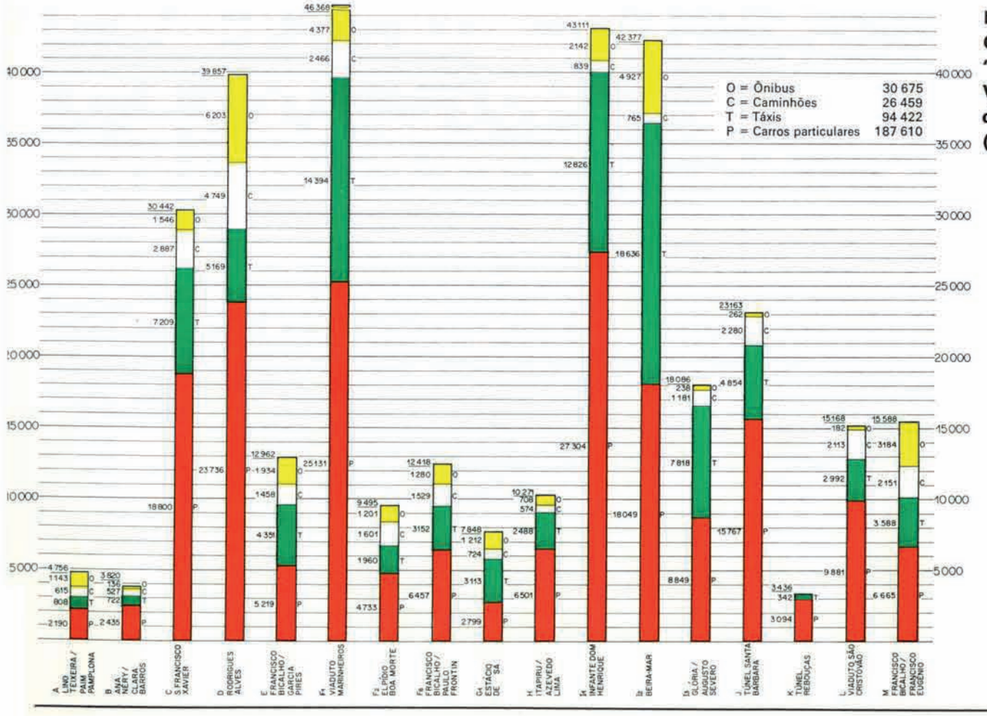


Fig. C16
Contagem na "screen-line" — Veículos por dia do Centro (1968)

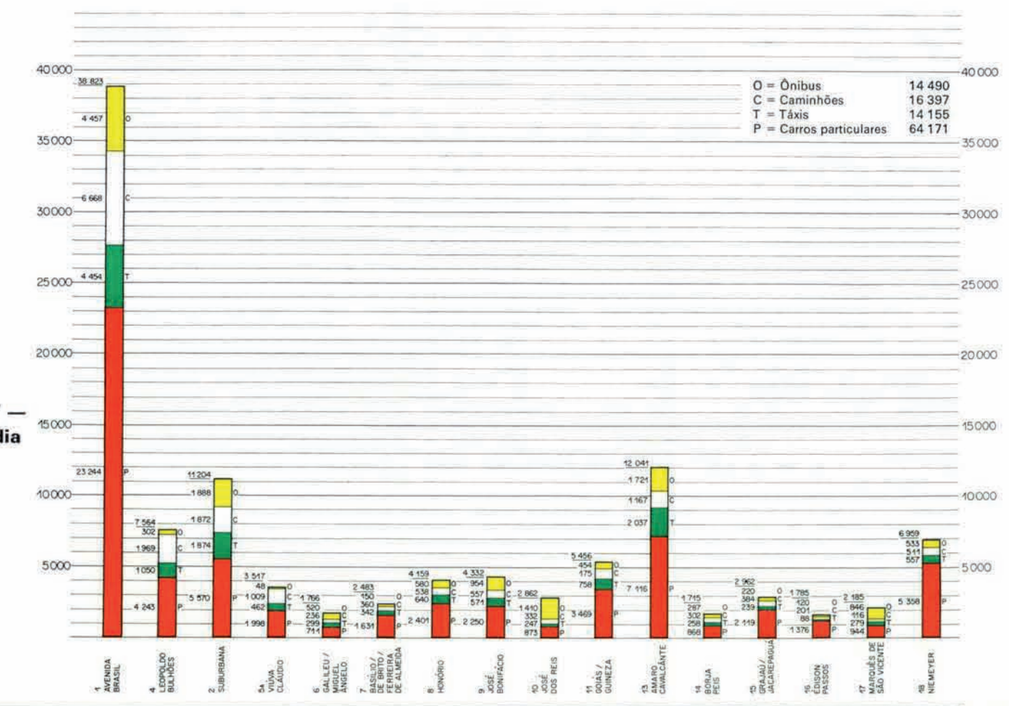


Fig. C18
Contagem na "cordon-line" — Veículos por dia do Centro (1968)

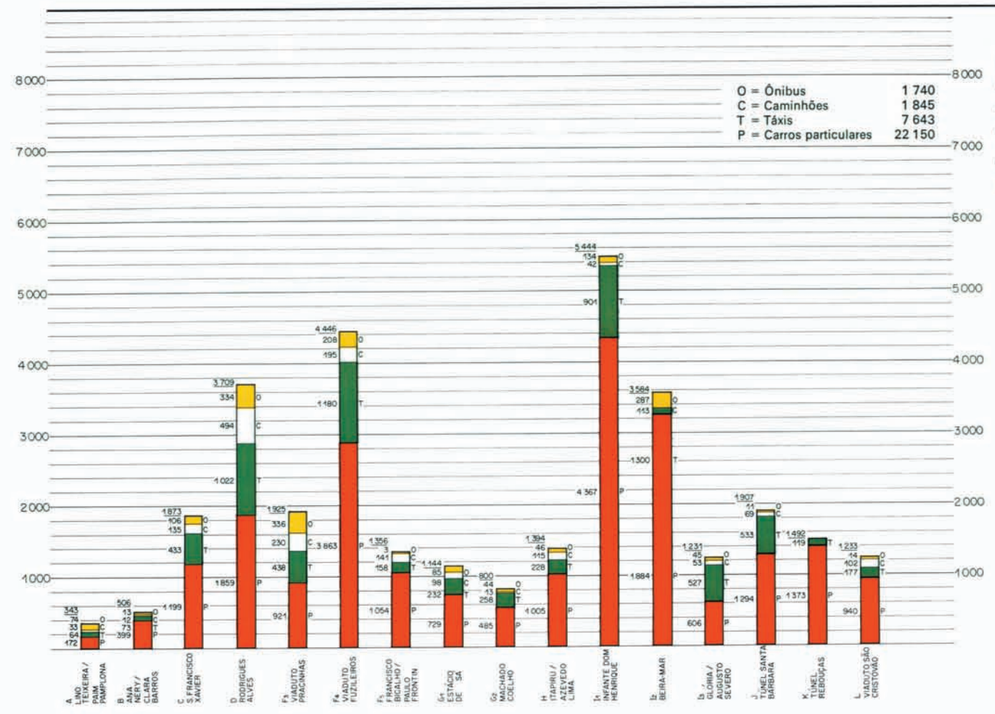


Fig. C19
Contagem na "screen-line" — Veículos na hora do "rush" para o Centro (1968)

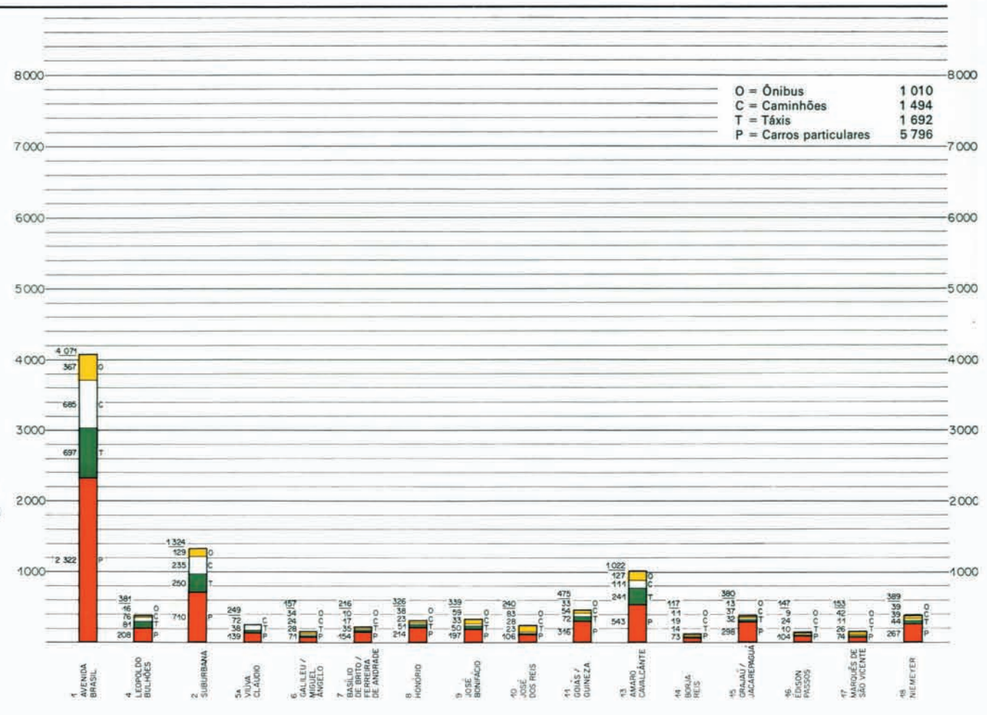


Fig. C21
Contagem na "cordon-line" — Veículos na hora do "rush" para o Centro (1968)

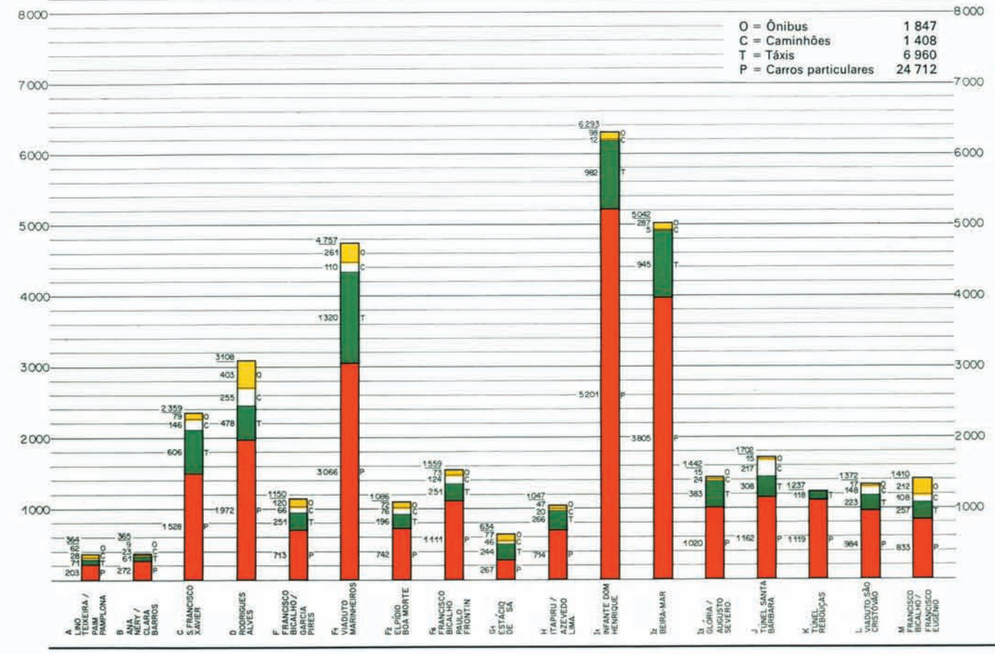


Fig. C20
Contagem na "screen-line" — Veículos na hora do "rush" do Centro (1968)

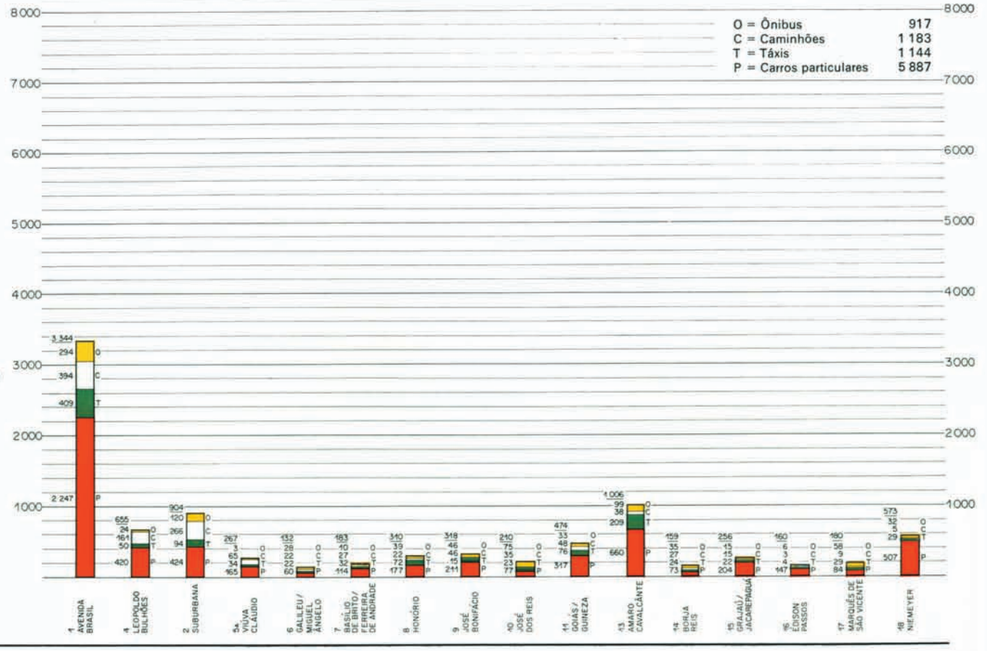


Fig. C22
Contagem na "cordon-line" — Veículos na hora do "rush" do Centro (1968)

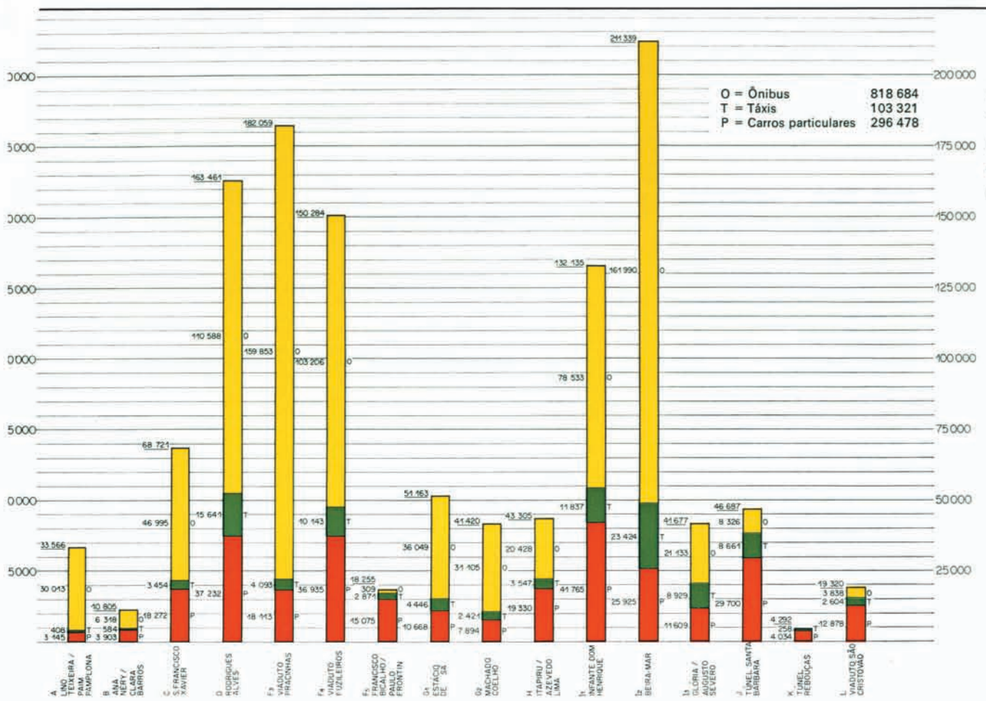


Fig. C23
Contagem na "screen-line" — Passageiros por dia para o Centro (1968)

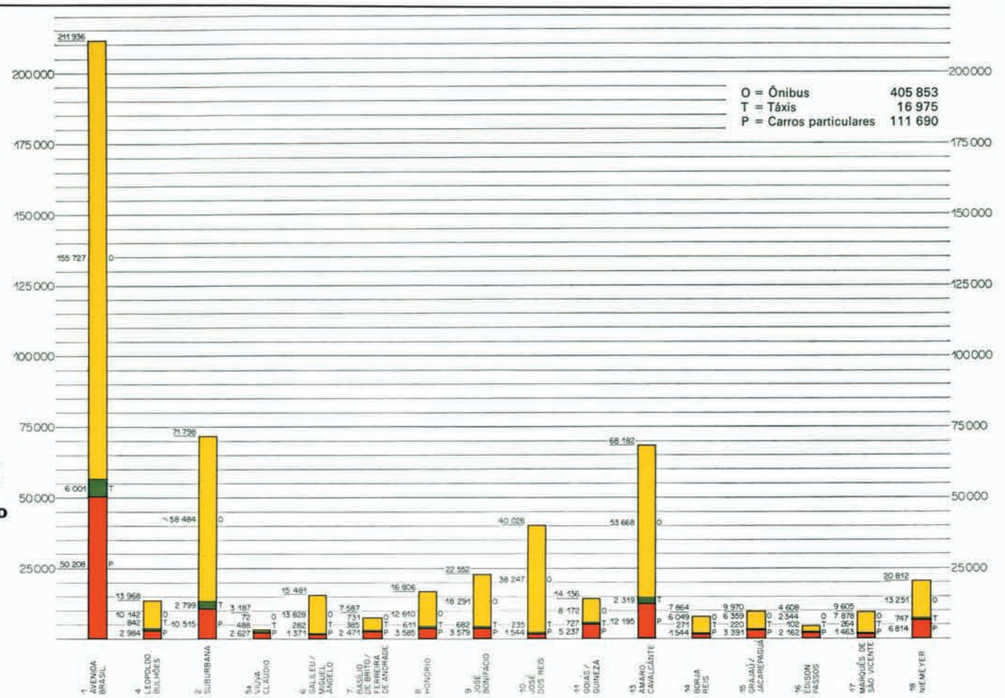


Fig. C25
Contagem na "cordon-line" — Passageiros por dia para o Centro (1968)

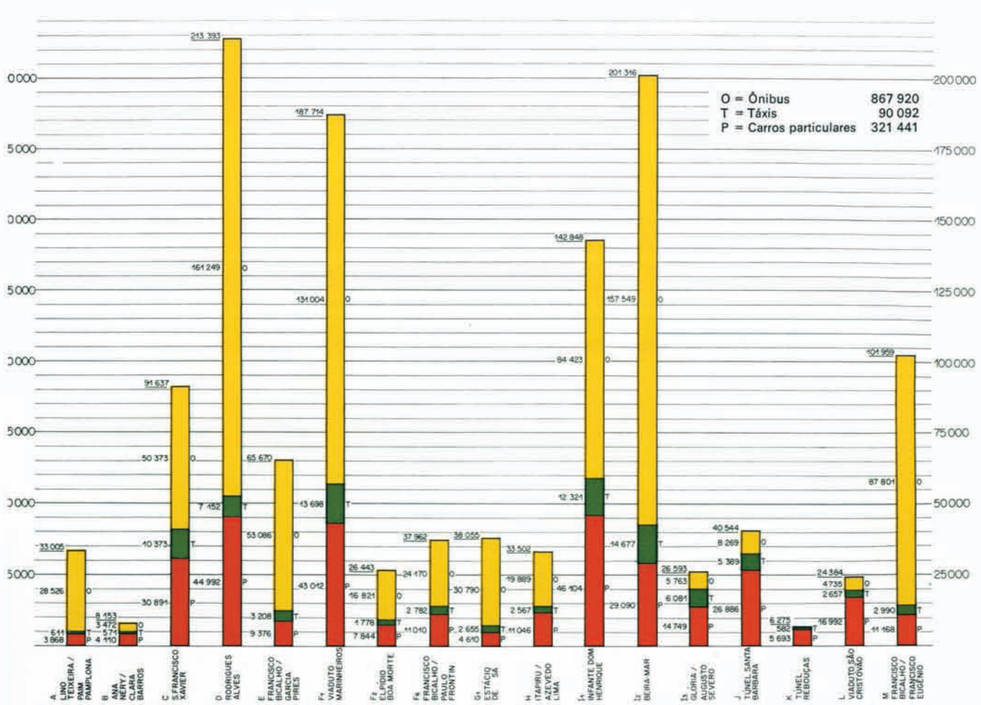


Fig. C24
Contagem na "screen-line" — Passageiros por dia do Centro (1968)

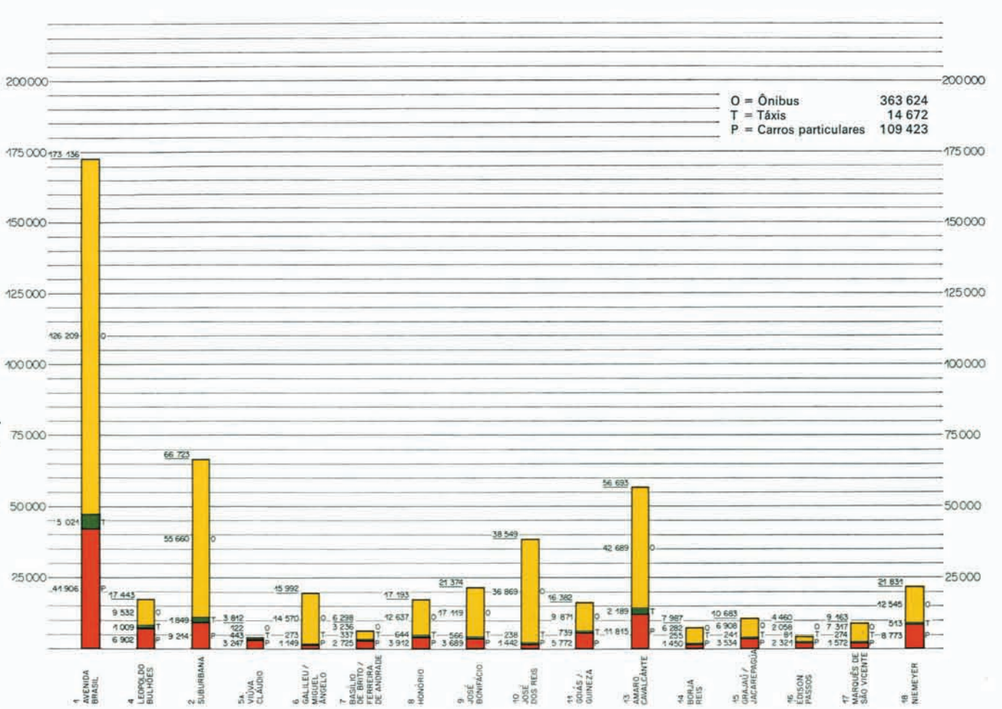


Fig. C26
Contagem na "cordon-line" — Passageiros por dia do Centro (1968)

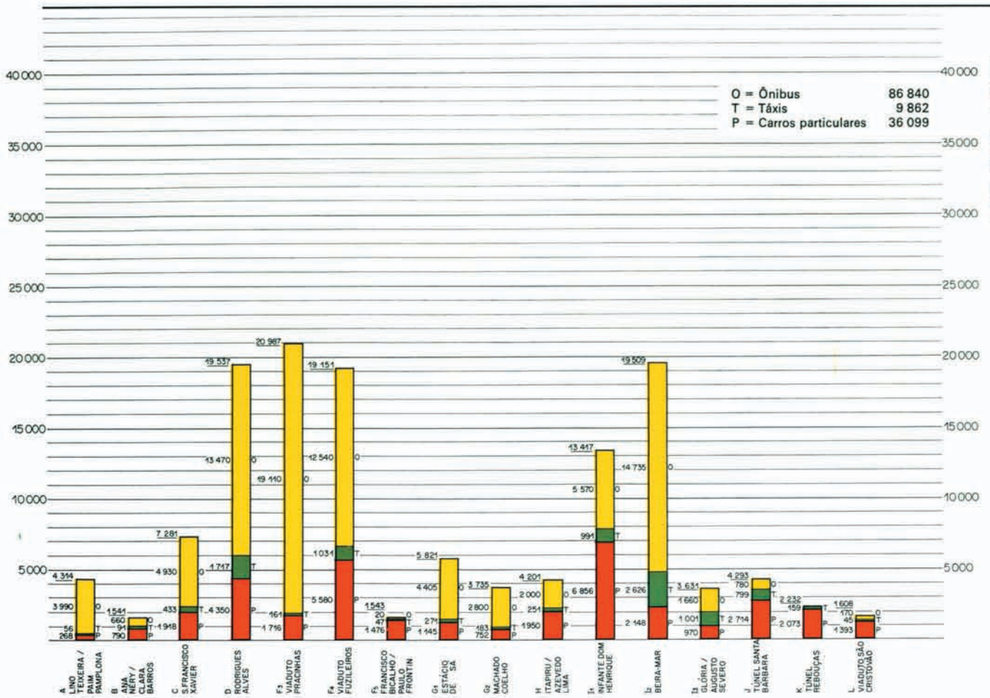


Fig. C 27
Contagem na "screen-line" — Passageiros na hora do "rush" para o Centro (1968)

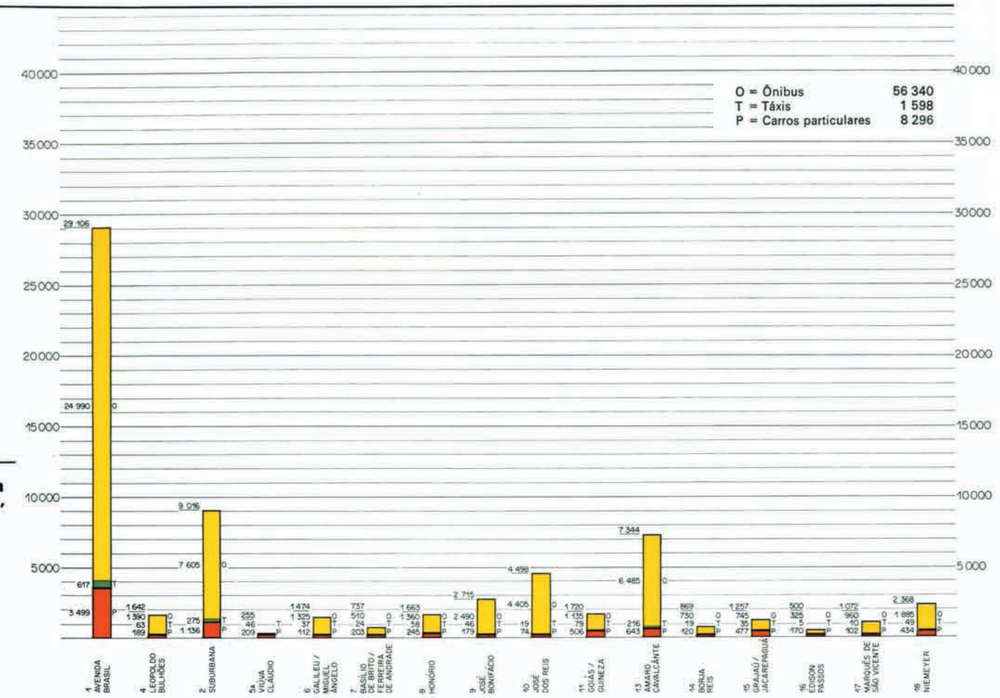


Fig. C 29
Contagem na "cordon-line" — Passageiros na hora do "rush" para o Centro (1968)

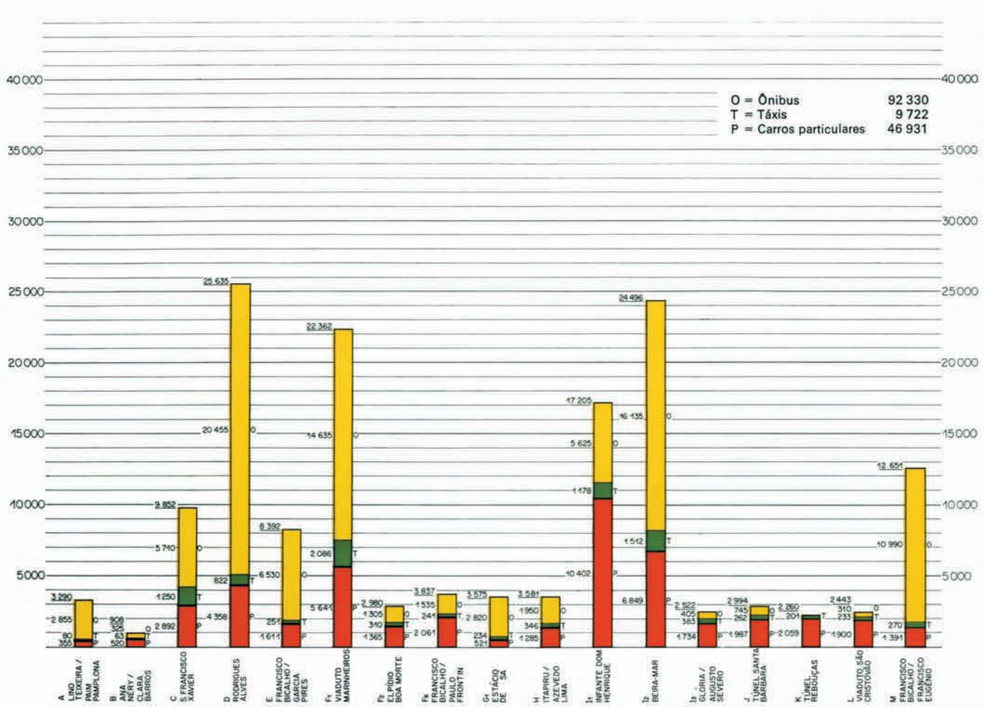


Fig. C 28
Contagem na "screen-line" — Passageiros na hora do "rush" do Centro (1968)

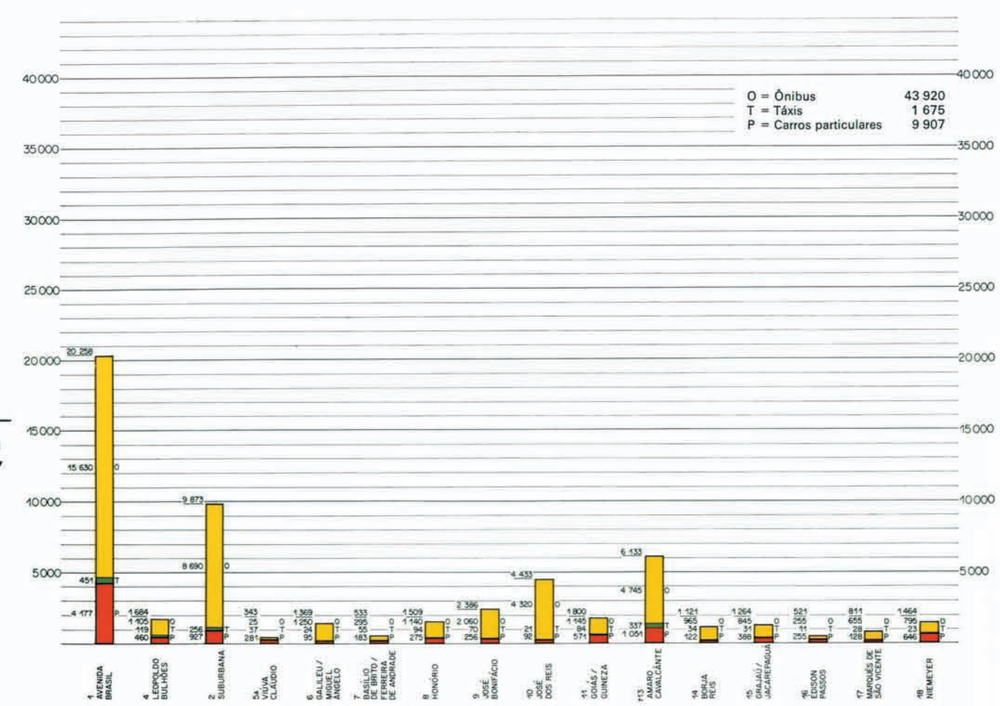


Fig. C 30
Contagem na "cordon-line" — Passageiros na hora do "rush" do Centro (1968)

Fig. C31
Tráfego total diário atravessando a "screen-line"
(abril 1968)

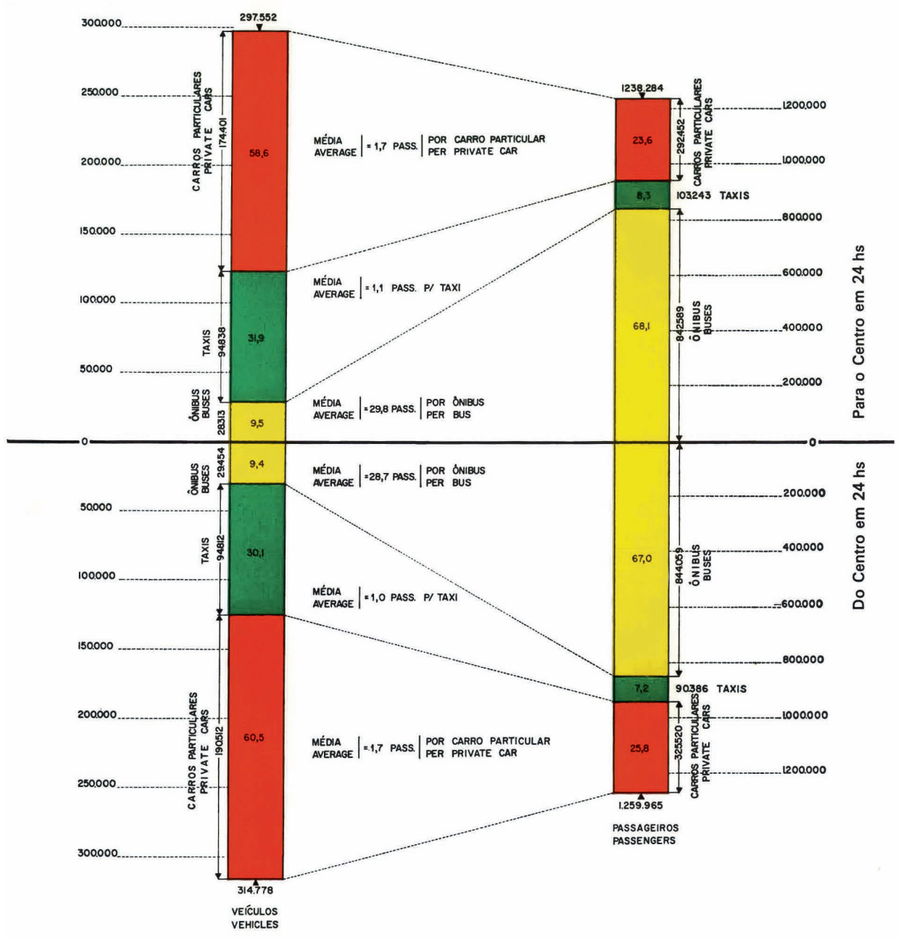
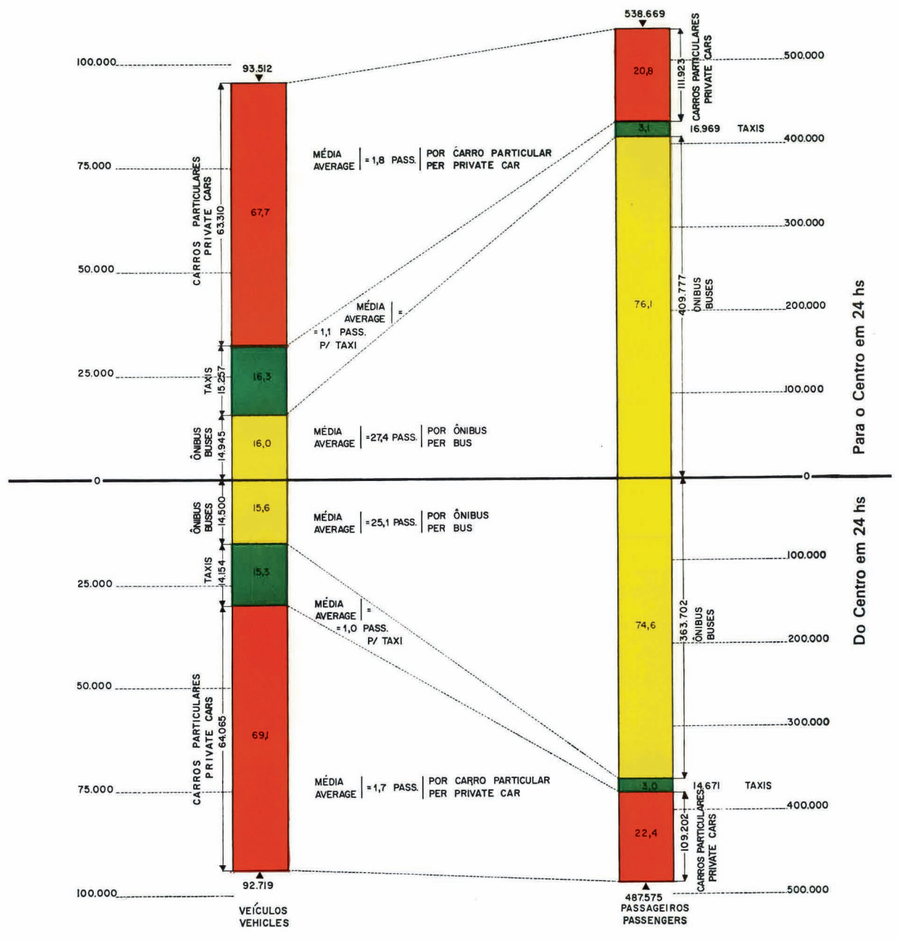


Fig. C32
Tráfego total diário atravessando a "cordon-line"
(abril/maio 1968)



Verifica-se pelas Fig. C31 e C32 em que proporções os respectivos meios de transporte ocupam as seções transversais da "cordon-line" e da "screen-line". Pode-se reconhecer com perfeita nitidez a relação inversamente proporcional entre volume transportado e superfície ocupada pelos ônibus e pelos carros particulares.
As correntes do tráfego de superfície nos pontos de contagem transversal constam da Fig. C33.

Vê-se também nessa Fig. C33 que o índice médio de lotação dos carros particulares é de 1,7 pessoas e o dos ônibus, aproximadamente, de 28 pessoas. Os resultados das entrevistas posteriores por amostragem na "cordon-line" confirmam êsses valôres.
Somando todos os valôres horários em cada sentido, de todos os pontos de contagem da "screen-line", obtêm-se as curvas de contagem diária para desenvolvimento médio do tráfego na "micro-área". A Fig. C34 mostra as curvas de contagem diária dos veículos na "screen-line" e a Fig. C35 as dos passageiros correspondentes.
A soma dos valôres horários na "cordon-line" constam das Fig. C36 e C37 para o tráfego de vias públicas e da Fig. C38 para o tráfego ferroviário. Vê-se aí o desenvolvimento diário do tráfego de entrada e de saída. Para considerações gerais, essas figuras já fornecem indicações bastante esclarecedoras sôbre a ocupação horária das artérias de tráfego e dos meios de transporte.



Fig. C33
Número diário de passageiros nos pontos de contagem de tráfego – "cordon-line" e "screen-line" (1968)

Fig. C34
Contagem total diária de veículos em ambos os sentidos – "screen-line" (abril 1968)

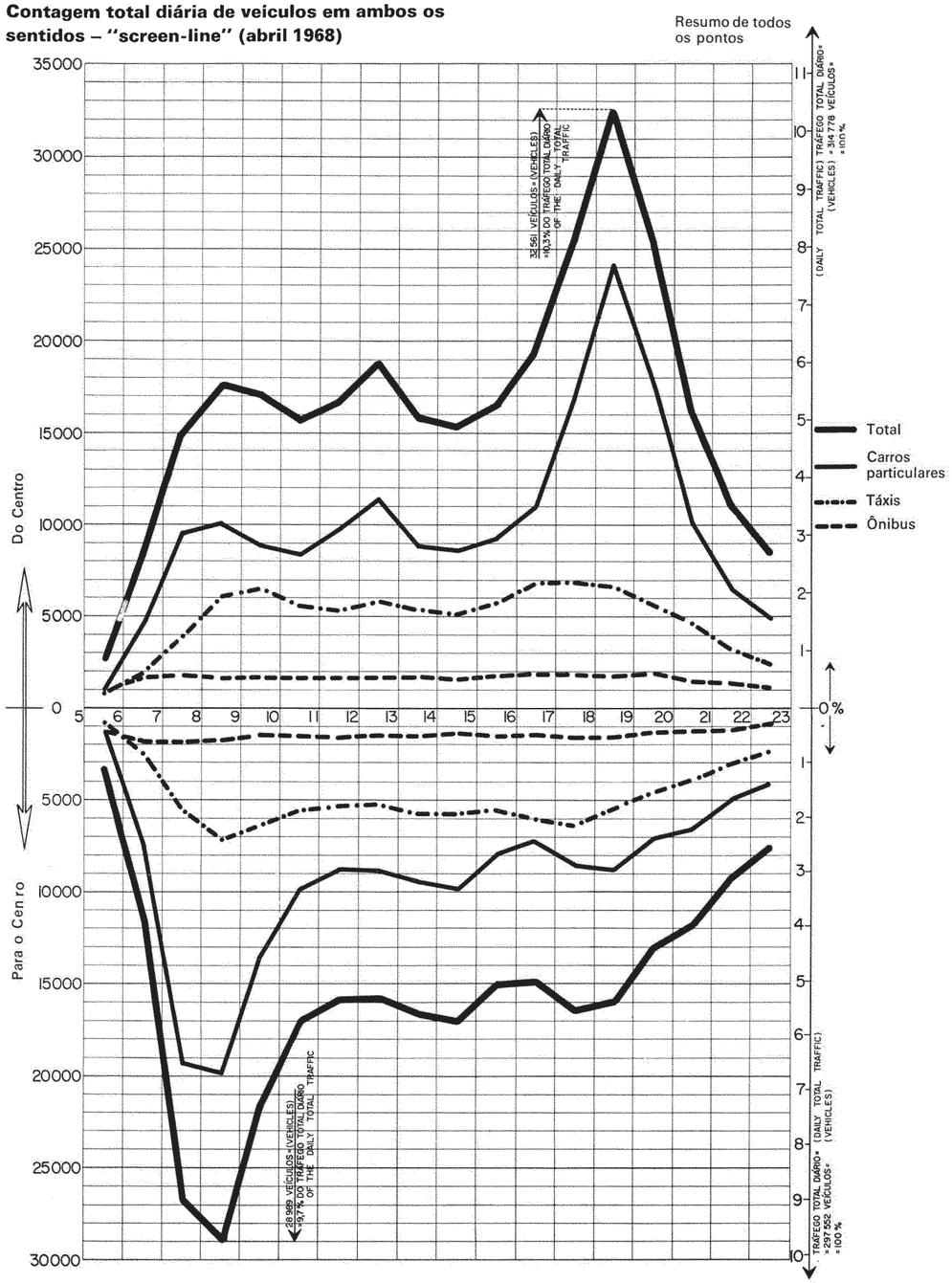


Fig. C35
Contagem total diária de passageiros em ambos os sentidos (vias públicas) – "screen-line" (abril 1968)

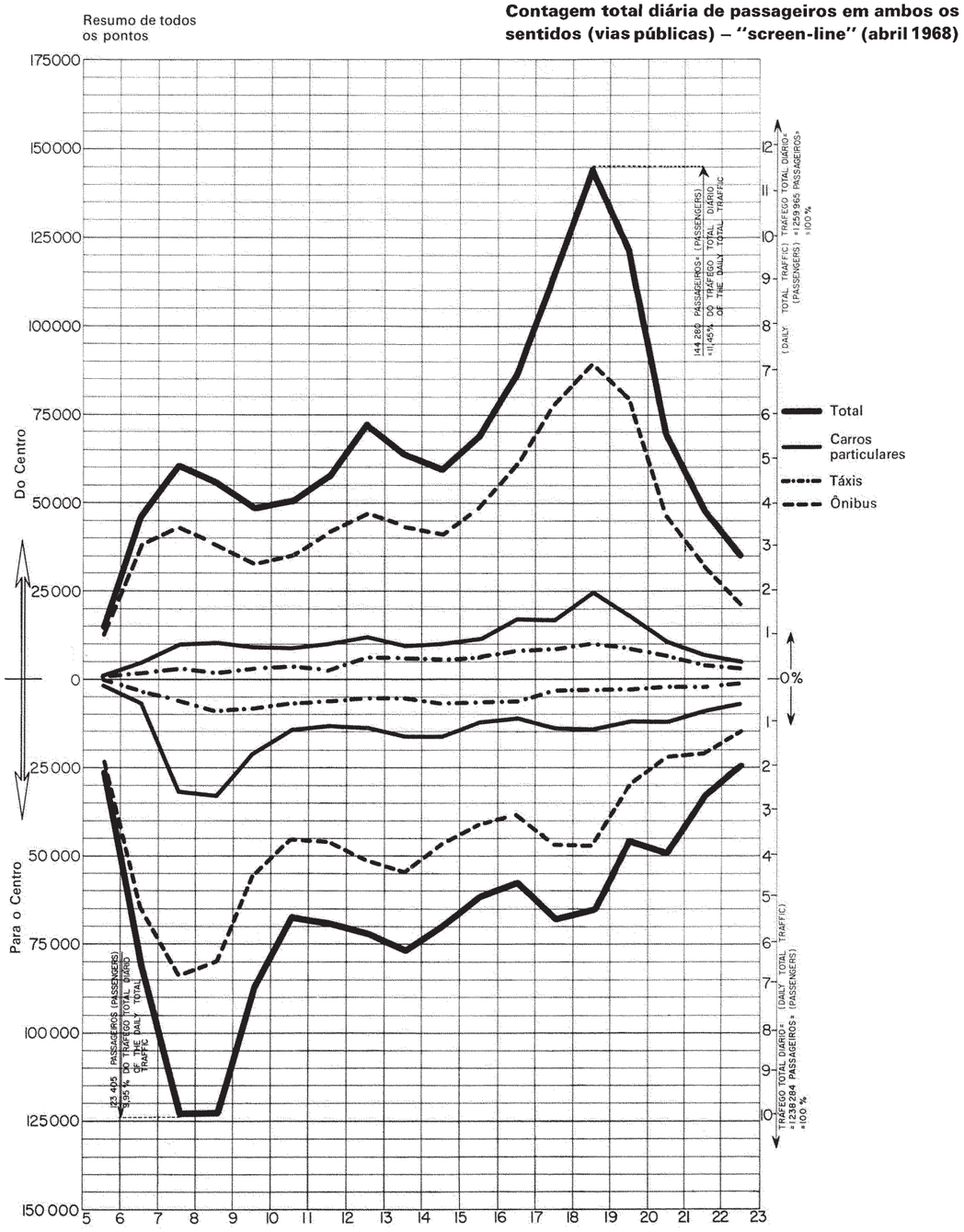


Fig. C36
Contagem total diária de veículos em ambos os sentidos – "cordon-line" (abril/maio 1968)

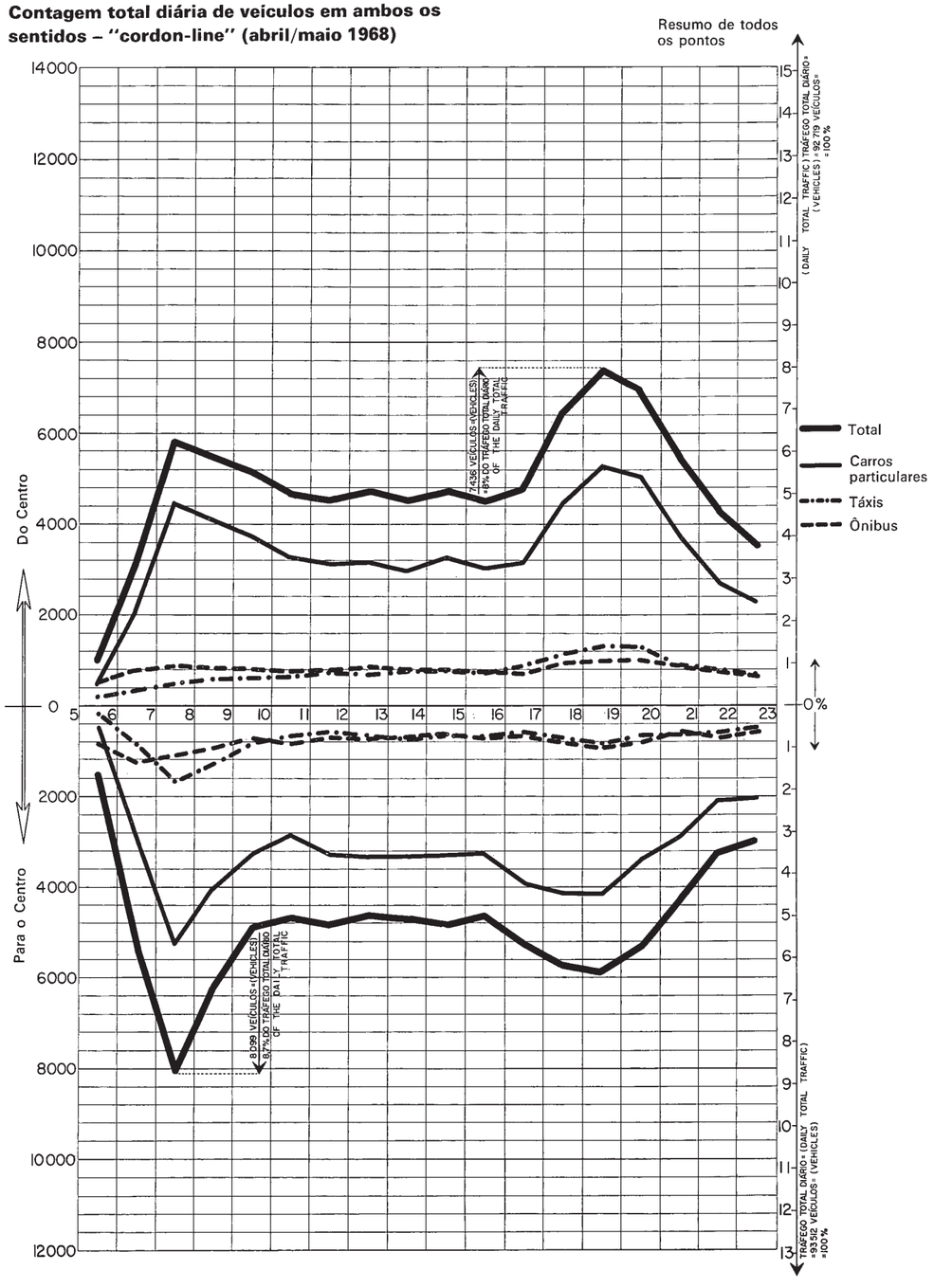
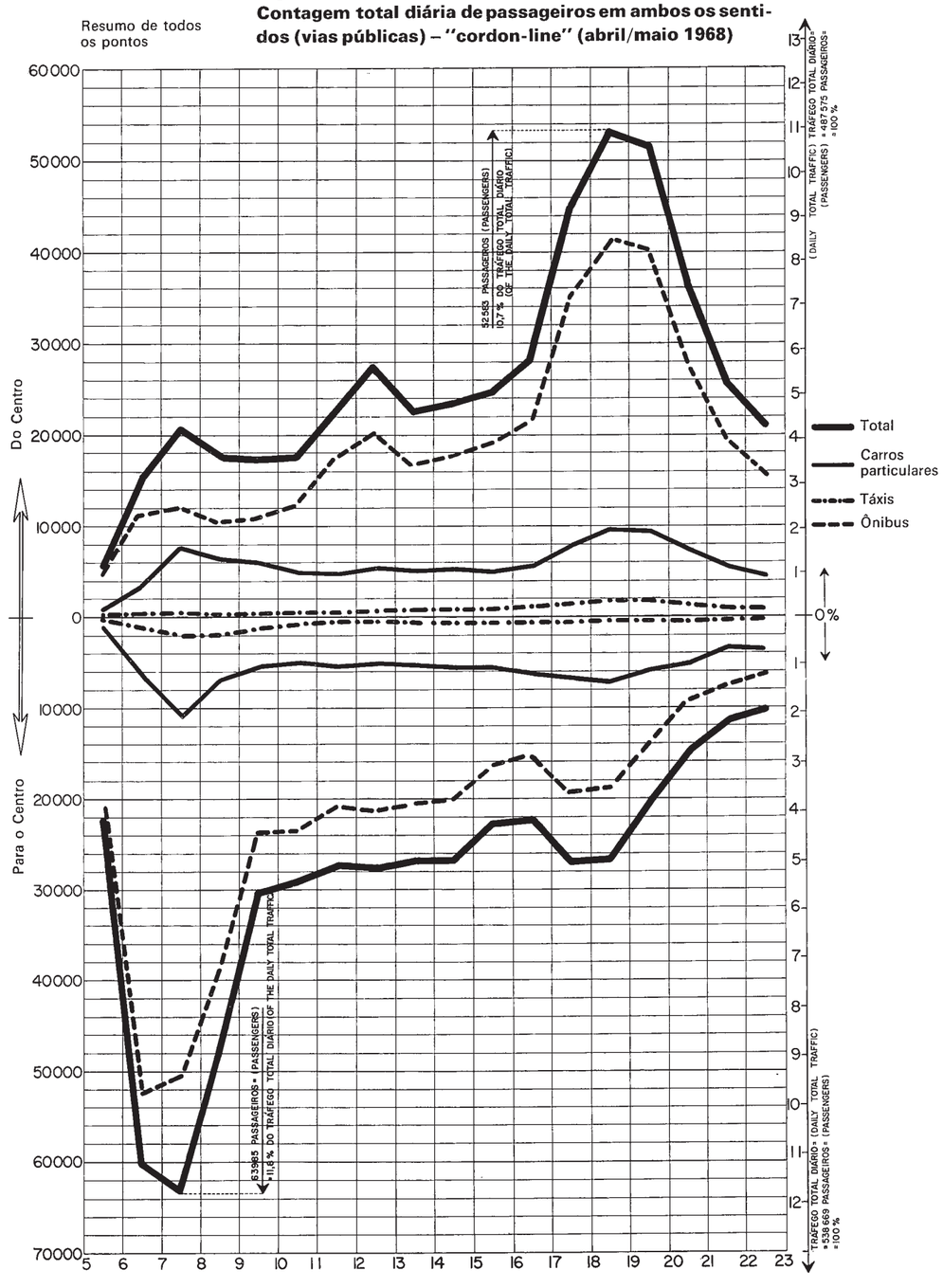


Fig. C37
Contagem total diária de passageiros em ambos os sentidos (vias públicas) – "cordon-line" (abril/maio 1968)



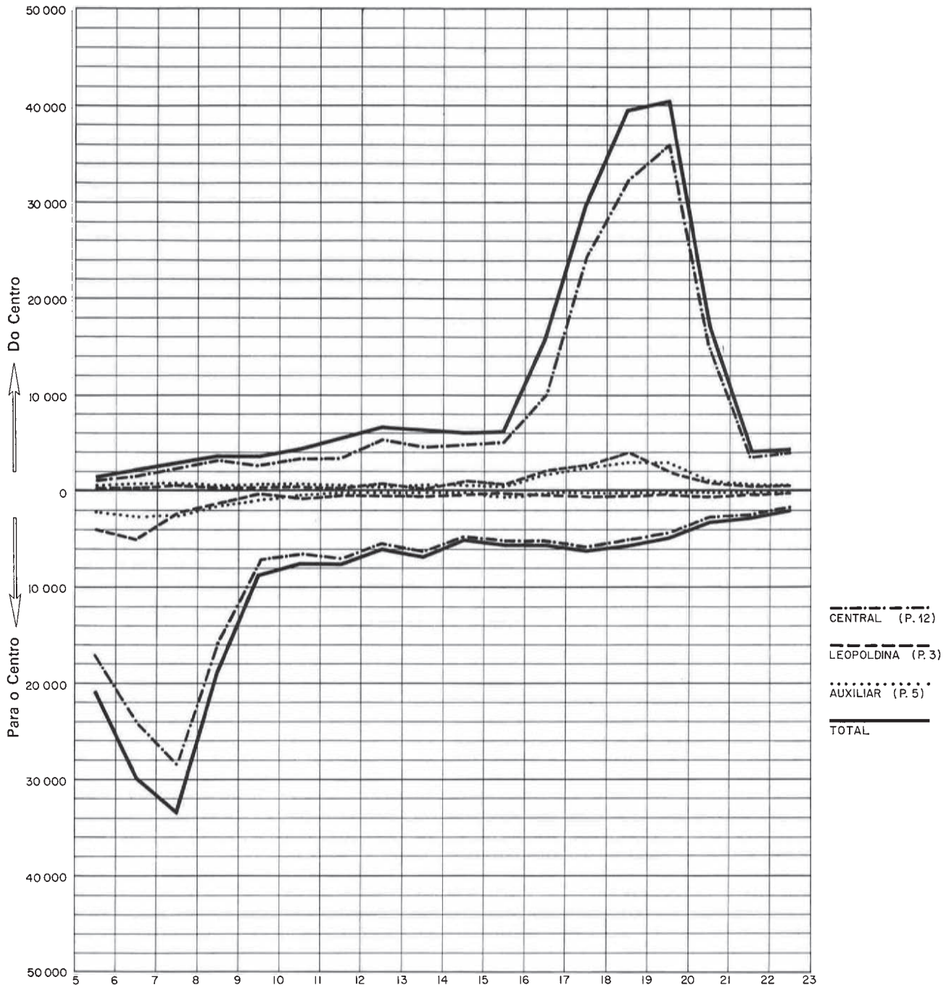


Fig. C38
Contagem total diária dos passageiros das estradas de ferro – "cordon-line" (1968)

O tráfego de passageiros nas horas de "rush", do Centro e para o Centro, é demonstrado detalhadamente nas Tab. C22 a C25. No tráfego da "screen-line" em sentido norte constam os embarques na Estação D. Pedro II; para o sentido oposto foi estimado número igual de passageiros dos trens.

Tab. C 22
Tráfego na "screen-line" (1968): Centro — Zona Norte
Zona Norte — Centro

Pontos D, E, M, F, G, H e D. Pedro II

Passageiros	Individual	Coletivo			Total
	Carros partic.	Táxis, ônibus	Estr. de ferro	Coletivo total	
Para o Centro:					
24 horas	130 172	501 520	129 925	631 445	761 617
"Rush" das 7 às 8 horas	15 493	57 939	22 554	80 493	95 986
Participação no tráfego diário - %	11,90	11,55	17,36	12,75	12,60
Tráf. inverso simultâneo - %	—	—	—	—	3,90
Do Centro:					
24 horas	132 048	534 688	129 925	664 613	796 661
"Rush" das 18 às 19 horas	16 172	63 004	22 554	85 558	101 730
Participação no tráfego diário - %	12,25	11,78	17,36	12,87	12,87
Tráf. inverso simultâneo - %	—	—	—	—	4,60

Tab. C 23
Tráfego na "cordon-line" (1968): Centro — Zona Norte
Zona Norte — Centro

Pontos 1 a 16 (vias públicas e estradas de ferro)

Passageiros	Individual	Coletivo			Total
	Carros partic.	Táxis, ônibus	Estr. de ferro	Coletivo total	
Para o Centro:					
24 horas	103 413	404 688	192 159	596 847	670 260
"Rush" das 7 às 8 horas	7 762	55 034	33 531	88 565	96 327
Participação no tráfego diário - %	7,51	13,60	17,45	14,84	14,37
Tráf. inverso simultâneo - %	—	—	—	—	3,49
Do Centro:					
24 horas	99 078	357 647	199 060	556 707	655 785
"Rush" das 18 às 19 horas	9 133	44 094	39 432	83 526	92 659
Participação no tráfego diário - %	9,22	12,33	19,81	15,00	14,13
Tráf. inverso simultâneo - %	—	—	—	—	4,21

Tab. C 24
Tráfego na "screen-line" (1968): Centro — Zona Sul
Zona Sul — Centro

Pontos I, J e K

Passageiros	Individual Carros partic.	Coletivo Táxis, ônibus	Total
Para o Centro:			
24 horas	113 033	323 091	436 124
"Rush" das 7 às 8 horas	14 761	28 321	43 082
Participação no tráfego diário - %	13,06	8,77	9,88
Tráfego inverso simultâneo - %	—	—	5,63
Do Centro:			
24 horas	122 522	295 054	417 576
"Rush" das 18 às 19 horas	23 031	26 444	49 477
Participação no tráfego diário - %	18,80	8,96	11,85
Tráfego inverso simultâneo - %	—	—	6,31

Tab. C 25
Tráfego na "cordon-line" (1968): Rio — Niterói
Niterói — Rio

Ponto 19

Passageiros	Coletivo Barcas
Para o Rio	
24 horas	74 840
"Rush" das 7 às 8 horas	8 973
Participação no tráfego diário - %	11,99
Tráfego inverso simultâneo - %	2,07
Do Rio	
24 horas	74 590
"Rush" das 18 às 19 horas	10 841
Participação no tráfego diário - %	14,53
Tráfego inverso simultâneo - %	3,26

Uma apresentação mais diferenciada para cada uma das seções transversais prejudicaria a visão de conjunto, uma vez que de qualquer forma a implantação de um nôvo sistema de tráfego tem geralmente como consequência uma nova distribuição dos fluxos de tráfego.
As tabelas acima citadas, reunindo os dados de cada uma das regiões urbanas, indicam diferenças pronunciadas no tráfego das horas de ''rush'', diferenças essas relacionadas com a distribuição dos empregos. Assim é que o tráfego profissional da Zona Norte é mais intenso do que o da Zona Sul.
A Zona Norte apresenta ainda pouca oferta de empregos. A substancial parcela do tráfego inverso ao das horas de ''rush'' na ''screen-line'' da Zona Sul, prova que uma parcela considerável do pessoal ocupado da Zona Norte atravessa o Centro em direção a seus empregos na Zona Sul.
Em sentido oposto quase não há movimento de tráfego profissional: 3,90% pela manhã e 4,60% à noite, na ''screen-line'' da Zona Norte. A análise da contagem da ''cordon-line'' mostra a mesma tendência, indicando, ademais, ser diminuta a mão-de-obra que se dirige da ''micro-área'' para a Zona Norte. De modo idêntico, pela manhã as barcas transportam mão-de-obra de Niterói para a Guanabara, mas quase nenhuma em sentido oposto.

Estação D. Pedro II — Hora de ''rush''



Em resumo, pela manhã o tráfego profissional converge de tôdas as direções para o Centro e apresenta prolongamentos para a Zona Sul.
À tarde as horas de ''rush'' são mais pronunciadas que pela manhã. O motivo é a estreita faixa horária de distribuição dos términos de expedientes.
De acôrdo com a contagem na ''screen-line'' o tráfego radial norte-Centro em ambos os sentidos é de 1 558 278 viagens/dia. Dêste total, 83,5% é realizado por transporte coletivo. Na ''cordon-line'' o tráfego coletivo representa 85% do tráfego total. O tráfego total na ''screen-line'' sul é de 853 700 viagens/dia, das quais 72,5% por coletivos, correspondendo portanto a pouco mais da metade do fluxo de tráfego da Zona Norte para o Centro. Estas cifras incluem também todo o tráfego de passagem da Zona Norte para a Zona Sul o qual, passando atualmente quase exclusivamente pelo Centro, sobrecarrega o sistema de ruas centrais do Rio de Janeiro, adicionalmente ao tráfego de origem e destino. O Túnel Rebouças oferece uma ligação norte-sul contornando o Centro; por ocasião das contagens, entretanto, estava aberto sòmente ao transporte individual, em parte e só em certas horas do dia.
A separação entre tráfego que atravessa o Centro e tráfego para o qual o Centro é itinerário obrigatório não pode ser deduzida da análise das contagens transversais. Sòmente uma consulta detalhada aos passageiros, sôbre origem e destino, pode esclarecer êste e outros problemas semelhantes. Uma contagem por entrevistas evita também uma consideração puramente estática do complexo de tráfego e possibilita análises, diagnoses e prognoses mais diferenciadas em tôda a Área de Estudo.

4.1.2 Entrevistas domiciliares na ''micro-área''

4.1.2.1 Execução

As entrevistas domiciliares realizadas na ''micro-área'' tinham por fim a obtenção:

a) de informações sôbre os desejos de tráfego da população residente na ''micro-área'', para a elaboração de tabelas de viagens,
b) dos dados sócio-econômicos capazes de explicar a origem dos desejos de tráfego, verificados segundo o item a) acima.

Para a obtenção dêsses dados foram realizadas entrevistas por amostragem por zonas. Com base em uma estimativa preliminar da oscilação provável, o volume de amostragens foi estabelecido em 4 000 domicílios onde, com uma média estimada de 4,5 pessoas/domicílio, foram abrangidas 18 000 pessoas (ou seja, cêrca de 1% da população da ''micro-área''), considerando-se uma margem de falhas por falta de respostas da ordem de 25%.
A distribuição dos 4 000 domicílios da amostragem pelas zonas foi feita proporcionalmente ao número de domicílios em cada zona. Para essas entrevistas de amostragem foram reunidos à parte, numa Zona ideal ''99'', os favelados das diversas zonas, porquanto a distribuição de tráfego específica dêsse grupo de habitantes difere sobremaneira da do restante da população.
A realização das entrevistas domiciliares foi confiada ao instituto de pesquisas local IBOPE, e levada a efeito no período de 20 de maio a 10 de julho de 1968. Para tanto foi ainda utilizado o cadastro usado pelo IBGE para suas pesquisas domiciliares.
O trabalho de campo consistiu no preenchimento de dois questionários, mostrados na Fig. C39, sendo o primeiro relativo a dados sócio-econômicos e o segundo a dados sôbre as viagens das pessoas entrevistadas. Os questionários apresentados dão uma visão do volume e da intensidade das entrevistas.
Todos os deslocamentos realizados por todos os membros de um domicílio utilizando-se de meio de transporte, quer como passageiro, quer como motorista de um carro particular foram considerados como viagens. Da mesma forma que nas contagens transversais, também durante as entrevistas domiciliares foi computada a geração de tráfego de um dia normal de trabalho (têrça, quarta ou quinta-feira). Com êste objetivo, nas entrevistas efetuadas nas quartas, quintas e sextas-feiras foram feitas perguntas acêrca das viagens realizadas nos respectivos dias anteriores. Os dados obtidos foram finalmente codificados em cartões perfurados.
Das 4 000 entrevistas domiciliares previstas só puderam ser analisadas 3 181. As falhas por falta de respostas ou por ausência corresponderam a 20,5% do total dos domicílios da amostragem.
O contrôle do material recolhido foi feito por dois órgãos independentes um do outro, a saber: primeiro, pelos órgãos de contrôle do próprio instituto de pesquisas e, segundo, pelo Grupo de Estudos, a quem coube um contrôle estatístico de qualidade, com o objetivo de garantir a fidedignidade das informações contidas nos questionários e um correto preenchimento dêstes.
Para êsse fim foi elaborado um plano especial de amostragem e procedidas entrevistas de contrôle. Os questionários foram examinados para a verificação da exatidão na codificação das viagens indicadas.
Sòmente depois dêsses contrôles ou da repetição de entrevistas contestadas, foram os questionários encaminhados ao processamento de dados.

PESQUISA DOMICILIAR DE MOBILIDADE POPULACIONAL PARA O METRÔ DA GUANABARA

FICHA 1 — DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS DA FAMÍLIA — FOLHA 1

ENDEREÇO	ZONA	SETOR	SUB SETOR	CÓDIGO DO DOMICILIO
RUA Almirante Tamandaré Nº 533 APTº 1201 C 10	10	049	06	06

1- TOTAL DE RESIDENTES — QUANTAS PESSOAS RESIDEM AQUI?	2-DE 5 A 13 ANOS — ENTRE ELAS QUANTAS PESSOAS TEM IDADES ENTRE 5 E 13 ANOS?	3-DE 14 ANOS OU MAIS — QUANTAS PESSOAS TEM 14 ANOS OU MAIS ?	4-HORA INICIAL DA ENTREVISTA
05	00	05	17,30

5- RELAÇÃO DOS RESIDENTES COM 5 ANOS OU MAIS

Nº DE ORDEM	PRIMEIRO NOME	SEXO M	SEXO F	IDADE	Nº DE VIAGENS	QUEM RESPONDEU?	ENTREVISTA DATA	ENTREVISTA HORA
1º	Maria Pinto Rodrigues		X	39	0	a mesma	28-05-68	17,30
2º	João Carlos Rodrigues	X		40	2	o mesmo	28-05-68	18,00
3º	Léda Maria Rodrigues		X	19	2	a mesma	28-05-68	17,30
4º	Pedro Paulo Rodrigues	X		18	2	o mesmo	28-05-68	18,00
5º	Djanira da Silva		X	22	0	a mesma	28-05-68	17,30
6º								
7º								
8º								
9º								
10º								

6 — Nº TOTAL DE VIAGENS DECLARADOS NO DOMICÍLIO: 6

7 — QUANTOS AUTOMÓVEIS AS PESSOAS DO DOMICÍLIO POSSUEM? (SE NÃO HOUVER ESCREVA ZERO): 1

8 — E ALEM DE AUTOMÓVEIS, QUANTOS E QUAIS VEÍCULOS POSSUEM? (SE NÃO HOUVER ESCREVA ZERO)

TIPOS	QUANTIDADES
PICK-UP	0
CAMINHÕES	0
MOTOCICLETAS	0
BICICLETAS	0
OUTROS	0

9 — PODE INFORMAR, DENTRE OS OBJETOS ABAIXO RELACIONADOS, QUAIS AQUELES QUE O SR. (A SRA.) E SEUS FAMILIARES POSSUEM EM SUA CASA. INDIQUE TAMBÉM AS QUANTIDADES RESPECTIVAS (SE NÃO HOUVER ESCREVA ZERO)

APARÊLHO	QUANTIDADES
TELEFONE	1
GELADEIRA	1
TELEVISÃO	2
ENCERADEIRA	1
ASPIRADOR DE PÓ	1
ELETROLA COMUN	1
ELETROLA ALTA FIDELIDADE	0
MAQUINA DE LAVAR ROUPA	1
FERRO ELÉTRICO	2
GRAVADOR	0
PROJETOR DE SLIDES	0
AR CONDICIONADO	0
PIANO	0

10 — A MORADIA É PRÓPRIA OU ALUGADA?
- PRÓPRIA [X]
- ALUGADA [ ]
- OUTRA MODALIDADE_____ [ ]

11 — QUANTAS EMPREGADAS TRABALHAM EM SUA CASA ? (SE NÃO HOUVER ESCREVA ZERO): 1

12 — SOMANDO TÔDAS AS DESPESAS DE CONDUÇÃO QUE AS PESSOAS DESTA CASA TÊM, QUANTO GASTARAM NO ÚLTIMO MÊS?

COM CARRO PRÓPRIO	300,00	0300
COM TAXI		0000
COM ÔNIBUS OU TROLLEY	20,00	0020
COM BONDE		0000
COM TREM		0000

13 — OBSERVE O CARTÃO EM SEPARADO. PODERIA NOS DIZER EM QUAL DAS CLASSES ESTÁ SITUADA A RENDA TOTAL MENSAL DAS PESSOAS QUE RESIDEM NESTE DOMICÍLIO ?
NÚMERO DO CÓDIGO _____ 5

14 — ENTREVISTADOR P.L. - 15. -
HORA FINAL DA ENTREVISTA 18,30
DURAÇÃO DA ENTREVISTA 60 min.

PESQUISA DOMICILIAR DE MOBILIDADE POPULACIONAL PARA O METRÔ DA GUANABARA

FICHA 2 — VIAGENS INDIVIDUAIS — FOLHA

CÓDIGO PARA OS DIAS DA SEMANA: 2 - SEGUNDA-FEIRA; 3 - TERÇA-FEIRA; 4 - QUARTA-FEIRA; 5 - QUINTA-FEIRA; 6 - SEXTA-FEIRA

	VIAGEM 1	VIAGEM 2	VIAGEM 1	VIAGEM 2
ZONA	10	10	10	10
SETOR	049	049	049	049
SUB-SETOR	06	06	06	06
CÓDIGO DO DOMICÍLIO	06	06	06	06
NÚMERO DE ORDEM DA PESSOA ENTREVISTADA	02	02	03	03
DATA DA VIAGEM — DIA	05	05	27	27
DATA DA VIAGEM — MÊS	06	06	05	05
DIA DA SEMANA	4	4	4	4
1. DE ONDE O Sr(a) PARTIU? — RUA	Alcute Tamandaré Nº 533	General Polidoro Nº 763	Almirante Tamandaré Nº 533	Voluntários Pátria Nº 810
ESQUINA MAIS PRÓXIMA	Catete	Passagem	Catete	N. S.
MUNICIPIO	Gb	Gb	Gb	Gb
BAIRRO	Flamengo	Botafogo	Flamengo	Botafogo
ZONA	10	12	10	12
2. PARA ONDE O Sr.(a) FOI? — RUA	General Polidoro Nº 763	Alcute Tamandaré Nº 533	Voluntários Pátria Nº 810	Almirante Tamandaré Nº 533
ESQUINA MAIS PRÓXIMA	Passagem	Catete	N. S.	Catete
MUNICIPIO	Gb	Gb	Gb	Gb
BAIRRO	Botafogo	Flamengo	Botafogo	Flamengo
ZONA	12	10	12	10
3. A QUE HORA O Sr(a) CHEGOU AO DESTINO DESTA VIAGEM?	08,00	23,00	07,00	11,30
4. QUANTO TEMPO LEVOU ESTA VIAGEM SEM O PERCURSO A PÉ?	010	006	020	020
5. QUANTO TEMPO O Sr(a) LEVOU ANDANDO DO LOCAL DE ONDE SAIU ATÉ O LOCAL ONDE PEGOU O PRIMEIRO MEIO DE TRANSPORTE?	05	03	05	05
6. QUANTO TEMPO O Sr(a) LEVOU ANDANDO DO LOCAL DE ONDE DESCEU DO ÚLTIMO MEIO DE TRANSPORTE ATÉ O LOCAL PARA ONDE FOI?	01	01	05	05
7. QUAIS FORAM OS MEIOS DE TRANSPORTE QUE O Sr(a) UTILIZOU NESTA VIAGEM?	1	1	4	4
8. QUAL O OBJETIVO DESTA VIAGEM? — DE	7	1	1	7
8. QUAL O OBJETIVO DESTA VIAGEM? — PARA	1	7	7	1

1 AUTOMÓVEL, DIRIGINDO-O; 2 AUTOMÓVEL, ACOMPANHANTE; 3 TAXI, PASSAGEIROS; 4 ONIBUS, TROLLEYBUS, BONDE; 5 2 TRAJETOS UTILIZANDO ONIBUS, TROLLEYBUS, BONDE; 6 ONIBUS ALUGADO OU DE SUA COMPANHIA; 7 ESTRADA DE FERRO; 8 MOTONETA OU MOTOCICLETA; 9 OUTROS NÃO A PÉ; 0 BARCAS

1 TRABALHO NEGOCIOS; 2 ESCOLA-EDUCAÇÃO; 3 MÉDICO; 4 COMPRAS; 5 RECREAÇÃO-VISITAS; 6 RESIDENCIA; 7 OUTROS

Fig. C 39 Pesquisa domiciliar de mobilidade populacional (modêlo de questionário)

4.1.2.2 Processamento de dados; obtenção das tabelas de viagens

Como ficou dito, os dados das entrevistas domiciliares foram acumulados em cartões perfurados. O cálculo de majoração teve que ser baseado em fatôres de majoração. Para a apuração dêsses fatôres foi revista, por meio de uma compilação dos dados de entrada registrados nos cartões perfurados, a média do número de pessoas residentes em cada domicílio nas respectivas zonas. Assim, com base no número de habitantes em 1968, conforme a Fig. C5 (excluídos os habitantes de favelas), foi possível atualizar o número de domicílios. Após a redistribuição dos domicílios até a precisão estatisticamente necessária, foi possível determinar os respectivos fatôres de majoração.
O processamento de dados realizado pela IBM do Rio de Janeiro, por ordem do IBOPE, forneceu os seguintes dados:

8 tabelas de viagens com base na geração diária de tráfego na "micro-área", separadas por meios de transporte, indicando origem, destino e volume.

11 tabelas de viagens indicando origem, destino e volume, de acôrdo com o objetivo das viagens na "micro-área".

7 tabelas complementares sôbre viagens de habitantes da "micro-área".

16 tabelas sôbre as condições sócio-econômicas na "micro-área".

Antes da utilização das tabelas, o seu conteúdo foi controlado, primeiro mediante conferência dos cálculos com o auxílio dos dados de entrada ou do material estatístico; segundo, mediante confronto de tabelas comparáveis ou intercomplementares. Entre estas últimas contavam-se também, tabelas resultantes das entrevistas na "cordon-line" de que se tratará a seguir.

4.1.3 Entrevistas na "cordon-line"

4.1.3.1 Execução

O objetivo das entrevistas na "cordon-line" era coletar informações úteis das pessoas que atravessam a "cordon-line" nos diversos meios de transporte (ônibus, estradas de ferro, barcas, táxis ou carros particulares), a fim de conseguir para as tabelas de viagens as relações de tráfego entre as zonas da "micro-área" e as zonas externas à mesma. Os dados a serem determinados referiam-se à origem, destino e objetivo das viagens nos diferentes meios de transporte, bem como ao domicílio dos passageiros. A fim de apurar o número total de passageiros, foram feitas contagens transversais — como já ficou descrito em C4.1.1 — em vinte pontos da "cordon-line". A pesquisa de origem, destino, objetivo e domicílio foi feita por amostragem, visto que um levantamento por entrevistas de todos os passageiros teria sido inexequível, devido às perturbações do tráfego que inevitàvelmente ocasionaria. Essa amostragem foi obtida em cada um dos pontos da "cordon-line".

Após uma estimativa da provável flutuação foi estabelecido, em princípio, um volume uniforme de amostragens, i. é, de 2 000 (1 000 em cada sentido) para cada ponto da "cordon-line". Nas entrevistas na "cordon-line" não se trata do número total das pessoas que a cruzam em uma seção transversal, mas sim da proporção do fluxo total em relação à corrente individual, i. é, da ramificação. Como as respectivas relações de tráfego não eram conhecidas antes das entrevistas, foi admitida para cada um dos pontos da "cordon-line" a mesma possibilidade de ramificação do fluxo total contado. Tendo em vista facilitar a coleta de dados foi estabelecido inicialmente que nos diversos meios de transporte deveriam ser entrevistados os seguintes números de pessoas:

a) nos ônibus: com menos de cinco passageiros, todos êles; com cinco ou mais passageiros, cinco passageiros,

b) nos táxis: todos os passageiros (menos o motorista),

c) nos carros particulares: todos os passageiros (inclusive o motorista),

d) nas estradas de ferro: em cada carro, como nos ônibus,

e) nas barcas: 30 passageiros (15 na coberta superior e 15 na inferior).

O número dos veículos a serem abordados em cada ponto da "cordon-line" e em cada sentido de tráfego foi determinado como segue:

Casos a) b) e c): pontos de contagem nas vias públicas.

Para cada ponto de contagem e para cada sentido de tráfego o número total de passageiros a serem entrevistados em qualquer meio de transporte foi obtido pela distribuição de 1 000 amostragens, proporcionalmente, pelo número total de passageiros em ônibus, carros particulares e táxis, cuja passagem pelo ponto de contagem tenha sido constatada no respectivo sentido por ocasião das contagens transversais.
Em seguida foi estabelecido o número total dos veículos a serem abordados, de acôrdo com o exemplo mostrado na Tab. C26. Nessa tabela encontram-se, também, as parcelas das amostragens para cada meio de transporte nos quais essas quotas foram admitidas como constantes, no mesmo sentido de trafego, em tôdas as horas do dia.

Caso d): pontos de contagem nas estradas de ferro. Nos três pontos nas estradas de ferro foram adotadas, para cada sentido, as seguintes parcelas de amostragem (trens pesquisados/total de trens):

Leopoldina: para o Centro 30/63 e do Centro 31/61,

Auxiliar: para o Centro 33/47 e do Centro 36/44,

Centro: para o Centro 25/172 e do Centro 27/162.

Caso e): ponto de contagem nas barcas.
No ponto de contagem nas barcas (para Niterói) foi tomada a relação 33/43 (barcas pesquisadas durante o dia/total de barcas) como parcela da amostragem em cada sentido e para qualquer hora do dia; assim, foram abrangidos pelas contagens 990 passageiros.

As entrevistas foram executadas pelo IBOPE no período de 22 de maio a 5 de junho de 1968 e, nos moldes das contagens de seção transversal, novamente nos dias úteis têrça, quarta e quinta-feira. Nos pontos de contagem nas vias públicas os veículos eram detidos ràpidamente, com o auxílio da Polícia, para as entrevistas. Nas estradas de ferro os

Tab. C 26
Exemplo de distribuição da amostragem nas entrevistas da "cordon-line": ponto de contagem rodoviário 1 (Avenida Brasil)

Meio de transporte	Parcela das amostragens	Veículos abordados	Passageiros entrevistados
Para o Centro			
Carros particulares	1/198	122	207
Táxis	1/193	22	21
Ônibus	1/30	155	775
Total	—	299	1003
Do Centro			
Carros particulares	1/165	135	230
Táxis	1/161	25	24
Ônibus	1/29	149	745
Total	—	309	999

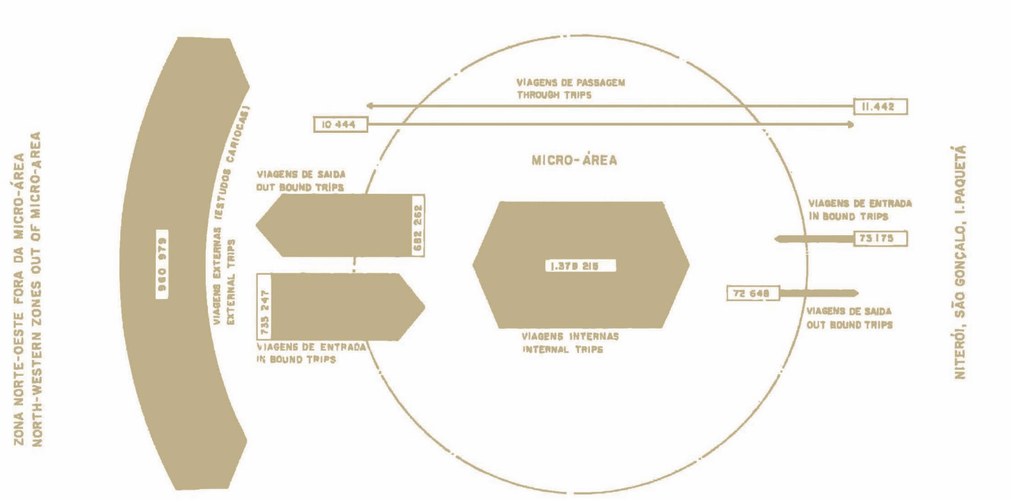


Fig. C40
Tipos de tráfego referentes à "micro-área", em viagens diárias (1968)

entrevistadores sempre viajavam no trem até a parada seguinte. Finalmente os dados foram codificados em cartões perfurados.
De modo análogo ao das entrevistas domiciliares, o material coligido foi controlado antes do seu processamento (C4.1.2).

4.1.3.2 Processamento de dados; obtenção das tabelas de viagens

Como já foi dito, os dados obtidos das entrevistas na "cordon-line" foram acumulados em cartões perfurados. O cálculo de majoração foi baseado no volume de tráfego contado nos pontos da "cordon-line" e complementados pelo tráfego noturno estimado. Tendo as entrevistas sido realizadas apenas entre 5 e 23 horas, foi preciso distribuir o tráfego noturno por essas 18 horas em proporção com os volumes de tráfego constatados nessas horas. Com os fatôres de majoração fornecidos pelo Grupo de Estudos foram os dados colhidos nas entrevistas na "cordon-line" processados pelo IBOPE através da IBM do Rio de Janeiro, daí resultando as seguintes tabelas de viagens para o tráfego diário:

8 tabelas de viagens indicando origem, destino e volume, separadamente por meio de transporte.
10 tabelas de viagens indicando origem, destino e volume, de acôrdo com o objetivo das viagens.
20 tabelas de viagens indicando origem, destino e volume, para os vinte pontos da "cordon-line".
4 tabelas complementares de viagens.

Como para os resultados das entrevistas domiciliares, o Grupo de Estudos controlou a exatidão dos dados recebidos. Sòmente após o recebimento dos resultados completos das duas pesquisas (domiciliar e na "cordon-line") foi possível fazer-se uma análise pormenorizada da atual geração de tráfego na Área de Estudo. A distinção entre os diferentes meios de transporte e os objetivos das viagens, bem como uma subdivisão em zonas bastante pequenas são — como ficará confirmado pelas explanações a seguir — de importância fundamental para o sucesso do modêlo de tráfego. Tôdas as etapas do modêlo de tráfego baseiam-se nas matrizes de análises de viagens, cujos elementos mais importantes são tirados das tabelas que contêm os resultados das entrevistas domiciliares e na "cordon-line".

4.1.4 Análise das tabelas de viagens e elaboração das matrizes de viagens

4.1.4.1 Estrutura de uma matriz de viagens (tipos de tráfego)

Nesta fase as tabelas de viagens são transformadas em matrizes de viagens por meio de análise, i. é, de redução a dados essenciais, etc.

Por motivo de destaque de uma região parcial, i. é, da "micro-área", as relações de tráfego entre as zonas da "macro-área" sofrem uma distribuição por tipos de tráfego relacionados com a "micro-área", como mostra a Fig. C40. Consequentemente, uma matriz de viagens para a "macro-área" é formada pelas informações sôbre três tipos diferentes de tráfego:

a) Tráfego da "micro-área", i.é, viagens com origem e destino dentro da "micro-área", com base nas entrevistas domiciliares, conforme C4.1.2.

b) Tráfego da "cordon-line" (tráfego atravessando a "cordon-line"), í.é, tráfego de entrada, saída e passagem, em relação à "micro-área", com base nas entrevistas na "cordon-line", conforme C4.1.3.

c) Tráfego externo, i.é, viagens com origem e destino fora da "micro-área" e que não atravessam a "cordon-line", com base, sempre que possível, nos "Estudos Cariocas".

Outro tipo de tráfego, o tráfego interno, é focalizado em C4.1.4.5. Trata-se, no caso, do tráfego interno de uma região. Não sendo de utilidade para o modêlo de tráfego não foi incluído nas matrizes de viagens de a), b) e c).
Uma das providências que se impõem para a posterior elaboração do modêlo de repartição do tráfego (C4.1.6.2) é a execução de matrizes de viagens distintas para o tráfego total e o coletivo.
As matrizes de viagens completas são mostradas conjuntamente, sem o tráfego interno das zonas, nas Tab. C27 (tráfego total 1968) e C28 (tráfego coletivo 1968).

4.1.4.2 Tráfego da "micro-área"

Refere-se às relações de tráfego entre as Zonas 01 a 35. As viagens de habitantes da "micro-área" para zonas externas à "micro-área" foram assinaladas nas entrevistas domiciliares, porém não incluídas nas tabelas, i. é, não foram computadas. Tais viagens pertencem ao tráfego que atravessa a "cordon-line" (b).

Excluir essas viagens da análise das entrevistas domiciliares e analisar as entrevistas na "cordon-line" segundo o domicílio dos passageiros foi mais simples que seguir o caminho inverso. Entretanto, juntamente com essas viagens constatou-se uma necessidade específica de 0,95 viagens por dia e por habitante da "micro-área".

Uma vez que a necessidade específica de viagem dos favelados, com 0,47 viagens por dia e por favelado, diverge consideràvelmente dêsse dado, as favelas foram abrangidas por uma pesquisa de amostragem em separado, conforme já observado em C4.1.2.1. A codificação foi feita na Zona 99, restringindo-se, porém, a algumas favelas mais importantes. O cálculo de majoração, todavia, foi feito sôbre o total dos favelados, e por isso sòmente estabelece origem ou destino de viagens de ou para a zona 99. Com estas viagens foi elaborada uma nova matriz de viagens. A distribuição foi feita de acôrdo com o número de favelados por zona e, tanto quanto possível, em proporção com as viagens do resto da população. As tabelas para o tráfego coletivo e para o tráfego total mostraram diferenças desprezíveis para os favelados, de modo que uma única matriz foi suficiente. Por isso, com referência às favelas, adicionaram-se iguais valôres de tabela ao tráfego coletivo e ao tráfego total.

As viagens mistas (carro particular e transporte coletivo na mesma viagem) perfazem 0,24% do tráfego total. Não foram incluídas nas matrizes de viagens do tráfego coletivo.

A Zona 35 (Serra dos Três Rios) apresenta número insignificante de habitantes, razão porque lá não se realizaram entrevistas domiciliares. O tráfego proveniente de outras zonas era diminuto. Por êsses motivos essa Zona foi fundida com a Zona 25 adjacente.

Com base nas entrevistas domiciliares, em 1968 o tráfego no interior da "micro-área", como se vê nas Tab. C27 e C28, era o seguinte:

tráfego total: 1 379 215 viagens/dia,

tráfego coletivo: 1 111 962 viagens/dia.

4.1.4.3 Tráfego da "cordon-line"

Trata-se aqui principalmente do tráfego entre as Zonas 01 a 34, de um lado, e as Zonas 40 a 81, do outro lado.

O tráfego de passagem (tráfego entre o ponto de contagem nas barcas e as zonas noroeste da "macro-área", externas à "micro-área") atravessa a "cordon-line" duas vêzes, tendo sido considerado para o cálculo de majoração das entrevistas com o fator 0,5.

Tab. C 27
Matriz de viagens – Tráfego total diário (1968)

Origem / Destino

"Macro-área"	Guanabara	"Micro-área"	Zonas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			Destino: Guanabara "Micro-área"																															
			01 Candelária		3 086	5 130	1 285	1 643	1 242	3 923	5 664	5 279	7 789	11 479	13 792	717	2 756	23 581	702	6 818	3 615	3 389	8 147	3 664	5 540	3 772	3 996	1 166	3 368	4 453	3 245	3 287	3 222	322
			02 Norte-Sul	3 486		3 028	1 815	694	1 983	3 949	7 979	3 877	7 041	8 613	9 737	531	2 029	17 937	871	3 354	2 075	3 020	9 568	2 876	7 015	3 846	2 503	1 595	2 606	2 799	3 294	820	1 575	328
			03 Pedro II	4 858	2 717		1 429	1 514	261	1 842	1 432	1 100	3 288	1 899	2 871	32	491	3 148	273	1 298	580	588	3 375	1 006	4 037	2 082	819	393	1 029	878	759	824	1 177	161
			04 Lapa	2 160	1 488	1 112		195	129	181	245	887	851	658	1 180	7	141	335	28	13	50	100	198	126	373	—	—	10	87	391	—	—	116	—
			05 Gamboa	1 822	1 044	1 420	274		4	138	637	103	134	754	1 080	—	—	1 262	236	257	62	401	767	1 089	979	76	172	—	302	221	279	—	243	338
			06 Mangue	1 653	1 882	65	129	4		325	51	102	325	1 067	162	—	100	1 274	253	277	173	331	179	506	1 169	1	324	424	242	414	153	188	116	170
			07 Rio Comprido	4 104	4 627	1 581	181	138	390		902	400	352	371	1 322	163	86	1 855	269	1 210	629	381	5 312	512	3 682	957	327	205	713	271	390	759	611	—
			08 Santa Teresa	7 557	7 868	1 397	245	843	104	918		1 516	806	2 041	1 905	167	—	1 591	107	325	321	193	806	62	611	405	51	298	136	—	—	386	411	—
			09 Catete	6 220	3 396	702	568	5	102	271	967		1 181	2 094	1 763	101	118	2 985	208	723	356	545	372	63	450	—	—	—	—	71	120	197	227	—
			10 Flamengo	8 923	6 371	3 111	852	134	247	529	677	1 851		3 951	11 959	900	577	6 725	1 310	1 771	822	1 946	535	361	1 459	470	—	—	58	242	115	—	332	—
			11 Laranjeiras	11 098	9 710	2 463	459	934	1 032	645	1 910	2 195	4 030		5 408	391	121	5 557	256	1 731	2 532	1 442	956	779	630	696	161	101	—	69	—	256	299	—
			12 Botafogo	13 945	9 132	2 613	962	1 641	235	1 323	1 623	2 065	12 770	6 514		1 286	2 636	20 062	4 374	4 777	4 800	7 660	2 442	365	1 382	806	252	102	502	488	277	588	1 074	—
			13 Urca	663	324	484	7	—	—	291	167	101	527	731	1 286		351	2 116	25	542	110	297	445	245	278	—	314	—	86	116	—	—	167	—
			14 Leme	3 395	1 402	647	141	119	86	2	—	238	400	79	2 469	351		4 039	743	837	140	560	9	—	588	149	—	100	—	—	363	—	—	—
			15 Copacabana	24 606	16 549	3 228	259	638	1 376	1 567	2 128	2 669	6 720	5 473	20 369	1 987	4 379		1 183	10 865	4 768	5 566	5 041	753	2 311	694	660	104	341	704	359	537	501	335
			16 Lagoa	702	919	166	28	236	155	269	107	208	891	333	5 271	25	610	1 258		1 174	1 625	846	242	—	233	—	—	—	—	3	3	—	7	—
			17 Ipanema	6 920	2 632	905	13	327	277	1 466	104	549	2 236	1 665	5 356	365	837	10 315	1 415		3 199	3 522	339	—	89	225	141	—	271	—	147	67	229	—
			18 Leblon	4 084	1 866	750	50	62	3	291	181	113	697	2 032	5 038	166	309	4 885	1 309	2 429		4 594	510	194	201	154	—	—	—	704	125	—	—	182
			19 Gávea	4 114	2 438	704	100	549	183	381	282	308	2 295	1 944	7 424	297	560	5 278	1 207	3 582	3 859		1 320	177	815	1	—	—	—	—	139	—	—	—
			20 Tijuca	8 348	9 325	3 728	336	632	142	5 781	1 310	439	467	1 036	1 739	321	128	4 309	109	338	227	1 040		6 813	12 159	4 610	2 047	536	2 738	1 979	813	4	1 147	516
			21 Andaraí	3 555	2 584	1 016	126	1 166	140	780	—	63	249	228	885	245	—	515	—	—	24	177	6 072		4 848	340	693	601	851	417	145	189	1 155	159
			22 Maracanã	6 621	6 992	3 412	294	587	1 186	3 937	486	719	1 385	994	1 894	—	468	2 262	233	200	201	745	12 349	5 133		2 838	1 162	1 051	2 002	2 654	877	675	2 713	50
			23 Vila Isabel	4 668	2 465	1 940	—	76	74	1 103	555	—	345	583	195	—	149	677	—	345	10	57	4 122	459	3 388		636	498	3 040	754	121	140	1 369	161
			24 Grajaú	4 154	2 238	949	—	482	479	456	—	—	—	161	252	314	—	749	—	141	—	—	2 165	726	1 157	801		405	1 448	634	618	190	121	—
			25 Lins de Vasconcelos	1 566	2 131	292	10	—	323	205	199	—	—	1	302	—	100	104	—	—	—	—	337	601	1 353	557	405		982	1 534	855	193	553	—
			26 Engenho Nôvo	3 702	2 522	1 288	87	387	156	540	51	—	58	—	513	86	57	538	—	92	56	—	2 653	851	2 044	2 867	1 362	982		2 932	1 472	583	1 739	162
			27 Méier	4 852	2 323	911	391	359	555	271	—	71	268	220	543	—	—	1 048	3	—	704	—	2 039	397	2 150	876	634	1 218	3 003		3 668	3 562	2 535	1106
			28 Engenho de Dentro	3 629	2 888	642	—	397	153	270	—	120	115	—	124	—	244	244	3	147	125	139	696	145	693	121	704	855	1 147	4 127		65	1 559	170
			29 Cachambi	3 488	1 260	827	—	—	377	487	386	197	—	234	295	—	—	603	—	1	—	—	176	1	486	263	2	193	640	4 075	65		586	—
			30 Riachuelo	3 537	1 881	1 781	—	459	232	266	360	185	116	1 101	638	167	—	480	7	229	—	—	1 570	789	2 963	1 231	121	669	1 582	2 344	1 136	586		377
			31 Jacarèzinho	161	328	161	—	500	170	—	—	—	—	159	—	—	115	335	—	—	182	—	516	159	50	3	157	—	320	1 053	170	—	377	
			32 Benfica	1 266	522	910	2	4	199	218	51	—	101	207	252	6	—	376	—	3	—	—	253	123	750	688	—	298	230	431	226	167	24	266
			33 Caju	844	244	65	—	—	16	162	—	2	—	233	—	—	143	243	—	—	—	—	167	—	50	32	25	8	6	115	6	102	113	192
			34 São Cristóvão	2 577	5 239	798	90	556	929	506	234	371	736	1 150	946	307	539	2 848	—	742	—	414	1 766	861	1 372	863	350	447	2 199	1 456	559	439	2 563	878
			Sub-total	163 278	120 393	48 226	10 133	15 281	12 940	33 293	28 688	25 728	56 173	58 005	106 970	8 932	18 044	129 534	15 124	44 221	31 245	37 953	75 444	29 836	65 305	30 424	18 018	12 259	29 929	36 329	20 499	14 804	26 861	5873
			40 Santa Cruz	272	556	453	—	504	—	—	—	—	43	299	80	—	—	—	—	—	—	—	26	—	102	99	—	—	—	—	63	9	102	—
			41 Campo Grande	2 393	2 822	536	—	252	453	—	—	—	150	—	213	—	—	29	—	—	318	6	24	8	587	105	37	24	26	278	91	—	786	3
			42 Bangu	3 203	7 585	2 406	54	913	1 327	1 077	209	64	241	180	613	81	368	1 024	75	109	262	230	1 240	604	2 721	1 222	65	480	1 062	3 156	1 095	186	2 274	16
			43 Jacarepaguá	10 790	10 087	3 005	47	2 237	1 368	716	898	156	871	339	678	504	147	2 814	77	478	693	1 341	1 493	271	2 233	1 035	310	260	2 015	3 011	969	199	2 369	23
			44 Madureira	16 472	18 422	6 706	619	3 200	2 055	1 393	2 024	394	849	927	1 804	1 767	5	3 547	255	1 412	592	446	3 144	2 160	7 504	1 554	892	1 030	5 316	14 974	5 726	749	7 860	81
			45 Irajá	10 481	8 686	1 784	914	2 435	1 517	1 466	353	1 008	479	921	644	21	—	1 252	—	240	734	396	1 192	380	4 023	624	207	330	1 747	6 468	960	820	2 461	128
			46 Penha	8 229	6 457	2 506	192	3 695	1 933	1 130	626	1 171	619	679	656	—	—	2 201	—	296	—	1 099	2 173	145	3 044	990	84	274	634	2 027	214	344	1 871	98
			47 Ilha do Governador	9 010	5 365	495	233	464	190	843	201	—	306	147	605	—	—	1 082	—	51	349	6	1 082	462	1 405	220	7	175	237	770	145	293	923	49
			48 Ilha de Paquetá	151	151	152	152	1 693	—	218	—	—	—	—	1 229	—	—	2 288	608	—	—	—	422	—	—	66	—	—	35	—	—	—	—	—
			49 Méier (parcial)	10 526	7 548	4 751	392	2 001	1 422	1 318	408	100	186	467	1 161	408	—	1 718	—	225	187	194	2 205	710	2 963	1 351	313	513	3 039	15 604	3 142	2 456	2 366	109
			50 Ramos	19 717	15 678	6 736	249	3 717	1 623	1 861	876	1 011	1 060	606	2 308	—	79	6 438	319	634	575	1 103	3 633	1 322	4 157	1 649	609	239	1 253	4 242	581	909	2 358	77
			51 Engenho Nôvo (parcial)	1 533	1 525	1 309	18	278	212	337	111	27	87	70	493	130	4	731	—	—	9	—	700	244	1 444	251	307	528	1 034	5 630	4 558	611	988	21
			52 Tijuca (parcial)	251	136	46	—	12	35	33	52	6	37	22	87	—	19	95	—	50	100	15	1 128	66	271	25	31	9	22	34	7	7	11	—
			53 Lagoa (parcial)	1 037	801	190	—	94	36	73	181	126	356	459	1 683	183	304	4 611	283	2 669	4 055	2 652	140	2	237	33	12	—	10	18	64	—	45	13
			60 Queimados	385	3 800	950	—	300	640	400	132	—	—	850	1 100	83	—	2 319	—	—	—	400	425	248	879	—	—	22	—	27	—	—	—	22
			61 Nova Iguaçu	7 007	11 323	4 101	2	1 100	1 300	28	519	500	2 132	2 375	3 000	—	84	1 832	138	1 005	84	1 026	346	170	1 455	127	511	127	437	1 462	536	96	422	26
			62 Nilópolis	5 114	3 891	2 560	31	821	1 200	1 084	116	90	232	151	684	—	—	1 013	—	524	—	242	196	209	717	3	137	69	121	1 085	100	77	314	22
			63 Olinda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			64 Belfort Roxo	642	576	633	—	457	—	53	7	—	11	—	479	—	—	31	—	—	195	410	63	—	135	40	10	—	20	74	34	—	74	7
			65 Coelho da Rocha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			66 São Mateus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			67 São João de Meriti	4 795	3 603	1 601	217	1 559	160	437	201	212	29	506	456	—	—	662	284	50	510	12	1 021	103	1 210	246	74	13	94	786	367	141	414	17
			68 Duque de Caxias	6 344	3 537	1 342	—	3 243	483	489	399	4	167	40	118	—	282	449	—	33	20	27	446	28	670	879	147	62	299	1 205	274	261	741	26
			69 São Gonçalo	4 442	1 618	751	—	485	59	—	230	178	191	190	758	212	—	151	—	148	263		536	—	17	226	—	—	—	—	17	—	34	—
			70 Neves	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			71 Sete Pontas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			72 Monjolo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			73 Ipiíba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			74 Niterói	20 581	12 755	2 041	334	1 363	194	1 053	805	630	1 614	780	1 091	540	43	2 299	75	493	348	431	1 222	123	1 285	437	304	38	178	326	112	43	376	—
			75 Itaipu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			80 Norte	943	157	520	8	1 612	465	163	103	—	38	372	—	—	—	1 708	—	684	219	—	355	52	335	24	5	21	34	274	62	112	56	57
			81 Este	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Total – Tráfego de destino	307 596	247 472	93 800	13 595	47 716	29 612	47 465	37 139	31 405	65 871	68 385	126 910	12 861	19 379	167 828	17 238	53 322	40 758	47 989	98 656	37 143	102 699	41 630	22 080	16 473	47 542	97 780	39 616	22 117	53 706	6668
			Código das zonas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

"Macro-área"

32	33	34	Sub-total	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81	Total – Tráfego de origem	Código das zonas
782	374	2 811	150 039	185	2 394	4 806	10 120	16 741	10 417	6 045	5 748	103	10 956	19 638	2 446	229	441	385	10 299	6 406	—	634	—	—	4 875	4 634	2665	—	—	—	17 784	—	1210	—	289 200	01
594	244	4 947	126 629	569	3 064	6 166	10 043	18 323	6 228	8 443	4 755	104	8 650	15 378	3 772	242	687	3 956	12 981	5 916	—	579	—	—	2 887	6 220	2254	—	—	—	15 231	—	1100	—	264 177	02
785	201	828	47 975	112	539	2 135	2 411	7 790	2 105	3 186	521	104	2 656	6 528	1 260	46	188	1 000	3 931	2 540	—	814	—	—	1 328	1 026	55	—	—	—	1 962	—	1540	—	91 752	03
2	—	90	11 153	—	—	—	109	62	38	233	—	104	186	185	—	8	83	—	—	—	—	22	—	—	60	39	—	—	—	—	85	—	—	—	12 367	04
81	—	457	14 632	155	250	803	2 160	2 549	1 276	2 607	679	1 599	784	3 482	653	10	51	360	810	1 582	—	61	—	—	471	1 289	197	—	—	—	539	—	159	—	37 158	05
395	16	376	12 846		450	602	1 660	1 397	1 048	831	320	—	939	1 258	802	47	176	640	1 370	1 190	—	89	—	—	249	637	275	—	—	—	214	—	205	—	27 245	06
218	162	673	33 753	516	25	391	520	1 348	750	1 902	52	237	856	2 119	114	32	145	403	100	970	—	61	—	—	458	307	41	—	—	—	770	—	151	—	46 021	07
51	50	183	31 354	—	114	897	412	1 062	1 141	626	—	—	417	682	244	40	92	46	533	17	—	31	—	—	410	330	372	—	—	—	828	—	—	—	39 648	08
—	110	470	24 385	—	—	29	419	238	594	376	191	—	167	266	44	4	188	634	566	12	—	119	—	—	439	280	99	—	—	—	825	—	—	—	29 875	09
278	—	529	57 035	—	291	4	320	250	391	216	846	—	178	1 422	323	20	373	—	1 996	232	—	39	—	—	188	400	177	—	—	—	1 202	—	42	—	65 945	10
362	233	1 556	58 012	—	306	317	948	798	252	605	—	—	829	746	87	63	324	855	2 234	340	—	61	—	—	505	270	109	—	—	—	1 239	—	561	—	69 461	11
127	—	1 299	108 122	—	121	709	758	1 805	1 079	777	1 092	931	765	2 465	85	24	1 643	1 168	2 927	702	—	487	—	—	430	590	157	—	—	—	1 855	—	93	—	128 785	12
6	—	199	9 878	145	—	87	77	1 115	—	—	—	—	110	180	222	—	333	112	—	—	—	3	—	—	—	7	82	—	—	—	156	—	8	—	12 515	13
—	143	410	17 410	—	—	136	77	127	3	10	—	—	349	580	—	30	79	—	54	—	—	—	—	—	—	273	—	—	—	—	—	—	—	—	19 128	14
532	243	2 912	130 357	371	841	1 582	2 835	1 867	989	2 611	—	2 784	1 557	6 172	242	228	4 216	2 319	2 133	1 971	—	178	—	—	676	1 322	951	—	—	—	3 403	—	311	—	169 916	15
—	—	—	15 311	—	—	—	94	56		52	—	442	263	205	—	—	210	468	—	—	—	23	—	—	344	—	—	—	—	—	62	—	—	—	17 530	16
121	—	633	44 365	—	—	171	704	618	296	367	48	—	175	370	12	12	2 105	—	1 338	511	—	53	—	—	102	221	63	—	—	—	755	—	18	—	52 304	17
—	—	—	30 929	141	—	256	1 059	63	57	447	—	—	172	210	—	47	3 226	—	130	567	—	—	—	—	75	312	41	—	—	—	306	—	—	—	38 038	18
—	—	414	38 371	24	—	51	1 090	348	167	328	684	—	203	716	287	63	2 603	399	939	5	—	—	—	—	51	248	105	—	—	—	618	—	6	—	47 306	19
128	304	2 109	75 658	156	142	1 033	1 181	2 516	1 299	1 606	1 526	335	2 555	3 072	818	1173	351	425	1 593	391	—	188	—	—	1 134	1 592	509	—	—	—	1 916	—	289	—	101 458	20
123		752	28 098	—	25	197	558	1 561	513	480	128	—	502	989	340	143	26	241	205	—	—	7	—	—	56	162	—	—	—	—	238	—	260	—	34 729	21
922	50	1 834	66 926	37	939	1 396	2 149	3 241	2 295	2 336	1 071	—	2 207	3 744	1 529	100	46	879	1 508	606	—	357	—	—	1 172	1 295	265	—	—	—	1 250	—	344	—	95 692	22
432	32	1 157	29 551	28	—	23	677	1 384	577	661	449	36	1 064	1 797	369	82	47	—	332	—	—	50	—	—	296	276	53	—	—	—	462	—	112	—	38 326	23
—	25	350	19 015	—	21	156	565	719	355	168	35	—	506	650	198	39	3	—	499	46	—	22	—	—	111	296	—	—	—	—	786	—	90	—	24 280	24
298	8	146	13 055	144	28	37	258	621	224	119	87	—	481	304	588	8	4	—	8	94	—	12	—	—	41	38	—	—	—	—	131	—	14	—	16 296	25
409	6	2 247	30 442	—	—	194	1 877	2 335	768	655	345	—	3 273	1 128	652	9	—	—	498	179	—	2	—	—	241	148	—	—	—	—	301	—	4	—	43 051	26
555	115	982	35 359	53	261	2 755	2 841	14 671	4 915	1 696	446	—	15 323	4 168	5 392	33	25	13	573	821	—	131	—	—	857	533	173	—	—	—	412	—	224	—	91 675	27
226	6	620	20 374	135	111	711	768	3 724	867	655	317	—	3 340	1 007	2 892	12	18	—	330	326	—	261	—	—	315	136	—	—	—	—	98	—	127	—	36 524	28
356	102	373	15 473	8	164	272	273	855	598	399	120	—	1 922	708	153	12	—	385	166	104	—	41	—	—	113	87	—	—	—	—	35	—	78	—	21 966	29
256	113	2 344	27 520	20	237	235	2 216	7 723	1 001	554	451	—	1 991	2 108	558	20	3	134	209	111	—	30	—	—	279	133	53	—	—	—	155	—	107	—	45 848	30
158	192	1 037	6 303	—	7	24	2	63	98	35	—	—	144	82	14	2	—	—	25	28	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	54	—	—	—	6 894	31
	100	1 841	9 514	—	168	172	337	1 448	363	523	113	—	1 522	3 100	167	—	6	—	736	93	—	14	—	—	139	1 109	—	—	—	—	160	—	199	—	19 883	32
100		927	3 795	—	—	912	77	1 318	383	354	—	—	190	955	17	—	50	—	731	—	—	97	—	—	491	1 039	223	—	—	—	500	—	—	—	11 132	33
1 914	927		35 576	114	1 035	1 664	3 173	4 948	3 204	4 179	1 372	1 123	3 851	17 188	414	73	169	21	1 217	1 369	—	347	—	—	1 939	3 342	74	—	—	—	1 421	—	187	—	88 000	34
10 211	3 756	35 506	1 379 215	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
80	—	—	—		17 771	6 918	485	778	1 967	1 451	332	—	810		255	48	—	—	—	—	381	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	—	—	—	33 921	40
137	5	326	—	17 473		15 830	1 340	4 310		2 844	653	—	1 708	1 654	545	72	117	—	—	—	—	—	—	—	—	456	—	—	—	—	24	—	—	—	56 635	41
44	—	2 942	—	5 326	16 102		7 369	32 765	7 418	5 822	3 097	—	3 582	3 257	1 116	16	98	383	1 308	1 846	—	—	—	—	2 425	874	—	—	—	—	324	—	—	—	130 256	42
878	200	3 277	—	449	1 220	6 133		36 907	4 001	791	—	—	3 711	1 032	931	89	117	—	510	235	—	—	—	—	307	306	1	—	—	—	359	—	—	—	112 888	43
868	450	5 385	—	1 498	3 657	30 582	34 101		38 539	12 063	2 506	—	28 554	7 946	3 543	161	—	509	1 547	5 354	—	820	—	—	8 052	1 464	199	—	—	—	433	—	—	—	302 110	44
1 186	490	3 564	—	1 696	—	6 823	4 188	35 801		21 790	1 743	590	8 594	10 870	929	70	31	—	273	416	—	—	—	—	6 089	2 177	30	—	—	—	539	—	—	—	160 560	45
2 263	907	4 936	—	1 306	443	2 231	1 099	11 350	21 623		3 766	664	6 983	28 168	782	112	9	232	—	99	—	186	—	—	1 344	7 136	20	—	—	—	415	—	—	—	139 461	46
688	—	1 584	—	333	—	3 112	—	3 023	909	3 521		—	1 363	5 620	159	78	71	—	—	—	—	237	—	—	514	1 350	150	—	—	—	459	—	—	—	48 286	47
—	—	387	—	—	—	751	—	—	556	597	—		—	955	9	17	84	—	—	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10 611	48
1 566	446	4 509	—	553	1 278	3 701	3 248	27 507	6 971	6 691	1 413	—		9 113	8 078	3163	315	641	630	728	—	412	—	—	1 541	1 019	—	—	—	—	361	—	—	—	151 667	49
3 888	1 199	17 036	—	437	1 057	2 186	1 148	7 394	9 565	29 522	5 806	1 101	9 756		1 267	142	293	—	278	104	—	—	—	—	1 503	4 414	88	—	—	—	1 356	—	—	—	185 159	50
177	128	552	—	229	373	1 409	905	3 029	1 044	636	273	—	7 958	1 288		1014	168	—	152	251	—	—	—	—	32	—	—	—	—	—	279	—	—	—	43 087	51
—	—	52	—	43	65	42	77	143	104	101	68	14	2 995	129	2 125		206	—	24	11	—	12	—	—	27	9	—	—	—	—	3	—	—	—	8 857	52
38	14	52	—	—	102	58	35	35	133	9	166	62	230	247	1 210	248		25	—	11	—	—	—	—	15	59	3	—	—	—	35	—	—	—	23 154	53
171	—	—	—	—	—	509	—	—	—	341	—	—	187	—	—	—	38		2 316	227	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	—	—	—	16 804	60
219	164	1 225	—	—	—	1 723	—	1 280	823	—	—	—	370	481	170	26	—	1 955		5 266	—	18 245	—	—	1 866	794	21	—	—	—	597	—	—	—	78 496	61
283	—	820	—	260	—	1 777	267	5 273	510	118	279	118	890	118	259	12	12	177	5 249		—	541	—	—	3 409	579	4	—	—	—	68	—	—	—	41 826	62
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63
129	1	424	—	—	—	—	—	1 123	390	181	209	—	398	364	—	12	—	—	16 127	459	—		—	—	2 719	1 252	—	—	—	—	—	—	—	—	27 739	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66
655	69	1 619	—	—	—	2 174	328	8 239	6 787	1 024	504	—	1 436	1 051	72	29	16	—	1 897	3 442	—	3 090	—	—	—	13 937	10	—	—	—	504	—	—	—	66 663	67
341	549	3 240	—	—	—	834	946	2 879	2 405	8 654	642	—	1 228	5 613	—	—	63	—	1 082	887	—	1 704	—	—	13 750		44	—	—	—	1 056	—	—	—	67 932	68
212	293	30	—	—	64	57	79	51	26	95	131	—	—	101	—	—	3	—	40	—	—	—	—	—	2	561	—	—	—	—	—	—	—	—	12 251	69
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73
574	873	1 221	—	77	142	201	273	757	570	538	859	—	368	1 264	92	—	85	—	589	417	—	14	—	—	439	488	—	—	—	—	—	—	—	—	61 755	74
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
122	—	225	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	443	—	—	—	9 169	80
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81
24 730	9 544	88 912	—	32 593	53 807	115 974	108 656	286 328	148 632	140871	43 843	10 451	150 204	182 873	46 236	8160	19 637	18 765	82 993	47 353	—	30 074	—	—	64 779	65 466	9563	—	—	—	63 078	—	7439	—	3 923 412	
32	33	34	35	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81		

Tab. C 28
Matriz de viagens – Tráfego coletivo diário (1968)

Origem / Destino	Guanabara																														
	"Micro-área"																														
Zonas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
01 Candelária		2 888	4 288	964	1 389	1 045	2 724	4 683	4 690	4 971	9 361	11 111	316	1 583	17 551	458	3 967	2 254	2 633	6 250	2 563	4 949	3 039	2 747	967	3 196	3 676	2 963	3 098	2 890	322
02 Norte-Sul	2 890		2 474	1 344	694	1 766	3 769	7 312	3 877	5 233	7 678	8 140	531	1 678	14 119	786	2 224	1 905	2 348	7 611	2 420	6 339	3 655	2 187	1 293	2 257	2 365	3 153	820	1 359	328
03 Pedro II	3 745	1 924		1 429	1 338	261	1 589	1 150	1 002	2 614	1 420	1 835	32	491	2 411	273	964	580	588	3 035	821	3 455	1 794	509	192	859	602	527	758	961	161
04 Lapa	1 838	1 194	1 112		115	129	181	245	646	527	499	1 180	7	141	335	28	13	50	100	198	126	373	—	—	10	87	158	—	—	116	–
05 Gamboa	1 822	869	1 087	115		4	138	585	5	134	600	995	—	—	957	236	138	7	401	767	697	681	76	172	—	302	221	279	—	243	338
06 Mangue	1 456	1 766	65	129	4		325	51	102		933	162	—	100	987	253	277	3	182	111	322	1 169	1	169	223	242	228	153	188	116	170
07 Rio Comprido	2 906	4 370	1 498	181	138	390		567	271	96	171	549	4	86	1 736	269	490	459	381	4 091	451	2 651	807	13	104	713	271	390	298	354	–
08 Santa Teresa	6 576	7 613	1 141	245	843	52	866		1 117	626	1 808	1 820	—	—	1 231	107	325	321	193	364	62	456	160	51	298	85	—	—	386	411	–
09 Catete	5 774	3 396	504	408	5	102	142	967		974	2 016	1 707	101	118	2 506	208	623	187	456	272	2	271	—	—	—	—	71	5	197	227	–
10 Flamengo	6 035	4 739	2 437	448	134	98	97	626	1 340		2 996	9 060	124	428	4 942	1 039	696	573	1 946	360	5	733	470	—	—	58	174	—	—	332	–
11 Laranjeiras	9 948	9 281	1 940	459	780	835	384	1 365	2 195	2 344		4 170	391	121	4 828	256	624	2 032	1 107	638	11	431	618	161	1	—	69	—	75	40	–
12 Botafogo	11 778	7 785	1 806	962	1 340	235	724	1 538	1 779	8 710	4 681		823	1 689	17 225	2 152	3 392	4 263	6 310	2 148	98	920	806	252	102	502	418	277	588	842	–
13 Urca	273	324	484	7	—	—	131	—	101	174	731	723		231	2 116	25	188	110	297	198	245	99	—	4	—	86	116	—	—	—	–
14 Leme	2 093	1 167	647	141	119	86	2	—	238	251	79	1 752	231		3 320	743	837	140	205	9	—	588	149	—	—	—	—	5	—	—	–
15 Copacabana	19 118	13 975	2 138	259	638	955	1 438	1 767	1 991	4 758	5 011	17 312	1810	3 630		1 105	8 622	3 745	5 074	4 024	277	1 794	694	505	104	341	704	359	471	385	335
16 Lagoa	336	919	166	28	115	155	269	107	208	769	333	2 501	25	610	1 258		945	726	591	109	—	99	—	—	—	—	3	3	—	7	–
17 Ipanema	4 240	1 904	787	13	89	277	617	104	449	696	823	3 817	188	837	7 899	875		2 424	2 553	110	—	89	225	141	—	271	—	147	1	229	–
18 Leblon	2 503	1 697	580	50	7	3	291	181	113	573	1 852	4 350	166	309	3 786	895	1 921		3 815	227	24	201	10	—	—	—	423	125	—	—	182
19 Gávea	3 546	1 563	588	100	549	34	381	45	308	2 295	1 587	6 489	297	205	4 989	441	2 799	3 079		1 172	177	747	1	—	—	—	—	24	—	—	–
20 Tijuca	7 104	7 656	2 956	336	632	13	4 685	952	339	292	718	1 672	23	128	3 660	109	338	227	676		4 628	9 545	4 237	1 664	437	2 177	1 256	538	4	1 079	516
21 Andaraí	2 916	2 252	650	126	896	140	599	—	2	249	11	273	245	—	515	—	—	24	177	4 590		3 942	217	571	300	613	417	145	189	877	159
22 Maracanã	5 439	6 344	3 009	294	587	1 186	3 551	332	371	908	613	1 077	—	468	1 340	99	89	201	745	9 894	4 165		2 476	690	851	1 649	2 379	559	608	2 342	50
23 Vila Isabel	3 792	2 465	1 724	—	76	74	1 103	310	—	345	324	195	—	149	677	—	225	10	57	3 754	398	3 169		636	498	2 954	754	121	75	1 082	161
24 Grajaú	3 059	2 083	639	—	482	324	141	—	—	—	161	252	159	—	594	—	141	—	—	1 625	481	530	801		405	1 235	634	477	190	121	–
25 Lins de Vasconcelos	1 267	1 428	192	10	—	323	104	199	—	—	1	302	—	—	104	—	—	—	—	337	301	951	557	405		382	1 334	656	193	354	–
26 Engenho Nôvo	3 359	2 079	1 116	87	387	156	540	—	—	58	—	513	86	57	366	—	92	56	—	2 345	613	1 635	2 781	1 121	282		2 932	1 186	583	1 739	162
27 Méier	3 940	1 957	775	158	359	369	271	—	71	200	220	131	—	—	1 048	3	—	423	—	1 488	397	1 875	768	634	1 218	2 903		3 668	3 562	2 419	1106
28 Engenho de Dentro	3 373	2 629	642	—	279	153	270	—	5	115	—	124	—	5	244	3	147	125	24	420	145	693	121	704	656	861	3 985		65	1 559	170
29 Cachambi	3 488	1 260	761	—	—	188	298	386	197	—	234	211	—	—	471	—	1	—	—	4	1	420	263	2	193	583	4 075	65		586	–
30 Riachuelo	3 073	1 245	1 565	—	459	232	266	360	185	116	1 023	581	—	—	364	7	229	—	—	1 195	727	2 376	1 160	121	470	1 366	2 228	1 136	586		377
31 Jacarèzinho	161	328	161	—	500	170	—	—	—	—	159	—	—	—	335	—	—	182	—	516	159	50	3	157	—	320	945	170	—	377	
32 Benfica	1 148	471	910	2	4	199	89	51	—	3	129	252	6	—	252	—	3	—	—	253	1	625	507		298	230	431	226	167	24	158
33 Caju	735	244	65	—	—	16	162	—	2	—	156	—	—	28	243	—	—	—	—	48	—	50	32	25	8	6	115	6	36	113	192
34 São Cristóvão	2 278	4 678	578	11	457	807	294	234	271	538	622	889	199	410	1 821	—	265	—	414	1 548	623	1 021	791	195	146	1 670	1 161	300	439	2 140	878
Sub-total	132 009	104 493	39 485	8 306	13 415	10 777	26 441	24 117	21 875	38 569	46 950	84 145	5764	13 502	104 230	10 370	30 575	24 106	31 273	59 711	20 940	52 927	27 219	13 836	9 056	25 948	32 145	17 663	13 577	23 324	5765
40 Santa Cruz	272	233	453	—	504	—	—	—	—	43	299	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	102	72	—	—	—	—	63	9	102	–
41 Campo Grande	2 393	2 822	536	—	252	453	—	—	—	150	—	213	—	—	—	—	—	—	6	—	—	362	105	37	24	26	278	91	—	449	3
42 Bangu	2 869	6 936	2 401	54	603	1 327	984	209	64	167	174	613	81	45	998	—	—	185	208	1 062	529	2 646	914	57	306	965	3 002	921	119	2 254	16
43 Jacarepaguá	10 085	9 658	2 803	47	1 926	1 266	640	852	88	763	271	476	466	34	2 195	50	178	485	1 179	795	184	1 913	804	113	251	1 879	2 929	900	146	2 266	17
44 Madureira	16 284	17 713	6 531	619	2 731	1 995	1 138	2 009	92	741	666	1 721	1687	5	2 787	255	1 262	592	438	2 739	1 518	7 048	1 387	774	936	5 264	13 068	5 291	554	7 620	74
45 Irajá	7 671	7 506	1 332	577	2 050	1 517	1 076	353	362	479	765	644	21	—	1 221	—	240	734	396	982	365	4 023	520	202	315	1 537	5 832	936	705	2 350	96
46 Penha	7 904	6 354	1 822	192	3 385	1 930	1 130	303	856	314	679	322	—	—	1 503	—	296	—	754	1 664	56	2 327	619	66	274	551	1 846	214	184	1 599	91
47 Ilha do Governador	7 706	4 721	495	233	464	190	520	201	—	306	147	605	—	—	379	—	51	—	6	668	462	1 020	40	—	175	95	637	121	277	504	43
48 Ilha de Paquetá	151	151	152	152	1 693	—	218	—	—	—	—	1 229	—	—	2 288	608	—	—	—	422	—	—	66	—	—	35	—	—	—	—	–
49 Méier (parcial)	8 842	6 912	4 563	146	1 016	1 274	1 285	408	54	186	467	993	360	—	1 379	—	225	171	194	1 870	532	2 415	1 135	216	406	2 528	13 728	2 245	1 638	1 744	104
50 Ramos	17 591	14 332	6 017	249	3 539	1 281	1 196	876	677	758	583	1 938	—	79	4 335	319	634	575	1 062	2 213	533	2 943	1 409	178	128	924	3 654	510	673	1 436	61
51 Engenho Nôvo (parcial)	1 337	1 425	1 254	18	104	198	222	111	13	87	70	389	130	4	642	—	—	9	—	360	143	1 125	83	142	417	1 019	4 909	3 941	268	852	21
52 Tijuca (parcial)	189	71	36	—	12	20	23	35	6	27	2	57	—	14	50	—	—	21	15	793	27	147	5	24	9	17	30	—	7	5	–
53 Lagoa (parcial)	717	554	141	—	94	36	73	127	100	245	290	1 352	131	251	3 948	175	2 204	3 120	2 277	94	2	125	12	—	—	10	18	10	—	20	13
60 Queimados	385	3 800	950	—	300	640	400	132	—	—	850	1 100	—	—	2 319	—	—	—	400	425	248	879	—	—	—	—	27	—	—	—	22
61 Nova Iguaçu	6 665	11 308	4 101	2	1 100	1 300	24	519	500	2 000	2 132	3 375	—	84	1 832	138	1 000	84	1 026	9	170	1 455	127	511	116	437	1 427	431	90	402	26
62 Nilópolis	5 114	3 891	2 560	31	821	1 200	1 084	116	90	232	151	684	—	—	367	—	524	—	242	196	209	717	3	102	69	121	1 015	100	77	314	22
63 Olinda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
64 Belfort Roxo	642	576	633	—	457	—	53	7	—	11	—	479	—	—	31	—	—	195	410	63	—	135	40	10	—	20	74	34	—	74	7
65 Coelho da Rocha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
66 São Mateus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
67 São João de Meriti	4 795	3 603	1 601	217	1 559	160	437	201	212	29	506	456	—	—	662	284	50	610	12	1 021	103	1 210	246	49	38	94	773	367	141	370	17
68 Duque de Caxias	6 002	3 215	700	—	1 046	483	489	399	4	167	40	118	—	282	419	—	33	20	27	446	28	566	527	147	43	279	1 165	259	172	705	5
69 São Gonçalo	4 442	1 618	728	—	485	59	—	230	178	191	190	758	212	—	151	—	148	263	—	536	—	17	226	—	—	—	—	17	—	34	–
70 Neves	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
71 Sete Pontas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
72 Monjolo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
73 Ipiíba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
74 Niterói	20 581	12 755	2 041	334	1 363	194	1 053	805	630	1 614	780	1 091	540	43	2 299	75	493	348	431	1 222	123	1 285	437	304	38	178	326	112	43	376	–
75 Itaipu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
80 Norte	602	149	178	8	325	160	163	103	—	38	17	—	—	—	90	—	—	219	—	16	—	335	—	—	21	26	112	62	14	21	52
81 Este	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
Total – Tráfego de destino	265 248	224 796	81 513	11 185	39 244	26 460	38 649	32 113	25 801	47 117	56 029	102 758	9392	14 343	134 125	12 274	37 913	31 737	40 356	77 333	26 172	85 722	35 996	16 768	12 622	41 953	86 995	34 288	18 694	46 821	6455
Código das zonas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

"Macro-área"

32	33	34	Sub-total	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81	Total Tráfego de origem	Código das zonas
782	374	2 301	116 993	116	2 386	3 016	9 257	16 061	9 684	4 422	4 331	103	9 516	18 750	2 164	117	322	385	10 093	6 406	—	634	—	—	4 469	4 212	2665	—	—	—	—	17 784	—	744	—	244 630	01
594	244	4 523	107 916	480	2 870	5 844	9 379	16 508	6 006	7 477	3 686	104	8 060	14 182	3 280	124	637	3 956	12 455	5 845	—	579	—	—	2 887	5 786	2254	—	—	—	—	15 231	—	873	—	236 419	02
785	201	828	39 134	112	539	2 093	2 215	7 461	2 105	2 983	521	104	2 333	6 312	1 251	36	136	1 000	3 931	2 540	—	814	—	—	1 328	620	55	—	—	—	—	1 962	—	538	—	80 123	03
2	—	11	9 421	—	—	—	98	62	38	44	—	104	186	185	—	8	83	—	—	—	—	22	—	—	60	39	—	—	—	—	—	85	—	—	—	10 435	04
81	—	457	12 407	155	250	803	2 028	1 921	1 276	1 344	675	1 599	534	2 855	644	10	51	360	810	1 582	—	61	—	—	471	1 289	197	—	—	—	—	539	—	159	—	32 020	05
297	16	277	10 477	—	450	516	1 502	1 375	1 026	621	320	—	921	1 062	757	19	104	640	1 370	1 190	—	89	—	—	249	637	275	—	—	—	—	214	—	11	—	23 825	06
89	162	461	25 417	104	—	391	362	1 313	540	779	52	237	424	1 652	105	6	38	403	93	970	—	61	—	—	458	307	41	—	—	—	—	770	—	151	—	34 674	07
—	50	183	27 390	—	114	897	272	1 062	1 141	220	—	—	157	627	175	12	32	46	533	17	—	31	—	—	410	330	372	—	—	—	—	828	—	—	—	34 666	08
—	2	271	21 512	—	—	29	395	238	150	376	191	—	122	222	35	—	140	634	566	12	—	119	—	—	439	280	99	—	—	—	—	825	—	—	—	26 384	09
3	—	429	40 322	—	72	4	138	227	181	156	846	—	178	1 138	57	16	220	—	1 996	232	—	39	—	—	188	400	177	—	—	—	—	1 202	—	42	—	47 831	10
129	156	1 078	46 467	—	306	317	666	690	150	183	—	—	522	511	78	17	252	855	2 234	340	—	61	—	—	505	64	109	—	—	—	—	1 239	—	561	—	56 127	11
127	—	1 158	85 430	—	121	631	362	1 490	653	566	880	931	279	1 995	54	20	1 390	1 168	2 927	684	—	487	—	—	430	590	157	—	—	—	—	1 855	—	93	—	103 193	12
6	—	199	6 868	145	—	87	12	1 115	—	—	—	—	81	163	222	—	213	112	—	—	—	3	—	—	—	7	82	—	—	—	—	156	—	8	—	9 274	13
—	28	410	13 240	—	—	136	25	127	3	10	—	—	19	262	—	5	55	—	54	—	—	—	—	—	—	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13 998	14
252	243	1 825	105 659	—	348	629	2 062	2 100	663	779	1 752	2 784	1 168	4 658	121	54	3 146	2 319	2 133	1 971	—	178	—	—	659	1 128	951	—	—	—	—	3 403	—	99	—	138 764	15
—	—	—	10 282	—	—	—	13	56	—	52	—	442	263	205	—	—	210	468	—	—	—	23	—	—	344	—	—	—	—	—	—	62	—	—	—	12 420	16
3	—	157	29 965	—	—	171	145	596	296	367	48	—	175	75	—	—	1 743	—	1 338	511	—	53	—	—	102	221	63	—	—	—	—	755	—	18	—	36 642	17
—	—	—	24 284	118	—	46	537	63	57	447	—	—	20	210	—	—	2 603	—	130	567	—	—	—	—	75	100	41	—	—	—	—	306	—	—	—	29 605	18
—	—	414	31 830	—	—	51	803	348	167	100	—	—	192	395	287	59	2 278	399	939	5	—	—	—	—	34	248	105	—	—	—	—	618	—	6	—	38 864	19
128	304	1 799	60 828	87	64	846	386	2 164	1 256	1 187	1 172	335	1 827	1 981	681	786	175	425	1 573	391	—	171	—	—	1 129	1 363	509	—	—	—	—	1 916	—	26	—	81 278	20
1	—	514	21 610	—	12	171	268	1 006	479	472	44	—	442	514	340	42	26	241	185	—	—	7	—	—	56	162	—	—	—	—	—	238	—	—	—	26 315	21
673	50	1 458	54 497	37	89	1 370	1 885	2 924	1 349	2 169	408	—	1 632	3 007	1 091	69	40	879	1 488	572	—	357	—	—	1 150	1 265	265	—	—	—	—	1 250	—	344	—	78 137	22
432	32	757	26 349	28	—	23	493	1 364	547	598	370	36	1 017	1 211	275	51	43	—	332	—	—	50	—	—	296	264	53	—	—	—	—	462	—	33	—	33 895	23
—	25	195	14 754	—	7	107	241	485	346	126	31	—	394	311	112	19	3	—	499	46	—	22	—	—	111	292	—	—	—	—	—	786	—	46	—	18 738	24
298	8	146	9 852	—	19	37	202	550	224	111	69	—	368	241	366	—	—	—	8	94	—	12	—	—	41	38	—	—	—	—	—	131	—	14	—	12 377	25
230	6	1 942	26 509	—	—	126	1 759	2 269	666	516	321	—	2 823	884	623	5	—	—	498	153	—	2	—	—	211	140	—	—	—	—	—	301	—	—	—	37 806	26
555	115	873	31 506	53	261	2 084	2 361	13 252	4 462	1 521	281	—	13 596	3 605	4 724	25	25	13	573	732	—	131	—	—	790	508	173	—	—	—	—	412	—	176	—	81 264	27
226	6	185	17 934	135	100	567	708	3 019	795	655	317	—	2 798	787	2 171	—	6	—	307	304	—	261	—	—	82	136	—	—	—	—	—	98	—	39	—	31 219	28
231	102	373	14 393	8	32	250	248	706	569	270	94	—	1 311	439	135	12	—	385	166	104	—	41	—	—	113	67	—	—	—	—	—	35	—	12	—	19 390	29
256	113	1 792	23 608	12	7	201	2 084	7 531	839	316	324	—	1 498	1 297	538	12	—	130	157	89	—	30	—	—	247	77	53	—	—	—	—	155	—	73	—	39 278	30
158	192	893	5 936	—	7	24	2	63	90	35	—	—	107	46	14	2	—	—	25	28	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	54	—	—	—	6 446	31
—	100	1 288	7 827	—	168	150	272	1 191	319	406	93	—	1 444	2 082	167	—	6	—	682	76	—	14	—	—	131	1 046	—	—	—	—	—	160	—	180	—	16 414	32
100	—	927	3 309	—	—	213	51	288	383	354	—	—	106	526	17	—	50	—	731	—	—	97	—	—	491	1 039	223	—	—	—	—	500	—	—	—	8 378	33
1 431	927	—	28 036	114	116	1 452	2 791	4 394	2 728	3 807	1 245	1 123	3 201	15 097	339	35	145	1	1 137	1 369	—	347	—	—	1 939	3 105	74	—	—	—	—	1 421	—	68	—	74 084	34
7 869	3456	28 124	1 111 962	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
—	—	—	—	13 275	5 375	377	626	1 534	1 098	250	—	—	620	—	195	31	—	—	—	319	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	—	—	—	25 915	40
113	—	311	—	13 052	—	13 171	1 115	3 702	—	2 306	527	—	1 401	1 353	445	50	93	—	—	—	—	—	—	—	—	378	—	—	—	—	—	24	—	—	—	46 241	41
44	—	2 912	—	4 138	13 397	—	6 352	29 254	6 447	4 896	2 592	—	3 045	2 762	945	12	81	355	1 203	1 698	—	—	—	—	2 233	750	—	—	—	—	—	324	—	—	—	114 023	42
790	101	2 988	—	349	1 015	5 287	—	29 254	3 461	665	—	—	3 154	875	789	64	97	—	469	216	—	—	—	—	283	263	1	—	—	—	—	359	—	—	—	96 139	43
781	450	4 965	—	1 206	3 141	27 187	30 316	—	34 377	10 483	2 168	—	18 026	6 961	3 100	121	—	487	1 465	5 076	—	784	—	—	7 641	1 296	199	—	—	—	—	433	—	—	—	266 202	44
838	490	3 403	—	1 323	—	5 902	3 623	31 934	—	18 391	1 464	590	7 331	9 250	790	51	26	—	252	384	—	—	—	—	5 626	1 874	30	—	—	—	—	539	—	—	—	138 918	45
2 107	907	4 738	—	989	359	1 876	924	9 863	18 250	—	3 077	664	5 796	23 323	647	79	7	211	—	89	—	169	—	—	1 211	5 973	20	—	—	—	—	415	—	—	—	118 929	46
577	—	926	—	251	—	2 605	—	2 615	764	2 877	—	—	1 124	4 631	131	55	57	—	—	—	—	214	—	—	461	1 125	150	—	—	—	—	459	—	—	—	39 088	47
—	—	387	—	—	—	751	—	—	556	597	—	—	—	955	9	17	84	—	—	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10 611	48
1 466	446	3 548	—	423	1 048	3 146	2 761	24 124	5 946	5 553	1 166	—	—	7 618	6 745	2255	257	588	572	661	—	378	—	—	1 401	862	—	—	—	—	—	361	—	—	—	128 361	49
3 259	1167	13 928	—	334	865	1 854	973	6 477	8 140	24 444	4 784	1 101	8 156	1 057	101	238	—	—	252	94	—	—	—	—	1 365	3 725	88	—	—	—	—	1 356	—	—	—	154 461	50
58	20	404	—	175	305	1 193	766	2 650	877	526	225	—	6 645	1 074	721	136	—	—	138	227	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	279	—	—	—	35 741	51
—	—	38	—	27	45	30	56	107	76	71	48	14	2 135	92	1 511	—	142	—	19	9	—	10	—	—	29	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	6 102	52
8	14	52	—	—	81	48	29	30	110	7	133	62	187	201	982	171	—	22	—	10	—	—	—	—	21	6	—	—	—	—	—	3	—	—	—	6 102	53
171	—	—	—	—	—	472	—	—	—	310	—	—	171	—	—	—	34	—	2 284	224	—	—	—	—	13	49	3	—	—	—	—	35	—	—	—	18 386	60
115	164	1 142	—	—	—	1 585	—	1 212	760	—	—	—	336	436	154	20	—	1 928	—	5 150	—	18 008	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16 576	61
283		820	—	217	—	1 635	246	4 999	471	106	250	118	808	107	235	9	11	175	5 134		—	534	—	—	1 827	727	21	—	—	—	—	597	—	—	—	76 573	62
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 341	530	4	—	—	—	—	68	—	—	—	40 153	63
105	1	424	—	—	—	—	—	1 074	363	164	189	—	365	333	—	9	—	—	15 917	453	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 686	1 158	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27 192	65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66
655	69	1 596	—	—	—	2 002	302	7 819	6 771	923	452	—	1 305	954	65	23	14	—	1 857	3 373	—	3 053	—	—	—	12 780	10	—	—	—	—	504	—	—	—	64 350	67
317	549	2 284	—	—	—	716	812	2 548	2 071	7 243	535	—	1 039	4 737	—	—	52	—	991	812	—	1 576	—	—	12 609		44	—	—	—	—	1 056	—	—	—	57 777	68
212	293	30	—	—	64	57	79	51	26	95	131	—	—	101	—	—	3	—	40	—	—	—	—	—	2	561	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12 228	69
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73
574	873	1 221	—	77	142	201	273	757	570	538	859	—	368	1 264	92	—	85	—	589	417	—	14	—	—	439	488	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61 755	74
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
118	—	255	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	443	—	—	—	3 527	80
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81
20 460	9000	74 496	—	24 265	42 075	98 375	93 026	252 989	130 758	114762	36 921	10 451	119 726	154 514	38 715	5351	15 589	18 585	81 145	46 132	—	29 536	—	—	61 096	58 367	9563	—	—	—	—	63 078	—	4314	—	3 334 161	
32	33	34	35	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81		

Por ocasião do estabelecimento dos pontos de contagem na "cordon-line" não foi possível evitar que o tráfego tangencial fôsse incluído nas contagens. Sòmente por ocasião da análise das entrevistas foi verificada a necessidade de subtrair da matriz cêrca de 71 000 viagens tangenciais com origem e destino dentro da "micro-área", uma vez que essas viagens já haviam sido computadas nas entrevistas domiciliares.Também 41 000 viagens tangenciais com origem e destino fora da "micro-área" foram transferidas do tráfego da "cordon-line" para o tráfego externo (C4.1.4.4) e registradas nas matrizes de viagens correspondentes.

Pelo cálculo de probabilidade, o êrro provável para o fluxo individual cresce tanto mais no cálculo de majoração por amostragem quanto mais intensa fôr a ramificação do tráfego geral. Zonas com geração de tráfego mínima indicaram diferenças muito elevadas entre tráfego de origem e tráfego de destino em suas relações de tráfego com as 34 zonas da "micro-área". Isto demonstrou claramente o caráter fortuito dos resultados. Com o fito de conseguir uma correção de erros as zonas situadas fora da Guanabara foram reunidas em grupos de zonas como indicado em C3 para os municípios. Fogem a essa regra as Zonas 60, 61 e 64, que continuam separadas, enquanto a Zona 81 foi unida à Zona 69 (Município de São Gonçalo).

Nos outros fluxos de tráfego foram feitos, em casos de diferenças muito grandes entre os valôres dos dois sentidos, alguns reajustes que para a geração total do tráfego são insignificantes.

Somando-se, nas matrizes de viagens (Tab. C27 e C28), os totais da divisão inferior esquerda (tráfego de entrada) e os totais da divisão superior direita (tráfego de saída), obtem-se para 1968 o seguinte tráfego na "cordon-line":

tráfego total: 1 561 332 viagens/dia,
tráfego coletivo: 1 375 817 viagens/dia.

O tráfego de passagem, que também foi obtido das entrevistas na "cordon-line" no total de 21 886 viagens/dia, não está incluído nestes dados (Fig. C40). Êsse tráfego atualmente não se realiza sem participação de transporte coletivo, porquanto em parte do trajeto devem ser utilizadas as barcas. O tráfego de passagem está contido na divisão inferior direita das matrizes de viagens, ou seja, nas viagens entre zonas externas.

4.1.4.4 Tráfego externo

Êntende-se por tráfego externo as viagens com origem e destino fora da "micro-área" e cujo percurso não atravessa a "cordon-line". Tais viagens entre as Zonas 40 a 68 foram extraídas dos "Estudos Cariocas", o mesmo acontecendo com o tráfego entre a Ilha de Paquetá e as demais zonas.

As informações dos "Estudos Cariocas" sôbre entrevistas domiciliares realizadas em 1964/65 não podiam ser aproveitadas para o modêlo de tráfego na forma em que são apresentadas. Faltavam dados suficientes sôbre origem e destino do tráfego diário. Todavia essas informações encontravam-se registradas em cartões perfurados e foram processadas pelo Grupo de Estudos para o tráfego diário de 1965 por meio de computador. As viagens de 1965 foram ajustadas para 1968, sem iteração, com o fator de crescimento

$$f = \frac{\text{habitantes 1968}}{\text{habitantes 1965}} \times \frac{\text{empregos 1968}}{\text{empregos 1965}}$$

e formando o fator médio

$$F_{IJ} = \frac{f_I + f_J}{2} \qquad \text{(D 4.1)}.$$

No mais, os "Estudos Cariocas" forneceram apenas informações sôbre o tráfego total. Por isso para determinar o tráfego coletivo foi usado como fator de cálculo de conversão, em cada caso, a relação entre tráfego coletivo e o tráfego total, e isto para o tráfego da "cordon-line" tendo por destino as zonas externas. Fatôres médios foram novamente calculados e aplicados.

A "cordon-line", como se sabe, divide quatro regiões administrativas (C3), de modo que quatro zonas parciais ficam fora da "micro-área". O tráfego externo para essas quatro zonas parciais (49: Méier-parcial; 51: Engenho Nôvo-parcial; 52: Tijuca-parcial e 53: Lagoa-parcial) foi determinado, para cada caso, em proporção com a participação de seus habitantes na população total da região administrativa dividida. O tráfego entre essas quatro zonas foi encontrado com o fator de participação médio.

Na Tab. C29 encontram-se os fatôres necessários à adaptação do tráfego total de 1965 — fornecidos pelos "Estudos Cariocas" — aos tráfegos total e coletivo de 1968, ano-base do presente Estudo.

Os "Estudos Cariocas" não fornecem, aliás, informação alguma sôbre o tráfego entre as Zonas 69 (São Gonçalo) e 74 (Niterói), nem se referem ao tráfego que atravessa os limites da "macro-área" com destino às Zonas 80 e 81.

Com essas restrições, foi encontrado para 1968 o seguinte tráfego externo:

tráfego total: 982 865 viagens/dia,
tráfego coletivo: 846 382 viagens/dia.

Nesses valôres está incluída a parcela do tráfego da "cordon-line", chamado tráfego de passagem.

Tab. C 29
Adaptação dos "Estudos Cariocas" (1965) ao tráfego externo (1968)

Zona	Fator de participação	Fator de crescimento f 1965—1968	Fator para o tráfego coletivo
40	1,00	1,32	0,69
41	1,00	1,18	0,80
42	1,00	1,21	0,86
43	1,00	1,13	0,86
44	1,00	1,11	0,92
45	1,00	1,12	0,87
46	1,00	1,14	0,82
47	1,00	1,24	0,81
48	1,00	1,05	1,00
49	0,55	1,05	0,84
50	1,00	1,21	0,84
51	0,27	1,01	0,83
52	0,04	1,05	0,59
53	0,13	1,19	0,79
60	1,00	1,34	0,99
61	1,00	1,34	0,98
62	1,00	1,28	0,98
64	1,00	1,34	0,99
67	1,00	1,29	0,98
68	1,00	1,42	0,85

4.1.4.5 Tráfego interno das zonas

Em todo tráfego entre as zonas há um ponto de partida e um ponto de chegada que são as zonas pròpriamente ditas. O tráfego que se desenvolve em apenas uma zona tem pontos de partida e de chegada indefinidos. Viagens dessa natureza não se podem aproveitar para as demais etapas do modêlo de tráfego, especialmente para o modêlo de alocação. Não foram por isso incluídas nas tabelas de viagens. A Tab. C30 apresenta, não obstante, o tráfego interno das zonas da "micro-área", com indicação da área de cada zona. Com efeito, patenteia-se assim a tendência de o tráfego interno ser tanto menor quanto menores forem as zonas. Em outras palavras: quanto maior a subdivisão em zonas, mais diminui o tráfego interno; cresce, entretanto, na mesma proporção, o tráfego computado registrado nos modelos de tráfego. Confirma-se portanto plenamente, a suposição de que, nas grandes zonas externas, uma parte importante do tráfego nelas gerado é absorvida pelo tráfego interno e por isso nem sequer aparece. Em municípios como Nova Iguaçu, Duque de Caxias, São Gonçalo e Niterói, que registram vida própria intensa e têm grande extensão territorial, o tráfego interno é, provàvelmente, às vêzes, maior que o tráfego com destino externo.

Tab. C 30
Tráfego interno das zonas na "micro-área" (1968)

Zona	Tráfego total de origem e destino Viagens/dia	Tráfego interno Viagens/dia	%	Área km²
01	596 796	2 885	0,48	2,72
02	511 649	1 402	0,27	1,67
03	185 552	0	0	1,69
04	25 962	80	0,31	0,55
05	84 874	243	0,29	2,76
06	56 857	203	0,36	1,38
07	93 486	2 801	3,00	3,93
08	76 787	2 582	3,36	7,61
09	61 280	309	0,50	0,75
10	131 816	2 087	1,58	1,89
11	137 846	11 350	8,23	3,67
12	255 695	12 336	4,82	5,65
13	25 376	0	0	1,99
14	38 507	0	0	1,17
15	337 744	25 389	7,52	4,05
16	34 168	243	0,70	1,75
17	105 626	2 970	2,81	1,63
18	78 796	845	1,07	1,94
19	95 295	4 441	4,66	10,84
20	200 114	20 878	10,43	18,94
21	71 872	1 600	2,23	2,54
22	198 391	6 497	3,27	3,26
23	79 956	1 307	1,63	3,27
24	46 360	629	1,36	2,19
25	32 769	501	1,53	3,61
26	90 593	2 030	2,24	3,22
27	189 455	5104	2,69	3,21
28	76 140	896	1,18	3,26
29	44 083	698	1,58	1,75
30	99 554	448	0,45	3,83
31	13 562	0	0	0,39
32	44 613	679	1,52	4,07
33	20 676	0	0	2,64
34	176 912	2 475	1,40	6,36
Total do tráfego interno		113 908		

Justamente nesses locais entretanto o tráfego interno, que representa aí papel tão importante, não tem pràticamente nenhuma influência sôbre o planejamento do metrô. Na "micro-área" representa 8,25% do tráfego correspondente, ou seja, 113 908 viagens/dia. Entretanto, terá que ser relacionado com tôdas as outras manifestações de tráfego que aí se apresentam, a saber:

tráfego da "micro-área":	1 379 215 viagens/dia
tráfego na "cordon-line", de entrada e saída:	1 561 332 viagens/dia
de passagem:	21 886 viagens/dia
total	2 962 433 viagens/dia.

Visto assim, o tráfego interno das zonas da "micro-área" perfaz apenas 3,85% do tráfego total verificado na "micro-área"; seu valor é pois, insignificante.

4.1.4.6 Confronto das entrevistas com as contagens

As duas matrizes (de análise) de viagens (Tab. C27 e C28) que servem de base para tôdas as demais etapas do modêlo de tráfego estão fundamentadas nas entrevistas por amostragem. Seus dados sôbre o tráfego que atravessa a "cordon-line" (tráfego da "cordon-line") baseiam-se em tais amostragens as quais, por sua vez, foram submetidas a um cálculo de majoração tendo por base real as contagens transversais efetuadas na "cordon-line". Um contrôle dêsses dados das matrizes torna-se, pois, dispensável.
Isso, contudo, não vale nas relações de tráfego que resultam das entrevistas domiciliares. O cálculo de majoração das amostragens tendo por base a população é, em si, um método absolutamente seguro. Entretanto, a experiência mostra que, p. ex., tratando-se de várias viagens consecutivas, as menos importantes poderão escapar à memória das pessoas entrevistadas. Ademais, não foram computadas nas entrevistas domiciliares eventuais viagens com origem e destino na "micro-área", efetuadas por pessoas cujo domicílio se encontra fora dela.
O tráfego nos pontos de contagem da "screen-line" foi por isso confrontado, para efeito de contrôle, com o tráfego registrado para aquêles pontos nas matrizes de viagens. Assim, de acôrdo com as condições atuais:

a) Todo o tráfego entre as Zonas 09 a 19 e as demais zonas deveria passar pelos pontos I, J e K da "screen-line".

b) Todo o tráfego entre as Zonas 01 a 19 (com exceção da Zona 07), e mais as Zonas 48, 69 e 74, e as demais zonas deveria passar pelos pontos da "screen-line" D, E, M, F, G, H e Estação D. Pedro II.

Assim pois, o tráfego nos pontos de contagem correspondentes da "screen-line" (Fig. C12) e as viagens das matrizes de viagens (Tab. C27 e C28) foram computados separadamente e confrontados (Tab. C31 e C32).
Relações análogas entre as demais áreas da "screen-line" descritas em C4.1.1 não puderam ser estabelecidas, uma vez que o tráfego de passagem nessas áreas não podia ser localizado por processo manual.
Pelo confronto dos resultados de contagens e entrevistas deduz-se que os valôres resultantes das entrevistas para o tráfego coletivo deveriam ter sido aumentados em 15% a 16%, ou seja, 21% a 26% para o tráfego total. As entrevistas fornecem o limite absoluto inferior e as contagens o limite absoluto superior do volume do tráfego.
Para um confronto mais correto, tratando-se de resultados de entrevistas, são frequentemente aplicadas as chamadas "alocações reais". Estas são dispostas de tal modo que as condições atuais de tráfego são sentidas tão realisticamente quanto possível, possibilitando um confronto direto dos resultados de contagens e entrevistas, em cada seção transversal.
Tais processos e métodos de pesquisa, permitindo maiores aproximações, são extremamente demorados, deixando de ser aplicados no presente Estudo, tendo em vista que as divergências entre os dados das entrevistas e os das contagens, no caso do tráfego coletivo — que é o que importa no dimensionamento do metrô — eram extremamente limitadas. No contexto das considerações feitas neste capítulo os confrontos efetuados deverão, portanto, ser considerados apenas como delimitação das margens de êrro. Por conseguinte, nas matrizes de viagens não foi aumentado o tráfego da "micro-área".
Não se efetuou maior contrôle sôbre o tráfego externo, dada a sua reduzida importância para o planejamento do metrô.

4.1.5 Desejos de tráfego e sua distribuição; artérias de tráfego; objetivos das viagens

Essas informações individuais representam, pràticamente, o resultado de análise das matrizes de viagens de 1968. Trata-se, particularmente, de:

a) desejos de tráfego: representação gráfica das matrizes de viagens,

b) distribuição dos desejos de tráfego pelos diferentes meios de transporte,

c) faixas de influência de importantes artérias de tráfego,

d) objetivos das viagens, base importante para a prognose.

4.1.5.1 Desejos de tráfego

Uma representação gráfica das relações de tráfego reveladas pelas matrizes de viagens resulta em linhas de desejos de tráfego que refletem sinòticamente a imagem das relações de tráfego na Área de Estudo. Para maior clareza zonas vizinhas foram reunidas para formar regiões de tráfego. Essa reunião foi feita de acôrdo com a correlação urbanística entre as zonas ou ainda segundo o atual enfeixamento das zonas de tráfego pelas artérias de tráfego ou por delimitações geográficas. Uma vez que o tráfego de origem e o tráfego de destino apresentam durante o dia volumes sensìvelmente paralelos, ambos os sentidos podem ser reunidos. A Fig. C41 demonstra êsses desejos de tráfego a partir de 20 000 viagens por dia e em ambos os sentidos. As duas tabelas triangulares constantes dessa figura mostram os volumes absolutos, figurando na superior o tráfego total e na inferior o tráfego coletivo. As viagens internas (tráfego interno) das regiões de tráfego assim formadas não foram consideradas.
É notadamente intenso o tráfego com a "área central" formado pelas zonas 01 a 04. Ao todo, a "área central" é origem ou destino de 1 327 433 viagens/dia, ou seja cêrca de 34% de tôdas as viagens contidas nas matrizes de viagens. Somando-se ao tráfego que tem sua origem ou destino na "área central" o tráfego de passagem, estimado com o auxílio das tabelas da Fig. C41 em cêrca de 400 000 viagens/dia, fica demonstrado que a "area central" é a plataforma giratória de 44% do tráfego computado.
O gráfico revela ainda três subcentros: a Zona 44, a região formada pelas Zonas 47 e 50 e a região compreendendo as Zonas 20 a 24, bem como 52, onde têm origem ou destino de 11% a 15% das viagens computadas. Entretanto sòmente os dois primeiros subcentros registram incidência mais acentuada de tráfego de passagem.

4.1.5.2 Distribuição dos desejos de tráfego pelos meios de transporte

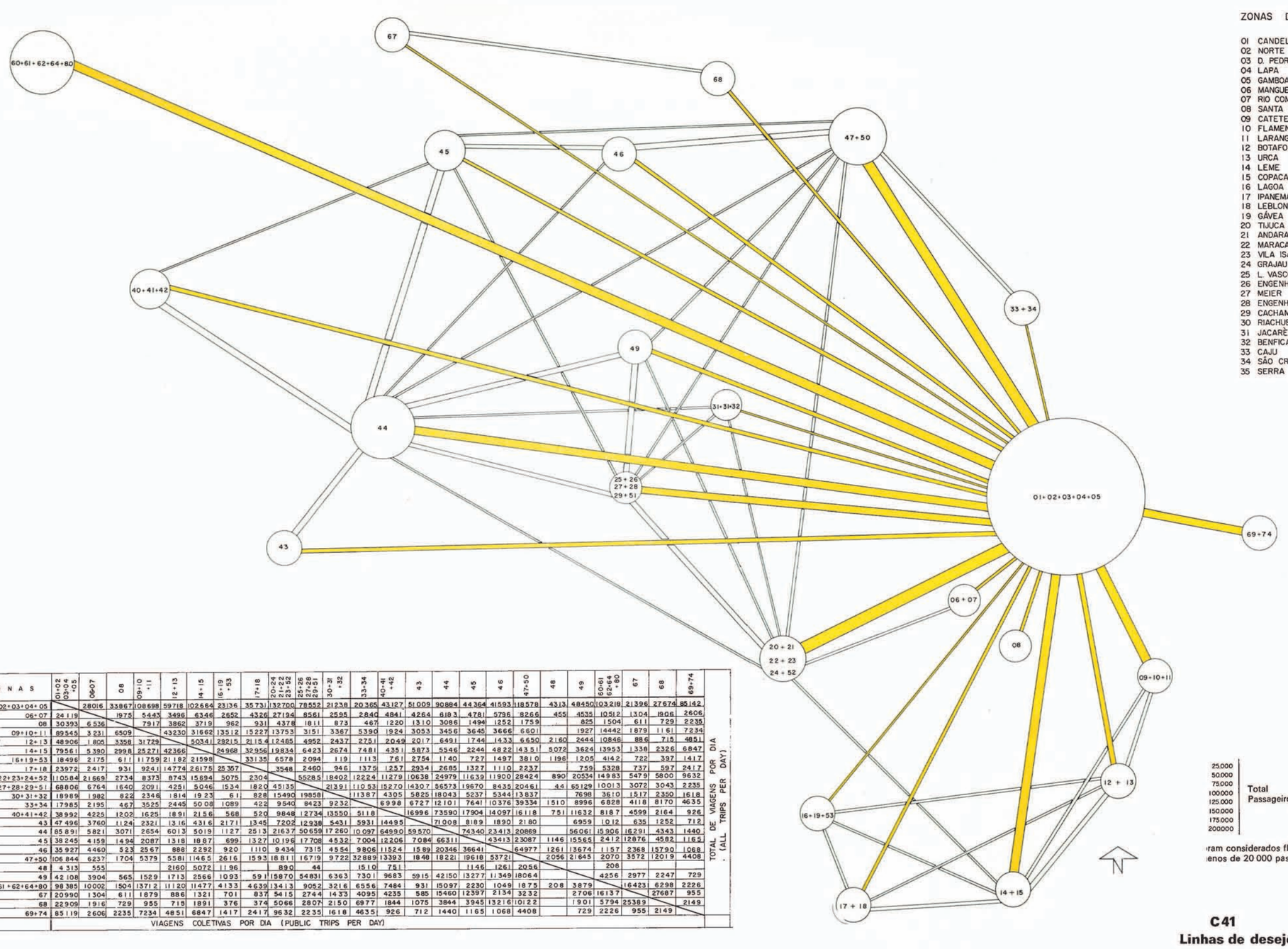
Uma vez destacado o tráfego coletivo do tráfego total resta ainda distribuir o tráfego coletivo pelos diferentes meios de transporte.
Como resultado das entrevistas já existiam tabelas de viagens detalhadas separadas segundo os meios de transporte, para o tráfego da "micro-área" e da "cordon-line". O tráfego externo foi distribuído com base nas percentagens dos meios de transporte terrestres da "cordon-line".
Cumpre notar que a distribuição do tráfego da "cordon-line" foi feita de acôrdo, apenas, com os meios de transporte que passavam pelos pontos de contagem; com efeito, não foi possível abranger vários meios de transporte eventualmente utilizados para

Tab. C 31
Confronto entre tráfego resultante de contagens e tráfego resultante de entrevistas: pontos da "screen-line": I, J e K

Referência	Tráfego de entrada	Tráfego de saída	Ambos os sentidos
Tráfego total			
Conforme contagens	436 124	417 576	853 700
Conforme entrevistas	338 836	336 462	675 298
Relação contagens/entrevistas	1,29	1,24	1,26
Tráfego coletivo			
Conforme contagens	323 091	295 054	618 217
Conforme entrevistas	269 667	265 613	535 280
Relação contagens/entrevistas	1,20	1,11	1,15

Tab. C 32
Confronto entre tráfego resultante de contagens e tráfego resultante de entrevistas: pontos da "screen-line": D, E, M, F, G, H e D. Pedro II

Referência	Tráfego de entrada	Tráfego de saída	Ambos os sentidos
Tráfego total			
Conforme contagens	761 617	758 699	1 520 316
Conforme entrevistas	635 798	624 490	1 260 288
Relação contagens/entrevistas	1,20	1,21	1,21
Tráfego coletivo			
Conforme contagens	631 445	637 661	1 269 106
Conforme entrevistas	556 554	540 330	1 096 884
Relação contagens/entrevistas	1,13	1,18	1,16



ZONAS	01-02 03-04 +05	06-07	08	09-10 +11	12+13	14+15	16-19 +53	17+18	20-24 21-22 23-52	25-26 27-28 29-51	30-31 +32	33-34	40-41 +42	43	44	45	46	47+50	48	49	60-61 62-64 +80	67	68	69+74
01+02+03+04+05		28016	33867	108698	59718	102684	23136	35731	132700	78552	21238	20365	43127	51009	90884	44364	41593	118578	4313	48450	103218	21396	27674	85142
06+07	24119		1975	5443	3496	6346	2652	4326	27194	8561	2595	2840	4841	4264	6183	4781	5796	8266	455	4535	10512	1304	1906	2606
08	30393	6536		7917	3862	3719	962	931	4378	1811	873	467	1220	1310	3086	1494	1252	1759		825	1504	611	729	2235
09+10+11	89545	3231	6509		43230	31662	13512	15227	13753	3151	3367	5390	1924	3053	3456	3645	3666	6601		1927	14442	1879	1161	7234
12+13	48906	1805	3358	31728		50341	29215	21154	12485	4952	2437	2751	2049	2017	6491	1744	1433	6650	2160	2444	10846	886	715	4851
14+15	79561	5390	2998	25271	42366		24968	32956	19834	6423	2674	7481	4351	5873	5546	2244	4822	14351	5072	3624	13953	1338	2326	6847
16+19+53	18496	2175	611	11759	21182	21598		33135	6578	2094	119	1113	761	2754	1140	727	1497	3810	1196	1205	4142	722	397	1417
17+18	23972	2417	931	9241	14774	26175	25357		3548	2460	946	1375	1257	2934	2685	1327	1110	2237		759	5328	737	597	2417
20+21+22+23+24+52	110584	21669	2734	8373	8743	15694	5075	2304		55285	18402	12224	11279	10638	24979	11639	11900	28424	890	20534	14983	5479	5800	9632
25+26+27+28+29+51	68806	6764	1640	2091	4251	5046	1534	1820	45135		21391	11053	15270	14307	56573	19670	8435	20461	44	65129	10013	3072	3043	2235
30+31+32	18989	1982	822	2346	1814	1923	611	828	15490	19858		11387	4305	5825	18043	5237	5344	13837		7698	3610	1517	2350	1618
33+34	17985	2195	467	3525	2445	5008	1089	422	9540	8423	9232		6998	6727	12101	7641	10376	39334	1510	8996	6828	4118	8170	4635
40+41+42	38992	4225	1202	1625	1891	2156	568	520	9848	12734	13550	5118		16996	73590	17904	14097	16118	751	11632	8187	4599	2164	926
43	47496	3760	1124	2321	1316	4316	2171	1345	7202	12936	5431	5931	14495		71008	8189	1890	2180		6959	1012	635	1252	712
44	85891	5821	3071	2654	6013	5019	1127	2513	21637	50659	17260	10097	64990	59570		74340	23413	20869		56061	15906	16291	4343	1440
45	38245	4159	1494	2087	1318	1887	699	1327	10196	17708	4532	7004	12206	7084	66311		43413	23087	1146	15565	2412	12876	4582	1165
46	35927	4460	523	2567	888	2292	920	1110	9434	7315	4554	9806	11524	1589	20346	36641		64977	1261	13674	1157	2368	15790	1068
47+50	106844	6237	1704	5379	5581	11465	2616	1593	18811	16719	9722	32889	13393	1848	18221	19618	53721		2056	21645	2070	3572	12019	4408
48	4313	555			2160	5072	1196		890	44		1510	751			1146	1261	2056			208			
49	42108	3904	565	1529	1713	2566	1093	591	15870	54831	6363	7301	9683	5915	42150	13277	11349	18064			4256	2977	2247	729
60+61+62+64+80	98385	10002	1504	13712	11120	11477	4133	4639	13413	9052	3216	6556	7484	931	15097	2230	1049	1875	208	3879		16423	6298	2226
67	20990	1304	611	1879	886	1321	701	837	5415	2744	1433	4095	4235	585	15460	12397	2134	3232		2706	16137		27687	955
68	22909	1916	729	955	715	1891	376	374	5066	2807	2150	6977	1844	1075	3844	3945	1321	6101	22	1901	5794	25383		2149
69+74	85119	2606	2235	7234	4851	6847	1417	2417	9632	2235	1618	4635	926	712	1440	1165	1068	4408		729	2226	955	2149	

VIAGENS COLETIVAS POR DIA (PUBLIC TRIPS PER DAY)

TOTAL DE VIAGENS POR DIA (ALL TRIPS PER DAY)

C41
Linhas de desejos de tráfego (1968)



ZONAS DE ESTUDO (STUDY ZONES)

01	CANDELÁRIA	40	SANTA CRUZ
02	NORTE SUL	41	CAMPO GRANDE
03	D. PEDRO II	42	BANGU
04	LAPA	43	JACAREPAGUÁ
05	GAMBOA	44	MADUREIRA
06	MANGUE	45	IRAJÁ
07	RIO COMPRIDO	46	PENHA
08	SANTA TERESA	47	ILHA DO GOVERNADOR
09	CATETE	48	ILHA DE PAQUETÁ
10	FLAMENGO	49	MEIER (PARCIAL)
11	LARANGEIRAS	50	RAMOS
12	BOTAFOGO	51	ENGENHO NÔVO (PARC.)
13	URCA	52	TIJUCA (PARCIAL)
14	LEME	53	LAGOA (PARCIAL)
15	COPACABANA	60	QUEIMADOS
16	LAGOA	61	NOVA IGUAÇU
17	IPANEMA	62	NILÓPOLIS
18	LEBLON	63	
19	GÁVEA	64	BELFORT ROXO
20	TIJUCA	65	S. JOÃO DE MERITÍ
21	ANDARAÍ	66	
22	MARACANÃ	67	
23	VILA ISABEL	68	DUQUE DE CAXIAS
24	GRAJAU	69	SÃO GONÇALO
25	L. VASCONCELOS	70	
26	ENGENHO NÔVO	71	
27	MEIER	72	
28	ENGENHO DE DENTRO	73	
29	CACHAMBÍ	74	NITERÓI
30	RIACHUELO	75	
31	JACARÈZINHO	80	NORTE
32	BENFICA	81	ESTE
33	CAJU		
34	SÃO CRISTOVÃO		
35	SERRA TRÊS RIOS		

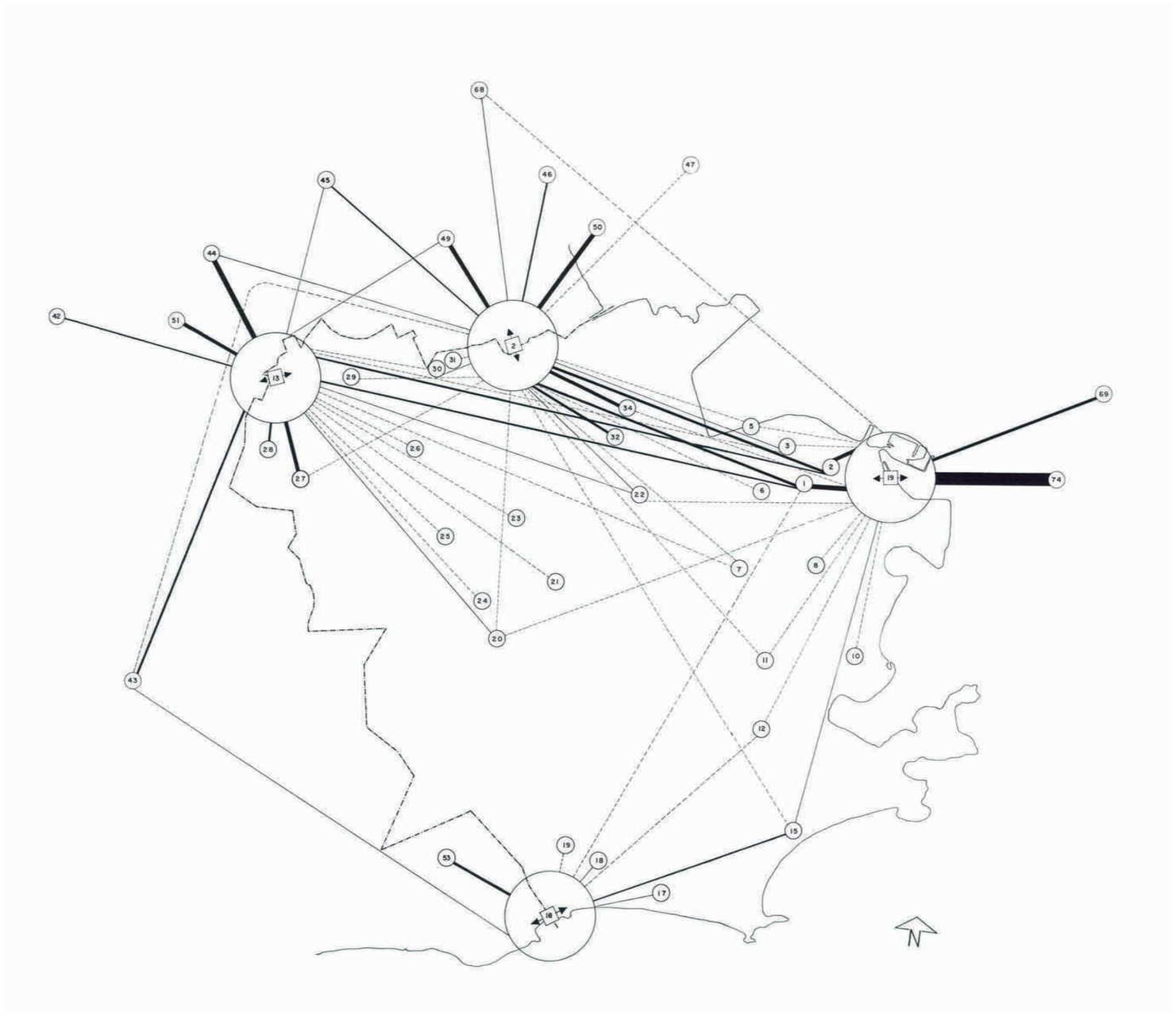
Fig. C 42
Tráfego diário atravessando a "cordon-line" (1968): (1) Avenida Brasil

Ponto de contagem

1 Avenida Brasil

2 000 < ------ < 5 000
5 000 < —— < 10 000
20 000
40 000
60 000
80 000
100 000
Passageiros

Não foram considerados fluxos com menos de 2 000 Passageiros



ZONAS DE ESTUDO (STUDY ZONES)

01	CANDELÁRIA	40	SANTA CRUZ
02	NORTE SUL	41	CAMPO GRANDE
03	D. PEDRO II	42	BANGU
04	LAPA	43	JACAREPAGUÁ
05	GAMBOA	44	MADUREIRA
06	MANGUE	45	IRAJÁ
07	RIO COMPRIDO	46	PENHA
08	SANTA TERESA	47	ILHA DO GOVERNADOR
09	CATETE	48	ILHA DE PAQUETÁ
10	FLAMENGO	49	MEIER (PARCIAL)
11	LARANGEIRAS	50	RAMOS
12	BOTAFOGO	51	ENGENHO NÔVO (PARC.)
13	URCA	52	TIJUCA (PARCIAL)
14	LEME	53	LAGOA (PARCIAL)
15	COPACABANA	60	QUEIMADOS
16	LAGOA	61	NOVA IGUAÇU
17	IPANEMA	62, 63	NILÓPOLIS
18	LEBLON		
19	GÁVEA	64	BELFORT ROXO
20	TIJUCA	65, 66, 67	S. JOÃO DE MERITÍ
21	ANDARAÍ		
22	MARACANÃ		
23	VILA ISABEL	68	DUQUE DE CAXIAS
24	GRAJAU	69, 70, 71, 72, 73	SÃO GONÇALO
25	L. VASCONCELOS		
26	ENGENHO NÔVO		
27	MEIER		
28	ENGENHO DE DENTRO		
29	CACHAMBÍ	74, 75	NITERÓI
30	RIACHUELO		
31	JACARÈZINHO	80	NORTE
32	BENFICA	81	ESTE
33	CAJU		
34	SÃO CRISTOVÃO		
35	SERRA TRÊS RIOS		

Fig. C43
Tráfego diário atravessando a "cordon-line" (1968): (2) Avenida Suburbana; (13) Amaro Cavalcanti; (18) Avenida Niemeyer; (19) Barcas de Niterói

Pontos de contagem

- 2 Avenida Suburbana
- 13 Amaro Cavalcanti
- 18 Avenida Niemeyer
- 19 Barcas de Niterói

Passageiros
- 2 000 < ------ < 5 000
- 5 000 < —— < 10 000
- 20 000
- 40 000
- 60 000
- 80 000
- 100 000

Não foram considerados fluxos com menos de 2 000 Passageiros



ZONAS DE ESTUDO (STUDY ZONES)

01	CANDELÁRIA	40	SANTA CRUZ
02	NORTE SUL	41	CAMPO GRANDE
03	D. PEDRO II	42	BANGU
04	LAPA	43	JACAREPAGUÁ
05	GAMBOA	44	MADUREIRA
06	MANGUE	45	IRAJÁ
07	RIO COMPRIDO	46	PENHA
08	SANTA TERESA	47	ILHA DO GOVERNADOR
09	CATETE	48	ILHA DE PAQUETÁ
10	FLAMENGO	49	MEIER (PARCIAL)
11	LARANGEIRAS	50	RAMOS
12	BOTAFOGO	51	ENGENHO NÔVO (PARC.)
13	URCA	52	TIJUCA (PARCIAL)
14	LEME	53	LAGOA (PARCIAL)
15	COPACABANA	60	QUEIMADOS
16	LAGOA	61	NOVA IGUAÇU
17	IPANEMA	62	NILÓPOLIS
18	LEBLON	63	
19	GÁVEA	64	BELFORT ROXO
20	TIJUCA	65	
21	ANDARAÍ	66	S. JOÃO DE MERITÍ
22	MARACANÃ	67	
23	VILA ISABEL	68	DUQUE DE CAXIAS
24	GRAJAU	69	
25	L. VASCONCELOS	70	
26	ENGENHO NÔVO	71	SÃO GONÇALO
27	MEIER	72	
28	ENGENHO DE DENTRO	73	
29	CACHAMBÍ	74	NITERÓI
30	RIACHUELO	75	
31	JACARÈZINHO	80	NORTE
32	BENFICA	81	ESTE
33	CAJU		
34	SÃO CRISTOVÃO		
35	SERRA TRÊS RIOS		

Fig. C44
Tráfego diário atravessando a "cordon-line" (1968): (12) Central do Brasil

Ponto de contagem

12 Central do Brasil

2 000 < ------ < 5 000
5 000 < ——— < 10 000
20 000
40 000
60 000
80 000
100 000
Passageiros

Não foram considerados fluxos com menos de 2 000 passageiros

uma mesma viagem. Também não foram consideradas as distâncias de viagens. Com essas restrições devem ser entendidos os valôres da Tab. C 33 para viagens na "micro-área" ou na "macro-área".
O pequeno valor da participação do tráfego individual deve-se ao grau de motorização extraordinàriamente baixo na Área de Estudo.
Em comparação com outras metrópoles a participação do táxi é muito grande, sobretudo na "micro-área".
Para muitos usuários a atual oferta de outros meios de transporte coletivo não corresponde a seus desejos de viagens ou não satisfaz às suas noções de confôrto.
Na maior parte das relações de tráfego dentro da "micro-área" não há pràticamente ligações ferroviárias. A participação da estrada de ferro é por isso muito reduzida, enquanto que a dos ônibus eleva-se a 75% do tráfego total. Na "macro-área", entretanto, o transporte ferroviário absorve considerável parcela do tráfego gerado, por ser relativamente rápido e barato.

4.1.5.3 Faixas de influência de importantes artérias de tráfego

Nos pontos de contagem da "cordon-line" procedeu-se a contagem do tráfego que a atravessa, sendo seus dados expressos através do computador em forma de tabelas de viagens. Torna-se então possível analisar a propagação do tráfego para os dois lados de uma seção transversal e determinar, assim, a faixa de influência das respectivas artérias de tráfego. Nas Fig. C 42 a C 44 estão representadas gràficamente as mais importantes análises de seção transversal correspondentes. As relações de tráfego foram enfeixadas nas seções transversais de contagem. Para melhor visão de conjunto só se encontram representados os fluxos em ambos os sentidos a partir de 2 000 viagens. Trata-se dos pontos de contagem relacionados na Tab. C 34.
As artérias de tráfego Avenida Suburbana, Rua Amaro Cavalcanti, Avenida Niemeyer, bem como as barcas, têm apenas uma estreita faixa de influência em ambos os lados da "cordon-line". Do tráfego de barcas, p. ex., quase 60% dos passageiros permanecem nas proximidades da "área central". As demais artérias de tráfego apresentam, além do tráfego para o Centro, que já é relativamente reduzido, quase que exclusivamente tráfego local. Já a Avenida Brasil (Fig. C 42), com suas ramificações (Avenida das Missões e Rodovia Presidente Dutra), canaliza o tráfego de tôda a região norte da Área de Estudo e irradia-o em forma de leque por quase tôda a "micro-área". As Zonas 46, 47 e 50 estão sobremaneira interessadas em tal fato, já que para elas não existe melhor via de comunicação com o Centro.
A Avenida Brasil canaliza a maior parte do tráfego para o Centro porque se dirige diretamente para êle. A Fig. C 42 mostra, porém, que um intenso tráfego segue também para a Zona Sul, atravessando o Centro da cidade. A Avenida Brasil é atualmente a única ligação Centro-norte com caráter de via de comunicação rápida. Sòzinha dá escoamento a quase 25% do tráfego que atravessa a "cordon-line".
A Linha do Centro da Estrada de Ferro Central do Brasil participa com aproximadamente 21% no tráfego que atravessa a "cordon-line" (Fig. C 44). Em virtude de sua localização, Madureira concorre com uma parte considerável do tráfego ao norte do ponto de contagem Linha do Centro. Mas, também tôdas as zonas adjacentes e mesmo zonas mais distantes mantêm forte relação com a Linha do Centro.
A maior parte do tráfego dessas zonas em direção à "micro-área" se estende até a Estação D. Pedro II. Apesar de aí ser necessário fazer baldeação para ônibus e táxis, a Linha do Centro exerce grande fôrça de atração sôbre o tráfego diário. A extensão da faixa de influência da estrada de ferro até Santa Cruz e Nova Iguaçu, bem como a reduzida geração de tráfego das zonas da "micro-área" situadas nas proximidades dos pontos de contagem, vêm demonstrar mesmo que, diàriamente, se vencem grandes distâncias pela Linha do Centro. Pela grande participação nas horas de "rush" e pelo exposto a seguir, conclui-se que se trata principalmente de viagens entre domicílio e emprêgo.

4.1.5.4 Objetivos das viagens

Os objetivos das viagens fornecem esclarecimentos sôbre a geração de tráfego. Nesse sentido foram analisados e apresentados em tabelas de viagens o tráfego da "micro-área" e o que atravessa a "cordon-line", computados pelas entrevistas. As viagens entre domicílio e destino (chamadas viagens com base no domicílio) são representadas na Tab. C 35, de acôrdo com os objetivos das viagens.
O tráfego total é formado pela soma das viagens tendo por origem o domicílio, viagens de retôrno em número aproximadamente igual, tendo o domicílio por destino e ainda as viagens sem base no domicílio, tendo origem e destino fora do domicílio. Estas últimas perfazem 9,3% para o tráfego da "micro-área" e 9,5% para o tráfego da "cordon-line", em relação ao tráfego total.
Na Fig. C 45 (todos os objetivos de viagens) e na Fig. C 46 (objetivo: trabalho) estão indicados os valôres da tabela de viagens com base no domicílio (Tab. C 35), divididos em relações de tráfego entre seis regiões a saber: Centro, sul da "micro-área", norte da "micro-área", "Guanabara menos micro-área", municípios sitos a noroeste da Guanabara e os Municípios de Niterói e São Gonçalo. A comparação entre as duas figuras permite concluir que os passageiros com os objetivos escola, médico, compras, etc., raramente saem da própria região. O objetivo trabalho cria, porém, significativos movimentos de tráfego entre tôdas as regiões, sendo transpostas, em parte, longas distâncias. Êsse tráfego converge sobretudo para o Centro, onde os empregos são abundantes, sendo, porém, baixo o índice de população residente. O fluxo diário de pessoal ocupado no sentido da "micro-área" (444 719 viagens) é consideràvelmente maior que no sentido oposto (63 503 viagens). É também notável a predominância do fluxo diário de mão-de-obra tendo por destino a Guanabara (114 604 viagens) sôbre o número de trabalhadores que daí saem para trabalhar (12 634 viagens). A relação entre o número de empregos e população torna-se desfavorável à medida que aumenta a distância do Centro.

Tab. C 33
Participação dos meios de transporte no tráfego coletivo e total – "Micro-área" e "macro-área" (1968)

Meios de transporte	Viagens/dia	Tráfego coletivo %	Tráfego total %
"Micro-área"			
Táxis	98 598	8,9	7,1
Ônibus	997 386	89,7	72,3
Estradas de Ferro	15 978	1,4	1,2
Total tráfego coletivo	1 111 962	100,0	80,6
Carros particulares	267 253	—	19,4
Total todos os meios de transporte	1 379 215	—	100,0
Viagens mistas (incluídas nos carros particulares)	3 336	—	0,24
"Macro-área"			
Táxis	171 799	5,1	4,4
Ônibus	2 468 994	74,0	62,9
Estradas de Ferro	543 938	16,3	13,9
Barcas	149 430	4,6	3,8
Total tráfego coletivo	3 334 161	100,0	85,0
Carros particulares	589 251	—	15,0
Total todos os meios de transporte	3 923 412	—	100,0

Tab. C 34
Vias de tráfego importantes (1968)

Ponto de contagem	Denominação	Fig.	Viagens/dia nos dois sentidos
1	Avenida Brasil	C 42	385 072
2	Avenida Suburbana	C 43	138 521
12	Estrada de Ferro — Linha do Centro	C 44	328 374
13	Rua Amaro Cavalcanti	C 43	124 875
18	Avenida Niemeyer	C 43	42 643
19	Barcas de Niterói	C 43	149 430

Tab. C 35
Viagens com base no domicílio – "Micro-área" e "macro-área" (1968)

	Objetivos da viagem	Número	%
Tráfego da "micro-área"			
a	Trabalho e negócios	390 153	57,1
b	Escola e educação	148 900	21,7
c	Médico	24 125	3,5
d	Compras	34 250	5,0
e	Recreação e visitas	58 980	8,6
f	Indeterminados	2 050	0,3
g	Diversos	26 100	3,8
h	Total exceto a e b	145 505	21,2
i	Total de viagens com base no domicílio	684 558	100,0
j	Viagens sem base no domicílio	(127 967)	—
Tráfego da "cordon-line"			
a	Trabalho e negócios	513 829	75,4
b	Escola e educação	57 944	8,5
c	Médico	18 320	2,7
d	Compras	14 920	2,2
e	Recreação e visitas	60 450	8,9
f	Indeterminados	862	0,1
g	Diversos	14 782	2,2
h	Total exceto a e b	109 334	16,1
i	Total de viagens com base no domicílio	681 107	100,0
j	Viagens sem base no domicílio	(150 718)	—

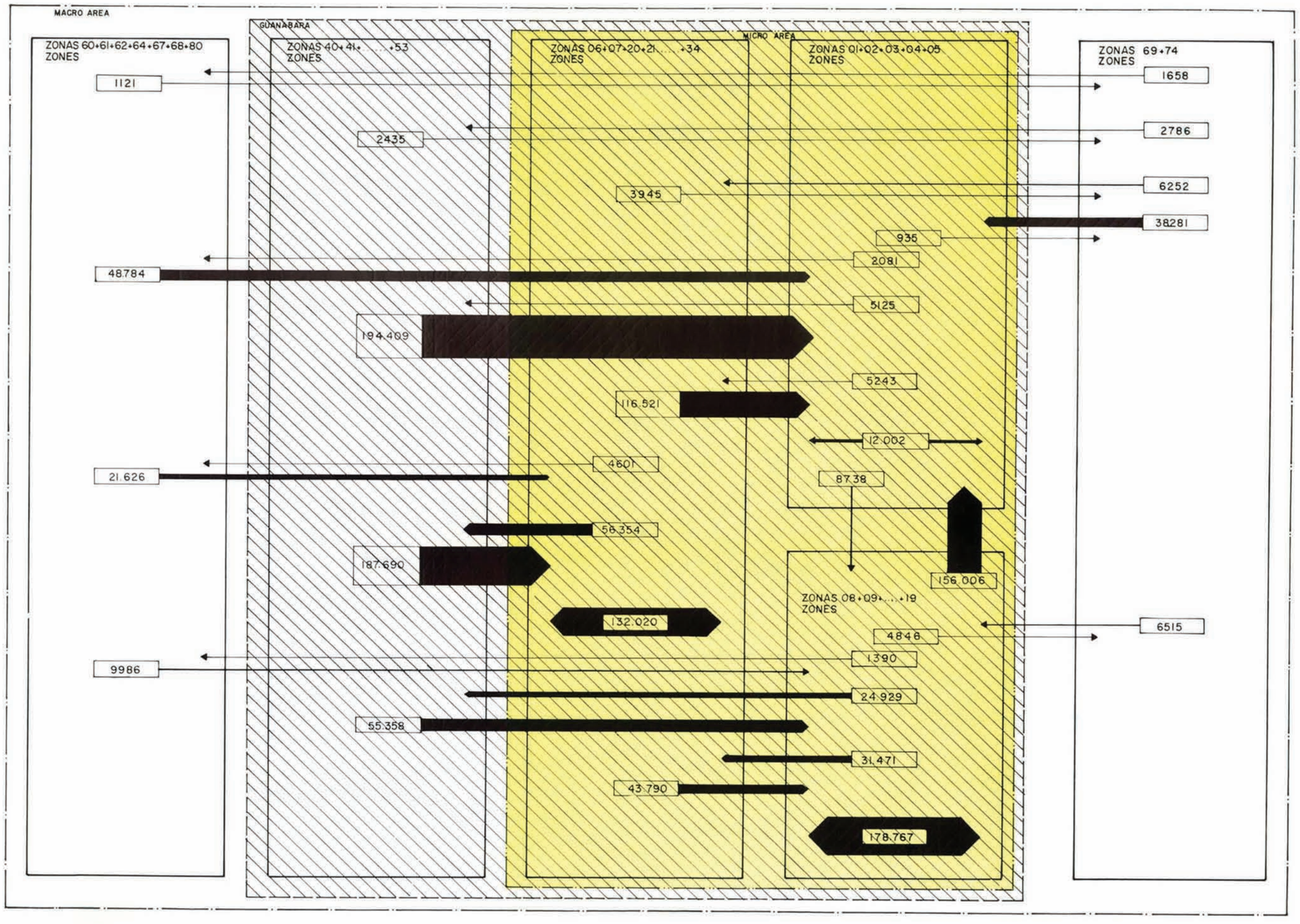


Fig. C45
Viagens diárias com base no domicílio para todos os objetivos (1968)

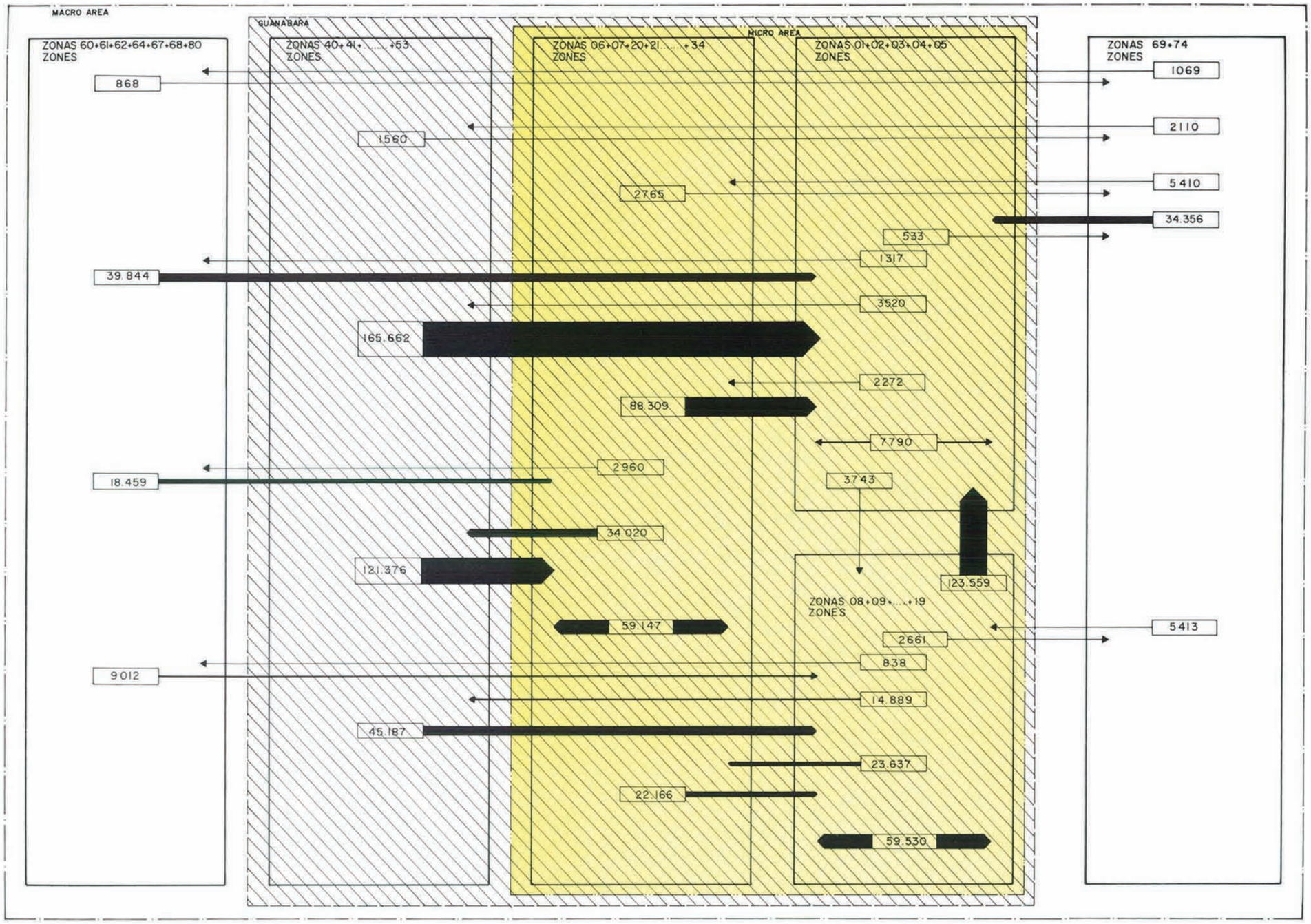


Fig. C46
Viagens diárias com base no domicilio para o trabalho (1968)

4.1.6 Lei de geração de tráfego; análise da repartição do tráfego ("modal-split")

Para uma prognose da distribuição do tráfego basta, na maioria das vêzes, analisar a atual distribuição do tráfego de acôrdo com a direção, intensidade e repartição pelos diferentes meios de transporte. Fazendo-se o confronto dos resultados com dados referentes a regiões de tráfego equivalentes, bem como recorrendo-se a dados empíricos ou à elaboração de uma curva de tendências, é possível obter parâmetros mais ou menos exatos para a prognose.
Êsse tipo de prognose não está, contudo, livre de influências subjetivas nos resultados, não permitindo um cálculo do tráfego futuro suficientemente diferenciado.
No presente Estudo, entretanto, a prognose do tráfego resulta de equações de interrelação. Estas serão formadas de molde a estabelecer as relações entre a geração do tráfego atual e a atual estrutura da Área de Estudo, correspondendo, assim, à chamada lei de geração de tráfego.
A futura geração do tráfego pode ser obtida mediante introdução, nessas equações de interrelação, dos dados estruturais calculados para os anos-prazo da prognose. Do mesmo modo, a repartição do tráfego atual entre meios de transporte coletivo e individual será transformada em uma equação de interrelação levando em consideração o grau de motorização. O modêlo de repartição do tráfego servirá então de base para a respectiva repartição do tráfego prognosticado.

4.1.6.1 Lei de geração de tráfego

Volume e distribuição do tráfego gerado em uma região dependem da ação recíproca entre tráfego de origem e tráfego de destino.
O tráfego de origem é função da população, através de seu potencial de trabalhadores, estudantes, compradores, bem como da procura de recreação, serviços de saúde, cursos de aperfeiçoamento, atividades culturais e serviços sociais prestados pelas autoridades ou por instituições particulares ou públicas.
O tráfego de destino é função de empregos, escolas, comércio, instituições esportivas e recreativas, cinemas, teatros, hospitais, estabelecimentos culturais, igrejas e outros locais de culto, bem como repartições públicas, bancos, companhias de seguros e similares.
Como se viu anteriormente em C4.1.5.4, a maior parte das viagens tem por objetivo o trabalho e a escola.
A maioria das viagens poderá, portanto, ser atribuída à população, no ítem tráfego de origem, e aos empregos e escolas, no ítem tráfego de destino. Para outros objetivos de viagens (como compras, médico ou mesmo recreação) seria difícil encontrar fatôres de influência uniformes que correspondam à natureza e importância dos estabelecimentos de comércio, saúde e recreação. É preciso contentar-se, portanto, com poucos fatôres de influência, claramente definíveis — como população, empregos, matrículas escolares, carros particulares —, obtendo assim, na maioria dos casos, uma explicação satisfatória para a geração do tráfego total.
Êsses fatôres de influência indicam então, igualmente, os outros objetivos de viagens. É pois conveniente distinguir entre empregos em setores secundários e terciários (i. é, na indústria de um lado, e no comércio e em prestação de serviços, do outro), já que os empregos no comércio e em serviços esclarecem as viagens para compras, repartições públicas, etc. Em geral o número de matrículas escolares indica igualmente a importância cultural de cada zona.
As interrelações entre a geração de tráfego e os fatôres correspondentes de influência podem ser estabelecidas separadamente por objetivos de viagens. Neste caso seria necessário compor duas equações de interrelação para cada tabela de viagens correspondente a um objetivo de viagem: a primeira para o tráfego tendo as zonas por destino, que será confrontado com os empregos, o número de matrículas escolares ou fatôres semelhantes; a segunda para o tráfego tendo as zonas por origem, confrontado com a população ou outros fatôres de influência de ordem geral.
Existem tabelas de viagens para os objetivos mencionados em C4.1.5.4, tabelas essas, aliás, que só são completas para as zonas da "micro-área". Assim sendo, as equações de interrelação só poderiam levar em consideração um pequeno setor da Área de Estudo.
Por essa razão, e também porque, de qualquer forma, havia a necessidade de uma equação de ordem geral para as viagens sem base no domicílio, foi efetuada a análise de regressão para o tráfego total (matriz de viagens — Tab. C27). Não foi feita distinção entre origem e destino do tráfego gerado. O tráfego total que começa ou termina em uma zona (tráfego de origem e destino) entra na lei de geração de tráfego como "geração total".
Com o auxílio do método dos mínimos quadrados, de Gauss, foi conseguida, com a seguinte expressão linear, uma correlação muito boa:

$$y_I = k_0 + k_1 \cdot x_{1I} + k_2 \cdot x_{2I} + k_3 x_{3I} + k_4 x_{4I} + k_5 x_{5I}$$

onde:

I = código da zona,

y_I = total do tráfego de origem e de destino atual da Zona I, de acôrdo com as Fig. C47 e C48,

x_{1I} = número de habitantes da Zona I (1968) conforme Fig. C4 e C5,

x_{2I} = número de empregos no comércio e serviços na Zona I (1968), conforme Fig. C6 e C7,

x_{3I} = número de empregos na indústria na Zona I (1968) conforme Fig. C6 e C7,

x_{4I} = número de matrículas escolares de nível médio e superior na Zona I (1968), conforme Fig. C8 e C9,

x_{5I} = número de carros particulares na Zona I (1968), conforme Fig. C10 e C11.

k_0, k_1, k_2 . . . são constantes determinadas por computador pelo citado método dos mínimos quadrados.
Os coeficientes k_1 a k_5 indicam o "pêso" dos respectivos fatôres de influência correspondentes à geração de tráfego nas zonas. k_0 é a constante inicial.
A validade da correlação é determinada, principalmente, pelos seguintes critérios usualmente empregados na matemática estatística:

e = "standard error of estimate" = êrro padrão, e

r^2 = "coefficient of multiple determination" = coeficiente de determinação múltipla.

A análise de regressão foi feita para as 48 zonas da Guanabara. Para as zonas da "macro-área" sitas fora da Guanabara uma grande parte do tráfego gerado não aparece por se tratar de tráfego interno (C4.1.4.5). Desistiu-se de considerar esta circunstância por meio da introdução de variáveis simuladas. A exclusão dessas zonas nenhuma influência tem sôbre a tendência da equação de interrelação.
As matrículas em escolas primárias não foram consideradas porque, em sua maioria, estas estão localizadas nas regiões residenciais dos alunos, não gerando pois, viagens para além dos limites da zona em foco.
A regressão foi executada por etapas, tendo o computador selecionado a sequência das etapas de acôrdo com a significância dos fatôres de influência:

1.ª etapa: entrada da variável x_2 = empregos no comércio e em serviços,

2.ª etapa: entrada da variável x_1 = população,

3.ª etapa: entrada da variável x_4 = matrículas escolares,

4.ª etapa: entrada da variável x_3 = empregos na indústria.
Constante inicial $k_0 = 9\,058$

Variável	Coeficiente	Êrro padrão
x_1	$k_1 = 0{,}4663$	$e_1 = 0{,}112$
x_2	$k_2 = 2{,}2817$	$e_2 = 0{,}148$
x_3	$k_3 = 1{,}6221$	$e_3 = 0{,}801$
x_4	$k_4 = 3{,}9380$	$e_4 = 1{,}400$

Coeficiente de determinação múltipla $r^2 = 0{,}923$,

5.ª etapa: entrada da variável x_5 = número de carros particulares.
Constante inicial $k_0 = 10\,182$

Variável	Coeficiente	Êrro padrão
x_1	$k_1 = 0{,}4838$	$e_1 = 0{,}125$
x_2	$k_2 = 2{,}2932$	$e_2 = 0{,}153$
x_3	$k_3 = 1{,}5386$	$e_3 = 0{,}848$
x_4	$k_4 = 3{,}9270$	$e_4 = 1{,}153$
x_5	$k_5 = -0{,}5431$	$e_5 = 1{,}632$

Coeficiente de determinação múltipla $r^2 = 0{,}923$.

Com a 5.ª etapa a variável x_5 (número de carros particulares) entra na regressão. Ela tem um coeficiente negativo, i. é, com o aumento do número de carros particulares a geração de tráfego diminui, de acôrdo com o coeficiente k_5. A experiência ensina, porém, que os proprietários de carros particulares fazem mais viagens diárias com seus carros do que os passageiros de transportes coletivos. É verdade que a participação do tráfego individual na Área de Estudo é tão diminuta, que uma geração de tráfego eventualmente mais elevada será desprezível em comparação com outros fatôres de influência na geração de tráfego, devido ao número relativamente baixo de proprietários de carros particulares. Assim a significância calculada é puramente acidental e, em si, contraditória. Acresce que o coeficiente negativo para a 5.ª etapa já poderá representar uma expressão da superdeterminação da regressão. Pelos motivos expostos a 5.ª etapa não foi incluída na equação de regressão.
A equação de regressão definitiva, tirada da 4.ª etapa de regressão, será então a seguinte:

$$Y_I = 9\,058 + 0{,}4663\, x_{1I} + 2{,}2817\, x_{2I} + 1{,}6221\, x_{3I} + 3{,}9380\, x_{4I}.$$

Além de outras conclusões, a equação demonstra que os empregos no comércio e em serviços exercem atração maior sôbre o tráfego do que os da indústria. Enquanto os primeiros fornecem esclarecimento suplementar para os objetivos compras, idas a repartições públicas, etc., os últimos normalmente só respondem por si mesmos. O alto coeficiente de matrículas escolares não corresponde, por certo, apenas às viagens de ida e volta entre domicílio e escola, mas realça também a importância cultural de zonas com estabelecimentos de ensino médio e superior. O elevado êrro padrão é, todavia, sinal de significância desfavorável para a variável x_4, talvez porque as matrículas de nível médio ou superior se distribuem pelas diferentes zonas de modo muito variável, e em muitas zonas simplesmente inexistem.

Fig. C47
Geração de tráfego (passageiros, origem e destino) – "Macro-área sem micro-área" (1968 – 1975 – 1990)

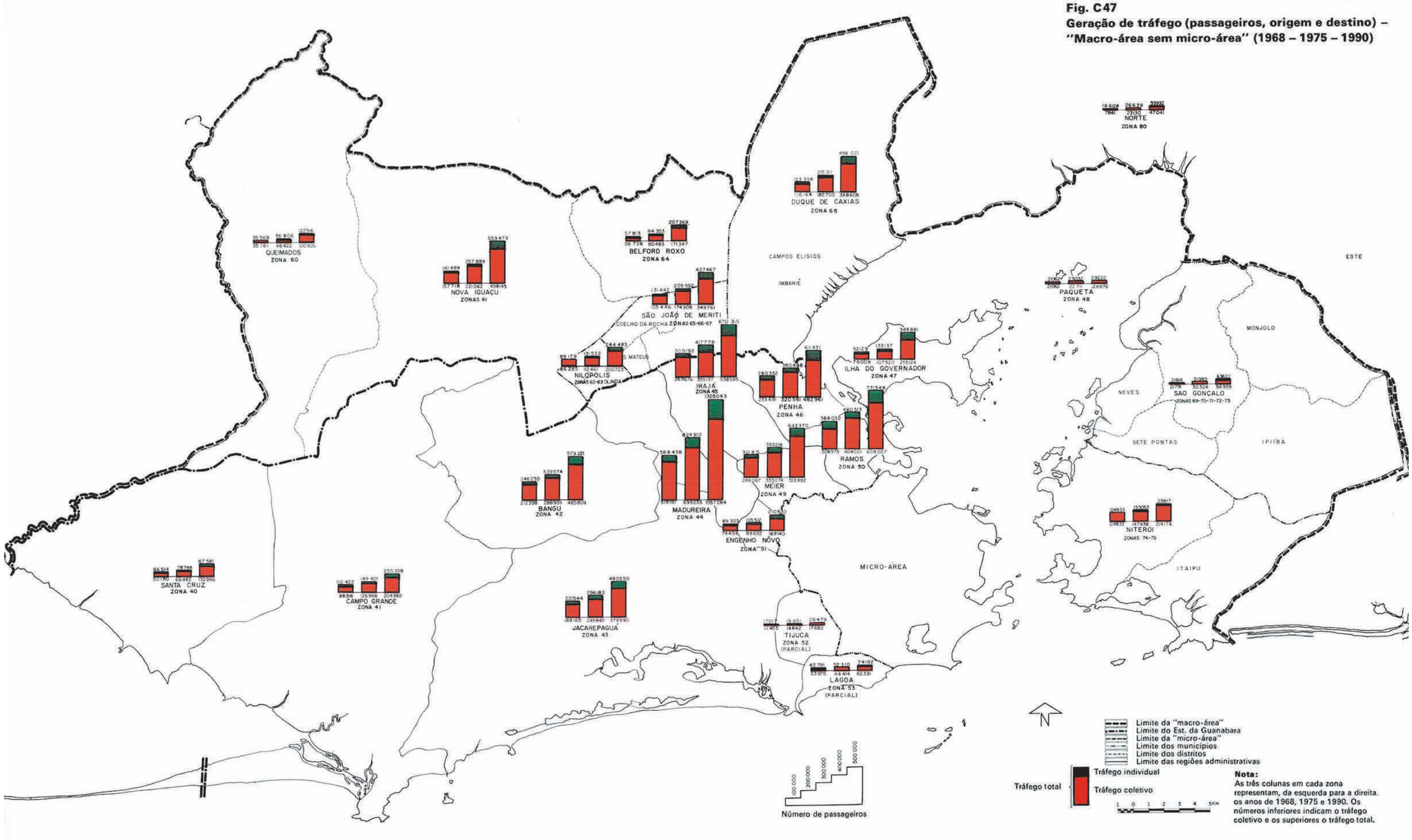
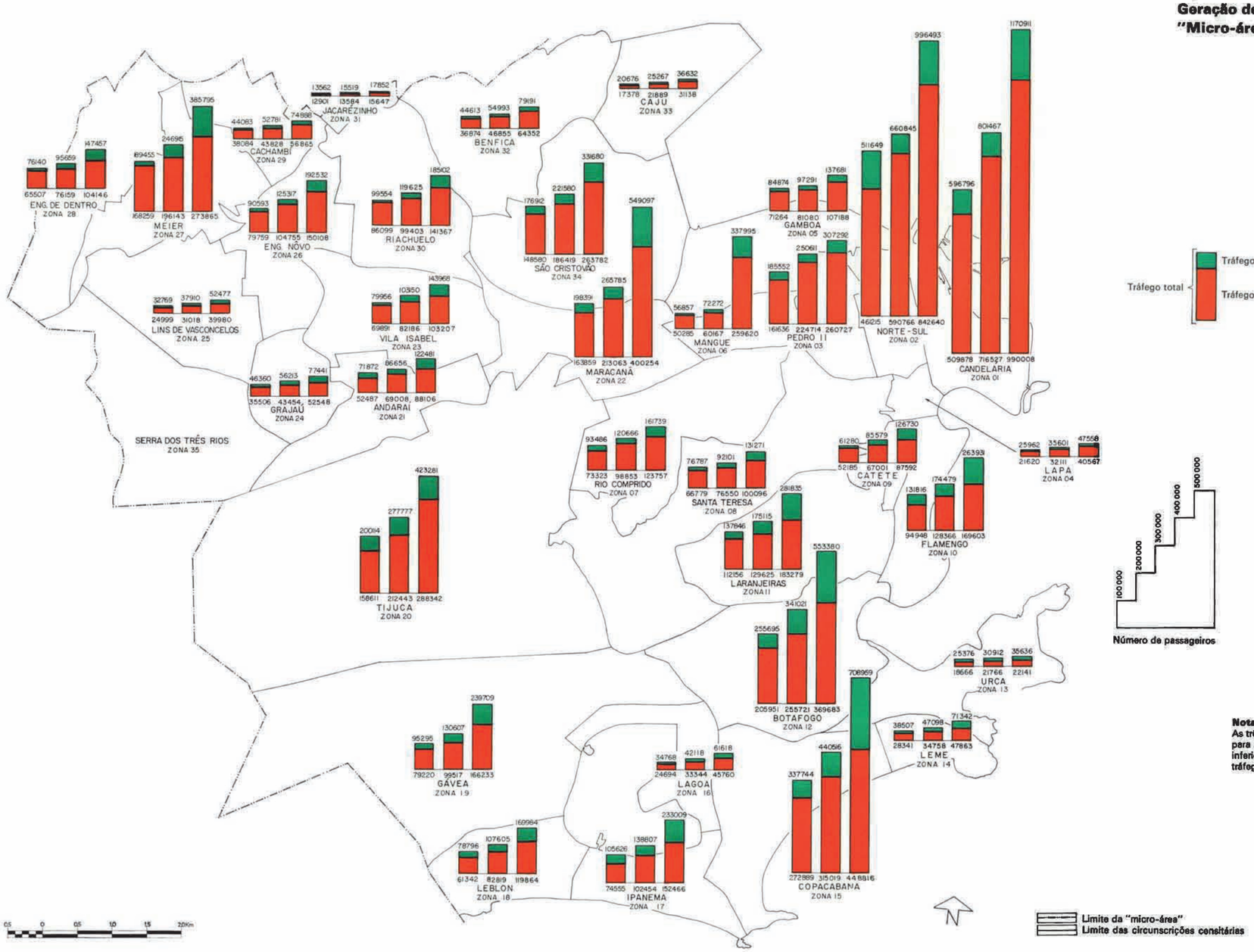


Fig. C48
Geração de tráfego (passageiros, origem e destino) – "Micro-área" (1968 – 1975 – 1990)



Nota:
As três colunas em cada zona representam, da esquerda para a direita, os anos de 1968, 1975 e 1990. Os números inferiores indicam o tráfego coletivo e os superiores o tráfego total.

O coeficiente de determinação múltipla de 0,923, denota todavia, uma significância extremamente satisfatória da correlação efetuada como um todo. Como na regressão de cada zona foi incluído o tráfego de origem e de destino, tendo portanto as viagens sido contadas duas vêzes, para apreciação da geração total de tráfego tôdas as constantes deverão ser multiplicadas pelo fator 0,5.
Na Tab. C 36 é efetuado o confronto entre o tráfego observado em cada zona e o tráfego calculado por meio da equação de regressão.
As diferenças evidenciadas entre a observação e o cálculo deverão ser, em parte, atribuídas à falta de inclusão do tráfego interno na análise de regressão. Indicam também, todavia, que o comportamento humano não pode ser analisado completamente pela estatística matemática. Contudo, a probabilidade demonstrada poderá perfeitamente ser considerada como base satisfatória para uma prognose diferenciada da geração de tráfego.
A análise das relações encontradas para a prognose será efetuada em D 4.1.

4.1.6.2 Análise da repartição do tráfego ("modal split")

Da maneira semelhante ao da geração de tráfego, elaborou-se um modêlo que possibilita uma prognose pela explanação das condições atuais.
Tanto hoje como no futuro a repartição do tráfego gerado pelos meios de transporte alternativos representa antes de tudo uma questão de oferta.
A motorização particular na Área de Estudo é hoje ainda muito reduzida. São relativamente poucos os usuários, portanto, que têm a possibilidade de escolher livremente entre o carro próprio e o transporte coletivo. Atualmente a maior parte do transporte coletivo é feita pelos ônibus. Contudo, por estar vinculado a um itinerário, o ônibus não constitui uma alternativa para o transporte individual. Nos cálculos experimentais realizados a densidade de tráfego e a falta de estacionamento constatadas em várias zonas não demonstram qualquer preferência notável pelos meios de transporte coletivos.
A experiência tem demonstrado que o confôrto e a independência do carro particular só são sacrificados quando um meio de transporte coletivo concomitante oferece vantagens nítidas em tempo e em custo. Na maioria das vêzes o custo tem importância secundária para quem possui um carro particular.
A proporção entre tráfego coletivo e tráfego individual poderá, pois, ser esclarecida com bastante precisão pelo grau de motorização. Foi por isso que, para a composição de uma equação de interrelação, a percentagem do tráfego coletivo em relação ao tráfego total (fator de repartição expresso em %) foi relacionada ao grau de motorização (expresso em número de carros particulares por 1 000 habitantes) (Fig. C 49).
Sòmente puderam ser utilizadas zonas da "micro-área", porquanto o tráfego coletivo entre as zonas externas é o resultado de uma estimativa (C 4.1.5.2).
As zonas centrais 01 até 04 tiveram que ser eliminadas porque nelas predomina, em grande escala, o tráfego de fora e o fator de repartição não corresponde ao grau de motorização da reduzida população residente.
A demonstração gráfica dos fatôres de repartição (Fig. C 49) indica que para uma equação de interrelação, basta uma expressão linear. Na correlação elaborada pelo método dos mínimos quadrados entraram (sempre para uma Zona I em 1968):

a) O fator de repartição y_I, i. é, a relação entre tráfego coletivo e tráfego total da Zona I. Nesta relação o tráfego coletivo é a soma do tráfego de origem e de destino (só o tráfego da "micro-área") da Zona I conforme Tab. C 28, e o tráfego total, a soma correspondente da Tab. C 27.

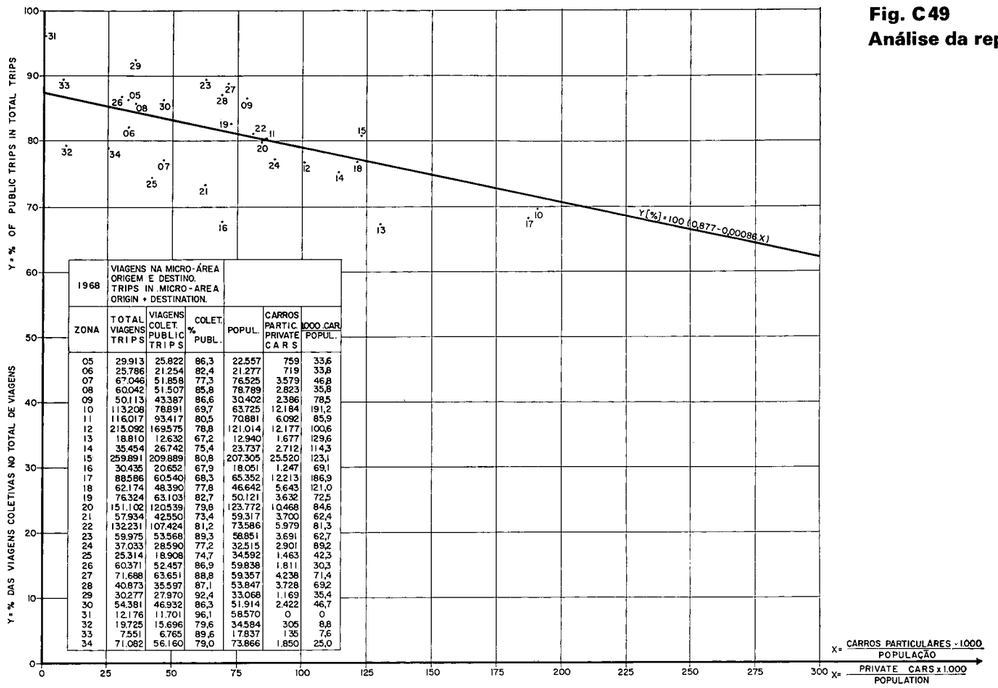
b) O atual grau de motorização x_I, i. é, a relação do número de carros particulares por 1 000 habitantes da Zona I em 1968 (habitantes: Fig. C 5; carros particulares: Fig. C 11).

c) O pêso de uma relação individual no volume do respectivo tráfego total.

Como resultado do cálculo de correlação foi obtida a equação de interrelação:

$$y = 0{,}877 - 0{,}00086 \cdot x.$$

Esta equação indica que com o aumento da motorização a participação do tráfego coletivo decresce. Com esta equação pode-se encontrar o fator de participação do futuro tráfego coletivo no tráfego total, mediante inserção da motorização prognosticada (D 4.1.3).



1968	VIAGENS NA MICRO-ÁREA ORIGEM E DESTINO. TRIPS IN MICRO-AREA ORIGIN + DESTINATION.					
ZONA	TOTAL VIAGENS TRIPS	VIAGENS COLET. PUBLIC TRIPS	COLET. % PUBL.	POPUL.	CARROS PARTIC. PRIVATE CARS	1000 CAR. POPUL.
05	29.913	25.822	86,3	22.557	759	33,6
06	25.786	21.254	82,4	21.277	719	33,8
07	67.046	51.858	77,3	76.505	3.579	46,8
08	60.042	51.507	85,8	78.789	2.823	35,8
09	50.113	43.387	86,6	30.402	2.386	78,5
10	113.208	78.891	69,7	63.725	12.184	191,2
11	116.017	93.417	80,5	70.881	6.092	85,9
12	215.092	169.575	78,8	121.014	12.177	100,6
13	18.810	12.632	67,2	12.940	1.677	129,6
14	35.454	26.742	75,4	23.737	2.712	114,3
15	259.891	209.889	80,8	207.305	25.520	123,1
16	30.435	20.652	67,9	18.051	1.247	69,1
17	88.586	60.540	68,3	65.352	12.213	186,9
18	62.174	48.390	77,8	46.642	5.643	121,0
19	76.324	63.103	82,7	50.121	3.632	72,5
20	151.102	120.539	79,8	123.772	10.468	84,6
21	57.934	42.550	73,4	59.317	3.700	62,4
22	132.231	107.424	81,2	73.586	5.979	81,3
23	59.975	53.568	89,3	58.651	3.691	62,7
24	37.033	28.590	77,2	32.515	2.901	89,2
25	25.314	18.908	74,7	34.592	1.463	42,3
26	60.371	52.457	86,9	59.838	1.811	30,3
27	71.688	63.651	88,8	59.357	4.238	71,4
28	40.873	35.597	87,1	53.847	3.728	69,2
29	30.277	27.970	92,4	33.068	1.169	35,4
30	54.381	46.932	86,3	51.914	2.422	46,7
31	12.176	11.701	96,1	58.570	0	0
32	19.725	15.696	79,6	34.584	305	8,8
33	7.551	6.765	89,6	17.837	136	7,6
34	71.082	56.160	79,0	73.866	1.850	25,0

Fig. C 49
Análise da repartição do tráfego (1968)

Tab. C 36
Comparação por zona: tráfego observado – tráfego calculado (1968) (em viagens por dia)

Zona 1	Observado 2	Calculado 3	Diferença 4 = 2—3
01	596 796	569 240	27 556
02	511 649	489 698	21 951
03	185 552	210 367	—24 815
04	25 962	31 576	—5 614
05	84 874	128 195	—43 321
06	56 857	60 947	—4 090
07	93 486	88 772	4 714
08	76 787	66 968	9 819
09	61 280	72 283	—11 003
10	131 816	109 343	22 473
11	137 846	93 520	44 326
12	255 695	220 767	34 928
13	25 376	62 716	—37 340
14	38 507	30 842	1 665
15	337 744	413 888	—76 144
16	34 768	27 657	7 111
17	105 626	97 536	8 090
18	78 796	76 842	1 954
19	95 295	78 787	16 508
20	200 114	236 593	—36 479
21	71 872	76 357	—4 485
22	198 391	163 600	34 791
23	79 956	90 206	—10 250
24	46 360	34 551	11 809
25	32 769	31 948	821
26	90 593	74 645	15 948
27	189 455	122 274	67 181
28	76 140	67 798	8 342
29	44 083	41 856	2 227
30	99 554	84 074	15 480
31	13 562	41 031	—27 469
32	44 613	51 677	—7 064
33	20 676	50 508	—29 832
34	176 912	197 754	—20 842
40	66 514	103 000	—36 486
41	110 442	210 993	—100 551
42	246 230	362 984	—116 754
43	221 544	179 625	41 919
44	588 438	528 480	59 958
45	309 192	299 703	9 489
46	280 332	292 423	—12 091
47	92 129	159 250	—67 121
48	21 062	14 375	6 687
49	301 871	207 258	94 613
50	368 032	305 186	62 846
51	89 323	74 741	14 582
52	17 017	18 606	—1 589
53	42 791	23 237	19 554

4.2 **Meios de transporte e seus itinerários**

Existem atualmente na área metropolitana do Rio de Janeiro, i.é, na "macro-área", os seguinte meios de transporte de passageiros:

estradas de ferro suburbanas ônibus (Diesel) ônibus elétricos (trolley-bus) barcas bondes táxis	tráfego coletivo
carros particulares caminhões	tráfego individual

Êstes meios de transporte serão a seguir analisados quanto a seus sistemas atuais, seu desempenho de tráfego, etc.

4.2.1 Estradas de ferro suburbanas

4.2.1.1 Sistema atual de estradas de ferro suburbanas

Na área metropolitana do Rio de Janeiro servem atualmente ao tráfego de pequeno percurso as seguintes estradas de ferro (Fig. C50):

Estrada de Ferro Central do Brasil (Central do Brasil; EFCB)
- Linha do Centro (Centro),
- Linha do Ramal de Mangaratiba (Ramal),
- Linha Auxiliar (Auxiliar),
- Linha da Leopoldina (bitola larga) (Leopoldina—1,60 m).

Estrada de Ferro Leopoldina (EFL) (bitola estreita) (Leopoldina—1,00 m).

As abreviaturas que serão usadas no texto estão indicadas entre parênteses. Tôdas as linhas possuem a bitola padrão usada no Brasil, de 1,60 m, excetuando-se a Estrada de Ferro Leopoldina, com bitola de 1,00 m.
O tráfego de passageiros de longo percurso limita-se, na EFCB, a dois pares de trens diários na ligação Rio de Janeiro—São Paulo, e a um par de trens diários Rio de Janeiro—Belo Horizonte. Êsses trens têm ponto de partida e chegada na Estação D. Pedro II, e suas linhas seguem para São Paulo ou para Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, via Deodoro—Japeri—Barra do Piraí. Há também diàriamente um trem de passageiros Rio de Janeiro—Vitória, Estado do Espírito Santo, pela EFL. O tráfego de passageiros de longo percurso tem, portanto, importância secundária. As exposições seguintes referem-se, por isso, e dada a finalidade própria dêste Estudo, sòmente ao tráfego de passageiros de pequeno e médio percurso das citadas linhas.

a) Centro e Ramal (EFCB)

Entre o terminal D. Pedro II e a Estação de bifurcação de Deodoro a linha tem quatro vias. A seguir, duas dessas vias passarão a ser chamadas vias de pequeno percurso e as outras duas, vias de percurso médio.
Entre as Estações de Engenho de Dentro e Madureira há duas vias adicionais, dobrando, portanto, nesse trecho, o número de vias de percurso médio. A partir de Deodoro até Japeri a Linha do Centro tem apenas duas vias, enquanto que uma segunda linha, o Ramal, parte em via dupla para Santa Cruz e Mangaratiba.
Nas vias de pequeno percurso circulam os trens que param em tôdas as estações intermediárias. Durante as horas de "rush", o horário nas vias de pequeno percurso é densificado por trens que, entre as Estações D. Pedro II e Madureira, passam por algumas estações sem parar.
Todos os trens que trafegam nas vias de pequeno percurso partem da Estação D. Pedro II e têm seu terminal na Estação de Deodoro.
As vias de percurso médio servem ao tráfego regional que se desenvolve entre a Estação D. Pedro II de um lado e as Estações de Santa Cruz ou Japeri de outro.
Os trens em questão, entre as Estações D. Pedro II e Deodoro, fazem parada sòmente em São Francisco Xavier, Engenho de Dentro, Cascadura e Madureira.
Os trens de refôrço postos em circulação no tráfego regional durante as horas de "rush" percorrem também os trechos entre Deodoro e Campo Grande ou entre Deodoro e Nova Iguaçu, sem paradas.
Os poucos trens de longo percurso mencionados no início, com destino a São Paulo e Belo Horizonte, utilizam-se igualmente das vias de percurso médio.
Tôdas as vias descritas são, sem exceção, eletrificadas.

b) Auxiliar (EFCB)

Na Estação terminal Francisco Sá tem início uma linha com via dupla que passando pela Estação de bifurcação de Pavuna tem seu terminal em Belfort Roxo.
De Pavuna parte uma linha singela para São Mateus.
Entre Francisco Sá e Belfort Roxo, bem como entre Francisco Sá e São Mateus, os trens param em tôdas as estações intermediárias. Durante as horas de "rush" o horário é densificado por trens que param apenas em Triagem, Del Castilho, Magno, Honório Gurgel e Pavuna.
As linhas da Auxiliar são eletrificadas e possuem, entre Francisco Sá e Pavuna, instalações de sinalização muito modernas que são operadas por contrôle remoto a partir da Estação D. Pedro II.

c) Leopoldina—1,60 m (EFCB)

A linha eletrificada, de bitola larga, parte da Auxiliar em via singela na altura de Mangueira, transforma-se em linha dupla em Triagem e tem seu terminal na Penha Circular. Os trens param em tôdas as estações intermediárias.

d) Leopoldina—1,00 m (EFL)

A linha de bitola de 1,00 m da Leopoldina começa na Estação terminal Barão de Mauá e segue em via dupla até Saracuruna. A linha singela continua e têm seu terminal em Vitória. O tráfego de médio percurso segue sem parada entre Barão de Mauá e Duque de Caxias até Vila Inhomirim (ramificando para o norte na altura de Saracuruna) e até Guapimirim (desviando em Magé).

Finalizando, convém mencionar que ainda existe, em parte, entre as Estações de Del Castilho e Pavuna (13,8 km), o leito da via da extinta "Rio d'Ouro", de bitola estreita.

A estrada de ferro em tráfego a leste da Baía de Guanabara não será objeto de estudos, por ser insignificante sua influência sôbre o tráfego suburbano do Rio de Janeiro.

Os dados básicos sôbre as estradas de ferro suburbanas são apresentados nas Tab. C37 e C38.

Tab. C 37
Dados básicos das estradas de ferro suburbanas (1968)

Referência	EFCB Centro	EFCB Auxiliar	EFCB Leopoldina 1,60 m	EFL Leopoldina 1,00 m
Carros	600	66	18	104
Lotação por carro				
Sentados	60	60	60	60
De pé	300	240	240	70
Total	360	300	300	130
Sentados/de pé	1:5	1:4	1:4	1:1,17
Lotação por trem (EFCB: 6 carros*) (EFL: 8 carros)				
Sentados	360	360	360	480
De pé	1800	1440	1440	560
Total	2160	1800	1800	1040
Passageiros/dia	561 140			
Passageiros transportados/ano	142 155 000			
Distância média de viagem em km	27,8			
Passageiros · km/ano	3 948 078 000			
Preço da passagem (Junho 1968)	NCr$ 0,10 US$ 0,031			

* A EFCB tem também trens com 9 ou 12 carros

Tab. C 38
Dados básicos das estradas de ferro suburbanas próximas ao Centro (1968)

Trecho de / para	EFCB D. Pedro II / Deodoro	EFCB Francisco Sá / Pavuna	EFCB Francisco Sá / Penha Circular	EFL Barão de Mauá / Duque de Caxias
Extensão do trecho km	22,1	23,0	10,5	18,5
Tempo de viagem* Direto min	25	25	—	—
Tempo de viagem* Parador min	43	40	23	45
Velocidade média* Direto km/h	53	55	—	—
Velocidade média* Parador km/h	31	35	27	25
Intervalo entre trens (conforme horário)	min	min	min	min
a) Horas de afluência parte na linha de longo percurso, parte na linha de subúrbio	5,5 (direto)			
só na linha de subúrbio	20 (parador)	17	30	25
b) Horas de movimento reduzido	15	34	—	34
c) Menor intervalo entre trens tècnicamente possível	4	4	—	15

* Trens diretos param sòmente nas estações principais
Trens paradores param em tôdas as estações

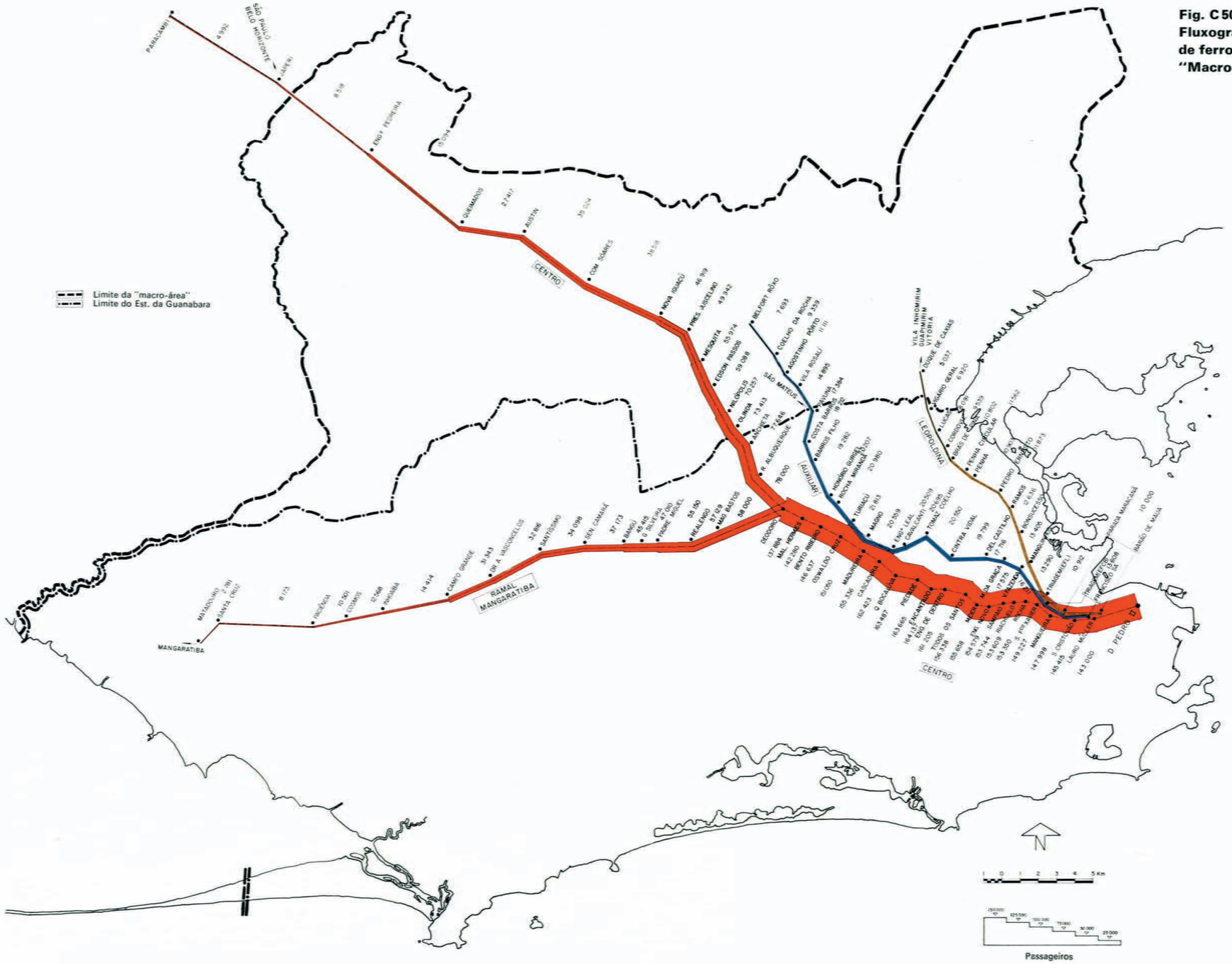


Fig. C 50
Fluxograma diário dos passageiros das estradas de ferro suburbanas nos dois sentidos – "Macro-área" (1968)

4.2.1.2 Fatôres de influência sôbre a capacidade de desempenho

As exposições seguintes referem-se aos fatôres de influência relevantes sôbre o desempenho de tráfego das ferrovias suburbanas.

a) A velocidade média, i.é, o tempo de viagem em relação à distância percorrida da estação de partida até a estação de destino incluindo tôdas as paradas.

b) A frequência de trens, i.é, o número de viagens dentro de uma unidade de tempo, p.ex., uma hora. Na operação regular das linhas essa frequência é dada pelo horário.

c) Necessidade de baldeação. Sempre que o passageiro é obrigado a fazer uma baldeação, fala-se de viagem descontínua; em caso contrário, de viagem contínua.

d) Confôrto da viagem, i. é, oferta de lugares, sobretudo a relação lugares sentados/lugares de pé; uniformidade e suavidade da aceleração e da desaceleração; amortecimento dos ruídos, ventilação, condicionamento do ar, higiene, etc.

e) Condições técnicas. Não menos importante, o rendimento do tráfego depende do estado das instalações fixas e do material rodante.

Ref. a) A velocidade média nessas linhas de subúrbio atinge no máximo cêrca de 35 km/h, em movimento normal; contudo, em razão de atrasos a velocidade média cai muitas vêzes consideràvelmente.

Ref. b) A frequência de trens tem particular importância nas horas de "rush", que correspondem aproximadamente aos períodos de 6 às 9 h e de 17 às 20 h. Nessas seis horas, ou seja, nessa quarta parte do dia, concentram-se 58% do tráfego total diário. Na Tab. C39 são apresentados os intervalos médios entre os trens, de acôrdo com o horário.

Nas estações iniciais da cidade, sublinhadas na Tab. C39, caso o passageiro consiga embarcar no primeiro trem, seu tempo médio de espera corresponderá à metade do intervalo entre os trens indicado na tabela, ou seja, nas horas de "rush", entre 2,25 e 15 min, e nas horas de tráfego reduzido entre 7,5 e 25 min. Nas condições atuais de operação das estradas de ferro suburbanas, nas horas decisivas do "rush", os trens estão frequentemente tão superlotados que o passageiro de subúrbio só pode embarcar no segundo ou terceiro trem, o que prolonga, em proporção correspondente, seu tempo de espera.

Muitas pessoas são por isso obrigadas a utilizar outros meios de transporte, embora o trem lhes fôsse mais conveniente e preferível.

Ref. c) A necessidade de baldeação. Como em muitas outras metrópoles também no Rio de Janeiro as estadas de ferro não terminam pròpriamente na "área central", mas na sua periferia. Até o ponto central da cidade, como é considerado o Largo da Carioca, há uma distância de 1,8 km desde a Estação D. Pedro II. Mais desfavorável ainda é a localização das estações terminais da Auxiliar e da Leopoldina que distam do Largo da Carioca 4,8 km e 4,2 km respectivamente. Êsse fato obriga, p. ex., pràticamente 50% dos 143 000 passageiros dos trens de subúrbio que desembarcam diàriamente na Estação D. Pedro II a fazerem baldeação.

38,3% = 54 769 prosseguem a viagem de ônibus,

5,1% = 7 293 tomam um táxi ou outro meio de transporte, enquanto

56,6% = 80 938 vão a pé até seu destino na cidade.

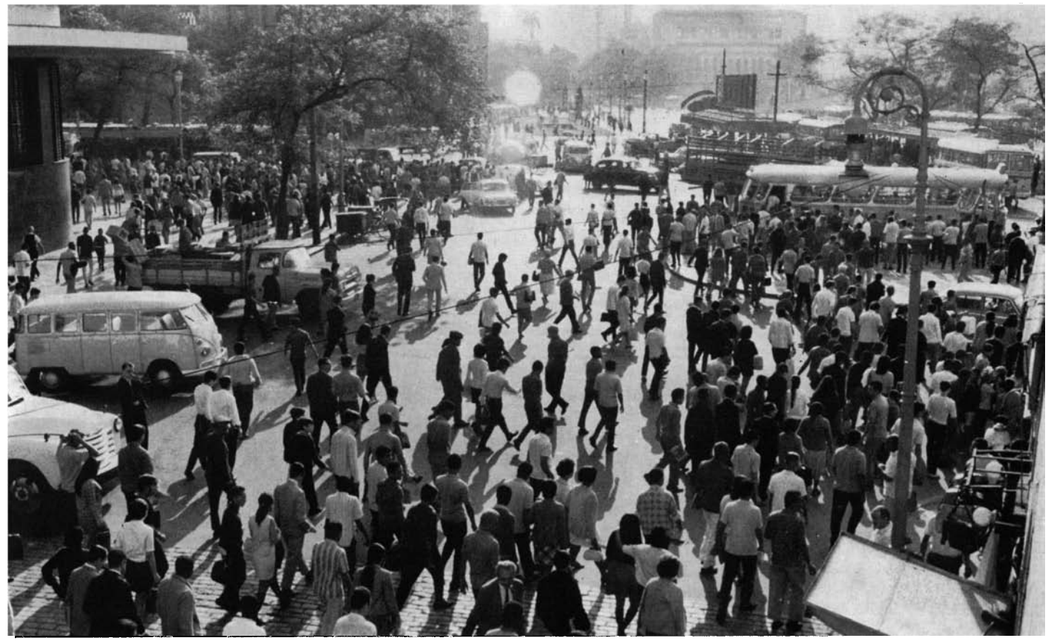
Pode-se considerar como certo que uma grande parte dêstes pedestres preferiria tomar uma condução, caso a capacidade de desempenho dos meios de transporte disponíveis — sôbretudo dos ônibus — fôsse suficiente.

Ref. d) O confôrto da viagem nos trens de subúrbio varia de acôrdo com as horas do dia. Nas horas de tráfego reduzido a oferta de lugares é suficiente; nas horas de "rush", entretanto, a lotação dos trens de subúrbio é francamente alarmante, mesmo em comparação com outras metrópoles da América e da Europa. Já em 1966, o parecer sôbre o tráfego ferroviário suburbano do Rio de Janeiro, preparado pela emprêsa Coverdale & Colpitts para o Govêrno Federal, conclui que estava sendo oferecido aos passageiros das estradas de ferro suburbanas um serviço insuficiente e irregular, especialmente nas horas de "rush". Essa condição consome parte da disposição de trabalho e da vitalidade dos passageiros, sobretudo num clima cujo calor e umidade relativa do ar difìcilmente são atingidos ou superados em outra metrópole do mundo.
Em contraste marcante com o acentuado crescimento da população da Zona Norte, o tráfego ferroviário suburbano vem diminuindo desde 1962 (Fig. C51). Na EFCB, p. ex., o número anual de passageiros caiu de 212,8 milhões em 1962 para 130,1 milhões em 1967; isso representa uma redução de 39% em apenas cinco anos. Essa queda é alarmante, não só para as estradas de ferro, mas também tendo em vista que se trata de uma das necessidades vitais duma metrópole, qual seja o transporte. Os passageiros desviam-se para outros meios

Tab. C 39
Intervalos médios entre trens nas estradas de ferro suburbanas (1968)

Trecho de linha		Nas horas de afluência De 6 a 9 e 17 a 20 hs min	Nas horas de movimento reduzido De 9 a 17 e (20 a 1 h) min
EFCB			
D. Pedro II—Deodoro (Centro)		4,5 (Direto + Parador)	15 (25)
Deodoro—Campo Grande	Ramal	15	30 (50)
Campo Grande—Santa Cruz—Matadouro	Ramal	30	60
Francisco Sá—Pavuna (Auxiliar)		17	34
Francisco Sá—Penha Circular (1,60)		30	—
EFL			
Barão de Mauá—Duque de Caxias (1,00)		25	34 (50)

Estação D. Pedro II — Baldeação para os ônibus



de transporte, sobretudo para o ônibus, que, com numerosas e eficientes linhas paralelas, hoje já se infiltrou nos setores onde os serviços ferroviários apresentam lacunas. Essa frota de ônibus esforça-se por atender à demanda efetiva de transporte, introduzindo-se até o coração da cidade.

Ref. e) Condições técnicas. A via permanente necessita geralmente de reformas, a fim de poder manter a velocidade média atualmente realizável.
Enquanto de um lado várias instalações de sinalização necessitam de reforma, existem já, por outro lado, numerosas instalações modernas. As estações, em geral, são de construção obsoleta, não se encontrando, pràticamente em nenhuma delas instalações modernas, como p. ex., escadas rolantes. Algumas plataformas restringem a capacidade de desempenho por serem curtas demais para as composições de nove e doze carros ùltimamente introduzidas, exigindo parada dupla numa mesma plataforma.
O material rodante fica exposto a solicitações intensas, dadas as condições da via permanente e a frequente superlotação dos trens, fazendo-se ainda notar os inconvenientes da falta de pessoal de manutenção suficiente.

4.2.1.3 Desempenhos de tráfego

O desempenho de tráfego das estradas de ferro suburbanas, tendo em vista as condições acima expostas, é surpreendentemente alto. Sòmente a desmedida superlotação dos trens nas horas de "rush" o torna possível. O fluxograma do tráfego ferroviário suburbano para 1968 (Fig. C52) mostra que no trecho acentuadamente mais solicitado, ou seja, entre as Estações D. Pedro II e Deodoro, são transportados por dia e sentido:

da Estação D. Pedro II (km 0,0)	143 000 passageiros,
aumentando até Encantado (km 11,4) para	164 000 passageiros,
diminuindo novamente até Deodoro (km 22,1) para	138 000 passageiros.

Sòmente na hora do "rush" das 18 às 19 h foram contados em Engenho de Dentro, na "cordon-line", cêrca de 36 000 passageiros (=22% do tráfego diário), em sentido oeste, nas vias de pequeno e médio percurso.

Ao todo são 269 000 passageiros de subúrbio que são atendidos diàriamente entre D. Pedro II e Deodoro. A forma como os embarques e desembarques se distribuem pelas várias estações é mostrada igualmente na Fig. C52.

Trem superlotado



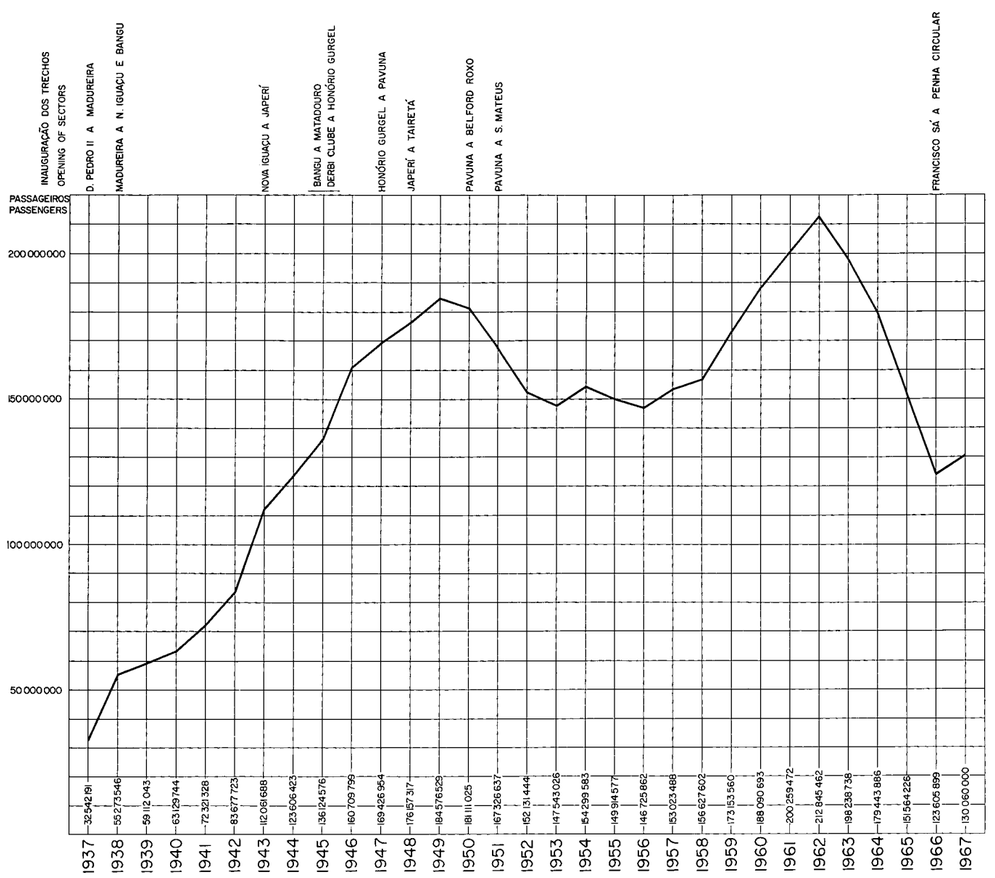


Fig. C51
Passageiros por ano nos trens suburbanos da EFCB (1937 a 1967)

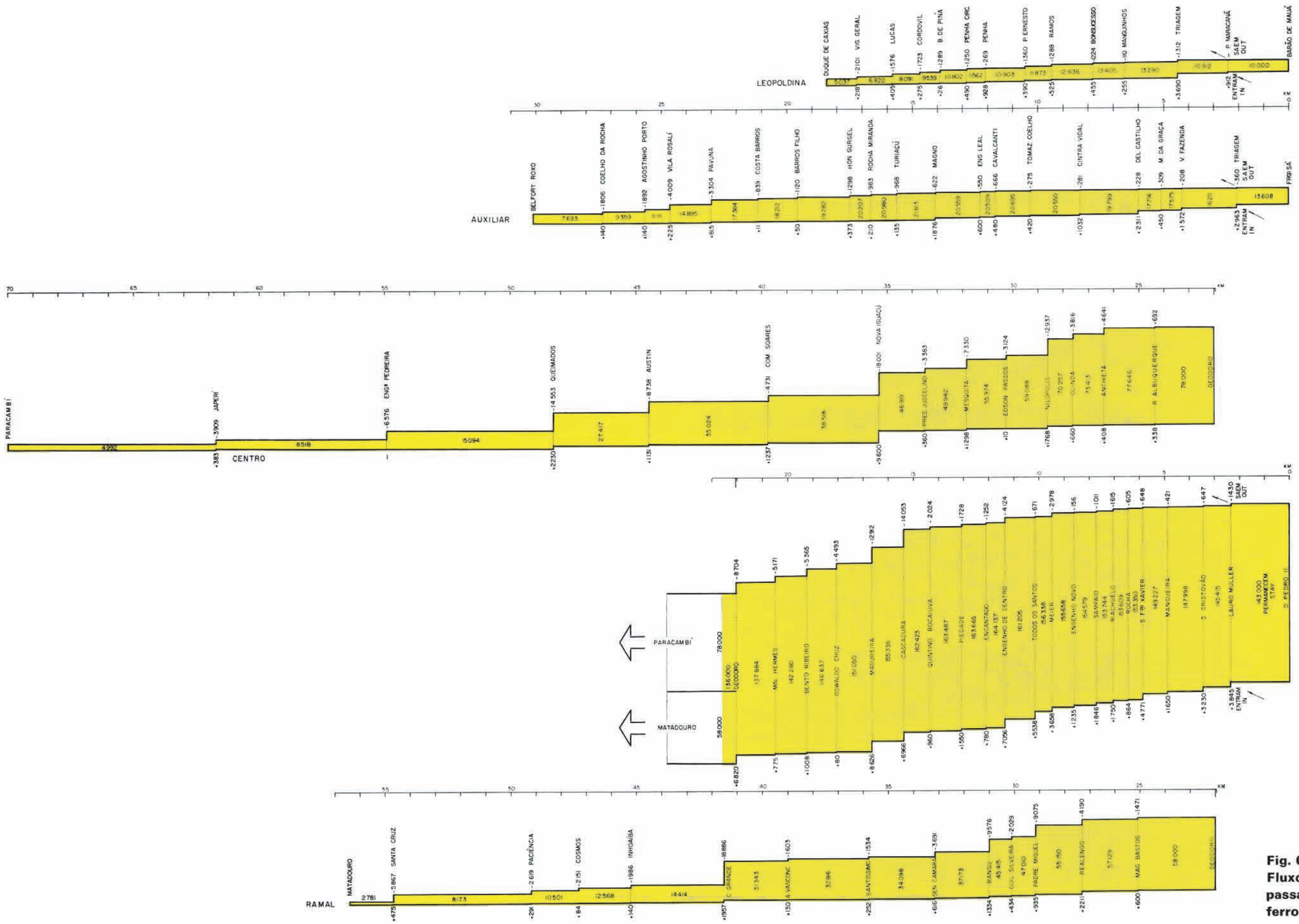


Fig. C 52
Fluxograma diário de passageiros nas estradas de ferro (1968)

4.2.2 Ônibus

O ônibus constitui hoje o meio de transporte coletivo mais importante do Rio de Janeiro. Na "micro-área" são transportadas diàriamente 2 055 835 pessoas em ônibus. De acôrdo com os resultados das contagens na "screen-line", isso corresponde a dois têrços (68%) de todo o transporte de passageiros por vias públicas, quando o número de ônibus nesses pontos de contagem perfaz apenas 9% de todos os veículos destinados ao transporte coletivo. Com exceção de poucas linhas insignificantes, ainda em operação no bairro montanhoso de Santa Teresa, o ônibus substituiu o bonde, cujo funcionamento foi abolido em 1964. Na mesma ocasião foram também abolidos os "lotações", em razão de sua capacidade demasiadamente reduzida e de seu tráfego indisciplinado.

Essa mudança radical no tráfego urbano foi iniciada com tôda a energia pelo Govêrno do Estado da Guanabara na data da fundação do Estado, em 21 de abril de 1960, e fortemente estimulada pela fundação da emprêsa de ônibus CTC-GB (Companhia de Transportes Coletivos da Guanabara).

Também para os ônibus elétricos, cujas linhas foram inauguradas em 1962, a substituição pelos ônibus comuns, mais versáteis e mais rápidos, é apenas questão de tempo.

A rêde atual de ônibus na "micro-área" e o número de veículos em tráfego por hora (frequência de viagens) acham-se indicados na Fig. C53.

4.2.2.1 Frotas de ônibus do Estado da Guanabara

Atualmente o tráfego de ônibus na Guanabara é explorado por 78 emprêsas. Há atualmente 242 linhas servidas por aproximadamente 4 200 ônibus Diesel, além de 14 linhas com 160 ônibus elétricos. A Tab. C40 dá uma visão das linhas e do número de ônibus no Estado da Guanabara.

4.2.2.2 Linhas de ônibus do Estado do Rio de Janeiro operadas no Estado da Guanabara

Diversas emprêsas de ônibus registradas no Estado do Rio de Janeiro prolongam suas linhas para além dos limites estaduais, prestando serviços no Estado da Guanabara. Na Tab. C41 encontram-se dados sôbre os ônibus utilizados nesse serviço e seu desempenho de tráfego diário.

4.2.2.3 Oferta de lugares

De acôrdo com as Tab. C40 e C41, o serviço de ônibus da Guanabara abrange 4 436 ônibus locais e 841 vindos do Estado do Rio de Janeiro, perfazendo, portanto, um total de 5 277 ônibus. Tomando-se por base o modêlo de ônibus mais frequentemente utilizado, ou seja, com 36 lugares sentados e 29 de pé, obtém-se a seguinte oferta de lugares:

lugares sentados para	189 972 passageiros
lugares de pé para	153 033 passageiros
capacidade total para	343 005 passageiros.

4.2.2.4 Canais de tráfego

A citada frota de 5 277 ônibus, se alinhada em fila única, cobriria uma distância de aproximadamente 53 km. Isto dá uma idéia muito clara da área de vias públicas ocupada por êsses ônibus, mesmo parados. Em movimento a área exigida é várias vêzes maior. A supersolicitação da rêde de vias públicas tornou imperativo estabelecer muitas ruas de mão única, não só no Centro da cidade, mas em todo o Estado da Guanabara. Dentre as ruas com tráfego de ônibus, sòmente poucas, excepcionalmente largas, como, p. ex., a Avenida Brasil ou a Avenida Presidente Vargas, têm tráfego em ambos os sentidos. O tráfego de mão única dificulta ao motorista a chegada a determinados destinos; êle separa os dois sentidos de direção de uma linha de ônibus e, por vêzes, perturba o equilíbrio dos fluxos de tráfego. Como exemplo típico do que ficou dito cite-se a disposição do tráfego em Copacabana. O tráfego leste-oeste, em Copacabana, percorre as Ruas Toneleros e Barata Ribeiro, e o tráfego oeste-leste a Avenida N.S. de Copacabana. A Avenida Atlântica, por sua vez, mediante mudança de mão que obedece a determinado horário, deve proporcionar uma compensação das correntes de tráfego que mudam de intensidade e sentido de acôrdo com as horas do dia.

Os canais de tráfego dos ônibus podem ser divididos nos três grupos seguintes:

a) canais de tráfego entre as Zonas Sul e Norte

Parte das linhas que trafegam entre as Zonas Sul e Norte atravessa o Centro; parte apenas o tangencia. Sòmente uma dessas linhas (416, Usina-Copacabana) não toca o Centro, mas contorna-o através do Túnel Santa Bárbara.

b) canais de tráfego Centro-Zona Norte e Centro-Zona Sul (ligações radiais)

Essas linhas começam no Castelo, Largo da Carioca, Praça Quinze, Lapa, Largo de São Francisco ou Praça Tiradentes. Devem atravessar o Centro onde, nas horas de "rush", a velocidade média alcança apenas cêrca de 8 km/h.

c) canais de tráfego no Centro

Êsses canais de tráfego estabelecem ligações secundárias entre as principais artérias de tráfego e são os mais frequentemente congestionados. Como exemplos podem ser citadas as ligações Carioca-Assembléia e Sete de Setembro-Constituição.

Finalmente, há um canal de tráfego que merece consideração especial, cujo fluxo de tráfego provàvelmente se situa em primeiro lugar entre os de qualquer parte do mundo: a Avenida Presidente Vargas. Em média diária, a cada quatro segundos um ônibus percorre essa avenida (considerados os dois sentidos). O desempenho de tráfego é de cêrca de 1 milhão de passageiros por dia, como pode ser visto, em detalhe, na Tab. C42.

Tab. C 40
Tráfego de ônibus no Estado da Guanabara – Número de linhas e de veículos (1968)

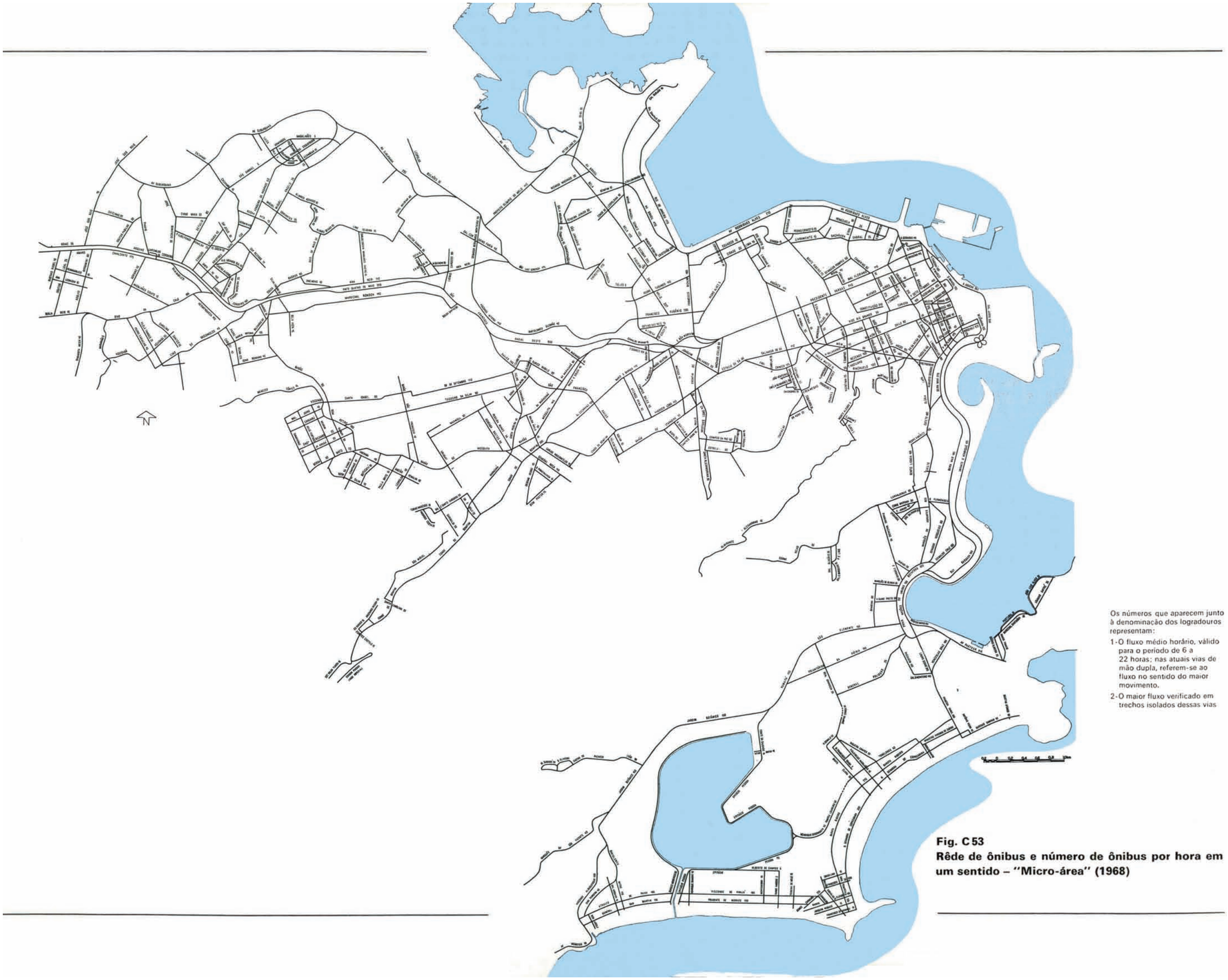
Tipos de linhas e região servida		Linhas Número	Veículos Número	Veículos % Diesel
Centro		4	45	1
Linhas radiais	Zona Sul	23	403	10
	Zona Norte	83	1664	39
Linhas diametrais		21	606	14
Linhas auxiliares	Zona Sul	17	250	6
	Zona Norte	94	1270	30
Ônibus Diesel		242	4238	100
Ônibus elétricos	Zona Sul	9	110	
	Zona Norte	5	50	4
	Reservas	—	38	1
Ônibus Diesel e elétricos		256	4436	105

Tab. C 41
Tráfego de ônibus do Estado do Rio de Janeiro no Estado da Guanabara (1968)

	Tipos de linhas e região servida	Veículos licenciados	Veículos em serviço	Passageiros transportados diàriamente na Guanabara por ônibus do Estado do Rio do Janeiro Número	% do número total
1	Tráfego que não toca a Av. Brasil, mas a "micro-área"	131		42 000	18
2	Tráfego que não toca a Av. Brasil nem a "micro-área"	277		88 800	39
3	Tráfego que não toca a Av. Brasil	408	327	130 800	57
4	Tráfego pela Av. Brasil até a Praça Mauá	433	346	98 810	43
5	Total	841	673	229 610	100
6	Só "micro-área" (itens 1+4)			140 810	

Tab. C 42
Tráfego de ônibus na Av. Presidente Vargas (1968)

Sentido	Ônibus Em 24 horas	Passageiros Em 24 horas	Passageiros Entre 18 e 19 horas	Passageiros % do tráfego diário
Do Centro	11 341	430 359	50 565	11,7
Para o Centro	10 847	396 506	17 932	4,5
Total	22 188	826 865	68 497	8,3
Viadutos na Av. Presidente Vargas				
Marinheiros		131 004	14 635	11,2
Fuzileiros		103 206	12 540	12,2
Pracinhas		159 853	19 110	12,0



Os números que aparecem junto à denominação dos logradouros representam:

1 - O fluxo médio horário, válido para o período de 6 a 22 horas; nas atuais vias de mão dupla, referem-se ao fluxo no sentido do maior movimento.

2 - O maior fluxo verificado em trechos isolados dessas vias

Fig. C 53
Rêde de ônibus e número de ônibus por hora em um sentido – "Micro-área" (1968)

4.2.2.5 Obstruções ao tráfego dos ônibus

Além das obstruções imprevistas ou temporárias, provocadas, p. ex., por colisões, canteiros de obras, aglomerações incomuns de pessoas e outras, o tráfego de ônibus poderá ser ainda sensivelmente prejudicado por estreitamento das pistas de rolamento, cruzamentos em nível, pontos de parada mal situados, etc.

a) Estreitamento das pistas de rolamento

Com um estreitamento repentino de ruas ocorrem estrangulamentos inevitáveis no fluxo do tráfego. Muitas vêzes isso representa o princípio de congestionamentos. Como exemplos típicos bastará lembrar aqui:
o estreitamento na passagem da Avenida Presidente Antônio Carlos para a Rua Primeiro de Março e o próprio estreitamento desta,
o estreitamento causado pelo Canal do Mangue na Avenida Presidente Vargas,
a junção de duas pistas em uma só na Avenida Beira Mar.

A Fig. C 54 mostra outros exemplos. Acrescem ainda outros estreitamentos temporários, como p. ex., os provocados por canteiros de obras.

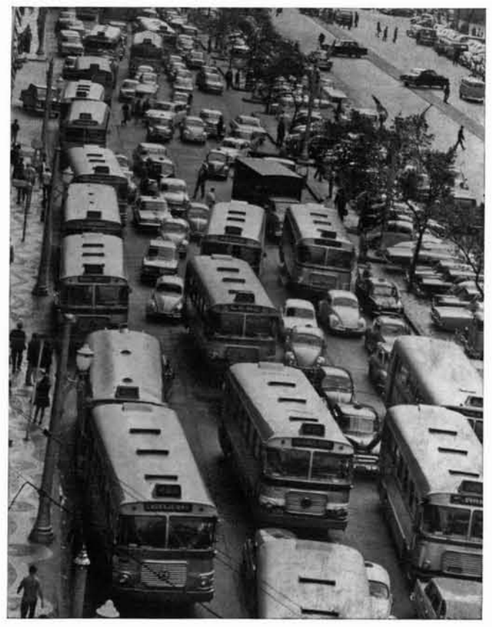
b) Cruzamentos em nível

Nas rêdes de vias públicas urbanas os cruzamentos em nível são inevitáveis. Seu número poderá ser reduzido através de passagens superiores ou inferiores e, em pontos excepcionalmente críticos, onde fôr necessário, através de soluções adicionais de trevos rodoviários.
O Rio de Janeiro apresenta soluções notáveis nesse sentido, como o Trevo dos Marinheiros atualmente com três, mas, futuramente, com cinco viadutos, o Trevo dos Estudantes, os Viadutos Frederico Schmidt, Santiago Dantas, Farani, e outros. Também a multiplicação dos túneis rodoviários através dos morros pode contribuir para a solução dêsse problema.
Embora o Rio de Janeiro já haja empreendido esforços grandiosos nesse setor, e continue a envidá-los, sempre permanecerão no futuro cruzamentos em nível, já que são imprescindíveis para o tráfego de e para as transversais. Mesmo com grandes dispêndios, êsses cruzamentos não poderão tècnicamente ser evitados, devido à escassez de espaço.

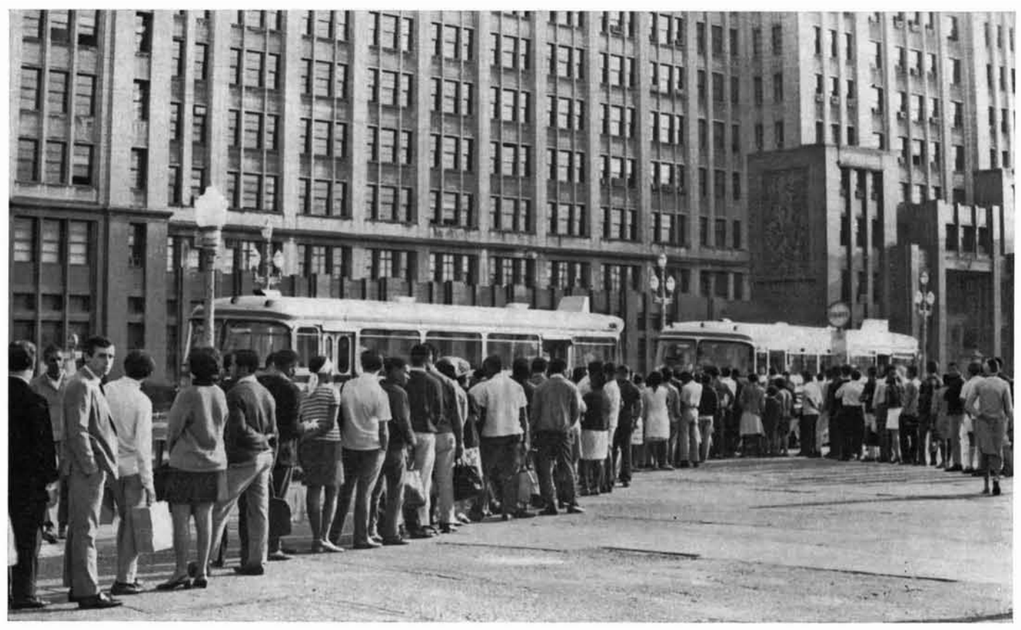
c) Paradas de ônibus

Do número de paradas de ônibus depende a velocidade média, não só dos ônibus, como também de todos os outros veículos. Quase tôdas as ruas são demasiadamente estreitas para a instalação de acostamentos especiais para as paradas de ônibus, cujo valor, do ponto de vista de técnica de tráfego parece bastante duvidoso.
Em ruas com mais de 200 ônibus por hora — e não são poucas — pràticamente uma faixa é ocupada exclusivamente pelos ônibus. Como na maioria dessas ruas também é necessário grande número de paradas, as filas de ônibus perturbam-se umas às outras, junto a essas paradas (sobretudo quando o espaço disponível é demasiadamente acanhado para permitir a parada simultânea de vários ônibus), na entrada ou saída das filas de passageiros, bem como na ultrapassagem dos veículos.
Precisamente no Centro, onde se encontra a maioria das linhas de ônibus, devido ao grande movimento de embarque e desembarque, é rara a parada em que os ônibus podem passar sem parar. Ao contrário, é justamente aí que os tempos de embarque e desembarque são particularmente longos.
Em muitas paradas de ônibus no Centro da cidade os passageiros formam extensas filas de espera durante as horas de "rush", justamente porque a oferta de ônibus é particularmente insuficiente nessas horas, em virtude da reduzida velocidade média que conseguem alcançar.

Avenida Presidente Vargas — Uma pista



Parada de ônibus — Fila de espera



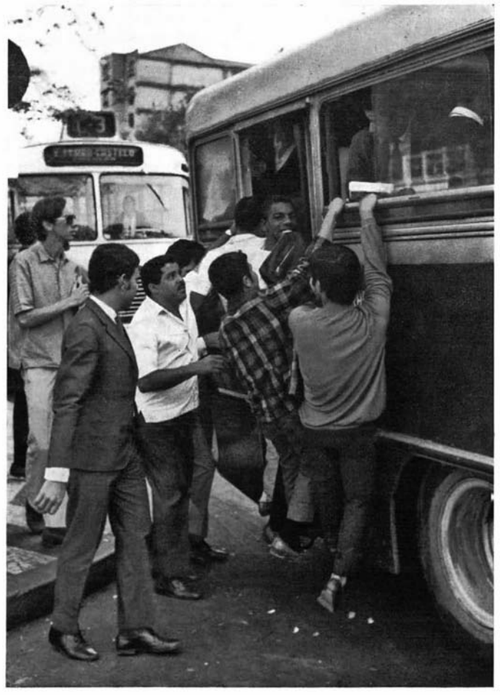


Fig. C 54
Faixas de rolamento Centro-norte e Centro-sul – Pontos de estrangulamento no Centro



Caso o espaço de admissão antes do cobrador, junto à porta de entrada, não seja suficiente para acolher de imediato todos os passageiros que embarcam, haverá perda de tempo também nas paradas, devido ao atraso no atendimento.
Por fim, superlotados, passam então os ônibus pelas paradas intermediárias seguintes sem se deterem, fazendo com que as respectivas filas de espera aumentem ainda mais.

4.2.2.6 Intensidade dos fluxos de ônibus e do tráfego por êles servidos

Uma contagem realizada nas vias públicas da "micro-área", percorridas, em média, entre 6 e 22 h, por mais de 70 ônibus por hora em um só sentido (em vias de dois sentidos tomou-se por base o sentido de tráfego mais intenso) indicou o seguinte resultado:

70 a 199 ônibus/hora e sentido	113 vias,
200 a 299 ônibus/hora e sentido	17 vias,
300 a 399 ônibus/hora e sentido	8 vias,
400 e mais ônibus/hora e sentido	3 vias,

i. é, em 141 vias da "micro-área" trafegam mais de 70 ônibus por hora e sentido.
Nas horas de "rush" o número de vias abrangidas pelos valôres acima é ainda maior, porquanto, nessas horas, o tráfego de ônibus apresenta uma intensidade 1,5 a 2,5 vêzes maior.
O tráfego médio de ônibus mais intenso é o das Avenidas:

Presidente Vargas com 738 ônibus/h e sentido,
Brasil com 643 ônibus/h e sentido,
Francisco Bicalho com 484 ônibus/h e sentido.

Os ônibus ocupam, não só a primeira faixa interna à direita, mas também a segunda e (a despeito de regulamentos em contrário) a terceira; em vias estreitas, como a Rua Uruguaiana, que tem apenas 11 m de largura, isso representa a largura total da pista de rolamento.
Muito elucidativa é, também, a irregularidade do fluxo de ônibus ao longo de uma sequência maior de vias.
Na Avenida Presidente Antônio Carlos, muito larga, trafegam apenas 275 ônibus por hora, ao passo que na sua continuação para o norte, a Rua Primeiro de Março, muito mais estreita, o número de ônibus por hora é de 359, ou seja, cêrca de 30% a mais.
No tráfego paralelo também se verificam desequilíbrios dessa natureza. A Avenida Rio Branco, que é larga, absorve ùnicamente o tráfego norte-sul, com apenas 211 ônibus/h. Na rua paralela, a Uruguaiana, mais estreita, o número de ônibus é de 307 por hora.

Em consonância com as intensidades dos fluxos de ônibus acham-se os fluxos de tráfego por êles servidos.
A Tab. C43 indica os fluxos de tráfego de mais de 100 000 passageiros de ônibus/dia e sentido. Como era de se esperar, o tráfego predominantemente mais intenso é apresentado pela Avenida Presidente Vargas, com cêrca de 430 000 passageiros de ônibus/dia e sentido.
De acôrdo com os resultados das entrevistas nas zonas que apresentam a maior geração de tráfego (Zonas 01 e 02), os embarques em meios de transporte coletivo se elevam a 481 049 pessoas por dia (87% do tráfego diário total). Sendo ínfima a percentagem transportada por táxis, e na falta de outros meios de transporte coletivo, depreende-se que os embarques em ônibus nas horas de "rush" — caso fixados em 12% do tráfego diário — elevam-se a aproximadamente 58 000 passageiros, sem considerar as baldeações.
O sistema de ônibus da Guanabara — que na sua ordem de grandeza é quase único — só consegue funcionar presentemente porque o tráfego individual representa uma parcela muito reduzida do tráfego total, e o sistema de ruas de mão única foi orientado com base nas linhas de ônibus.
A Fig. C55 apresenta uma visão geral aproximativa do número de passageiros de ônibus transportados em 24 horas na "micro-área" em 1968.

4.2.2.7 Distância média de viagem dos passageiros de ônibus.

A distância média de viagem dos passageiros de ônibus só poderia ser determinada com exatidão através de apurações muito volumosas e dispendiosas. Os únicos locais onde poderá ser contado o número de passageiros são os torniquetes dos ônibus. Acontece, porém, que grande número de passageiros após o embarque permanece na parte traseira do ônibus e só transpõe o torniquete quando há espaço desocupado na parte da frente. Na maioria dos ônibus não é feito o contrôle do local onde os passageiros desembarcam. Com base em registros de circulação, dados sôbre número de passageiros e índices de lotação dos ônibus, a distância média de viagem de um passageiro de ônibus pode, mesmo assim, ser avaliada com certa margem de segurança, em:

6,5 km nos ônibus Diesel da CTC-GB, que trafegam integral ou parcialmente dentro da "micro-área".

8,3 km em todos os ônibus Diesel que trafegam no Estado da Guanabara (inclusive "micro-área"). A extensão total das 242 linhas examinadas eleva-se a 4 200 km.

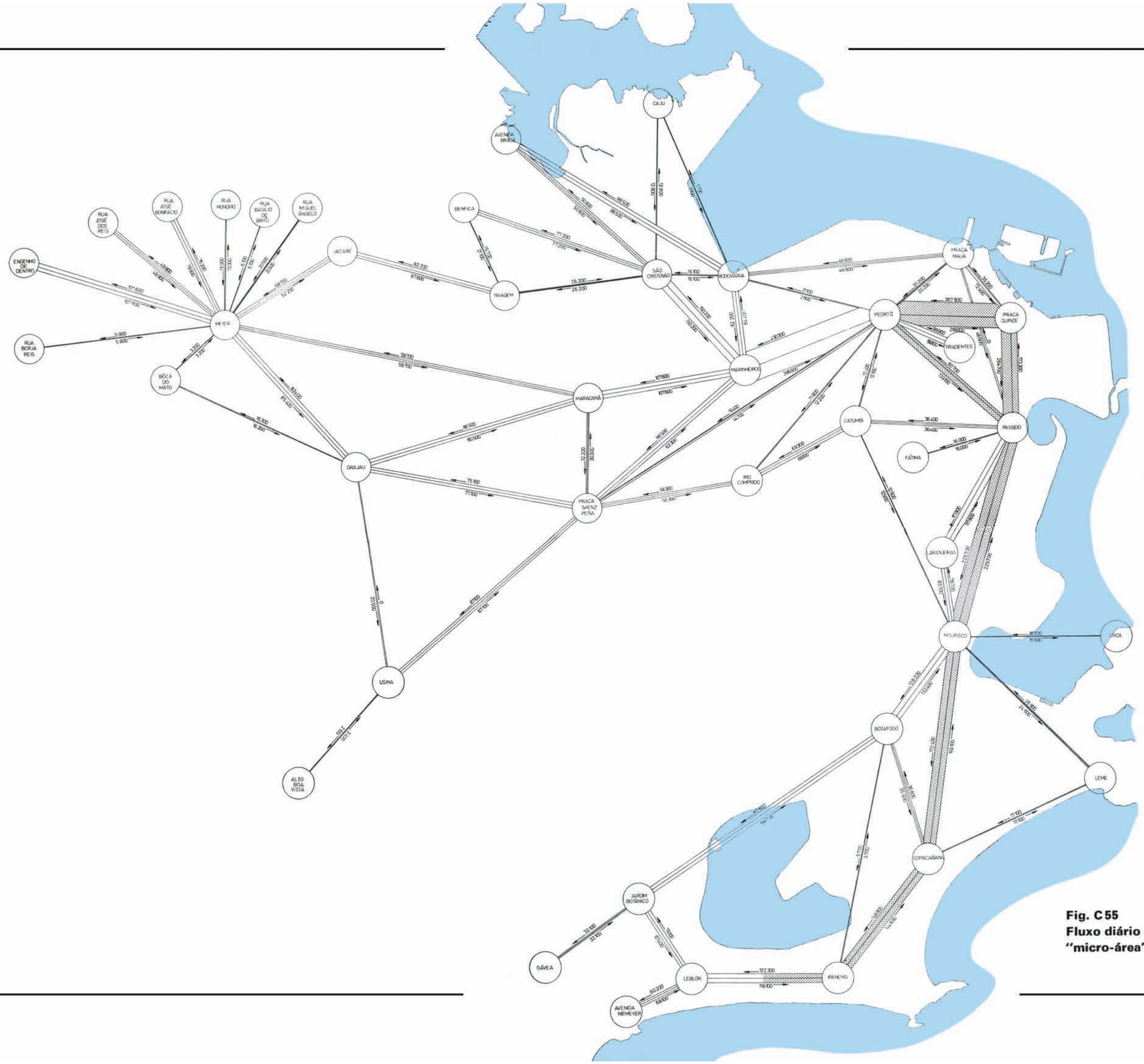
9,0 km nos ônibus Diesel que trafegam dentro da "micro-área" ou a tocam durante a viagem. A extensão total de 178 linhas eleva-se a 3 194 km.

4.2.2.8 Velocidade média dos ônibus

A essas condições heterogêneas corresponde a larga faixa de velocidades médias dos ônibus, as quais nas horas de "rush" variam de 8 km/h a 30 km/h. O trecho do Atêrro que pode ser considerado como uma auto-estrada urbana permite, mesmo nas horas de "rush", uma velocidade média de 41 km/h. As linhas isotáquicas (linhas de contôrno de regiões de mesmas velocidades médias) para as horas de "rush" são demonstradas na Fig. C56. O Centro, com 8 km/h, apresenta a menor velocidade média, e é justamente o Centro que, de acôrdo com a geração de tráfego e com os canais de tráfego, deve ser atravessado pela maioria das linhas de ônibus.
Inúmeros melhoramentos para o tráfego de superfície — passagens superiores, abertura de ruas, pavimentação, remoção de pontos de estrangulamento — deverão resultar em aumento das velocidades médias. Também proibições de estacionamento e mãos únicas têm essa finalidade. Mas a onda de novos carros licenciados aumenta mais ràpidamente. Assim, em muitos casos, os pontos de estrangulamento transferem-se simplesmente para locais vizinhos, e a velocidade média dos ônibus nas horas de "rush" não aumenta, apesar dos esforços envidados, permanecendo, na maioria das vêzes, estacionária ou, até mesmo, diminuindo.
Basta, muitas vêzes, uma pane de automóvel ou um pequeno acidente, para bloquear tôda uma corrente de tráfego. Acontecimentos de maior envergadura, como incêndios, festividades, desfiles, levam fàcilmente ao colapso várias artérias de tráfego ou do sistema de tráfego em grandes áreas.

Tab. C 43
Fluxos de tráfego com mais de 100 000 passageiros de ônibus por sentido e por dia, das 6 às 22 horas (1968)

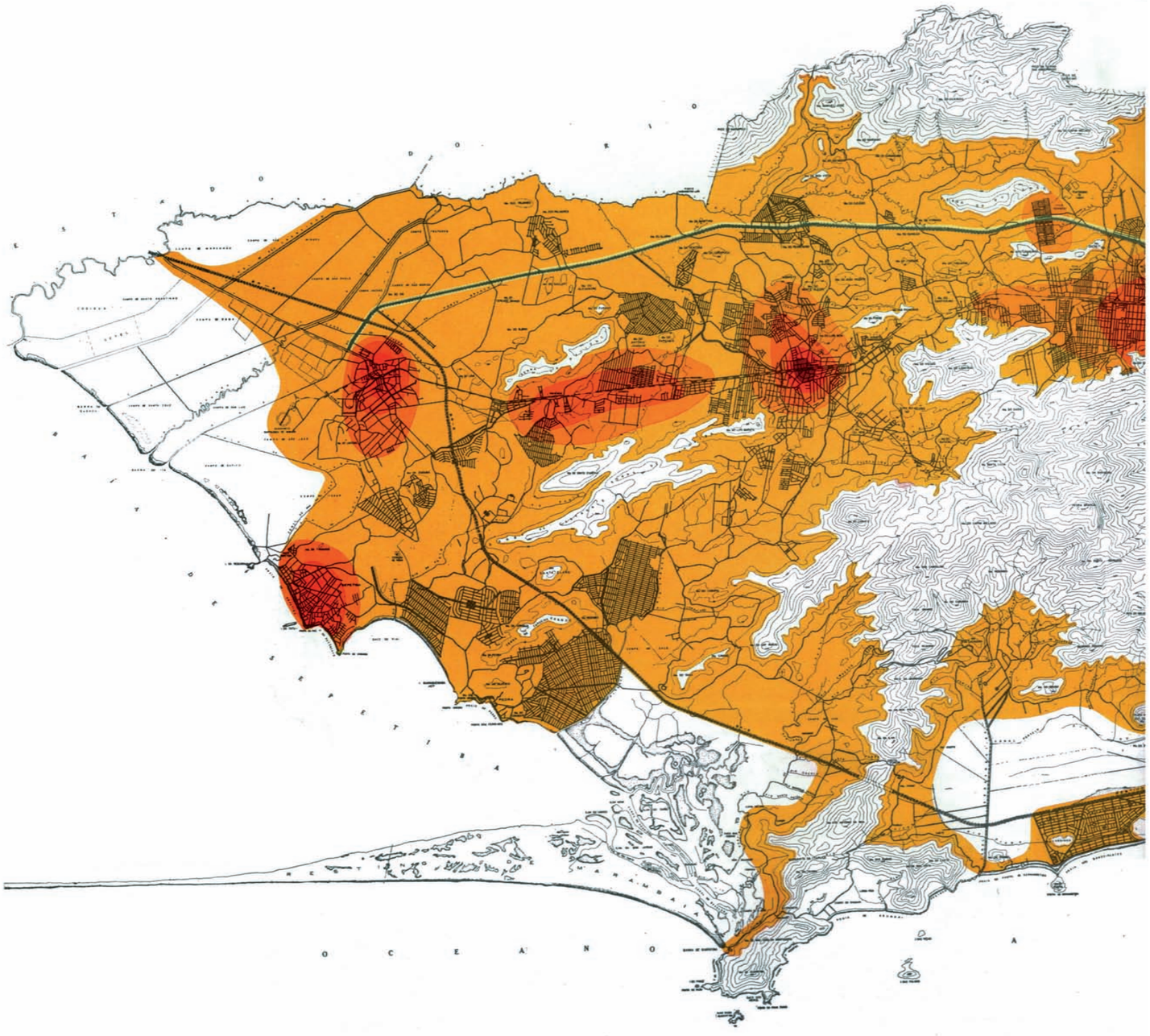
N°	Fluxos de tráfego	Passageiros de ônibus
1	D. Pedro II—Marinheiros	430 300
2	Praça Quinze—D. Pedro II	367 800
3	Passeio—Praça Quinze	264 700
4	Mourisco—Passeio	225 700
5	Copacabana—Mourisco	172 400
6	Marinheiros—S. Cristóvão	150 200
7	Ipanema—Copacabana	148 800
8	Passeio—D. Pedro II	139 100
9	Botafogo—Mourisco	132 400
10	Leblon—Ipanema	122 300
11	Passeio—Laranjeiras	117 800
12	Marinheiros—Maracanã	107 800
13	Méier—Engenho de Dentro	107 600

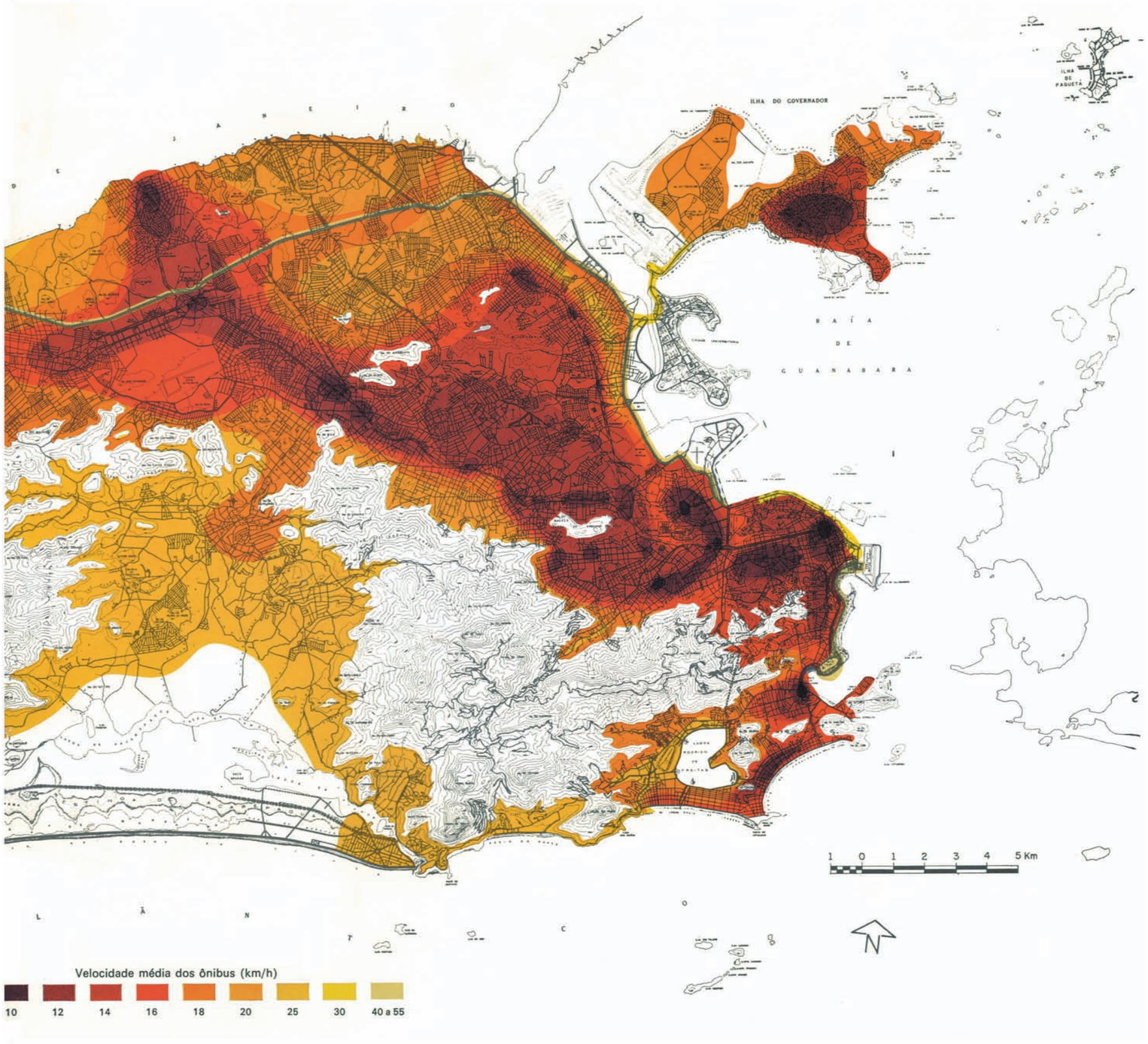


Fluxos de passageiros de ônibus que serão, na maior parte, absorvidos pelo metrô.

Fig. C 55
Fluxo diário de passageiros de ônibus na ''micro-área'' (1968)

Fig. C56
Linhas isotáquicas para os ônibus na hora de "rush"
Estado da Guanabara (1968)




ILHA DO GOVERNADOR
ILHA DE PAQUETA
BAÍA DE GUANABARA
1 0 1 2 3 4 5 Km
N
Velocidade média dos ônibus (km/h)
10 12 14 16 18 20 25 30 40 a 55

4.2.3 Ônibus elétricos

O ônibus elétrico (também conhecido como "trolley-bus") ocupa, do ponto de vista de técnica de tráfego, um lugar intermediário entre o bonde e o ônibus com motor de combustão.
Como o bonde sua fonte de energia é a eletricidade captada de uma linha aérea de contato e, até certo ponto, também está prêso a uma pista. É verdade que os coletores de corrente giratórios não ó prendem tão rìgidamente como o eixo das vias férreas do bonde, pelo que, além de seus pneumáticos de borracha e sua carroçaria, êle se assemelha ao ônibus Diesel.
Quando em 1964 o bonde foi retirado da maioria das ruas do Rio de Janeiro, o ônibus elétrico tomou seu lugar em algumas relações de tráfego importantes. Do Centro suas linhas partem da Avenida Erasmo Braga e do Passeio Público. Atualmente, porém, comparado com o tráfego de ônibus nos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro, o ônibus elétrico desempenha um papel secundário. Enquanto o ônibus, com uma frota de 4 238 carros, serve a uma rêde de 242 linhas, acham-se em tráfego apenas 160 ônibus elétricos (4%) em 14 linhas (6%) (Tab. C40).

O ônibus elétrico apresenta algumas vantagens bastante marcantes: não contamina o ar com gases de combustão, quase não provoca ruídos e vibrações, sua marcha é macia e agradável. Sua energia de tração, a eletricidade, existe em abundância e a preço vantajoso.
Apesar dessas boas qualidades, dificilmente poder-se-á prever um grande futuro para o ônibus elétrico no Rio, pois representa sempre um elemento demasiadamente lento no fluxo do tráfego motorizado.
Devido à sua ligação à linha de contato não é bastante versátil para poder se desviar de obstruções imprevistas, e não pode trafegar em ruas sem linha aérea de contato. Problemas particularmente graves surgem quando as ruas devem ser convertidas em vias de mão única, em caráter definitivo ou temporàriamente (p. ex., para obras), visto que a execução de um desvio de ônibus elétrico é muito dispendiosa e requer muito tempo. O ônibus elétrico acabará por ceder à pressão das condições cada vez mais críticas do tráfego urbano do Rio. Já hoje ônibus elétricos estão sendo convertidos em ônibus Diesel.

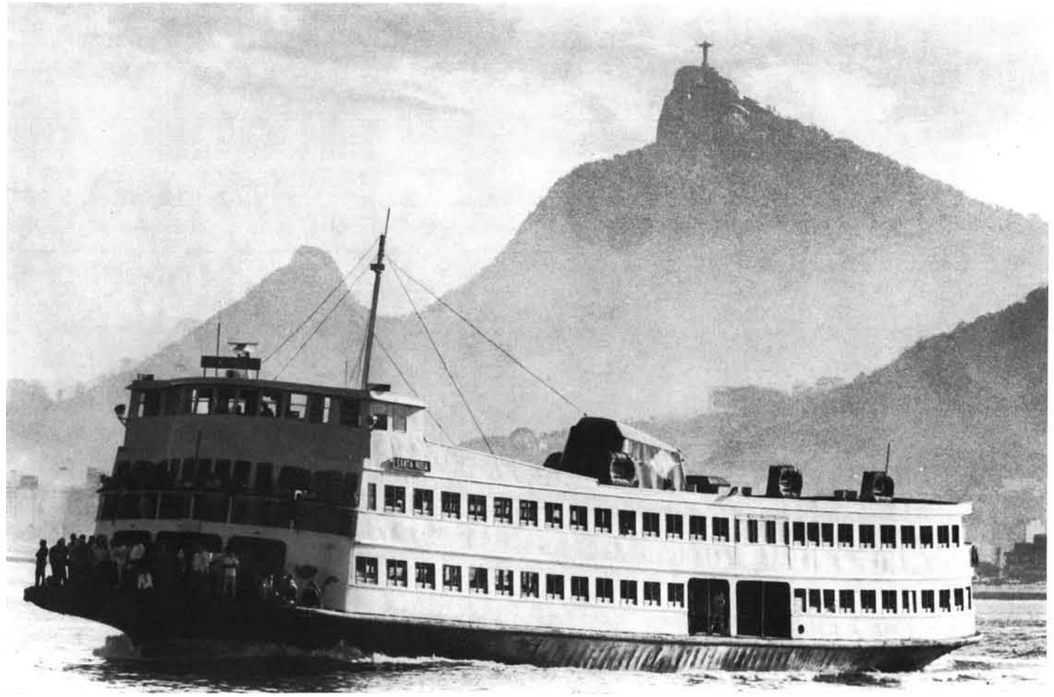
4.2.4 Barcas

Para as regiões da "macro-área" sitas a leste da Baía de Guanabara, i. é, para os Municípios de Niterói e São Gonçalo, as barcas de passageiros representam papel semelhante ao das estradas de ferro para a Zona Norte: servem de meios de acesso ao Centro do Rio de Janeiro. Trata-se de uma região de aproximadamente 600 000 habitantes. As barcas não sofrem concorrência (como as estradas de ferro que sofrem a concorrência dos ônibus), mas também não podem ser aliviadas por nenhum outro meio de transporte. O tempo de viagem das barcas num trecho de pouco mais de 4 km é de cêrca de 20 minutos. A única estação na Guanabara, o ancoradouro junto à Praça XV de Novembro, atende diàriamente 74 000 passageiros em cada sentido (Fig. C41). Dêsse total, cêrca de 55% (40 000 passageiros) trabalham ou estudam no Centro. Êstes continuam a pé até seus destinos. Os restantes 45% que se destinam a bairros mais distantes utilizam-se de ônibus ou de táxis. Finalmente, resta observar que existe também um serviço regular de barcaças para automóveis e caminhões entre o Rio de Janeiro e Niterói.

4.2.5 Bondes

No Rio de Janeiro, o bonde como meio de transporte só poderá despertar interêsse histórico.
A introdução dos bondes foi autorizada pelo decreto 1733, de 12 de março de 1856. Em 30 de janeiro de 1859 — há mais de um século, portanto — realizou-se a primeira viagem experimental na Tijuca, entre a Rua Visconde do Rio Branco e a Rua Conde de Bonfim.
O bonde era inicialmente movido à tração animal.
A tração a vapor iniciou-se a partir de 1861. Em 8 de outubro de 1892 os cariocas puderam viajar em seu primeiro bonde elétrico. A evolução do bonde para um meio de transporte de massas da metrópole foi rápida e em 1946, com 432 km, alcançou sua extensão máxima.
No mês de abril de 1964, com 475 veículos, dos quais 275 carros motores e 124 reboques em operação, a média diária de passageiros transportados atingiu 431 000.
Três meses antes, em 1.° de janeiro de 1964, havia sido decretada a extinção gradativa dos bondes. Em muitas ruas centrais ainda hoje são visíveis os trilhos da primitiva rêde de bondes. Apenas uma linha de bonde permaneceu e continua trafegando nas ruas íngremes e estreitas do bairro de Santa Teresa, com

Barca Rio—Niterói



Barca de Niterói chega ao Rio



20 carros que mantêm a comunicação com o Centro da cidade, valendo-se do velho aqueduto que passa por cima das casas da Lapa.
Para as necessidades de tráfego de uma metrópole de milhões de habitantes, como o Rio de Janeiro, a época desse meio de transporte já havia terminado. Suas velocidades de marcha e média não eram suficientes para vencer, em tempo adequado, as longas distâncias entre os bairros dispersos do Rio. O surto crescente de motorização reduzia cada vez mais a velocidade dos bondes. O fato de estarem presos a vias férreas, nas ruas estreitas, transformava-os em estorvos cada vez mais insuportáveis frente aos ônibus e aos carros particulares, muito mais rápidos e versáteis.
Operados em leito próprio, sem tráfego transversal, podem os bondes, ainda hoje, constituir um útil meio de transporte coletivo. Como essa condição não pode ser preenchida no Rio de Janeiro, o bonde não será considerado no presente Estudo.

Bonde



4.2.6 Táxis

Os táxis representam um meio-têrmo entre transporte coletivo e transporte individual. O papel importante que representam atualmente na Guanabara deve ser atribuído em primeiro lugar à superlotação e ao desconfôrto dos meios de transporte coletivo, sobretudo durante as horas de "rush". Isso a despeito do fato de custarem as corridas de táxis, pelas tarifas atuais, para percursos entre 10 e 15 km, de dez a quinze vêzes mais que uma viagem de ônibus e trinta vêzes mais que uma viagem de trem.
Em vista dessas condições de tarifas, a lotação de um táxi (sem o motorista), em média diária, importa apenas em 1,1 passageiro.
A frota de táxis no Estado da Guanabara desenvolveu-se da seguinte maneira durante os últimos anos:

1965	17 095
1966	16 736
1967	16 036
1968	15 725

As contagens na "screen-line", em abril/maio de 1968, revelaram que, se bem que os táxis representassem quase um têrço (31%) de todos os veículos de passageiros que atravessavam a "screen-line", êles transportavam apenas um doze avos (8%) dos usuários de veículos nas ruas (Fig. C31). Para um transporte rápido e confortável, quase que de porta a porta, para pessoas incapazes de se locomoverem, para o transporte de bagagens e para outros fins semelhantes, os táxis continuarão a representar, mesmo no futuro, um papel indispensável no tráfego de uma grande cidade, ainda que a velocidade média de um metrô alcance o mesmo nível de velocidade dos táxis.

4.2.7 Carros particulares e áreas de estacionamento

Há cêrca de uma geração o aspecto e a vida das cidades vêm se transformando radicalmente. A cidade está sendo dominada pelo automóvel; com o automóvel o homem domina as grandes cidades, que crescem vertiginosamente. Também a Cidade do Rio de Janeiro encontra-se em meio a êsse desenvolvimento.
A eficiência do carro particular é influenciada fundamentalmente por dois fatôres, a saber:

a) pelas vias públicas disponíveis para a viagem, e
b) pelas possibilidades de estacionamento na origem e no destino da viagem. Numa cidade, êsses pontos são, preponderantemente, o domicílio e o local de emprêgo da população ocupada.

4.2.7.1 Tráfego dos carros particulares

A análise da estrutura sócio-econômica (C3.4) forneceu os seguintes dados para a presente relação entre a população e os carros particulares no Estado da Guanabara:

população (1968)	4 103 764
carros particulares (1968)	189 360
habitantes por carro particular	21,7
carros particulares por 1 000 habitantes	46,1

Considerando que, nos Estados Unidos, presentemente, contam-se 2 a 3 habitantes por carro particular, o grau de motorização da população do Rio de Janeiro não parece ser muito elevado.
Todavia, a situação do Centro do Rio de Janeiro, comprimido em razão de sua situação topográfica, e as vias de comunicação para os subúrbios, amiúde estreitas, que daí resultam, fizeram com que o tráfego nas ruas ficasse restrito a um número relativamente baixo de artérias de tráfego principais.
É essa a principal razão da grande impressão causada ao observador pelo tráfego de superfície desta cidade.
Outras considerações sôbre a ocupação das principais artérias de tráfego serão feitas em C4.2.9.

4.2.7.2 Estacionamento dos carros particulares

Com o incremento da densidade do tráfego de carros particulares, o estacionamento tornou-se um problema cada vez mais grave.
Atualmente no Rio de Janeiro — como provavelmente, em qualquer metrópole — é mais difícil encontrar uma vaga para estacionar o carro ao fim de uma viagem do que abrir caminho através do tumulto do tráfego.
Quanto mais nìtidamente se delinear um "centro de cidade", tanto mais se acumulam nêle os empregos do setor terciário. O resultado será uma demanda máxima de locais de estacionamento crescente nesse setor da cidade, onde, precisamente, devido à edificação quase

sempre densa e à valorização dos terrenos, se encontra a máxima carência de espaço, o que torna o problema de áreas para estacionamento cada vez mais sério.
Nas ruas com linhas de ônibus o tráfego individual dificilmente terá possibilidade de parar, mesmo fora das horas de "rush", pois isso viria a obstruir sobremaneira a fluência do tráfego. São, portanto, inevitáveis as proibições de estacionamento de ambos os lados e de parada do lado direito para o tráfego individual.
Os mais recentes levantamentos [18 e 19] indicaram para o Centro do Rio de Janeiro em 1968, as condições apresentadas na Tab. C 44 (ver também Fig. C 57).
A maioria dos locais de estacionamento serve presentemente ao estacionamento profissional (de longa duração) e não aos estacionamentos transitórios. Só recentemente foram introduzidos estacionamentos pagos para clientes transitórios. O contrôle do tempo limitado de estacionamento é feito através de discos de estacionamento com indicação das horas, que o motorista deverá afixar em seu carro, em local visível. Como resultado, prosseguirá assim uma evolução que tornará cada vez mais difícil para quem trabalha no Centro da cidade encontrar para seu carro estacionamento permanente adequado e não demasiadamente caro. Cada vez mais ver-se-á êle forçado a apelar para o transporte coletivo.
O carro particular simplesmente não tem condições de vencer o tráfego para o centro e no centro das metrópoles.
Em outras metrópoles, cujo grau de motorização é mais intenso do que o do Rio de Janeiro, essa situação já está mais claramente definida. Assim, p. ex., são pouquíssimos os habitantes de Nova York que têm a possibilidade de encontrar estacionamento permanente em Manhattan. A massa predominante, mesmo entre a população abastada, é obrigada a usar o sistema "park and ride", i. é, dirige-se em seu próprio carro à estação mais próxima do metrô ou à periferia do centro, onde estaciona seu carro e toma o metrô ou outro meio de transporte coletivo.
Em Londres as condições são semelhantes: "Presentemente 10% do pessoal ocupado no Centro de Londres viaja em carros particulares, motonetas ou bicicletas, mas nas horas de "rush" as ruas estão superlotadas e tudo deve ser envidado para se conseguir uma redução — e não uma elevação — do número de veículos nas vias públicas a essas horas" (de uma conferência feita em 1968 por F. J. Lloyd, da "London Transport Board", perante o "Institute of Transport"). Assim também em Londres já se chegou a uma conclusão que poderá em princípio prevalecer também para o Rio de Janeiro: "Impõe-se a implantação de uma rêde integrada de transporte coletivo; as linhas de subúrbio das estradas de ferro, os metrôs e os ônibus deverão exercer suas respectivas funções e cooperar uns com os outros de tal modo que a viagem para o trabalho (ou para casa), se torne tanto quanto possível racional, sobretudo se houver necessidade de baldeação de um meio de transporte para outro".

Estacionamento em dia de jôgo no Maracanã



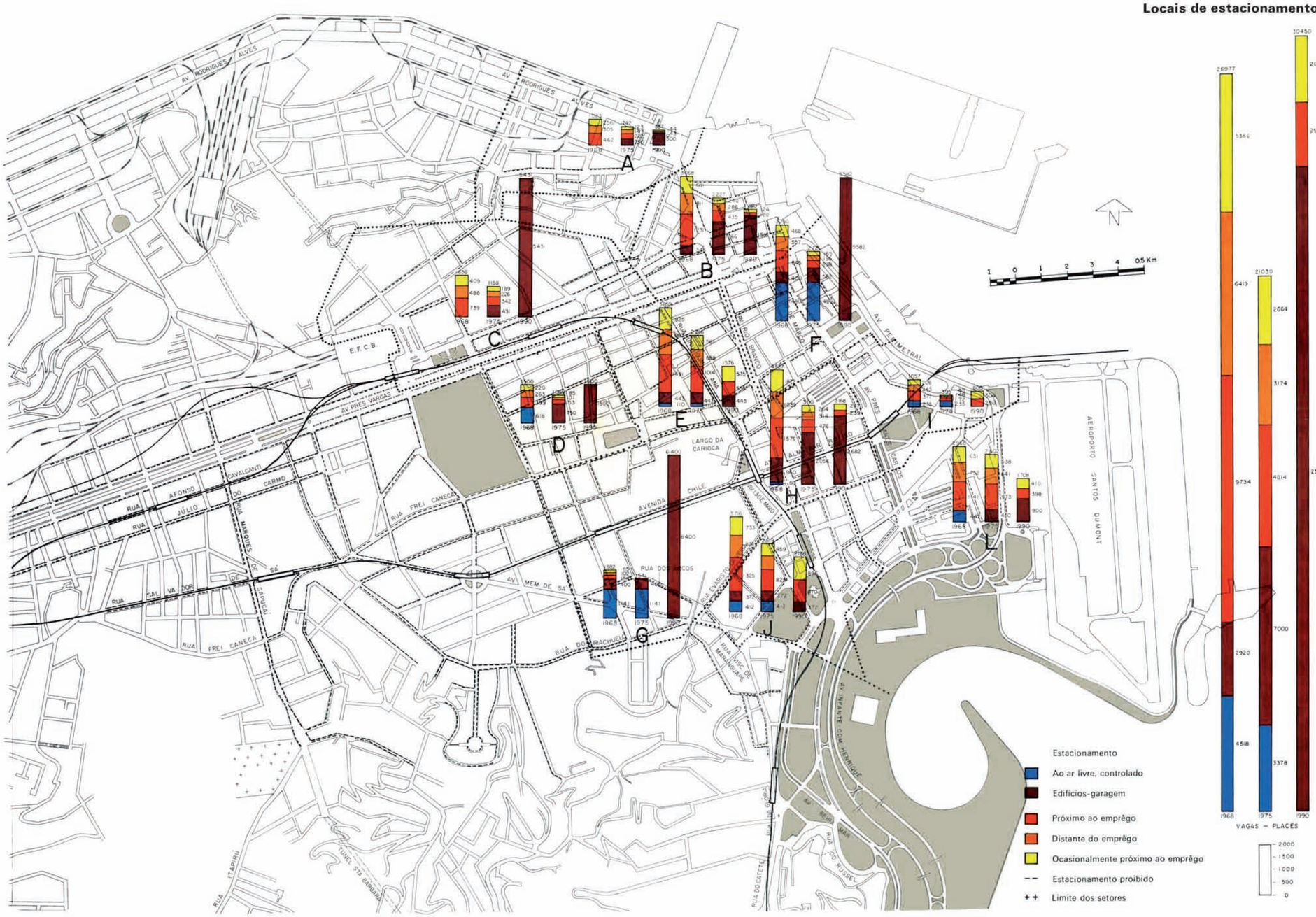
4.2.8 Caminhões

Conquanto nas contagens na "screen-line" os caminhões representassem apenas 8% dos demais veículos de transporte urbano (ônibus, táxis, carros particulares), êles influenciam e perturbam o fluxo de tráfego das vias públicas em proporções bem mais altas do que essa percentagem deixa transparecer, visto tratar-se de veículos particularmente grandes, pesados e muitas vêzes lentos.
Caminhões com carga alta não podem acostar junto ao meio-fio para a descarga em lugares onde houver árvores com copas salientes, devendo ainda evitar vias públicas com passagens sob pontes baixas, como p. ex., no Atêrro.
Os caminhões representam um elemento de insegurança do tráfego.
Entretanto, até certo ponto, são inevitáveis na vida de uma metrópole. São, p. ex., indispensáveis para os serviços do Corpo de Bombeiros, coleta de lixo, aprovisionamento do comércio atacadista e varejista, transporte de concreto e outros materiais de construção, serviços de reboque, etc. Como em outras metrópoles, entretanto, também no Rio de Janeiro se difunde a necessidade — que na maioria das vêzes é regulamentada pela Polícia do Trânsito — de permitir a carga ou descarga de caminhões sòmente à noite ou a certas horas do dia, para que nas demais horas o tráfego geral seja o menos possível perturbado por êsse tipo de veículo.

Tab. C 44
Estacionamento de carros particulares no Centro (1968)

	Setores A a L (Fig. C.57)	Vagas	%
1	Possibilidades de estacionamento sujeito a pagamento		
	Ao ar livre, controlado	4 518	15,7
	Em edifícios-garagem	2 920	10,0
	Total 1	7 438	25,7
2	Outras possibilidades de estacionamento em ruas ou em áreas especiais		
	Próximo ao emprêgo	9 734	33,5
	Distante do emprêgo	6 419	22,2
	Ocasionalmente próximo ao emprêgo	5 386	18,6
	Total 2	21 539	74,3
3	Total de tôdas as vagas (1 + 2)	28 977	100,0
4	Empregos	454 000	
5	Empregos por vaga	15,7	

Fig. C 57
Locais de estacionamento no Centro



4.2.9 Rêde de vias públicas

No contexto do presente Estudo um pronunciamento sôbre a atual rêde de vias públicas deverá em primeiro lugar referir-se ao volume de tráfego que essa rêde e, em especial suas principais artérias, estão suportando presentemente, e determinar os limites de sua capacidade de vazão. Isso permitirá concluir a respeito de projetos de tráfego de qualquer natureza que se façam necessários para o futuro.
A capacidade de tráfego de um sistema de vias públicas depende da capacidade de vazão da pista livre e da capacidade de vazão dos cruzamentos.

4.2.9.1 Capacidade de vazão da pista livre

São sobretudo fatôres geométricos e locais que atuam sôbre a capacidade de vazão, tais como: número e largura das pistas e das faixas de rolamento, rampas, visibilidade e outras condições locais. Influem ainda os fatôres do fluxo de tráfego, tais como diferentes velocidades, mistura dos diferentes meios de transporte, conduta e reações dos motoristas, dimensões e características técnicas dos veículos, etc.
As vias urbanas sofrem ainda influências especiais, como o trânsito de pedestres (especialmente ao atravessarem as pistas); o estacionamento na pista, a pintura das faixas de rolamento, bem como as instalações de sinalização gráfica e luminosa.
A literatura especializada julga as influências dos diversos fatôres de maneira muito diversa, apoiando-se em bases diferentes para os métodos de cálculo. Sempre que não encontrem explicações lógicas nas condições locais, as premissas, hipóteses e índices de tráfego adotados para êste Estudo tomam por base uma publicação do Prof. Schaechterle [20].
A fim de determinar a capacidade de vazão de uma seção transversal de rua empregam-se dois métodos diferentes de pesquisa: um teórico e outro empírico.
O método de pesquisa teórico procura definir matemàticamente a capacidade de vazão horária de uma faixa de rolamento como função da velocidade e da distância entre veículos. A equação obtida por êsse processo permite traçar curvas da capacidade de vazão de uma faixa. A fórmula fundamental é a seguinte:

$$L = \frac{v \cdot 1\,000}{k} \qquad \text{[Veículos/h e faixa]},$$

onde:

L = capacidade de vazão de uma faixa, por hora,
v = velocidade em km/h,
k = distância entre os veículos (de para-choque frontal a para-choque frontal), em m.

Supõe-se aqui uma corrente ininterrupta de tráfego.



O método de pesquisa empírico leva em consideração as observações e medições da composição de tráfego, conduta dos motoristas, etc. Com base nas condições das pistas de rolamento e do tráfego é feita a distinção entre capacidade de vazão básica, capacidade possível e capacidade prática.

a) A capacidade de vazão básica ocorre quando as pistas de rolamento e as condições de tráfego são excelentes e quando se obtém velocidade ideal de um fluxo de tráfego homogêneo.
As condições das pistas de rolamento são excelentes sempre que, entre outros fatôres, tiverem 7,20 m de largura para cada sentido, apresentarem visão desimpedida e afastamento mínimo de 1,80 m de objetos laterais.
Consideram-se condições de tráfego excelentes nas vias urbanas: distâncias iguais entre veículos, velocidades aproximadamente iguais e tipos idênticos de veículos.
A velocidade ideal situa-se em tôrno de 50 km/h. Com velocidades maiores os intervalos de segurança a serem observados se tornam cada vez maiores, de modo que a capacidade de vazão de uma via torna a diminuir.

b) A capacidade de vazão possível é a que pode ser obtida com as condições de pista e de tráfego predominantes em cada caso e com a velocidade ideal.

c) A capacidade de vazão prática é a capacidade resultante das condições da pista e do tráfego predominantes em cada caso, bem como de uma velocidade e densidade de tráfego que permitam manter os perigos, os atrazos e as restrições da liberdade de movimento dos motoristas dentro de limites toleráveis.
Essas restrições fazem-se sentir nas seguintes condições: poucos casos de ultrapassagem, velocidade contínua do fluxo do tráfego, menores variações de velocidade, menores intervalos entre veículos, ou menores intervalos de tempo. A percentagem dos motoristas que dirigem em velocidade forçada é calculada em 85%.
Como os diversos tipos de veículos ocupam o leito de uma via pública de forma diversa devido a diferenças de tamanho, de aceleração e de velocidade, essas características são avaliadas pela introdução do que se chama "automóvel-unidade", como segue:

1 carro particular = 1,0 automóvel-unidade,
1 caminhão ou ônibus = 1,5 a 2,0 automóveis-unidade,
1 caminhão c/reboque = 2,5 a 3,5 automóveis-unidade,
1 motocicleta = 0,5 automóvel-unidade.

Com base nos critérios assim estabelecidos resultaram os índices de capacidade de vazão prática das pistas livres indicados na Tab. C 45.

4.2.9.2 Capacidade de vazão dos cruzamentos

Em geral as capacidades de vazão dos cruzamentos determinam as capacidades de vazão dos trechos de ruas e da rêde de vias públicas. A capacidade de vazão nesses pontos indica a soma de todos os automóveis-unidade que podem entrar no cruzamento em uma certa unidade de tempo. Como critério da capacidade de vazão de um cruzamento emprega-se, cada vez mais, o tempo de espera diante do cruzamento.

a) Cruzamentos sem sinalização

Para a análise da capacidade de vazão de cruzamentos simples, sem sinalização no tráfego urbano poderão ser aplicados índices americanos segundo os quais um cruzamento não precisa ser provido de sinalização caso o acesso total a êsse cruzamento não seja superior a 750 automóveis-unidade/h, sendo o acesso proveniente da rua secundária, no máximo, de 175 automóveis-unidade/h.

b) Cruzamentos com sinalização

Com o aumento da densidade de tráfego os intervalos de tempo no fluxo principal do tráfego serão cada vez mais reduzidos, até que se torna impossível a penetração transversal de uma corrente de tráfego secundária. Nesses casos o comando por sinalização estabelece intervalos artificiais nas correntes de tráfego que se cruzam.

Tab. C 45
Capacidade de vazão prática por pista de rolamento em ruas urbanas (em automóveis-unidade/h)

Número de faixas	Largura da faixa (m) 2,70	3,00	3,30	3,50
2 faixas	525	580	645	750
4 faixas	1155	1290	1380	1450
4 faixas com separação entre as pistas	1210	1365	1450	1500
3 faixas				660

Para o cálculo de cruzamentos dessa natureza foram desenvolvidos nos Estados Unidos o método de cálculo por intervalo de tempo e o método de cálculo por seção transversal.

O método por intervalo de tempo, conforme Greenshields [21], que tem como base os intervalos de tempo observados na prática entre os veículos individuais de uma fila que atravessam um sinal, partindo da imobilidade, dependendo do período do sinal verde, permite cálculos muito exatos de sinais, sobretudo para cruzamentos múltiplos. O processo todavia é muito dispendioso para um cálculo aproximado da capacidade de tráfego, devendo ser empregado, no presente Estudo, o método por seção transversal, conforme HCM [22], que tem como base a capacidade de vazão observada na prática em diversas seções transversais da pista de rolamento sob diferentes condições de tráfego, dependendo também do período de sinal verde.

Também aqui distingue-se entre capacidade de vazão básica, capacidade possível e capacidade prática.
No caso da capacidade de vazão básica prevalece uma aglomeração constante de veículos em condições excelentes de pista de rolamento e de tráfego. Todos os veículos terão que partir da imobilidade.
A capacidade de vazão básica é, p. ex.:

com uma faixa de 3,0 m: de 1 250 automóveis-unidade/h de sinal verde,

com uma faixa de 3,5 m: de 1 500 automóveis-unidade/h de sinal verde,

onde uma "hora de sinal verde" corresponde à soma dos períodos de sinal verde de um cruzamento perfazendo 60 min.

Os dados americanos para a capacidade de vazão prática poderão, com fundamento nas experiências obtidas para as condições européias e assim provàvelmente também para as nacionais, ser aumentados de 20%. Obtém-se, assim, para acessos a cruzamentos em nível com sinalização os índices de capacidade de vazão prática apresentados na Tab. C46. Essa tabela prevalece para a sinalização com períodos fixos (programação fixa da duração das fases do sinal), bem como para uma proporção de 10% de desvios para a direita (R) ou para a esquerda (L).

Caso a proporção de desvios seja diferente poder-se-á introduzir os seguintes fatôres de adaptação f_R ou f_L:

para desvios para a direita:

$$f_R = 1 + \frac{(10 - \text{proporção R em \%}) \times 0{,}5}{100},$$

para desvios para a esquerda:

$$f_L = 1 + \frac{10 - \text{proporção L em \%}}{100}.$$

A Tab. C46 demonstra que a partir de uma largura de pista de rolamento de 8 m a capacidade de vazão de uma via de mão única ultrapassa a de uma pista de rolamento de mão dupla de mesma largura.
Demonstra ainda que de cada lado da rua são perdidos até 5 m de largura devido a carros estacionados, pois êstes provocam obstruções também na faixa de rolamento vizinha.
Isso explica a tendência de estabelecimento de número sempre maior de ruas de mão única no centro das cidades e das proibicões de estacionamento junto ao meio-fio.
São considerados períodos de tempo normais para a sinalização luminosa:

para cruzamentos simples (4 acessos) = 45 a 60 s,
para cruzamentos com mais de 4 acessos = 70 a 90 s.

Sòmente para casos excepcionais são admitidos valôres mais elevados, sendo de 120 s o limite máximo. A cada mudança de fase deverá corresponder um tempo intermediário correspondente ao percurso de parada, que deverá ser de no mínimo 3 s. Numa operação bi-fásica de sinalização deve-se, pois, contar com uma perda de no mínimo 6 s (= 10% sôbre 60 s de sinal verde).
É verdade que com uma duração mais longa do período essa perda de tempo será reduzida, porém às expensas do tempo de espera e da consequente aglomeração de veículos.

4.2.9.3 Regulamentação do trânsito nas ruas

Os sinais do Rio de Janeiro têm, quase sem exceção, longos períodos (premissa: 100 s). O tempo intermediário é muito curto, ou não é observado (premissa: 5 s para ambas as fases em conjunto, ou seja, apenas 5% de perda de período). A maioria das principais artérias de tráfego já são ruas de mão única.
Do ponto de vista do tráfego nas ruas já foram, pois, aproveitadas as possibilidades essenciais para atingir o fluxo máximo de tráfego. Com uma melhoria do comando por sinalização poder-se-á, eventualmente, conseguir ainda um certo aumento da capacidade de vazão ("onda verde"). Há projetos prontos de comandos centrais de sinais operados por computadores.

4.2.9.4 Ocupação das principais artérias de tráfego, em automóveis-unidade/h

Para uma análise objetiva de situações de tráfego é necessário haver dados numéricos. Sobretudo em relações complicadas, como no Centro, no Largo da Carioca, na Praça Mauá, na Avenida Rio Branco, na Cinelândia, sòmente com cálculos exatos que levam em consideração a sinalização será possível obter-se uma perfeita visão. Normalmente, porém, os números disponíveis não são suficientes para êste tipo de cálculo. Depreende-se indiretamente das linhas isotáquicas da Fig. C56 que grandes áreas da rêde de vias públicas estão muito solicitadas ou sobrecarregadas. De acôrdo com êsses dados, em amplas regiões, durante as horas de "rush" as velocidades médias dos ônibus alcançam apenas entre 8 a 12 km/h, i. é, pouco mais que a velocidade de um pedestre, que é de 5 km/h, ao passo que em regiões de grande densidade de tráfego uma velocidade de 20 km/h mal pode ser considerada admissível.
Todavia é possível fazer considerações mais exatas sôbre pontos em que o Grupo de Estudos efetuou contagens de tráfego.
Foram, pois, escolhidos os pontos da "cordon-line" e da "screen-line" que permitem uma visão da ocupação atual das principais artérias de tráfego que conduzem do Centro para as Zonas Norte e Sul nas horas de "rush" vespertinas.
Para as pistas livres serviram de base as capacidades de vazão práticas registradas na Tab. C45 e para os cruzamentos os dados da Tab. C46. Para os cálculos dos cruzamentos deve ser considerado que as capacidades de vazão práticas da Tab. C46 ($V_{Tab.}$) correspondem a um período de sinal verde G de 100%.
O período de sinal verde (G_1) (expresso em %) necessário para um dado tráfego (V) de uma sequência de ruas (V_1) importa portanto em:

$$G_1 = \frac{100 \cdot V_1}{V_{Tab.}}.$$

Para o tráfego transversal resta, pois, como período de sinal verde (G_2) em %:

$$G_2 = 100 - G_1 - 5.$$

O valor de 5% corresponde ao tempo intermediário presumido de 5 s, em cada 100 s de períodos.

Tab. C 46
Capacidade de vazão prática, por acesso, de cruzamento com sinalização (em automóveis-unidade/hora verde)

Ruas de mão dupla (metade da largura da rua por sentido)

Largura da rua (m)	12	14	16	18	20	22	24
Automóveis-unidade sem estacionamento	1 850	2 250	2 600	2 900	3 200	3 450	3 650
Automóveis-unidade com estacionamento	1 000			1 650			2 150

Ruas de mão única

Largura da rua (m)	6	7	8	9	10	11	12	14
Automóveis-unidade sem estacionamento	1 600	2 100	2 100	3 150	3 600	4 000	4 400	5 150
Automóveis-unidade com estacionamento de um lado				2 000			2 900	
Automóveis-unidade com estacionamento de ambos os lados							2 150	

a) Tráfego Centro — Zona Sul

Nos pontos de contagem I_1 a I_3, J e K é abrangido todo o tráfego do Centro para a Zona Sul (Fig. C12 e C14):

Ponto de Contagem I_3: Rua da Glória (Fig. C14)

A base é a Rua do Catete, sendo rua de mão dupla de 12m de largura com sinalização, comportando portanto 1850 automóveis-unidade/h de sinal verde; calculados os desvios para a esquerda e direita em 10% cada.

Ocupação	Carros particulares + Táxis	Ônibus	Caminhões	Total
Veículos/h	1 403	15	24	—
Automóveis-unidade/h	1 403	30	48	1 481

Solicitação por período de sinal verde:

$$G_1 = \frac{100 \times 1\,481}{1\,850} = 80\%.$$

Restante para o tráfego transversal:

$$G_2 = 100 - 80 - 5 = 15\%.$$

Essa relação entre G_1 e G_2 indica que o limite da capacidade já foi atingido.

Ponto de Contagem I_2: Avenida Beira-Mar (Fig. C14)

Duas ruas de mão única de 9 m de largura cada uma, com sinalização; portanto, $2 \times 3\,150 = 6\,300$ automóveis-unidade/h de sinal verde, sem desvios.
Assim: $6\,300 \times 1{,}05 \times 1{,}10 = 7\,270$ automóveis-unidade/h de sinal verde.

Ocupação	Carros particulares + Táxis	Ônibus	Caminhões	Total
Veículos/h	4 750	287	5	—
Automoveis-unidade/h	4 750	574	10	5 334

Solicitação por periodo de sinal verde:

$$G_1 = \frac{100 \times 5\,334}{7\,270} = 73{,}5\%.$$

Restante para o tráfego transversal:

$$G_2 = 100 - 73{,}5 - 5 = 21{,}5\%.$$

Aqui também foi atingido o limite da capacidade, em virtude principalmente de obstruções adicionais causadas por paradas de ônibus.

Ponto de Contagem I_1: Avenida Infante D. Henrique (Atêrro) (Fig. C14)

Pista livre de 4 faixas com separação central, 3,50 m de largura por faixa; portanto, $4 \times 1\,500 = 6\,000$ automóveis-unidade/h.

Ocupação	Carros particulares + Táxis	Ônibus	Caminhões	Total
Veículos/h	6 183	98	12	—
Automóveis-unidade/h	6 183	196	24	6 403

A capacidade de vazão prática já foi, pois, ligeiramente ultrapassada. Todavia poder-se-á estabelecê-la mais elevada, já que o Atêrro não é via urbana no sentido comum (com obstruções devidas a pedestres, etc.) mas antes uma auto-estrada urbana. No ponto de contagem também não foram observados congestionamentos de tráfego. A capacidade de vazão prática deve situar-se por volta de 2 000 automóveis-unidade/h em cada faixa [20].
Congestionamentos só ocorrem, tôdas as tardes, à entrada do Túnel do Pasmado.

Ponto de Contagem J: Túnel Santa Bárbara (Fig. C14)

Pista livre de 4 faixas com separação central; por não ter acostamento lateral só foram computadas duas faixas de 3 m de largura; portanto, $2 \times 1\,365 = 2\,730$ automóveis-unidade/h.

Ocupação	Carros particulares + Táxis	Ônibus	Caminhões	Total
Veículos/h	1 470	15	217	—
Automóveis-unidade/h	1 470	30	434	1 934

Reserva de capacidade = 2 730 — 1 934 = 796 automóveis-unidade/h.
Essa reserva de capacidade pràticamente não pode ser utilizada atualmente porque as capacidades das vias de acesso vindas do Centro são insuficientes.

Ponto de Contagem K: Túnel Rebouças (Fig. C14)

Pista livre de 4 faixas com separação central; $2 \times 3{,}50$ m; portanto, $2 \times 1\,500 = 3\,000$ automóveis-unidade/h.

Ocupação	Carros particulares + Táxis	Ônibus	Caminhões	Total
Automóveis-unidade/h	1 237	—	—	1 237



Atêrro — Uma pista

Reserva de capacidade = 3 000 – 1 237 = 1763 automóveis-unidade/h.
O acesso a êsse túnel, vindo do Centro, se faz pela Avenida Paulo de Frontin, de 7 m de largura, com cruzamentos em nível. Estimando em 30% o tempo perdido com sinal verde para o tráfego transversal mais o sinal amarelo, esta via só pode comportar $2\,100 \times 0{,}70 =$

$= 1\,470$ automóveis-unidade/h.

Todavia a ocupação do túnel não é afetada apenas devido à deficiência do acesso, mas também porque apenas 50% das faixas disponíveis estão atualmente em serviço.

b) Tráfego Centro — Zona Norte

Foram analisadas as artérias de tráfego nos pontos de contagem D, 1 e F_1:

Ponto de Contagem D: Avenida Rodrigues Alves (Fig. C14)

Para cada sentido existe uma pista de mão única de 14 m de largura com sinalização comportando, portanto, 5 150 automóveis-unidade/h. Como não há desvios para a direita: $5\,150 \times 1{,}05 = 5\,400$ automóveis-unidade/h.

Ocupação	Carros particulares + Táxis	Ônibus	Caminhões	Total
Veículos/h	2 450	403	255	—
Automóveis-unidade/h	2 450	806	510	3 766

Solicitação por período de sinal verde:

$$G_1 = \frac{100 \times 3\,766}{5\,400} = 70\%.$$

Restante para o tráfego transversal:

$$G_2 = 100 - 70 - 5 = 25\%.$$

Aqui o tráfego transversal é de entrada e saída lateralis (desvios). O limite de capacidade pode, pois, ser considerado como alcançado.
A continuação da Avenida Rodrigues Alves é a Avenida Brasil.

Ponto de Contagem 1: Avenida Brasil (Fig. C12 e C13)

Para cada sentido existe uma pista principal de mão única, de 12 m de largura, com sinalização; portanto, 4 400 automóveis-unidade/h; e mais uma pista lateral de mão única, em cada sentido, de 8 m de largura, com sinalização, capaz de atender a 2 700 automóveis-unidade/h, perfazendo tôdas as pistas um total de 7 100 automóveisunidade/h.

Ocupação	Carros particulares + Táxis	Ônibus	Caminhões	Total
Veículos/h	3 019	367	685	—
Automóveis-unidade/h	3 019	734	1 370	5 123

Solicitação por período de sinal verde:

$$G_1 = \frac{100 \times 5123}{7100} = 72{,}2\%.$$

Restante para o tráfego transversal:

$$G_2 = 100 - 72{,}2 - 5 = 22{,}8\%.$$

O tráfego transversal é diminuto, com raros cruzamentos. Consegue-se uma boa velocidade média. Na pista principal (4 × 3,0 m) dos trechos livres a Avenida Brasil possui uma capacidade de vazão de 4 × 1 365 = 5 460 automóveis-unidade/h. São raros os congestionamentos. Deve-se observar todavia que a Avenida Brasil é a única via de saída para o norte com características de tráfego rápido e absorve cêrca de 25% do total do tráfego que atravessa a "cordon-line". Se futuramente houver um aumento de demanda na Avenida Brasil, o norte da Guanabara, os municípios vizinhos, ao norte, e o tráfego interestadual sofrerão uma piora considerável em sua ligação com o Centro e a Zona Sul, até agora satisfatória.

Ponto de Contagem F_1: Viaduto dos Marinheiros, na Avenida Presidente Vargas (Fig. C14)

Para cada sentido, uma pista principal de mão única, de 12 m de largura, com sinalização; portanto 4 400 automóveis-unidade/h.
Como não há desvios, 4 400 × 1,05 × 1,10 = 5 100 automóveis-unidade/h.

Ocupaçao	Carros particulares + Táxis	Ônibus	Caminhões	Total
Veículos/h	4 386	261	110	—
Automóveis-unidade/h	4 386	522	220	5 128

Fica assim alcançada a capacidade prática.

A contagem foi realizada bem a oeste dos inúmeros cruzamentos do Centro. Não há tráfego transversal, sòmente tráfego de entrada e saída lateral (desvios). Portanto, normalmente não se formam aglomerações de tráfego junto ao ponto de contagem, mas sòmente diante dos sinais mais para o Centro e, em especial, junto à Estação D. Pedro II. O Viaduto dos Marinheiros, que começa a oeste do ponto de contagem, poderia absorver 6 000 automóveis-unidade/h com sua pista de 14 m de largura. Os congestionamentos de tráfego que lá se observam presentemente são motivados pela reduzida capacidade de vazão das vias que se lhe seguem: Avenida Paulo de Frontin e Avenida Radial Oeste, nas quais o tráfego transversal necessàriamente se integra no fluxo principal.
As demais seções transversais das ruas que se dirigem para a Zona Norte são de importância secundária. Segundo cálculos aproximativos, também nelas o limite da capacidade de vazão é alcançado durante a hora de "rush" vespertina.
Portanto para a Zona Norte o atual sistema de vias públicas não admite mais aumento de utilização.

4.2.9.5 Ocupação das principais artérias de tráfego, em passageiros/h

A seguir será calculado primeiramente o número de passageiros que, dada a atual composição de tráfego no Rio de Janeiro, poderá ser absorvido em uma hora por uma faixa de rolamento normal, com 3,50 m de largura.
Êsse valor fornece igualmente uma indicação sôbre a ocupação atual das vias públicas e um indício de sua ocupação possível.
Naturalmente, para cálculos de capacidade dessa natureza terá que ser considerado o tráfego das horas de "rush".
É possível obter-se uma base de partida bastante ampla, pelo menos para a "micro-área", se forem utilizados os resultados das contagens nos numerosos pontos da "screen-line".
Somando-se o tráfego das horas de "rush" matutinas e vespertinas constatado naqueles pontos, em 1968, resulta que:

a participação das horas de "rush" no tráfego diário de veículos é de 10,15% e

a participação das horas de "rush" no tráfego diário de passageiros é de 11,28%.

A repartição dêsse tráfego da hora de "rush" entre os diversos meios de transporte, bem como sua conversão em automóveis-unidade/h poderão ser encontradas na Tab. C47.
Com a composição de tráfego indicada nessa tabela obtém-se como lotação de um automóvel-unidade:

$$\frac{\text{Pass/h}}{\text{automóveis-unidade/h}} = \frac{281\,784}{75\,145} =$$

= 3,8 Passageiros/automóvel-unidade.

Com base no índice ideal de capacidade de vazão prática de uma faixa de 3,50 m de largura em pista livre que, de acôrdo com a Tab. C45, é de 1 500 automóveis-unidade/h, ver-se-á que essa faixa de rolamento comporta

3,8 × 1 500 = 5 700 passageiros/h.

É preciso frisar novamente que êsse índice de capacidade de vazão só é válido para a composição de tráfego acima.
Os caminhões também tiveram que ser computados, pois constituem parcela da composição de tráfego. Se a parcela correspondente a caminhões aumenta, o número de passageiros que podem ser transportados diminui na mesma proporção.
Se, ao contrário, aumenta o número de ônibus com o mesmo índice de lotação (50 passageiros), o número de passageiros transportados também aumenta.
Considerando que um ônibus ocupa o espaço equivalente a dois automóveis-unidade, cada um dos quais com lotação média de 1,8 passageiros (Tab. C47), o aumento por ônibus será de 50 — (2 × 1,8) = 46,4 passageiros.
Para ilustração dos resultados obtidos serão escolhidas as duas relações atuais de tráfego que vão do Centro e da Zona Norte para a Zona Sul, e do Centro e da Zona Sul para a Zona Norte.

a) Para 1968 o tráfego da hora de "rush" do Centro e da Zona Norte para a Zona Sul foi calculado em cêrca de 49 400 passageiros, dos quais 23 000 em carros particulares (na base de 1,8 passageiros por carro), 3 500 em táxis (com índice de 1,0 passageiro por carro) e 22 900 em ônibus (admitindo a média de 50 passageiros por ônibus), o que corresponde a uma taxa, por hora de "rush" de 16 300 carros e 460 ônibus. Conte-se embora com as condições de trânsito favoráveis atualmente existentes, sobretudo no Atêrro, com a capacidade de vazão prática ideal de 1 500 automóveis-unidade/h nas pistas livres (Tab. C45). Mesmo assim, sòmente para o tráfego de automóveis, serão necessárias 11,0 faixas de rolamento. Segundo o exposto em C 4.2.2.5, para o tráfego de ônibus calculado serão necessárias aproximadamente 2,5 faixas de rolamento. A demanda mínima resultante, de 13,5 faixas de rolamento, está muito pròxima das 14 faixas atualmente disponíveis no sentido da Zona Sul, 12 das quais partindo do Centro, e mais uma faixa do Túnel Santa Bárbara e outra do Túnel Rebouças. Embora cada um dêsses túneis disponha de duas faixas, não podem elas ser computadas em tôda a sua capacidade, pois para ambos os túneis os acessos não estão terminados, e no Túnel Rebouças há, realmente, apenas uma faixa em cada sentido liberada ao tráfego. Fica assim claramente evidenciada a razão porque, mesmo o mínimo congestionamento ou obstrução do trânsito leva forçosamente às consideráveis reduções de fluência do tráfego e aos aumentos de tempos de viagem atualmente constatados.

b) No sentido do Centro e da Zona Sul para a Zona Norte estão hoje igualmente disponíveis um total de 14 faixas de rolamento (Fig. C54).
Com 5 700 passageiros por hora e faixa, sua capacidade total é de cêrca de 80 000 passageiros/h.
Para essa relação de tráfego foram constatados em 1968, na hora de "rush", cêrca de 79 200 passageiros. Isto vem demonstrar que as artérias para a Zona Norte são hoje apenas suficientes para manter o fluxo do tráfego com desenvolvimento do trânsito inteiramente livre de obstruções, devendo-se ainda admitir como inevitáveis as habituais filas de espera nas paradas de ônibus.
Na viagem em sentido inverso o motorista encontra condições semelhantes, com a diferença de que no "rush" matutino o tráfego é distribuído por um lapso de tempo mais amplo, não sendo por isso tão denso como à tarde, razão porque as aglomerações matinais são menos graves.

Tab. C47
Repartição do tráfego na hora de "rush" nos pontos da "screen-line" (1968)

Meio de transporte	Veículos/h		Passageiros/h		Passageiros/veículo	Automóveis-unidade/h		Passageiros/automovel-unidade
	Número	%	Número	%	Número	Número	%	Número
Carros particulares	46 862	68,61	83 030	29,47	1,8	46 862	62,36	1,8
Táxis	14 603	21,38	19 584	6,95	1,3	14 603	19,43	1,3
Ônibus	3 587	5,25	179 170	63,58	50,0	7 174	9,55	25,0
Caminhões	3 253	4,76	—	—	—	6 506	8,66	—
Total	68 305	100,00	281,784	100,00	—	75 145	100,00	—

D Prognoses urbanísticas, sócio-econômicas e de tráfego para 1975 e 1990

1. Metodologia

De acôrdo com o exposto no Cap. A, as prognoses do Estudo para os anos-prazo 1975 e 1990 deverão ser feitas com base nos resultados da análise descrita no Cap. C (1968).
A sequência das pesquisas corresponde à adotada para a análise.
Em primeiro lugar será verificada a maneira provável da expansão urbanística nos próximos 22 anos, conforme as bases legais existentes ou hipóteses admitidas.
Em seguida a prognose sócio-econômica será harmonizada com essa previsão.
Com base no diagrama da sequência dos trabalhos (Fig. A 3) e com o auxílio dos fatôres de influência encontrados poderá então ser avaliada a futura estrutura do tráfego, considerando todos os planejamentos de caráter urbanístico e de melhoramento dos meios de transporte existentes.
Os resultados assim obtidos permitirão, finalmente, comprovar a necessidade da implantação de um novo meio de transporte coletivo: o metrô.

1.1 Dados estruturais urbanísticos e sócio-econômicos

Deverá ser elaborada uma estimativa da evolução futura da estrutura urbanística e sócio-econômica, cujos dados foram levantados e analisados com vistas à sua relação com a distribuição de tráfego observada. Naturalmente o estabelecimento dêsses valôres influencia de maneira decisiva o resultado da prognose, visto que serão direta ou indiretamente introduzidos nos modelos de tráfego que servirão de base para a prognose do tráfego.
A base para o levantamento numérico dos dados estruturais necessários é, normalmente, um plano oficial de uso do solo, que contenha as futuras diretrizes sócio-econômicas e urbanísticas da Área de Estudo. Na falta de uma base legal, como acontece para a presente Área de Estudo, deverão ser estabelecidas previsões sôbre o provável desenvolvimento da Área, que poderão ser completadas com a consideração de casos-limites. O presente Estudo contém, em D 2 e D 3, uma descrição pormenorizada dos dados estruturais futuros para a Área de Estudo, obtidos por meio do método das tendências ("trends").
A apuração dos dados estruturais futuros levou aos seguintes resultados:
A população residente da "macro-área", que hoje atinge cêrca de 6,0 milhões, crescerá até 1990 para aprox. 11,6 milhões, ou seja, terá um aumento de 95%, elevando-se, pois, a quase o dôbro.
Os empregos, que presentemente montam a 1,8 milhões, aumentarão, no mesmo período, para 4,1 milhões, i. é, para mais do dôbro (132%).
As matrículas escolares — sòmente nos estabelecimentos dos níveis médio e superior, que são particularmente importantes para o tráfego — aumentarão de 482 000 atuais para 948 000, ou seja, de 97%, duplicando-se, portanto, igualmente.
O número de carros particulares presumìvelmente passará de 225 000 para 1 278 000, i. é, aprox. para o sêxtuplo, com um aumento de 470%. Deduz-se daí que o número de habitantes por carro particular, que é de 26,5 em 1968 passará para 9,1 em 1990.
O Produto Nacional Bruto e a renda média de cada indivíduo crescerão sem dúvida consideràvelmente, se prosseguir a evolução verificada até agora. Uma indicação quantitativa a respeito seria, porém, demasiadamente temerária.
Dêsses diversos índices de crescimento poderão ser deduzidos números de tráfego para 1990, com base nas amplas pesquisas expostas no Cap. C que consideram, de um lado as condições individuais em cada zona da "macro-area" e, do outro as relações de tráfego das zonas entre si.

1.2 Estrutura do tráfego

1.2.1 Futura distribuição do tráfego

Partindo da atual situação do tráfego apurada pela análise, e considerando a provável evolução sócio-econômica e urbanística da Área de Estudo, será verificada, por meio da prognose de modêlo, a futura distribuição do tráfego, separando-se a parcela de tráfego coletivo da parcela referente ao tráfego individual.
Constitui, todavia, condição essencial que a validade dos modelos elaborados na análise também se aplique para o futuro. Essa premissa, só admissível em parte, teve que ser utilizada também para êste Estudo, de acôrdo com a maioria das prognoses de tráfego divulgadas pela literatura especializada, visto que não se dispunha de pesquisas efetuadas em períodos subsequentes subcetíveis de aplicação em modelos de tráfego nem do tempo necessário para realizá-las.
Admitindo-se pois, de início, como válidos também no futuro, os modelos obtidos pela análise, dever-se-á introduzir nos modelos de tráfego para

geração de tráfego = "traffic generation",
distribuição do tráfego = "traffic distribution" e
repartição do tráfego = "modal-split",

os dados estruturais e de influência prognosticados.
A forma matemática dos modelos adotados, bem como a geração total e seus fatôres de influência, foram tratados em C 1 e em C 4.

1.2.2 Projetos existentes de melhoramento dos meios de transporte e de seus itinerários

Antes de considerar novos planejamentos para o tráfego serão examinados quais os projetos para o melhoramento dos diversos meios de transporte e de seus itinerários que já foram elaborados. Concomitantemente serão feitas diversas apurações para verificar de que maneira o desempenho planejado para cada meio de transporte satisfará o volume de tráfego esperado.

1.2.3 Justificativa da necessidade de um metrô

Especialmente com relação ao tráfego coletivo, sobretudo por via férrea e por vias públicas, ficará comprovado que os meios de transporte mais importantes existentes em 1990, i. é, as estradas de ferro suburbanas e os ônibus, nem isoladamente nem em conjunto terão capacidade para satisfazer o tráfego do Rio de Janeiro, a menos que seja implantado um moderno sistema de transporte rápido.
Eis porque se aconselha a implantação de um metrô.

1.2.4 Resumo da metodologia de planejamento moderno de tráfego

O objetivo do planejamento moderno de tráfego ("comprehensive transportation planning") consiste:

a) no levantamento e na análise da distribuição do tráfego atual,
b) na prognose da distribuição de tráfego, de acôrdo com a provável evolução dos fatôres de influência determinantes da geração de tráfego,
c) na repartição da distribuição de tráfego prognosticada entre os diversos meios de transporte,
d) na elaboração de sistemas de transporte que possam solucionar os problemas de transporte resultantes da prognose, trazendo, com um mínimo de gastos, o máximo benefício sócio-econômico.

O resultado de tal planejamento de tráfego deverá ser considerado, preliminarmente, apenas como concepção básica para uma "solução ideal" dos problemas de transporte nas áreas de concentração de tráfego. Resulta daí a tarefa de ser encontrada a solução técnica para as obras de tráfego necessárias. Para a elaboração, tanto da concepção fundamental como do planejamento técnico, é essencial a consideração do benefício sócio-econômico das diversas medidas a tomar. Trata-se aqui do problema frequentemente encontrado, da minimização dos custos com simultânea maximização do benefício. Experiências nesse setor têm demonstrado que, dentro de certos limites, essas exigências são perfeitamente realistas e podem conduzir a benefícios sócio-econômicos consideráveis.
A estimativa do futuro volume de tráfego é influenciada, em primeiro lugar, pela evolução urbanística e sócio-econômica esperada para a Área de Estudo.
As prognoses da estrutura regional para os anos-prazo baseiam-se, em geral, em planos de desenvolvimento oficiais. Na falta dessas bases oficiais, decisivas para a prognose dos dados estruturais, dever-se-ão elaborar as diretrizes para o ulterior desenvolvimento da Área de Estudo, nas quais será baseada a prognose do tráfego.
Qualquer alteração futura dessas premissas ocasionará alterações na distribuição do tráfego previsto, com o que serão influenciados não só o volume do tráfego, como também o desenvolvimento dos fluxos do tráfego.
Será, pois, sempre conveniente controlar, em intervalos de cinco a dez anos, os dados estruturais em que se basearam as prognoses, no que diz respeito à sua evolução real e, eventualmente, empreender novas pesquisas.
Afora essas, as demais incertezas na elaboração de uma prognose de tráfego são de importância secundária. A técnica de tráfego demonstrou que, com o auxílio de métodos modernos de planejamento, as leis fundamentais do desenvolvimento do tráfego diário em áreas de alta concentração demográfica poderão ser estabelecidas com bastante exatidão. Os métodos clássicos de planejamento já não bastam. Já não é mais possível conseguir melhorias substanciais no tráfego em geral mediante alterações isoladas de um ou outro setor do tráfego. Muito ao contrário, será preciso um planejamento global que leve em consideração o tráfego total e atenda às características particulares e à interdependência dos diversos meios de transporte, bem como às reações diversas decorrentes de modificações esporádicas nas condições do tráfego. De acôrdo com os conhecimentos atuais, as prognoses de tráfego, sempre necessárias em estudos dessa natureza, só poderão ser levadas a têrmo mediante o auxílio de modelos de tráfego. A exatidão dos resultados obtidos com êsses métodos é indiscutivelmente maior do que com outros processos empregados no passado. Essa exatidão poderá ser aumentada, segundo planejamentos e pesquisas divulgados pela literatura, até um certo grau, mediante aperfeiçoamento complementar dos modelos. Para o planejamento das obras de tráfego que deverão, em geral, atender a dimensões mínimas e a fatôres de segurança, bastarão, todavia, modelos mais simples (e consequentemente mais rápidos), suficientes, entretanto, para um dimensionamento satisfatório.

2. Estrutura Urbanística

2.1 **Bases legais existentes**

A tarefa de definir o futuro desenvolvimento urbanístico da "macro-área", como um todo, e das 55 zonas que a compõem, em particular, encontrou desde cedo uma série de obstáculos pelo gênero das informações disponíveis. Êsse fato forçou a elaboração de uma sistemática de análise-apreciação própria, a fim de manter a margem de êrro para a prognose dentro de limites admissíveis. Para estudos dessa natureza é imprescindível um plano de desenvolvimento urbano que aponte as diretrizes gerais da ação governamental e da iniciativa privada, a longo prazo, como estímulo ao crescimento ordenado da cidade. A partir dêsse plano poderiam ser definidas com relativa segurança as áreas residenciais, comerciais, industriais, de recreação, etc., assim como o número de pessoas que nelas viriam a se fixar em um determinado momento.
Quando do início dos estudos para uma prognose da estrutura do Rio de Janeiro para 1990 verificou-se, porém, que não só não existiam quaisquer informações oriundas de um plano dêsse tipo, como também que o início do Estudo de Viabilidade do Metrô do Rio de Janeiro coincidia com o momento em que o Govêrno do Estado da Guanabara reformulava tôda a legislação (particularmente o Decreto 6 000*) sôbre indicadores urbanísticos para o território estadual. Também para os "seis municípios fluminenses" não se dispunha de qualquer plano de desenvolvimento.
Cumpria, pois, desenvolver um instrumento hábil que a um só tempo atendesse ao adimplemento das exigências contratuais e refletisse, com a máxima exatidão possível, o panorama urbano do Rio de Janeiro em 1990.

2.2 **Descrição e escolha de alternativas de desenvolvimento urbano**

No início do Estudo admitiu-se adotar como válidas as propostas contidas no Plano de Desenvolvimento Urbano da Guanabara, elaboradas em 1965 pela Comissão Executiva para o Desenvolvimento Urbano da Guanabara (CEDUG) e por "Doxiadis Associates, Consultants on Development and Ekistics". No entanto, uma análise acurada daquele trabalho revelou que as conclusões finais, apesar de apresentarem levantamentos estatísticos de boa qualidade, seguiam de forma bastante rígida os princípios "ekisticos" dos consultores, resultando assim em uma transferência de um modêlo estático para uma realidade extremamente dinâmica, faltando conseqüentemente a flexibilidade desejável.
Devia-se, assim, apurar o crescimento da aglomeração urbana da "macro-área" nos próximos 22 anos, sem poder fixar diretrizes para o mesmo. Uma análise mais ampla de modelos de formação urbana, combinada com as possibilidades de crescimento previsíveis para a área metropolitana do Rio de Janeiro, permitiu admitir desde logo a possibilidade de quatro alternativas básicas de desenvolvimento urbano:

a) O aglomerado urbano observaria nesse período as regras de um crescimento natural ou espontâneo, onde a ação governamental incidiria apenas em setores específicos, mediante programas a curto prazo, de construção rodoviária, habitacional ou semelhantes. Nesse sentido deveriam ser consideradas para uma prognose, além do crescimento natural da população, a taxa de imigração e as atividades econômicas em cada zona da Área de Estudo, bem como o Plano Trienal do Govêrno da Guanabara (1968—1971) e a construção da Ponte Rio-Niterói, como elementos atuantes que podem alterar significativamente o desenvolvimento natural.

b) O crescimento da metrópole seria influenciado pela projetada implantação da área industrial e portuária de Santa Cruz e Sepetiba. Nesse caso admitir-se-ia que, paralelamente ao desenvolvimento natural previsto na alternativa anterior, o Govêrno, no período de 1975 a 1990, concentraria seus esforços no sentido de deslocar o eixo de expansão da cidade (por ora sul-norte, em direção ao Estado do Rio de Janeiro) para o sentido leste-oeste, através do aproveitamento dos recursos ociosos de infra-estrutura urbana disponíveis na região de Santa Cruz, para a implantação de um importante centro industrial do país. Para a prognose deveria então ser considerada, além da alternativa a), o estudo elaborado pela Companhia Progresso do Estado da Guanabara (COPEG) para essa região.

c) O crescimento da metrópole seria condicionado pela expansão do complexo petroquímico de Duque de Caxias e pela ação do Govêrno do Estado do Rio de Janeiro, no sentido do desenvolvimento industrial da região do fundo da Baía de Guanabara, que apresenta características favoráveis a êsse tipo de utilização. Se tal fato ocorresse, independentemente da hipótese prevista na alternativa b), certamente o eixo de expansão natural da Cidade do Rio de Janeiro (sul-norte) seria consolidado. Grande parte do acréscimo da população estimado para 1990 localizar-se-ia nos Municípios de Nova Iguaçu, Nilópolis, São João de Meriti e Duque de Caxias.

d) Finalmente, o desenvolvimento urbano poderia ser determinado pela ação conjunta dos Governos dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro, bem como do Govêrno Federal. Isso resultaria em uma expansão nos dois sentidos previstos nas alternativas b) e c).

A análise comparativa das quatro alternativas, com base nas informações existentes sôbre programas concretos de ação, indicou como mais seguro adotar-se para o período de 1968 a 1975 a alternativa a), e para o período de 1975 até 1990, os desenvolvimentos simultâneos mencionados na alternativa d). É quase certo que dentro de 22 anos o problema do desenvolvimento da região seja decidido por um govêrno metropolitano. Nesse caso qualquer decisão exigiria a obtenção de concessões por parte dos círculos interessados, i. é, dar-se-ia um desenvolvimento conforme a alternativa d), em ambos os sentidos.

2.3 **Projetos urbanísticos isolados**

Não só as mencionadas alternativas da evolução urbana na área metropolitana tem influência sôbre o tráfego. Também projetos isolados, de dimensões muito mais limitadas, poderão exercer consideráveis influências. Eis alguns exemplos:

2.3.1 Cidade Nova

Logo a oeste do Centro da cidade encontra-se o velho Bairro do Mangue, em sua maior parte com construções baixas, pequenas indústrias e comércio varejista. Há mais de vinte anos que sua população está se reduzindo, por terem os bairros vizinhos se tornado mais atraentes.
O Govêrno encarregou a Comissão Executiva de Projetos Específicos (CEPE-1) de elaborar um projeto moderno de urbanização para essa área e transformá-lo em realidade.
Uma vez atingida essa meta, dentro de aproximadamente 10 a 15 anos, haverá nessa zona uma população de cêrca de 70 000 pessoas, residindo em modernos conjuntos residenciais; lá estará a sede do novo Centro Administrativo do Estado da Guanabara, e a BR-101 atravessará a região de norte a sul.
Para um planejamento de tráfego êsses fatos e a excepcional proximidade dessa zona do Centro da cidade deverão merecer consideração especial.

2.3.2 Esplanada de Santo Antônio

À semelhança de tantas novas áreas urbanas do Rio de Janeiro que foram obtidas mediante o arrasamento de morros, também a área do Morro de Santo Antônio, cujo

Avenida Chile e edifícios do Largo da Carioca



*) O Decreto 6 000, de 1937, fixa normas sôbre o uso do solo, número de pavimentos para as edificações, alinhamento e outros indicadores urbanísticos.

material forma hoje parte do Atêrro, oferece oportunidade para uma urbanização progressiva, bem no Centro do Rio de Janeiro.

Duas avenidas que se cruzam em níveis diferentes (Chile e Norte-Sul) formam o núcleo em volta do qual, dentro de poucos anos, serão encontrados, além da nova Catedral, grandes blocos de escritórios de emprêsas comerciais nacionais e internacionais e bancos. Com isso a concentração de tráfego no Centro da cidade será ainda agravada. Para as inúmeras pessoas que muito em breve exercerão suas atividades profissionais nessa área será preciso prever e atender, no devido tempo, demanda de transporte coletivo e áreas de estacionamento.

2.3.3 Baixada de Jacarepaguá

Essa região de superfície consideràvelmente maior, a oeste da cidade e da Serra dos Prêtos Forros, constitui elemento da evolução leste-oeste do Estado da Guanabara, já referida (alternativa b)), e só é mencionada aqui, isoladamente, porque, em razão de sua proximidade do Centro, presta-se sobremaneira como reserva para absorver o acréscimo de população dos próximos anos e, portanto, em futuro não muito remoto, será provàvelmente transformada em centro residencial, comercial e administrativo, complementando a área industrial de Santa Cruz. As questões de tráfego inerentes a essa evolução são de natureza complexa. As obras públicas foram tratadas no plano rodoviário mencionado em D 4.2.5, mas isso só não bastará para solucionar o problema do tráfego coletivo em massa.

Tab. D 1 **Área, população, área urbanizada e densidade demográfica (1968 – 1975 – 1990)**

			Zonas	Área km²	População Nº de habitantes			Crescimento populacional %		Área urbanizada km²			Cresc.to da área urbanizada %		Densidade demográfica hab./ha			Crescimento da densidade %	
					1968	1975	1990	68 a 75	75 a 90	1968	1975	1990	68 a 75	75 a 90	1968	1975	1990	68 a 75	75 a 90
"Macro-área"	Guanabara	"Micro-área"	01	Candelária	2,72	7 016	7 433	10 164	5,9	36,7	2,72	2,72	2,72	—	—	25,79	27,32	37,36	5,9	36,7
			02	Norte-Sul	1,67	14 031	14 866	20 328	5,9	36,7	1,64	1,67	1,67	1,8	—	85,55	89,02	121,72	4,0	36,7
			03	Pedro II	1,69	31 570	33 449	45 738	5,9	36,7	1,69	1,69	1,69	—	—	186,80	197,92	270,63	5,9	36,7
			04	Lapa	0,55	17 539	18 582	25 410	5,9	36,7	0,55	0.55	0,55	—	—	318,89	337,85	462,00	5,9	36,7
			05	Gamboa	2,76	22 557	15 915	7 518	–32,0	52,0	2,76	2,76	2,76	—	—	81,72	57,66	27,24	– 30,0	– 53,0
			06	Mangue	1,38	21 277	38 650	74 933	81,6	93,9	1,38	1,38	1,38	—	—	154,18	280,07	542,99	81,6	93,9
			07	Rio Comprido	3,93	76 525	84 384	110 496	10,2	30,9	1,82	1,84	1,86	1,0	1,0	420,46	458,61	594,06	9,1	29,5
			08	Santa Teresa	7,61	78 789	87 020	114 998	10,4	32,1	3,07	3,20	3,61	4.2	12.8	256.64	271.93	318,55	5.9	17.1
			09	Catete	0,75	30 402	36 776	54 188	20,9	47,3	0,45	0.50	0,51	11,1	2,0	675,60	735,52	1062,50	8,8	44,4
			10	Flamengo	1,89	63 725	75 252	110 880	18,0	47,3	1,89	1,89	1,89	—	—	337,16	398,15	586,66	18,1	47,3
			11	Laranjeiras	3,67	70 881	83 703	123 333	18,0	47,3	1,52	1,58	1,67	3,9	5,7	466,32	529,76	738,52	13,6	39,4
			12	Botafogo	5,65	121 014	138 622	194 352	14,5	40,2	4,31	4,50	4,90	4,4	8,9	280,77	308,04	396,63	9,7	8,7
			13	Urca	1,99	12 940	14 322	18 027	10,6	25,9	0,70	0,71	0,74	1,4	4,2	184,85	201,71	243,60	9,1	20,8
			14	Leme	1,17	23 737	30 562	49 309	28,7	61,3	0,65	0,65	0,65	—	—	365,18	470,18	758,60	28,7	61,3
			15	Copacabana	4,05	207 305	236 589	275 805	14,1	16,6	2,77	2,78	2,80	0,4	0,7	748,39	851,03	985,01	13,7	15.7
			16	Lagoa	1,75	18 051	22 590	35 031	25,1	55,1	1,10	1,10	1,10	—	—	164,10	205,36	318,46	25,1	55,1
			17	Ipanema	1,63	65 352	82 144	132 529	25,7	61,3	1,63	1,63	1,63	—	—	400,93	503,95	813,06	25,7	61,3
			18	Leblon	1,94	46 642	58 370	90 518	25,1	55,1	1,65	1,67	1,70	1,2	1,8	282,67	349,52	532,45	23,6	52,3
			19	Gávea	10,84	50 121	62 724	97 269	25,1	55,1	2,11	2,14	2,20	1,4	2,8	237,54	293,10	442,13	23,4	50,8
			20	Tijuca	18,94	123 772	143 168	204 014	15,7	42,5	2,80	2,80	2,80	—	—	442,04	511,31	728,62	15,7	42,5
			21	Andaraí	2,54	59 317	68 470	93 299	15,7	36,2	2,31	2,31	2,31	—	—	256,78	296,40	403,89	15,4	36,3
			22	Maracanã	3,26	73 586	82 147	108 797	11,7	32,4	2.89	3,01	3,26	1,1	8,3	254,62	272,91	333,73	7,2	22,3
			23	Vila Isabel	3,27	58 871	67 953	92 597	15,4	36,3	2,10	2,14	2,22	1,9	3,7	208,33	317,53	417,10	52,4	31,3
			24	Grajaú	2,19	32 515	37 533	51 143	15,4	36,3	1,52	1,60	1,76	5,3	10,0	213,91	234,58	290,58	9,7	23,9
			25	Lins de Vasconcelos	3,61	34 592	40 270	55 698	16,4	38,3	1,26	1,35	1,56	7,1	15,5	274,53	298,29	357,03	8,6	19,7
			26	Engenho Nôvo	3,22	59 838	72 824	108 325	21,7	48,7	2,47	2,59	2,89	4,4	11,6	242,25	281,17	374,82	16,1	33,3
			27	Méier	3,21	59 357	69 101	95 573	16,4	38,3	3,15	3,17	3,21	0,6	1,3	188,43	217,98	297,73	15,7	36,6
			28	Engenho de Dentro	3,26	53 847	65 532	97 478	21,7	48,7	2,65	2,75	3,02	3,8	9,8	203,19	238,29	322,77	17,3	35,4
			29	Cachambi	1,75	33 068	38 166	51 996	15,4	36,3	1,30	1,38	1,57	6,1	13,7	254,36	278,12	331,18	9,3	19,1
			30	Riachuelo	3,83	51 914	63 180	93 980	21,7	48,7	2,82	3,06	3,65	8,5	19,3	184,09	206,47	257,48	12,1	24,7
			31	Jacarèzinho	0,39	58 570	66 409	69 897	13,4	5,2	0,39	0,39	0,39	—	—	1501,79	1702,79	1792,23	13,4	5,2
			32	Benfica	4,07	34 584	42 089	62 607	21,7	48,7	2,47	2,73	3,39	10,5	24,5	140,01	154,17	184,68	10,1	19,8
			33	Caju	2,64	17 837	18 789	21 241	5,3	13,0	2,28	2,39	2,64	4,8	10,5	78,23	78,61	80,45	0,5	2,3
			34	São Cristóvão	6 36	73 866	75 962	85 874	2,8	13,0	5,35	5,47	5,81	2,2	6,2	138,06	138,87	147,80	0,6	6,4
			35	Serra dos Três Rios	10,04	—	—	—	—	—	0,15	0,15	0,15	—	—	—	—	—	—	—
			40	Santa Cruz	158,99	75 524	94 073	148 137	24,4	57,5	12,23	14,32	20,08	17,1	40,2	61,75	65,69	73,77	6,3	12,3
			41	Campo Grande	294,75	187 078	233 025	366 945	24,5	57,5	27,86	32,63	42,81	17,1	31,2	67,15	71,41	78,71	6,3	10,2
			42	Bangu	106,41	295 630	368 237	579 864	24,5	57,5	25,56	28,94	41,98	13,2	45,0	115,66	122,99	142,41	6,3	15,8
			43	Jacarepaguá	276,81	178 071	221 805	349 277	24,5	57,5	19,93	23,34	32,72	17,1	40,1	89,35	95,03	106,74	6,3	12,3
			44	Madureira	44,29	401 641	500 285	787 799	24,5	57,5	25,41	28,52	36,72	12,3	28,7	158,06	175,41	214,54	10,9	22,3
			45	Irajá	36,12	308 333	384 060	604 780	24,5	57,5	21,27	23,88	30,74	12,3	28,7	144,96	160,82	196,74	10,9	22,3
			46	Penha	19,94	254 057	316 454	498 320	24,5	57,5	14,87	15,95	18,69	7,2	17,1	170,85	198,40	266,62	16,1	34,4
			47	Ilha do Governador	33,53	70 905	88 319	139 077	24,5	57,5	17,55	20,56	28,82	17,1	40,1	40,40	42,95	48,25	6,3	12,3
			48	Ilha de Paquetá	1,09	4 850	6 041	9 513	24,5	57,5	0,62	0,76	1,00	22,6	31,6	78,22	83,90	95,13	7,3	13.4
			49	Méier (parcial)	16,17	205 401	255 765	402 753	24,5	57,5	11,75	11,89	12,01	1,2	1,0	174,80	215,11	335,34	23,1	55,9
			50	Ramos	22,10	243 895	303 796	478 388	24,5	57,5	14,02	15,74	20,26	12,3	28,7	173,96	193,01	236,12	10,9	22,3
			51	Engenho Nôvo (parcial)	5,38	40 112	50 045	78 806	24,7	57,5	2,65	2,65	2,65	—	—	151,36	188,64	297,38	24,6	57,6
			52	Tijuca (parcial)	13,73	7,622	9 494	14 950	24,5	57,5	0,08	0,09	0,12	12,5	13,3	95,27	105,48	124,58	10,7	18,1
			53	Lagoa (parcial)	11,47	25 637	31 933	50 285	24,5	57,5	0,95	1,11	1,55	11,7	39,7	269,86	287,68	324,38	6,6	12.7
			60	Queimados	321,00	496 511	708 217	1 221 944	42,6	72,5	68,32	88,71	133,75	29,8	50,8	72,67	79,83	91,36	9,8	14,4
			61	Nova Iguaçu																
			64	Belfort Roxo																
			62	Nilópolis	10,00	132 262	177 576	298 959	34,3	68,3	8,42	8,56	8,80	1,7	2,8	157,08	207,44	340,11	32,1	64,0
			63	Olinda																
			65	Coelho da Rocha																
			66	São Mateus																
			67	São João de Meriti	34,00	273 817	377 981	657 002	38,0	73,8	20,28	23,36	30,26	15,2	29,5	135,01	161,80	217,05	19,8	34,1
			68	Duque de Caxias	195,00	351 258	487 850	853 739	38,9	75,0	88,85	113,03	172,00	27.2	52,1	39,53	43,16	49,64	9,2	15,0
			69	São Gonçalo	228,00	333 545	442 412	734 034	32,6	65,9	45,49	55,88	81,66	22,8	46,1	73,32	79,17	89,89	7,9	13,5
			70	Neves																
			71	Sete Pontas																
			72	Monjolo																
			73	Ipiíba																
			74	Niterói	130,00	287 592	341 051	484 246	18,6	42,0	25,50	28,82	37,29	13.0	29,4	112.78	118,34	129,85	4,9	9,7
			75	Itaipu																
Total				"Micro-área"	130.22	1 805 008	2 093 546	2 883 345	16,0	37,7	70,32	72,25	76,66	2,7	6,1	256,68	289,76	376,12	12,8	29,8
				"Guanabara menos micro-área"	1 040,78	2 298 756	2 863 332	4 508 894	24,6	57,5	194,75	220,38	290,15	13.2	31,6	118,03	129,93	155,40	10,0	19,6
				Guanabara	1 171,00	4 103 764	4 956 878	7 392 239	20,8	49,1	265,07	292,63	366,81	10,4	25,3	154,82	169,39	201,53	9,4	18,9
				"6 municípios fluminenses"	918,00	1 874 985	2 535 087	4 249 924	35,2	67,6	256,86	318,36	463,76	23,9	45,7	73,00	79,63	91,64	9,0	15,0
				"Macro-área"	2 089,00	5 978 749	7 491 965	11 642 163	25,3	55,4	521,93	610,99	830,57	17,1	35,9	114,55	122,62	140,17	7,0	14,3

3. Estrutura sócio-econômica

3.1 **População**

Conforme demonstrado em C3.1, já a análise da população de 1968 teve de ser feita através de projeção, embora sôbre curto período (a partir de 1960).
De forma análoga foram feitas as prognoses das populações para os anos-prazo 1975 e 1990.
Os resultados obtidos para as diversas zonas e grupos de zonas tiveram, porém, que ser adaptados às limitações urbanísticas, planos, etc., antes de ser possível fixar os resultados na Tab. D1 para 1975 e 1990.

3.1.1 População total da "macro-área"

Para a prognose correspondente à população total da "macro-área" comparou-se novamente o desenvolvimento do Estado da Guanabara e dos "seis municípios fluminenses" com o desenvolvimento total do Brasil.
Resultaram as seguintes populações da "macro-área" (a de 1968 para confronto):

1968	5 978 749 habitantes,
1975	7 491 965 habitantes,
1990	11 642 163 habitantes.

É interessante verificar que as taxas de crescimento da "macro-área", i. é, da área metroplitana do Rio de Janeiro, são consideràvelmente menores, tanto no período 1968—1975 como no de 1975—1990 (25,31% e 55,39%, respectivamente), do que as de outras áreas metropolitanas do Brasil. Com efeito, as áreas de Fortaleza, Recife, Belo Horizonte, Salvador, Curitiba, São Paulo e Belém crescem muito mais ràpidamente. Sòmente Porto Alegre registra um ritmo de crescimento semelhante, sendo de supor que isso seja devido a fatôres econômicos.
A crescente dinâmica da "macro-área" poderá, entretanto, conduzir no decorrer do tempo a um desenvolvimento divergente.

3.1.2 Influências urbanísticas e sócio-econômicas sôbre a distribuição da população

As estimativas para a população das zonas e grupos de zonas são realizadas de forma análoga às utilizadas para 1968.
Os resultados assim obtidos correspondem ao crescimento natural ou espontâneo, conforme previsto pela prognose urbanística na alternativa a) para o período até 1975 (D2).

Todavia, já para o primeiro período (1968—1975) tornou-se necessário adaptar êsses resultados obtidos por meio de cálculos aos planos, regulamentos, etc., quer urbanísticos, quer sócio-econômicos.
Isso prevaleceu de maneira mais acentuada para o segundo período (1975—1990), no qual levou-se em consideração o importante desenvolvimento urbanístico previsto em D2, conforme a alternativa d).

3.1.2.1 Influências por limitação da densidade demográfica

Cada uma das 55 zonas da "macro-área" foi dividida em três áreas principais:

Área Neutra (AN)	Nesta área não deverá ocorrer apreciável urbanização no período considerado. Trata-se principalmente da área montanhosa, acima da cota 60. Embora a lei permita urbanização até a cota 80, estabeleceu-se uma margem de segurança.
Área Ativa (AA)	Significa área urbanizada, efetivamente ocupada em dado momento por habitações, comércio, ruas, praças, áreas de recreação e instalações comunitárias.
Área Urbanizável (AU)	É o restante da Área Total (AT) de cada zona: AU = AT — (AN + AA).

Nas zonas que já em 1968 não apresentavam áreas urbanizáveis significativas (Copacabana, Ipanema, Centro, Andaraí, etc.) o desenvolvimento demográfico adensará a área já urbanizada até o limite de saturação, que corresponde às características sócio-econômicas e urbanísticas de cada zona e de sua relação com as áreas vizinhas.
Nas zonas em que existem áreas urbanizáveis ponderáveis, os acréscimos das áreas urbanizadas terão atingido, no fim de cada período, aproximadamente a densidade que tinham as áreas urbanizadas existentes no início do período considerado. Os acréscimos de áreas urbanizadas serão ocupados por uma parte do acréscimo da população; o restante do acréscimo populacional encontrado permanecerá nas áreas já urbanizadas no início do período, aumentando consequentemente sua densidade.
Em geral, previu-se para tôdas as zonas uma densidade de saturação em tôrno de 1 000 habitantes/ha. As Zonas do Catete e de Jacarèzinho constituem as únicas exceções.

Quando o cálculo do desenvolvimento demográfico de uma zona indicava uma aproximação a êsse limite de saturação, parte do acréscimo populacional era distribuída, de preferência, para aquelas zonas vizinhas que ainda apresentavam folgas.

3.1.2.2 Influências oriundas do desenvolvimento econômico e industrial, e de grandes projetos de tráfego

a) "Micro-área"

Como o de muitas metrópoles, também o Centro do Rio de Janeiro possui uma população residente relativamente pequena.
Presume-se que êsse fenômeno apareça de maneira acentuada no primeiro período (até 1975), na medida em que a área fôr ocupada por emprêsas de prestação de serviços, bem como por firmas industriais e comerciais.
No entanto, para o período subsequente (até 1990), estima-se que o setor terciário na "área central" sofrerá uma acentuada redução em relação às atividades de comércio e recreação.
É que, à medida que os subcentros como Copacabana, Ipanema, Botafogo, Tijuca, Maracanã, Méier, Madureira, Campo Grande, Bangu, Irajá e Ramos se desenvolvem, atraem para si quase tôdas as atividades ligadas ao comércio varejista e às atividades de alojamento e recreação (hotéis, restaurantes, cinemas, teatros, etc.).
Ao Centro ficarão reservadas atividades ligadas ao setor Govêrno e aos serviços financeiros de expressão supra-regional.
Em razão dessa evolução deve-se prever que, em algumas áreas periféricas do Centro, se venha estabelecer novamente uma população residente de níveis de rendimento médio e baixo.
As Zonas Gamboa (05) e Mangue (06), já fora da "área central" passarão, comparadas com as outras zonas, por desenvolvimentos extremos ou dirigidos.
Essas zonas apresentam atualmente grande número de habitações obsoletas e em ruínas; no caso da Zona da Gamboa há ainda a faixa litorânea onde se concentram as atividades portuárias do Rio de Janeiro.
Para as prognoses dessas duas zonas foram adotados os seguintes critérios:
A Gamboa apresenta tôdas as características de área de expansão das atividades de serviços, o que poderá acarretar a eliminação das habitações em ruínas, ainda existentes nos Bairros de Santo Cristo e Saúde. O Mangue é objeto do projeto de reurbanização — Cidade Nova — que irá alterar totalmente seu aspecto atual (D2.3.1).
Em decorrência, os números de habitantes para 1975 e 1990 foram calculados pela capacidade das unidades habitacionais planejadas, desde que, de acôrdo com o respectivo cronograma de construção, estejam prontas nos anos-prazo.
O Bairro de Santa Teresa possui características peculiares. Apesar de contar com área de expansão, não deverá apresentar grande crescimento de população até 1990, por causa das dificuldades de acesso à área montanhosa e dos problemas de instabilidade das encostas.
A distribuição do acréscimo populacional para as zonas restantes da "micro-área" seguiu predominantemente o crescimento natural, sempre que a escassez já mencionada de área urbanizável não obrigasse o Grupo de Estudos a distribuir por zonas vizinhas os excedentes de população, para evitar densidades excessivas.

b) "Guanabara menos micro-área"

Presumiu-se que o crescimento espontâneo da população da "macro-área" esperado até 1975 sofrerá na "Guanabara menos micro-área" uma leve desaceleração, em razão da inauguração da Ponte Rio-Niterói (aprox. em 1971). A fôrça de atração da ponte deslocará certos desenvolvimentos para os Municípios de São Gonçalo e Niterói. A população que na área em foco reside relativamente longe do centro comercial teria seu tempo de viagem domicílio-emprêgo consideràvelmente reduzido, caso mudasse para Niterói ou São Gonçalo.
No período 1975—1990, entretanto, aumentará a tendência do desenvolvimento urbano em direção a Santa Cruz, mencionado em D2 (alternativa d), compensando as tendências mencionadas anteriormente.

c) "Seis municípios fluminenses"

Os "seis municípios fluminenses" formam o grupo de zonas com as maiores possibilidades de desenvolvimento. As altas taxas de expansão de atividades industriais, comerciais e de serviços deverão atrair ponderável parcela do acréscimo populacional da Guanabara. Isso prevalece para os Municípios de São Gonçalo e Niterói, devido à influência da Ponte Rio-Niterói, em construção, bem como para os 4 municípios situados ao norte: Nova Iguaçu, Nilópolis, São João de Meriti e Duque de Caxias, em razão do desenvolvimento industrial aí previsto (D 2, alternativa d)). Consequência dêsse desenvolvimento será o aumento da participação populacional dos "seis municípios fluminenses" no total da população da "macro-área", em detrimento da população da Guanabara, sobretudo no período 1975—1990.
Dentre êsses seis municípios, Niterói — capital do Estado do Rio de Janeiro — ocupa posição peculiar. Para emprêsas industriais e não comerciais, Niterói oferece condições básicas menos favoráveis do que os outros 5 municípios. Por êste motivo Niterói será ràpidamente sobrepujada como ponto de atração e seu desenvolvimento demográfico tornar-se-á mais lento.
Os Municípios de Nilópolis e São João de Meriti apresentam também características pronunciadamente urbanas. Seu crescimento horizontal é limitado. Nilópolis (10 km²) apresenta a maior densidade de todos os municípios brasileiros: 157,08 hab/ha em 1968. Participação relativamente mais alta de população rural é encontrada nos Municípios de Duque de Caxias e Nova Iguaçu. Tanto êstes, como também São Gonçalo, possuem ainda amplas áreas urbanizáveis, resultando daí um reduzido aumento de densidade.

3.1.3 População e densidade de cada zona

Tomando-se por base as tendências de desenvolvimento mencionadas em D 3.1.2 foram calculados os números de habitantes de cada zona para 1975 e 1990 (Fig. C 4 e C 5).
Em seguida apuraram-se com êsses números de habitantes P, e considerando as áreas ativas (AA) e urbanizáveis (AU), os acréscimos das áreas ativas (△ AA) e as densidades d de cada zona, para os dois anos-prazo, como segue:

1968—1975

$$\triangle AA_{75} = \frac{P_{75} - P_{68}}{d_{68}} \cdot k$$

$$AA_{75} = AA_{68} + \triangle AA_{75}$$

$$d_{75} = \frac{P_{75}}{AA_{75}}$$

1975—1990

$$\triangle AA_{90} = \frac{P_{90} - P_{75}}{d_{75}} \cdot k$$

$$AA_{90} = AA_{75} + \triangle AA_{90}$$

$$d_{90} = \frac{P_{90}}{AA_{90}}$$

O fator k corresponde à percentagem do acréscimo populacional que fixar-se-á em novas áreas ainda não urbanizadas, no período considerado, onde:

$$0 \leq k \leq 1.$$

A Tab. D 1 dá os resultados para cada uma das zonas, bem como para os grupos de zonas mais importantes, em 1968, 1975 e 1990, com indicação de população, áreas ativas e densidades. Indicou-se também o acréscimo percentual dêsses três itens para os períodos de 1968—1975 e 1975—1990.
Para os grupos de zonas, a Tab. D 2 indica a participação de sua população naquela da "macro-área".
Daí se deduz que a "micro-área", dada sua menor possibilidade de expansão (bairros comerciais superlotados, bairros residenciais superpovoados), mostra uma tendência para estabilização do ritmo de crescimento, diminuindo gradativamente a posição relevante da sua população em relação à população da "macro-área".
O mesmo se diga da Guanabara inteira, embora a "Guanabara menos micro-área" apresente um ritmo de crescimento muito mais acentuado que a "micro-área".
Nos "seis municípios fluminenses" o acréscimo populacional por ano é maior de 1968 a 1975 do que de 1975 a 1990. Isto não impede, contudo, que sua participação na população da "macro-área" aumente contìnuamente em detrimento da Guanabara.
Em muitas zonas, p. ex., no sul e parcialmente no norte da "micro-área", pode-se verificar que, apesar do reduzido crescimento populacional, as densidades sobem consideràvelmente. Por incapacidade de expansão horizontal sòmente permanece o crescimento vertical.
A Zona Sul abrange Santa Teresa, Catete, Flamengo, Laranjeiras, Botafogo, Urca, Leme, Copacabana, Lagoa, Ipanema, Leblon e Gávea. A Zona Norte abrange o restante da "micro-área", com exceção das zonas do Centro 01 a 06.
Um confronto geral mostra que o comportamento das Zonas Sul e Norte é bastante diferente, conforme pode ser verificado na Tab. D 3.
Enquanto a população da Zona Sul apresenta nos períodos 1968—1975 e 1975—1990 acréscimos de 17,9% e 40,2%, sua área urbanizada aumentará de apenas 2,9% e 6,3%, com considerável aumento de densidade (14,6% e 31,8%, respectivamente).
Inversamente, a Zona Norte apresenta taxas de crescimento populacional mais elevadas durante êsses períodos (21,8% e 51,6%). Entretanto, também a área ativa sofrerá considerável acréscimo, avaliado em 11,6% e 28,1%, resultando daí menores índices de aumento de densidade (9,1% e 18,3% respectivamente).

Em 1990 haverá duas zonas com mais de 1 000 hab/ha: Catete com 1 062,50 e Jacarèzinho com 1 792,23 hab/ha. Na primeira o limite de 1000 hab/ha é ultrapassado apenas ligeiramente. A alta densidade deve ser atribuída menos ao acréscimo populacional do que ao fato de que no período 1975—1990 pràticamente não haverá possibilidade de ampliação de área urbanizável.
Essa condição é mais acentuada no caso de Jacarèzinho. Trata-se da maior favela atualmente existente na Guanabara, a qual tem já hoje uma densidade de 1501,79 hab/ha. Não possuindo nenhuma área urbanizável, qualquer crescimento, por menor que seja, provoca um aumento da densidade.

3.1.4 Desenvolvimento demográfico (1968 a 1990) — Recapitulação

Os cálculos acima indicam que até 1990 prevalecerá na "micro-área" um crescimento vertical enquanto que nas outras regiões da "macro-área" a absorção do acréscimo populacional terá predominante expansão horizontal em áreas urbanizáveis existentes. Na "macro-área", de 1968 a 1990, a tendência de modificação do uso do solo será insignificante. A única exceção importante nesse sentido é representada pela zona Catumbi — Mangue, onde, graças às atividades da CEPE-1, a Cidade Nova registrará um crescimento de densidade de 154 hab/ha (1968) para 543 hab/ha (1990) (Fig. D 1).

Tab. D 2
Distribuição percentual da população da "macro-área" por grupos de zonas

Grupos de zonas	1968	1975	1990
"Micro-área"	30,2	28,0	24,8
"Guanabara menos micro-área"	38,4	38,2	38,7
Guanabara	68,6	66,2	63,5
"6 municípios fluminenses"	31,4	33,8	36,5
"Macro-área"	100,0	100,0	100,0

Tab. D 3
População, área urbanizada e densidade demográfica – Zona Sul e Zona Norte

Anos	População (habitantes)		Área urbanizada (ha)		Densidade (hab/ha)	
	Zona Sul	Zona Norte	Zona Sul	Zona Norte	Zona Sul	Zona Norte
1968	814 596	3 175 178	2 280,00	23 153,00	357 27	137,13
1975	960 607	3 867 376	2 346,00	25 840,00	409,46	149,66
1990	1 346 524	5 861 624	2 495,00	33 109,00	539,00	171,04
Acréscimo (%)						
1968—1975	17,9	21,8	2,9	11,6	14,6	9,1
1975—1990	40,2	51,6	6,3	28,1	31,8	18,3

3.2 **Empregos**

3.2.1 Pessoal ocupado na "macro-área" e sua distribuição pelos empregos, por setores de atividade

Novamente ter-se-á que partir de uma estimativa do número de pessoas ocupadas em relação à população total.

Calcula-se que a participação do pessoal ocupado no total da população da Guanabara e dos "seis municípios fluminenses" aumentará gradativamente pela incorporação da mão-de-obra feminina, cuja parcela, principalmente nos "seis municípios fluminenses", é ainda diminuta.

Estima-se igualmente que a participação do pessoal ocupado na população total não ultrapassará o limite de 45%, taxa que é típica dos países desenvolvidos e que, portanto, deverá ser igualmente válida para a área metropolitana do Rio de Janeiro em 1990.

Para a estimativa preliminar do pessoal ocupado utilizou-se a função exponencial $r_t = a + b \cdot c^t$, sendo r_t a relação entre o pessoal ocupado e a população no tempo t.

O limite mencionado será atingido quando t tender para o infinito, e assim, $r_t = 45 = a$, sendo a, b e c constantes que deverão ser apuradas com o auxílio dos valôres contados em anos anteriores.

Para a prognose do pessoal ocupado na indústria foi admitido que:

a) A participação do pessoal ocupado na indústria cresceu até 1950.

b) No entanto, esta participação vem decrescendo desde 1951, através da racionalização.

A participação do pessoal ocupado no comércio aumenta gradativamente, em proporção com o total do pessoal ocupada.

Para a prognose utiliza-se novamente a função exponencial $r_t = a + b \cdot c^t$. Nesse caso, r_t é a relação entre o pessoal ocupado no comércio e o total do pessoal ocupado. Admite-se que essa relação, para $t \to \infty$, não ultrapasse 28%. Assim,

$$t \to \infty : r_t = 28 = a$$

Para a prognose do pessoal ocupado no setor de serviços em 1975 e 1990 levou-se em consideração que êsse setor exerce a liderança entre os ramos de atividades da Guanabara. Também foi o que, já na última década, teve o maior crescimento relativo. É fato conhecido que um considerável contingente da população rural que migra para as cidades é absorvido em ocupações na área inferior dêste setor de atividade, o que, em alguns casos, especialmente no Estado do Rio de Janeiro, leva a um excesso de ocupações nesse setor. O aumento

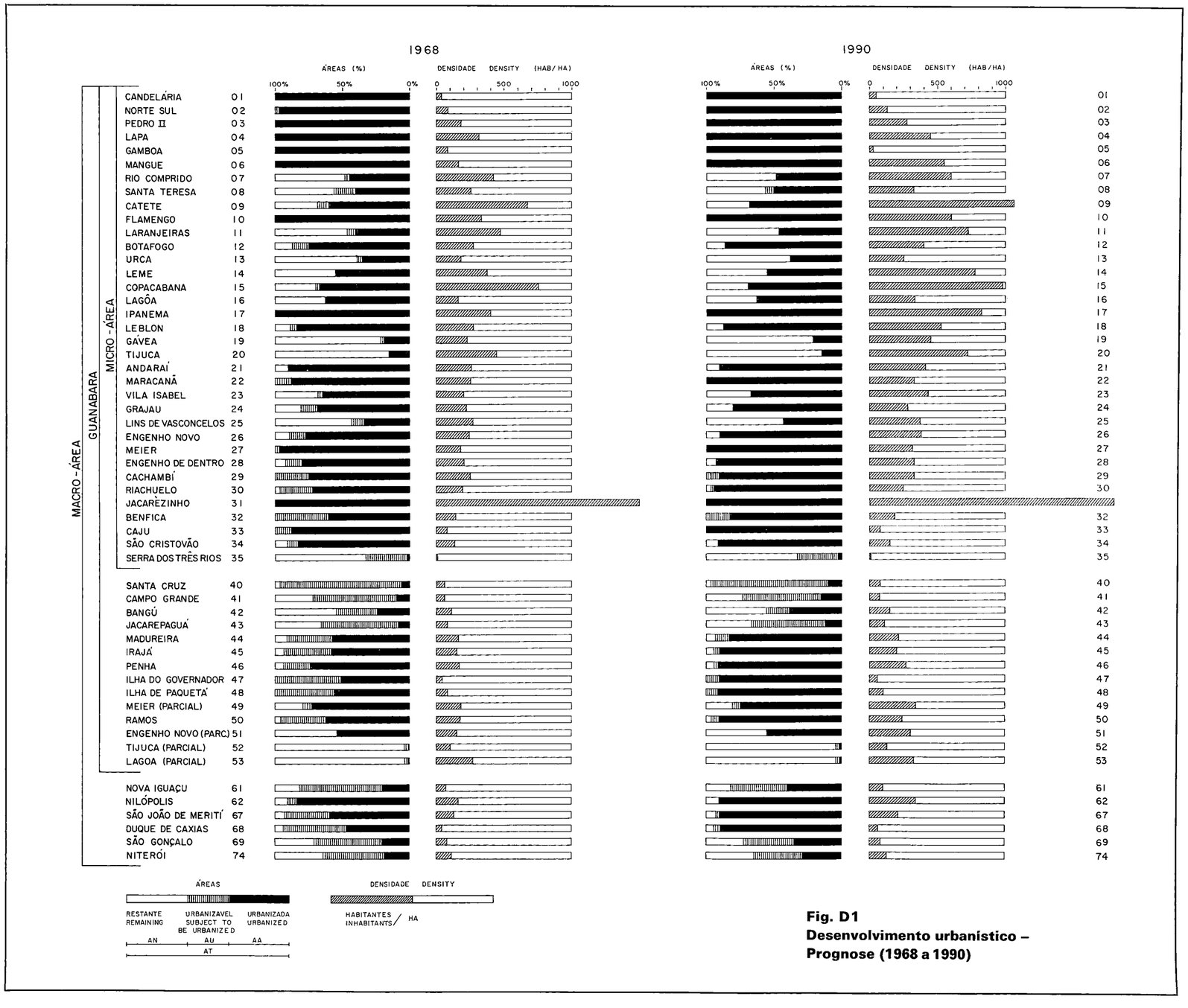


Fig. D1
Desenvolvimento urbanístico – Prognose (1968 a 1990)

da participação do pessoal ocupado no setor de serviços em relação ao total do pessoal ocupado permanecerá inalterado; a participação do pessoal ocupado na indústria sofrerá, entretanto, um decréscimo. Provàvelmente a participação dêsse setor de atividade em relação ao total do pessoal ocupado não deverá ultrapassar 70%.

Assim, para:

$$t \to \infty : r_t = 70 = a$$

3.2.2 Distribuição dos empregos pelas zonas segundo os setores de atividade (1975)

3.2.2.1 Empregos em todos os setores de atividade

A Tab. D4 mostra a prognose da população da Guanabara e dos "seis municípios fluminenses" para 1975, bem como a respectiva participação do pessoal ocupado. Indica ainda a distribuição dêsse pessoal ocupado pelos empregos, separados por setores de atividade. Na Tab. D5, em confronto com a Tab. D4, a Guanabara foi subdividida em "micro-área" e "Guanabara menos micro-área", tendo sido considerados apenas os empregos nos setores de atividade mais importantes para o planejamento do tráfego.
A Tab. D6 contém os dados da Tab. D5 convertidos em percentagens em relação à "macro-área".
Uma comparação entre a Tab. C13 e a Tab. D6 demonstra que em 1975 nos "seis municípios fluminenses" o pessoal ocupado representará 17,0% contra 15,0% em 1968. Portanto, a participação do pessoal ocupado na Guanabara em relação à "macro-área" cairá de 85% em 1968 para 83% em 1975. Na Guanabara a participação do pessoal ocupado na "micro-área" cairá de 63,3% para 60,9%, ao passo que a participação da "Guanabara menos micro-área" será de 22,1% em 1975 contra 21,7% em 1968. Nota-se, portanto, que o crescimento acelerado do pessoal ocupado na "Guanabara menos micro-área" não será suficiente para compensar a expansão moderada da "micro-área", resultando daí a perda da posição relativa da Guanabara em confronto com os "seis municípios fluminenses". Ao se examinar mais detidamente a posição de alguns setores de atividade, ver-se-á que a perda de posição da Guanabara é mais acentuada no setor industrial, onde sua participação cairá de 85,3% em 1968 para 81,6% em 1975. O decréscimo se deve, mais uma vez, ao reduzido crescimento da "micro-área" nesse setor, com 2,7% (1968—1975), ao passo que o crescimento na "Guanabara menos micro-área"alcançará 23,7% (1968—1975). Inversamente, é nesse setor que mais cresce a participação dos "seis municípios fluminenses": 14,7% (1968) contra 18,4% (1975).
A participação do pessoal ocupado no comércio e no setor de serviços em relação aos demais setores de atividade

Tab. D4
População, pessoal ocupado e distribuição dos empregos por setores de atividade na "macro-área" (1975)

Grupos de zonas	População	Pessoal ocupado				Empregos									
		Total		Comutadores		Total		Indústria		Comércio		Serviços		Agricultura e outros	
		Número	% de 2	Número	% de 3	Número	% de 3	Número	% de 5	Número	% de 5	Número	% de 5	Número	% de 5
1	2	3		4		5		6		7		8		9	
Nova Iguaçu	708 217	243 627	34,4	90 148	37,0	153 479	63,0	24 119	15,7	20 221	13,2	57 252	37,3	51 887	33,8
Nilópolis	177 576	57 357	32,3	33 813	59,0	23 544	41,0	4 072	17,3	4 416	18,7	13 880	59,0	1 176	5,0
S. João Meriti	377 981	117 552	31,1	73 488	62,5	44 064	37,5	6 465	14,7	7 408	16,8	27 625	62,7	2 566	5,8
Duque de Caxias	487 850	169 284	34,7	48 595	28,7	120 689	71,3	27 762	23,0	18 236	12,6	48 076	39,8	29 615	24 6
São Gonçalo	442 412	138 475	31,3	49 577	35,8	88 898	64,2	13 848	15,6	13 017	14,6	35 727	40,2	26 306	29,6
Niterói	341 051	119 027	34,9	37 235	31,3	81 792	68,7	18 568	22,7	14 878	18,2	40 946	50,1	7 400	9,0
"6 municípios fluminenses"	2 535 087	845 322	33,3	332 856	39,4	512 466	60,6	94 334	18,5	75 176	14,7	223 506	43,6	118 950	23,2
Guanabara	4 956 848	1 739 864	35,1	332 856	19,1	2 072 720	119,1	420 280	20,3	420 487	80,3	1 080 237	52,1	151 716	7,3
"Macro-área"	7 491 965	2 585 186	34,5	—	—	2 585 186	100,0	515 114	19,9	495 663	19,2	1 303 743	50,4	270 666	10,5

Tab. D 5
Empregos nos setores de atividade mais importantes – Número (1975)

Grupos de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	233 190	321 090	854 540	1 408 820
"Guanabara menos micro-área"	187 090	99 397	225 697	512 184
Guanabara	420 280	420 487	1 080 237	1 921 004
"6 municípios fluminenses"	94 834	75 176	223 506	393 516
"Macro-área"	515 114	495 663	1 303 743	2 314 520

Tab. D 6
Empregos nos setores de atividade mais importantes – Percentagens relativas à "macro-área" (1975)

Grupos de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	45,3	64,8	65,5	60,9
"Guanabara menos micro-área"	36,3	20,0	17,3	22,1
Guanabara	81,6	84,8	82,9	83,0
"6 municípios fluminenses"	18,4	15,2	17,1	17,0
"Macro-área"	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. D 7
Evolução do setor de serviços na "Guanabara menos micro-área" e nos "6 municípios fluminenses" (1968–1975)

Grupos de zonas	Pessoal ocupado 1968	1975	Acréscimo %
"Guanabara menos micro-área"	169 229	225 697	33,4
"6 municípios fluminenses"	151 479	223 506	47,5

Tab. D 8
Empregos nos setores de atividade mais importantes – Percentagens relativas aos grupos de zonas (1975)

Grupos de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	16,6	22,8	60,6	100,0
"Guanabara menos micro-área"	36,5	19,4	44,1	100,0
Guanabara	21,9	21,9	56,2	100,0
"6 municípios fluminenses"	24,1	19,1	56,8	100,0
"Macro-área"	22,3	21,4	56,3	100,0

sofrerá alterações menos acentuadas. Também aqui faz-se sentir a tendência de o comércio e a prestação de serviços obterem, nos "seis municípios fluminenses", maior participação em relação à "macro-área", ao passo que na "Guanabara menos micro-área" registra-se ligeiro declínio no setor de serviços (1968: 17,6%; 1975: 17,3%). Êsse retrocesso contraria a tendência observada, de aumento da posição relativa de todos os setores de atividade nesse grupo de zonas; entretanto, como se pode ver na Tab. D 7, baseia-se no fato de que nesse período o crescimento nos "seis municípios fluminenses" ultrapassará, de muito, o crescimento da "Guanabara menos micro-área".

A Tab. D 8 indica, de maneira análoga à Tab. C 14 da análise, a estrutura dos empregos e a importância de cada um dos setores de atividade.

Em comparação com a Tab. C 14, ela põe em relêvo também as tendências já mencionadas:

Acentua-se o caráter da "micro-área" como pólo de uma área metropolitana. Ela engloba os setores de comércio, de serviços e de Govêrno, bem como atividades de natureza cultural e econômico-financeira, em nível nacional e supra-regional. O setor industrial perde sua importância. A indústria transfere-se para a "Guanabara menos micro-área" e para os "seis municípios fluminenses".

A distribuição dos empregos de cada grupo de zonas pelas zonas individuais poderá ser vista em conjunto, para todos os setores de atividade, e em separado para cada setor de atividade, na Tab. D 9 bem como nas Fig. C 6 e C 7. Na elaboração dêsses dados foram considerados os pontos de vista expostos a seguir.

Tab. D 9

Empregos na indústria, comércio e serviços (1968 – 1975 – 1990)

			Zonas	Empregos na indústria			Empregos no comércio			Empregos em serviços			Total		
				1968	1975	1990	1968	1975	1990	1968	1975	1990	1968	1975	1990
"Macro-área"	Guanabara	"Micro-área"	01 Candelária	2 282	1 681	1 278	47 045	57 607	88 110	177 998	237 394	340 543	227 325	296 682	429 931
			02 Norte-Sul	14 546	11 348	7 668	82 069	107 224	176 219	97 808	130 446	186 971	194 423	249 018	370 858
			03 Pedro II	21 586	21 014	19 169	17 957	19 763	27 111	31 249	41 677	60 004	70 792	82 454	278 810
			04 Lapa	271	301	457	1 336	1 304	1 054	4 366	5 822	10 059	5 973	7 427	11 570
			05 Gamboa	16 151	16 811	19 808	7 541	5 717	2 560	26 276	35 044	60 544	49 968	57 572	82 912
			06 Mangue	8 362	7 985	7 029	2 603	3 574	8 100	8 380	11 176	119 309	19 345	22 735	434 438
			07 Rio Comprido	2 915	3 238	4 923	1 233	1 693	4 732	6 430	8 576	14 817	10 578	13 507	24 472
			08 Santa Teresa	2 666	2 961	4 502	2 685	3 686	6 601	3 521	4 696	8 113	8 872	11 343	19 216
			09 Catete	598	664	1 010	1 198	1 645	2 945	2 307	3 077	5 315	4 103	5 386	9 270
			10 Flamengo	486	540	820	3 815	5 238	11 080	23 372	31 171	53 854	27 673	36 949	65 754
			11 Laranjeiras	822	913	1 389	2 993	4 109	9 059	14 830	19 778	34 170	18 645	24 800	44 618
			12 Botafogo	4 447	3 783	3 195	6 891	10 461	20 942	31 496	42 006	72 573	42 834	56 250	96 710
			13 Urca	56	62	95	714	980	1 755	10 288	13 721	23 706	11 058	14 763	25 556
			14 Leme	75	83	127	1 608	2 208	3 954	3 035	4 048	6 993	4 718	6 339	11 074
			15 Copacabana	2 168	2 408	3 661	28 905	39 683	74 468	89 416	119 255	206 033	120 489	161 346	284 162
			16 Lagoa	187	208	316	1 021	1 401	2 510	1 681	2 241	3 873	2 889	3 850	6 699
			17 Ipanema	299	332	505	4 596	6 310	14 601	14 117	18 827	32 528	19 012	25 469	47 634
			18 Leblon	262	291	442	2 199	4 019	6 907	7 409	9 881	17 071	9 870	14 191	24 420
			19 Gávea	6 503	5 043	2 556	1 103	2 514	4 212	5 328	7 106	12 277	12 934	14 663	19 045
			20 Tijuca	15 921	13 449	10 863	5 651	9 758	17 894	15 789	21 057	36 380	37 361	44 264	65 137
			21 Andaraí	9 956	8 826	8 307	685	940	2 684	3 103	4 138	7 150	13 744	13 904	18 141
			22 Maracanã	11 563	10 087	8 946	2 473	4 129	8 380	10 655	14 211	24 551	24 691	28 427	41 877
			23 Vila Isabel	6 540	5 464	4 473	1 008	1 384	4 778	3 123	4 165	7 196	10 671	11 013	16 447
			24 Grajaú	37	41	62	716	983	1 761	931	1 241	2 144	1 684	2 265	3 967
			25 Lins de Vasconcelos	554	615	935	738	1 013	1 815	1 653	2 205	3 809	2 945	3 833	6 559
			26 Engenho Nôvo	4 298	4 774	7 259	1 022	2 403	4 813	2 756	3 676	6 351	8 076	10 853	18 423
			27 Méier	1 943	2 158	3 281	4 842	6 647	12 905	3 582	4 777	8 253	10 367	13 582	24 439
			28 Engenho de Dentro	8 736	10 704	14 753	1 233	1 693	5 332	3 307	4 411	7 620	13 276	16 808	27 705
			29 Cachambi	3 887	4 318	6 564	731	1 004	1 798	2 572	3 430	5 926	7 190	8 752	14 288
			30 Riachuelo	23 331	26 915	40 452	1 235	1 695	5 336	2 848	3 798	6 562	27 414	32 408	52 300
			31 Jacarèzinho	561	623	948	725	995	1 783	919	1 226	2 118	2 205	2 844	4 849
			32 Benfica	9 642	12 480	16 284	1 068	1 466	2 626	3 215	4 287	7 407	13 925	18 233	26 317
			33 Caju	8 064	10 957	16 619	1 072	1 177	1 958	7 716	10 290	17 778	16 852	22 424	36 355
			34 São Cristóvão	37 347	42 113	65 073	4 856	6 667	11 940	19 259	25 686	44 377	61 462	74 466	121 390
			35 Serra dos Três Rios	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			40 Santa Cruz	3 149	7 498	58 923	2 301	5 159	7 208	5 920	7 895	13 640	11 370	20 552	79 771
			41 Campo Grande	2 728	4 064	21 186	6 716	11 262	19 526	14 238	18 989	32 808	23 682	34 315	73 520
			42 Bangu	24 125	29 797	44 743	6 233	10 543	21 801	31 340	41 798	92 213	61 698	82 138	158 757
			43 Jacarepaguá	8 035	8 926	17 151	2 658	4 649	9 835	8 636	11 517	19 899	19 329	25 092	46 885
			44 Madureira	25 060	30 336	46 323	14 446	20 832	44 317	35 905	47 886	82 732	75 411	99 054	173 372
			45 Irajá	16 884	20 753	32 514	6 226	10 547	21 308	12 554	16 743	28 926	35 664	48 043	82 748
			46 Penha	20 182	24 417	38 084	6 117	10 398	21 040	15 617	20 828	35 984	41 916	55 643	95 108
			47 Ilha do Governador	5 008	6 563	10 440	1 370	1 880	4 869	11 941	15 926	27 515	18 319	24 369	42 824
			48 Ilha de Paquetá	—	—	—	192	264	472	643	858	1 482	835	1 122	1 954
			49 Méier (parcial)	14 912	17 564	28 184	7 822	11 738	24 831	15 759	21 017	36 311	38 493	50 319	89 326
			50 Ramos	28 909	34 611	53 823	5 678	9 795	20 761	14 749	19 670	33 984	49 336	64 076	108 568
			51 Engenho Nôvo (parcial)	1 233	1 370	2 082	215	1 295	2 529	551	735	1 269	1 999	3 400	5 880
			52 Tijuca (parcial)	1 057	1 174	1 785	217	298	533	949	1 266	2 187	2 223	2 738	4 505
			53 Lagoa (parcial)	15	17	26	537	737	1 320	427	569	984	979	1 323	2 330
			60 Queimados 61 Nova Iguaçu 64 Belfort Roxo	14 895	24 119	55 426	11 211	20 221	48 388	35 344	57 252	130 647	61 450	101 592	234 461
			62 Nilópolis 63 Olinda	2 881	4 072	7 742	2 833	4 416	9 826	9 705	13 880	26 898	15 419	22 368	44 466
			65 Coelho da Rocha 66 São Mateus 67 São João de Meriti	3 766	6 465	16 189	4 017	7 408	19 973	18 493	27 625	56 135	26 276	41 498	92 297
			68 Duque de Caxias	17 964	27 762	50 170	8 749	15 236	38 329	30 679	48 076	102 521	57 392	91 074	191 020
			69 São Gonçalo 70 Neves 71 Sete Pontas 72 Monjolo 73 Ipiíba	9 339	13 848	30 246	8 154	13 017	30 738	24 988	35 727	70 082	42 481	62 592	131 066
			74 Niterói 75 Itaipu	16 417	18 568	27 087	11 223	14 878	26 196	32 270	40 946	68 608	59 910	74 392	121 891
			80 Norte 81 Este												
Total			"Micro-área"	227 062	233 190	283 719	245 567	321 090	552 723	640 735	854 540	1 456 375	1 113 364	1 408 820	2 292 817
			"Guanabara menos micro-área"	151 297	187 090	355 264	60 718	99 397	200 350	169 229	225 697	409 934	381 244	512 184	965 548
			Guanabara	378 359	420 280	638 983	306 285	420 487	753 073	809 964	1 080 237	1 866 309	1 494 608	1 921 004	3 258 365
			"6 municípios fluminenses"	65 262	94 834	186 860	46 187	75 176	173 450	151 479	223 506	454 891	262 928	393 516	815 201
			"Macro-área"	443 621	515 114	825 843	352 472	495 663	926 523	961 443	1 303 743	2 321 200	1 757 536	2 314 520	4 073 566

3.2.2.2 Empregos na indústria

a) "Micro-área"

Como já foi demonstrado na análise, muitas emprêsas industriais serão obrigadas a mudar-se de bairros residenciais que impedem seu livre desenvolvimento. Dêsse modo, regiões como o Centro, Botafogo, Gávea, Tijuca, Andaraí, Maracanã e Vila Isabel apresentarão índices negativos em comparação com 1968, i. é, nesses bairros registrar-se-á um decréscimo do pessoal ocupado em indústrias. O mesmo acontecerá com a Zona do Mangue que, na sua Cidade Nova, parcialmente concluída até 1975, conterá quase que exclusivamente residências e repartições administrativas.
Em alguns bairros residenciais como Leblon, Copacabana, Laranjeiras, Grajaú e Flamengo essa evolução será, todavia, compensada pelo estabelecimento de emprêsas de artesanato de artigos de luxo e de objetos de uso pessoal. Outras zonas, como Engenho de Dentro, Benfica, Caju, Riachuelo e São Cristóvão continuarão apresentando um setor industrial em expansão, já que dispõem de espaço para tanto, e a localização favorável das emprêsas industriais aí já existentes atrairá novos estabelecimentos.

b) "Guanabara menos micro-área"

Para essa área pode ser feita referência a D 2.2. b), onde está prevista a urbanização de Santa Cruz como área industrial e portuária. Como êsse projeto já foi enquadrado nas diretrizes da política econômica do Estado da Guanabara, pode ser admitido que em 1975 já terão sido iniciadas atividades industriais naquela região. Mas também Campo Grande, Ilha do Governador, Irajá, Penha, Ramos e Madureira deverão apresentar taxas de crescimento de 20% e mais.

c) "Seis municípios fluminenses"

Nos "seis municípios fluminenses" o pessoal ocupado na indústria deverá continuar a crescer no período 1968—1975. Êsse crescimento será bem mais acentuado que nas demais zonas da "macro-área", situando-se entre 40% e 60%. A êsse alto índice de crescimento sòmente Niterói será exceção, já que apresenta características de uso do solo semelhantes às da "micro-área" e deverá, portanto, sofrer um processo de êxodo industrial. Razão dêsse crescimento são os preços vantajosos dos terrenos e as facilidades de transporte, visto que todos os municípios, com exceção de São Gonçalo, são cortados por rodovias-tronco de grande importância econômica (Rodovias Presidente Dutra, Washington Luís, etc.). Para a prognose das taxas de crescimento dêsses municípios foi ainda considerado que a Companhia de Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro (CODERJ) está projetando a criação do Distrito Industrial de Imbariê no Município de Duque de Caxias.

3.2.2.3 Empregos no comércio e em serviços

A distribuição do pessoal ocupado no comércio e em serviços pelas zonas em 1975 mostra — como para 1968 — a correlação entre população residente e empregos no comércio e em serviços.
Constituem exceções a prestação de serviços no subsetor Govêrno, na área econômico-financeira de nível nacional e supra-regional e no comércio atacadista. Tôdas essas atividades concentram-se no Centro da cidade. Na medida em que o comércio varejista tende a se concentrar nos subcentros dos bairros, mais distintamente vai o Centro da cidade se caracterizando como área prestação de serviços.

a) "Micro-área"

O pessoal ocupado no comércio e em serviços na "micro-área" crescerá mais ou menos em proporção com o aumento da população.

b) "Guanabara menos micro-área"

Também na "Guanabara menos micro-área", onde se encontram bairros com população de renda menos elevada, a evolução do comércio e de serviços acompanhará a sempre crescente demanda de uma população em grande expansão.
Aqui, porém, o crescimento será mais acentuado que na "micro-área", já que, de um lado, será preciso suprir a carência existente de estabelecimentos comerciais varejistas e de órgãos de prestação de serviços, e de outro, a população cresce mais ràpidamente que na "micro-área".

c) "Seis municípios fluminenses"

Os "seis municípios fluminenses" — com exceção de Niterói — possuem as mesmas características da "Guanabara menos micro-área", de modo que para êles também prevalecem os comentários feitos acima. As condições de vida urbana nesses municípios são extremamente precárias, inexistindo, na maioria dos casos, até mesmo as instalações urbanas mais rudimentares. Há, portanto, grande demanda de órgãos de prestação de serviços e de comércio especializado para satisfazer uma população que, no período 1968—1975, deverá se expandir em cêrca de 67,64%. As elevadas taxas de aumento de pessoal ocupado no comércio e em serviços no período 1968—1975 podem ser vistas na Tab. D 10 (as taxas de expansão da Guanabara são indicadas para confronto).
Os valôres percentuais de expansão dos municípios — com exceção de Niterói — superam em muito, como já foi mencionado, os da Guanabara.

3.2.3 Distribuição dos empregos pelas zonas segundo os setores de atividade (1990)

3.2.3.1 Empregos em todos os setores de atividade

A Tab. D 11 apresenta a prognose para 1990, referente à população da Guanabara e à dos "seis municípios fluminenses", bem como a respectiva participação do pessoal ocupado.
Mostra ainda a distribuição dêsse pessoal ocupado pelos empregos, separados por setores de atividade.
Na Tab. D 12, em confronto com a Tab. D 11, a Guanabara foi subdividida em "micro-área" e "Guanabara menos micro-área", tendo sido considerados apenas os empregos nos setores de atividades mais importantes para o planejamento do tráfego.
A Tab. D 13 contém os dados da Tab. D 12 convertidos em percentagens em relação à "macro-área".
Uma comparação da Tab. D 13 com as Tab. C 13 e D 6 pode ser vista na Tab. D 14.
A expansão do pessoal ocupado de acôrdo com os setores de atividade na "Guanabara menos micro-área" mostra a crescente participação do setor industrial, mercê da implantação e do início de operação da área industrial de Santa Cruz no período coberto pela presente prognose. É essa a razão da grande melhoria de posição dessa região em relação à "macro-área", como pode ser visto na Tab. D 15.

Nos "seis municípios fluminenses" o número do pessoal ocupado nos três setores de atividade também sofrerá grande aumento. No setor industrial, como já ficou dito, isso será devido ao desenvolvimento do Distrito Industrial de Imbariê, com a expansão do Conjunto Petroquímico Presidente Vargas, no Município de Duque de Caxias, bem como das concentrações industriais já existentes nos Municípios de Nova Iguaçu, São Gonçalo e São João de Meriti.
A Tab. D 16 apresenta as taxas de crescimento dos empregos na indústria para os quatro municípios fluminenses acima mencionados nos períodos de 1968—1975 e 1975—1990, comparadas com as taxas da "macro-área".
A Tab. D 17 indica, de maneira análoga às Tab. C 14 (1968) e D 8 (1975), a estrutura dos empregos e a importância de cada um dos setores de atividade.
Uma comparação entre a Tab. D 17 e a Tab. D 8 demonstra que, mesmo depois de 1975, a "micro-área" acentua seu caráter de pólo da "macro-área", incrementando as parcelas referentes aos empregos no comércio e em serviços, às custas da indústria.
Quanto à evolução da "Guanabara menos micro-área" cumpre notar que a redução da incidência da indústria em 1975 é apenas passageira, e que esta torna a aumentar em 1990 por se presumir que, até então, tôdas as áreas industriais planejadas nessa região estarão em plena operação.
No que diz respeito aos "seis municípios fluminenses", a evolução do número de empregos até 1990 segundo os setores de atividade já foi comentada: a despeito da liberação da mão-de-obra na indústria, a posição dêsse setor de atividade pràticamente não será prejudicada em vista da expansão de emprêsas industriais já existentes. O pessoal ocupado no comércio, por outro lado, sofrerá acentuado aumento; no setor de serviços, entretanto, observar-se-á um ligeiro decréscimo no pessoal ocupado, em virtude da absorção de mão-de-obra subempregada (biscateiros).

Na "macro-área" em 1990 as atuais características de importância econômica e social supra-regional acentuar-se-ão mais ainda, o que quer dizer:

predominância do setor de serviços,
centro de prestação de serviços econômico-financeiros de âmbito nacional e de cultura.

A distribuição dos empregos de cada grupo de zonas pelas zonas individuais poderá ser vista em conjunto para todos os setores de atividade e em separado para cada setor na Tab. D 9, bem como nas Fig. C 6 e C 7. Na elaboração dêsses dados foram considerados os pontos de vista expostos a seguir.

3.2.3.2 Empregos na indústria

Para a prognose da evolução no período 1975—1990 no setor industrial partiu-se de uma divisão da Guanabara em três grupos:

a) As Zonas de Santa Cruz e Campo Grande sofrerão um aumento de 685,85% e 421,31%, respectivamente (Tab. D 15), devido à implantação e ao início de operação da área industrial de Santa Cruz.

b) As Zonas Méier (parcial), Ramos, Penha, Irajá, Madureira, Jacarepaguá, Bangu, Ilha do Governador, Engenho Nôvo (parcial), Engenho Nôvo, Méier, Cachambi, Caju, São Cristóvão, Riachuelo, etc., apresentarão um crescimento de mais de 50%.

c) Na parte preponderante das zonas sitas na "micro-área" o número do pessoal ocupado na indústria demonstrará um decréscimo absoluto ou apresentará um crescimento devido a emprêsas de artesanato ligadas ao florescente comércio de artigos de luxo nos sub-centros. Estão nesse caso as Zonas do Centro, Tijuca, Andaraí, Vila Isabel, Gávea, Botafogo, Catete, Flamengo, Laranjeiras, Leblon e Ipanema.

Tab. D 11
População, pessoal ocupado e distribuição dos empregos por setores de atividade na "macro-área" (1990)

Grupos de zonas	População	Pessoal ocupado				Empregos									
		Total		Comutadores		Total		Indústria		Comércio		Serviços		Agricultura e outros	
		Número	% de 2	Número	% de 3	Número	% de 3	Número	% de 5	Número	% de 5	Número	% de 5	Número	% de 5
1	2	3		4		5		6		7		8		9	
Nova Iguaçu	1 221 944	439 890	36,0	150 527	34,2	289 363	65,8	55 426	19,2	48 388	16,7	130 647	45,1	54 902	19,0
Nilópolis	298 959	99 254	33,2	53 595	54,0	45 659	46,0	7 742	17,0	9 826	21,5	26 898	58,9	1 193	2,6
S. João Meriti	657 002	210 241	32,0	115 256	54,8	94 985	45,2	16 189	17,0	19 973	21,0	56 135	59,1	2 688	2,9
Duque de Caxias	853 739	311 615	36,5	88 649	28,4	222 966	71,6	50 170	22,5	38 329	17,2	102 521	46,0	31 946	14,3
São Gonçalo	734 034	295 901	33,5	87 460	35,6	158 441	64,4	30 246	19,4	30 738	19,4	70 082	44.2	27 375	17,3
Niterói	484 246	178 203	36,8	49 819	28,0	128 384	72,0	27 087	21,1	26 196	20,4	68 608	53 4	6 493	5,1
"6 municípios fluminenses"	4 299 924	1 485 104	34,9	545 306	36,7	939 798	63,3	186 860	19,9	173 450	18,5	454 891	48,4	124 597	13,2
Guanabara	7 392 239	2 779 489	37,6	545 306	19,6	3 324 795	119,6	638 983	19,2	753 073	22,7	1 866 309	56,1	66 430	2,0
"Macro-área"	11 642 163	4 264 593	36,6	—	—	4 264 593	100,0	825 843	19,4	926 523	21,7	2 321 200	54,4	191 027	4,5

Tab. D 12
Empregos nos setores de atividade mais importantes – Número (1990)

Grupos de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	283 719	552 723	1 456 375	2 292 817
"Guanabara menos micro-área"	355 264	200 350	409 934	965 548
Guanabara	638 983	753 073	1 866 309	3 258 365
"6 municípios fluminenses"	186 860	173 450	454 891	815 201
"Macro-área"	825 843	926 523	2 321 200	4 073 566

Tab. D 14
Empregos por setor de atividade nos grupos de zonas – Percentagens relativas à "macro-área" (1968 – 1975 – 1990)

Grupos de zonas	Anos	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	1968	51,2	69,7	66,6	63,3
	1975	45,3	64,8	65,5	60,9
	1990	34,4	59,7	62,7	56,3
"Guanabara menos micro-área"	1968	34,1	17,2	17,6	21,7
	1975	36,3	20,0	17,3	22,1
	1990	43,0	21,6	17,7	23,7
Guanabara	1968	85,3	86,9	84,2	85,0
	1975	81,6	84,8	82,9	83,0
	1990	77,4	81,3	80,4	80,0
"6 municípios fluminenses"	1968	14,7	13,1	15,8	15,0
	1975	18,9	15,2	17,1	17,0
	1990	22,6	18,7	19,6	20,0

Tab. D 16
Aumento do número de empregos na indústria em 4 municípios fluminenses e na "macro-área" (1968 a 1975 e 1975 a 1990)

Zonas	1968 a 1975 %	1975 a 1990 %
Nova Iguaçu	61,93	129,80
S. João Meriti	71,67	150,41
Duque de Caxias	54,54	80,71
São Gonçalo	48,28	118,41
"Macro-área"	16,11	60,32

Tab. D 10
Aumento do número de empregos no comércio e em serviços na Guanabara e nos "6 municípios fluminenses" (1968–1975)

Grupos de zonas	Comércio %	Serviços %
Nova Iguaçu	80,4	62,0
Nilópolis	55,9	43,0
S. João Meriti	84,4	49,4
Duque de Caxias	74,1	56,7
São Gonçalo	59,6	43,0
Niterói	32,5	26,9
Guanabara	37,3	33,4

Tab. D 13
Empregos nos setores de atividade mais importantes – Percentagens relativas à "macro-área" (1990)

Grupos de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	34,3	59,7	62,7	56,3
"Guanabara menos micro-área"	43,0	21,6	17,7	23,7
Guanabara	77,4	81,3	80,4	80,0
"6 municípios fluminenses"	22,6	18,7	19,6	20,0
"Macro-área"	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. D 15
Aumento do número de empregos na indústria na região industrial oeste da Guanabara e em todo o Estado (1968 a 1975 e 1975 a 1990)

Zonas	1968 a 1975 %	1975 a 1990 %
Santa Cruz	138,11	685,85
Campo Grande	48,97	421,31
Guanabara	11,08	52,04

Tab. D 17
Empregos nos setores de atividade mais importantes – Percentagens relativas aos grupos de zonás (1990)

Grupo de zonas	Indústria	Comércio	Serviços	Total
"Micro-área"	12,4	24,1	63,5	100,0
"Guanabara menos micro-área"	36,8	20,7	42,5	100,0
Guanabara	19,6	23,1	57,3	100,0
"6 municípios fluminenses"	22,9	21,3	55,8	100,0
"Macro-área"	20,3	22,7	57,0	100,0

3.2.3.3 Empregos no comércio e em serviços

Para êsses setores de atividade, as zonas foram divididas em dois grupos, a saber:

a) Zonas que, em razão de elevadas taxas de crescimento populacional e devido às suas funções de subcentros dentro da área apresentam, para o período 1975—1990, um aumento do comércio superior a 90%. Estão nesse caso: Mangue, Rio Comprido, Flamengo, Botafogo, Laranjeiras, Ipanema, Andaraí, Maracanã, Vila Isabel, Engenho Nôvo, Méier, Engenho de Dentro, Riachuelo, Bangu, Jacarepaguá, Madureira, Irajá, Penha, Ilha do Governador, Méier (parcial), Ramos e Engenho Nôvo (parcial). Em algumas zonas — principalmente na "Guanabara menos micro-área" — o aumento do pessoal ocupado no comércio deverá ser atribuído também à melhoria e à diversificação do comércio existente.

b) Zonas que, já bastante desenvolvidas em 1968 ou 1975 no que diz respeito à prestação de serviços, apresentarão taxas de crescimento bem inferiores. Contam-se, entre estas, Copacabana, Centro, Catete, Urca, Leme, Grajaú, Lins de Vasconcelos, São Cristóvão, Caju, Benfica, Gamboa, Jacarèzinho, Santa Cruz, Lagoa, Leblon, Gávea e Tijuca.

Em algumas dessas zonas — como São Cristóvão, Gamboa, Caju e Benfica, atualmente em processo de transformação de áreas residenciais em áreas industriais — verifica-se uma procura reduzida de comércio varejista.

3.3 Matrículas escolares

3.3.1 Bases para a prognose

Para a prognose das matrículas escolares foi usada a mesma função exponencial já utilizada para o pessoal ocupado, ou seja:

$$r_t = a + b \cdot c^t.$$

Para alunos matriculados no nível primário, com $t \to \infty$, foi estabelecida uma taxa limite de 15% da população total. Assim será $r_t = 15 = a$.

Para alunos matriculados no nível médio a taxa limite em relação à população total foi fixada em 12%, e para os universitários da Guanabara e de Niterói em 14%. Esta taxa de 14% deve também englobar o aumento de matrículas em cursos de pós-graduação. A propósito veja-se [23].

Para Duque de Caxias foi estimada uma população universitária teórica da ordem de 339 alunos em 1975 e de 5220 em 1990, respectivamente 0,05% e 0,8% das populações totais dêsse município prognosticadas para aquêles anos.

Igualmente foi admitido que em 1990, com uma população estimada da ordem de 1 221 944 habitantes, o Município de Nova Iguaçu deverá possuir uma universidade que receberá não só a população local em idade universitária como também alunos dos municípios vizinhos. Pelo fato de não haver dados anteriores relativos a Nova Iguaçu, o número de alunos matriculados no ensino superior em 1990 baseou-se em uma relação hipotética de 9,1% da população total.

É interessante frisar que os valôres limites admitidos para o número de alunos nos três níveis de ensino não aparecem imutáveis, principalmente quando se leva em consideração que os censos de 1940, 1950 e 1960 mostraram que, em têrmos relativos, a população da classe de idades até 24 anos vem perdendo importância em comparação com a classe de idades de 25 anos e mais.

3.3.2 Distribuição dos alunos matriculados pelos grupos de zonas (1975)

O resultado da prognose, que houve de ser ajustada a diversas singularidades locais, é apresentado na Tab. D18. Mostra o número estimado dos alunos matriculados e sua distribuição pelos três níveis de ensino nos diversos grupos de zonas.

No nível primário observa-se no período 1968—1975 um crescimento da ordem de 16,24% na "micro-área" e de 25,18% na "Guanabara menos micro-área", resultando para a Guanabara um incremento de 21,85%.

Nos "seis municípios fluminenses", em igual período, as matrículas no nível primário apresentam um aumento de 33,6%.

Em confronto com os dados de 1968, entretanto, as posições relativas dos grupos de zonas alteram-se apenas ligeiramente. No conjunto a Guanabara perde posição relativa em comparação com os "seis municípios fluminenses". Êsse resultado é consequência da atual insuficiência do sistema escolar fluminense e da expectativa de acentuada melhoria para os anos vindouros.

No nível médio as alterações serão bem mais importantes em função do evidente deficit atual nas regiões menos desenvolvidas. Partiu-se da suposição de melhoria da relação alunos médios-população no Estado do Rio de Janeiro. A Guanabara perde, assim, posição relativa a favor dos "seis municípios fluminenses", os quais elevam sua participação de 18,4% em 1968 para 22,4% em 1975.

O número de alunos matriculados no nível médio crescerá, em média, 55% na "micro-área" e entre 55% e 75% na "Guanabara menos micro-área". Na "macro-área", sob a influência dos "seis municípios fluminenses", aumentará de 63,9%.

No nível superior observar-se-á a mesma tendência do nível médio, i. é, a Guanabara diminuirá sua participação em favor dos "seis municípios fluminenses", hoje extremamente carentes de estabelecimentos de ensino superior.

A Tab. D19 mostra a participação dos diferentes níveis de ensino em cada grupo de zonas.

Tab. D 18
Matrículas escolares nos diversos níveis em relação à "macro-área" (1975)

Grupos de zonas	População	%	Nível primário	%	Nível médio	%	Nível superior	%	Total	%
"Micro-área"	2 093 546	28,0	227 919	23,5	262 562	36,6	51 924	57,7	542 405	30,5
"Guanabara menos micro-área"	2 863 332	38,2	411 753	42,5	293 600	41,0	20 446	22,7	725 799	40,9
Guanabara	4 956 878	66,2	639 672	66,0	556 162	77,6	72 370	80,4	1 268 204	71,4
"6 municípios fluminenses"	2 535 087	33,8	329 409	34,0	160 605	22,4	17 562	19,6	507 576	28,6
"Macro-área"	7 491 965	100,0	969 081	100,0	716 767	100,0	89 932	100,0	1 775 780	100,0

Tab. D19
Matrículas escolares nos diversos níveis – Percentagens relativas aos grupos de zonas (1975)

Grupos de zonas	Nível primário %	Nível médio %	Nível superior %	Total %
"Micro-área"	42,0	48,4	9,6	100,0
"Guanabara menos micro-área"	56,7	40,5	2,8	100,0
Guanabara	50,4	43,9	5,7	100,0
"6 municípios fluminenses"	64,9	31,6	3,5	100,0
"Macro-área"	54,6	40,4	5,0	100,0

3.3.3 Distribuição dos alunos matriculados pelas zonas (1975)

A distribuição dos alunos matriculados pelos três níveis de ensino em cada uma das 55 zonas da "macro-área" é apresentada na Tab. D 20, bem como nas Fig. C 8 e C 9.

O confronto com as tabelas correspondentes de 1968 mostra que o número dos alunos matriculados no nível primário cresce entre 20,0% e 28,0%, de 1968 a 1975, nas Zonas de Engenho Nôvo, Riachuelo, Gávea, Lapa, Leblon, Engenho de Dentro e em tôdas as zonas da "Guanabara menos micro-área".

As demais zonas da "micro-área" apresentam um aumento do número de alunos do nível primário na base de sòmente 10,0% a 15,0%. Exceção compreensível é o Mangue, cujo crescimento previsto, da ordem de 81,9%, é função de sua transformação em zona residencial com apreciável volume de população residente.

Com referência ao nível médio merece menção especial Santa Cruz que apresenta, no período 1968—1975, decréscimo do número de alunos. Atualmente existem nessa zona dois colégios estaduais que atendem, além da população estudantil local, secundaristas de Cosmos, Paciência, Itaguaí (R J), Campo Grande e Bangu. Pode-se porém contar que até 1975 essas localidades venham a possuir ginásios e colégios próprios, o que desafogaria bastante os estabelecimentos de ensino localizados em Santa Cruz.

Tab. D 20 Matrículas escolares nos níveis primário, médio e superior (1968 –1975 –1990)

		Zonas	Nível primário			Nível médio			Nível superior			Total		
			1968	1975	1990	1968	1975	1990	1968	1975	1990	1968	1975	1990
"Macro-área"	Guanabara	"Micro-área" 01 Candelária	3 070	3 253	4 448	4 446	6 896	10 963	5 645	12 534	17 721	13 161	22 683	33 132
		02 Norte-Sul	1 885	1 996	2 730	7 982	12 458	19 804	2 197	1 433	2 691	12 064	15 887	25 225
		03 Pedro II	1 907	2 020	2 763	5 958	9 288	14 765	4 022	12 390	7 284	11 887	23 698	24 812
		04 Lapa	621	658	899	—	1 668	2 652	226	593	—	847	2 919	3 551
		05 Gambôa	3 853	2 718	1 284	1 336	2 058	3 271	—	—	—	5 189	4 776	4 555
		06 Mangue	661	1 202	2 330	587	890	5 305	262	—	—	1 510	2 092	7 635
		07 Rio Comprido	8 145	8 978	11 757	3 965	6 173	9 814	1 575	3 278	—	13 685	18 429	21 571
		08 Santa Teresa	4 815	5 317	6 974	682	1 057	1 680	—	608	1 134	5 497	6 982	9 788
		09 Catete	1 871	2 262	3 343	10 178	15 573	24 755	—	572	—	12 049	18 407	28 098
		10 Flamengo	3 552	4 191	6 176	908	1 390	2 210	1 060	2 851	—	5 520	8 432	8 386
		11 Laranjeiras	9 019	10 647	15 688	2 398	3 726	5 923	—	—	—	11 417	14 373	21 611
		12 Botafogo	17 748	20 322	28 492	14 207	22 135	35 188	1 151	2 128	5 862	33 106	44 585	69 542
		13 Urca	2 768	3 063	3 856	840	1 279	2 033	4 856	5 507	903	8 464	9 849	6 792
		14 Leme	2 207	2 839	4 581	—	—	—	—	—	—	2 207	2 839	4 581
		15 Copacabana	12 011	13 698	15 969	8 806	13 737	21 838	—	—	—	20 817	27 435	37 807
		16 Lagoa	5 232	6 547	10 152	872	1 335	2 122	71	—	—	6 175	7 882	12 274
		17 Ipanema	7 205	9 052	14 605	3 764	5 840	9 283	—	—	—	10 969	14 892	23 888
		18 Leblon	3 855	4 821	7 477	6 015	9 344	14 853	—	—	—	9 870	14 165	22 330
		19 Gávea	8 325	10 412	16 147	2 516	3 893	6 189	2 851	6 159	19 874	13 692	20 464	42 210
		20 Tijuca	16 381	18 941	26 991	24 143	41 212	65 513	—	—	—	40 524	60 153	92 504
		21 Andaraí	7 697	8 881	12 101	3 770	6 285	9 990	—	—	—	11 467	15 166	22 091
		22 Maracanã	12 504	13 957	18 485	17 729	28 031	44 559	432	868	33 267	30 665	42 856	96 311
		23 Vila Isabel	8 606	9 928	13 528	7 799	12 124	19 274	749	1 556	—	17 154	23 608	32 802
		24 Grajaú	2 378	2 744	3 738	1 654	2 558	4 067	—	—	—	4 032	5 302	7 805
		25 Lins de Vasconcelos	5 087	5 920	8 188	103	167	265	—	—	—	5 190	6 087	8 453
		26 Engenho Nôvo	3 876	4 712	7 009	5 610	9 844	15 649	—	—	—	9 486	14 556	22 658
		27 Méier	8 560	9 967	13 782	16 040	22 413	35 630	—	—	—	24 600	32 380	49 412
		28 Engenho de Dentro	5 132	6 245	9 290	2 311	3 615	5 747	—	—	—	7 443	9 860	15 037
		29 Cachambi	4 650	5 378	7 311	898	1 557	2 475	—	—	—	5 548	6 935	9 786
		30 Riachuelo	8 504	10 349	15 394	926	1 446	2 299	—	—	—	9 430	11 795	17 693
		31 Jacarèzinho	—	1 841	3 757	—	166	265	—	—	—	—	2 007	4 022
		32 Benfica	3 697	4 495	6 686	274	445	707	—	—	—	3 971	4 940	7 393
		33 Caju	1 053	1 108	1 337	—	111	177	—	—	—	1 053	1 219	1 514
		34 São Cristóvão	9 199	9 457	10 691	8 868	13 848	22 014	946	1 447	—	19 013	24 752	32 705
		35 Serra dos Três Rios	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		40 Santa Cruz	14 088	17 945	27 727	8 852	6 451	10 256	—	—	—	22 940	24 396	37 983
		41 Campo Grande	35 372	44 342	69 453	15 446	23 526	37 398	416	854	1 595	51 234	68 722	108 446
		42 Bangu	51 482	64 411	101 854	23 167	38 375	61 004	—	—	—	74 649	102 786	162 858
		43 Jacarepaguá	31 089	38 705	61 149	12 374	19 299	30 679	—	—	—	43 463	58 004	91 828
		44 Madureira	49 541	61 685	98 136	44 845	74 806	115 025	—	—	—	94 386	136 491	213 161
		45 Irajá	50 166	62 987	99 396	19 459	30 311	48 184	—	—	—	69 625	93 298	147 580
		46 Penha	34 159	42 931	67 074	20 966	32 647	51 897	—	—	—	55 125	75 578	118 971
		47 Ilha do Governador	12 151	15 432	23 824	12 840	19 466	30 944	7 128	13 368	81 686	32 119	48 266	136 454
		48 Ilha de Paquetá	886	1 103	1 737	292	334	530	—	—	—	1 178	1 437	2 267
		49 Méier (parcial)	10 178	12 660	19 936	6 203	9 677	15 383	—	—	—	16 381	22 337	35 319
		50 Ramos	30 601	38 096	60 192	22 574	31 534	50 129	—	—	—	53 175	69 630	110 321
		51 Engenho Nôvo (parcial)	5 484	6 841	10 773	3 985	6 229	9 902	2 995	6 224	20 181	12 464	19 294	40 856
		52 Tijuca (parcial)	996	1 240	1 952	411	611	972	—	—	—	1 407	1 851	2 924
		53 Lagoa (parcial)	2 711	3 375	5 315	—	334	530	—	—	—	2 711	3 709	5 845
		60 Queimados 61 Nova Iguaçu 64 Belfort Roxo	67 615	93 346	162 504	14 213	33 569	93 112	—	—	12 219	81 828	126 915	267 835
		62 Nilópolis 63 Olinda	16 205	21 749	36 622	7 806	15 076	32 676	—	—	—	24 011	36 825	69 298
		65 Coelho da Rocha 66 São Mateus 67 São João de Meriti	25 912	35 628	62 152	5 883	15 989	48 158	—	—	—	31 795	51 617	110 310
		68 Duque de Caxias	46 471	64 647	112 864	11 152	29 564	80 849	181	339	5 220	57 804	94 550	198 933
		69 São Gonçalo 70 Neves 71 Sete Pontas 72 Monjolo 73 Ipiíba 74 Niterói 75 Itaipu	48 803	64 706	107 288	12 680	26 368	65 109	—	—	—	61 483	91 074	172 397
		80 Norte 81 Este	41 636	49 333	70 171	28 581	40 039	58 110	7 726	17 223	41 500	77 943	106 595	169 781
Total		"Micro-área"	196 074	227 919	317 959	165 585	262 562	421 279	26 043	51 924	88 736	387 702	542 405	827 974
		"Guanabara menos micro-área"	328 904	411 753	648 518	191 414	293 600	462 833	10 539	20 446	103 462	530 857	725 799	1 214 813
		Guanabara	524 978	639 672	966 477	356 999	556 162	884 112	36 582	72 370	192 198	918 559	1 268 204	2 042 787
		"6 municípios fluminenses"	246 642	329 409	551 601	80 315	160 605	378 014	7 907	17 562	58 939	334 864	507 576	988 554
		"Macro-área"	771 620	969 081	1 518 078	437 314	716 767	1 262 126	44 489	89 932	251 137	1 253 423	1 775 780	3 031 341

3.3.4 Distribuição dos alunos matriculados pelos grupos de zonas (1990)

A Tab. D 21 mostra o número estimado dos alunos matriculados e sua distribuição pelos três níveis de ensino nos diversos grupos de zonas.
É interessante acompanhar a mudança da relação população-alunos entre 1968 e 1990 nos grupos de zonas da "macro-área". Observe-se para tanto a Tab. D 22, onde se verifica claramente que em 1990 ocorrera um quase-equilíbrio na relação população-alunos.
A Tab. D 23 dá a participação das matrículas nos diferentes níveis de ensino em cada grupo de zonas.
Na "micro-área" acentua-se claramente a predominância do nível médio sôbre o nível primário. Isto se baseia na suposição, já admitida para 1975, de que a concentração dos ginásios e colégios particulares e públicos existentes na "micro-área" continuará a atender a uma ponderável parcela de população escolar de nível médio da "Guanabara menos micro-área".
Na "Guanabara menos micro-área" e nos "seis municípios fluminenses" as percentagens referentes aos alunos de nível médio aproximam-se bastante das de alunos de nível primário da "micro-área".
Também a participação dos universitários sofrerá substancial aumento que, sòmente na "micro-área", se elevará a 10,7%.
De um modo geral os diversos níveis de ensino oferecerão em 1990 um quadro equilibrado, sobretudo na Guanabara.

3.3.5 Distribuição dos alunos matriculados pelas zonas (1990)

A distribuição dos alunos matriculados nos três níveis de ensino em cada uma das 55 zonas da "macro-área" encontra-se na Tab. D 20, bem como nas Fig. C 8 e C 9.

a) Alunos do nível primário

No nível primário o acréscimo médio nas zonas da "micro-área" no período 1975—1990 é da ordem de 39,5%, sendo que o Mangue e Jacarèzinho apresentam valôres de 93,8% e 104,1%, respectivamente, pelas razões já anteriormente expostas.
Na Gamboa observa-se um decréscimo nesse período da ordem de 52,8%, em virtude de seu esvaziamento em têrmos de população residente.
O crescimento nas zonas da "Guanabara menos micro-área" situa-se entre 54,5% (Santa Cruz) e 59,1% (Madureira); nos "seis municípios fluminenses" — com exceção de Niterói — o aumento é de 60,0% a 70,0%.

b) Alunos do nível médio

Quanto ao nível médio, o número de alunos nas zonas da Guanabara cresce homogêneamente, na ordem de 58%. Para os "seis municípios fluminenses", ao contrário, são estimados acréscimos substanciais, a fim de que atinjam um percentual relativo à população igual ao da Guanabara.

c) Alunos do nível superior

No que respeita ao nível superior, os resultados por zonas baseiam-se em quatro suposições:

c. 1) Que continue o subtancial crescimento que, nos últimos anos, obedeceu a uma taxa anual da ordem de 12,0%.
c. 2) Que em 1990 o "campus" da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na Ilha do Fundão, e da Universidade do Estado da Guanabara, próximo ao Maracanã, estejam em operação com tôdas as unidades para lá transladadas.
c. 3) Que o volume de população de Campo Grande, Caxias e Nova Iguaçu exija a criação de unidades universitárias nessas zonas.
c. 4) Que as várias faculdades isoladas atualmente existentes desapareçam e sejam absorvidas pelas universidades.

Resultam então os seguintes acréscimos por zona no período 1975—1990:
"Área central": Candelária: 41% e Norte-Sul: 88%. Nesta área encontram-se as faculdades Cândido Mendes.
Gávea: 322%; o acréscimo se refere à Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
Maracanã: 3 840%; refere-se à Universidade do Estado da Guanabara que estará tôda concentrada nessa zona em 1990.
Ilha do Governador (Fundão): 610%; aí se localiza o "campus" da Universidade Federal do Rio de Janeiro, o qual em 1990 deverá estar funcionando com tôdas as suas unidades.
Engenho Nôvo (parcial): 324%; situa-se nessa zona, entre outras, a Fundação Gama Filho, que atende a uma vasta região dos subúrbios da Central, bem como parte da Zona Sul da cidade.
Em conjunto o número de alunos do nível superior aumentará na Guanabara no período 1975—1990 em 165%.
Para os "seis municípios fluminenses" o número de alunos da Universidade Federal Fluminense, com sede em Niterói, crescerá de 140% no mesmo período. Além disso pode-se contar com a criação de universidades em Duque de Caxias e Nova Iguaçu, de forma idêntica à que se irá processar em Campo Grande, a fim de fazerem face à demanda de uma população em acelerada expansão. A estimativa foi feita apenas em relação à população prevista para 1990.
Note-se que, se fôr implantada a reforma universitária proposta pelo Govêrno Federal, as numerosas universidades existentes na área metropolitana do Rio de Janeiro não estarão em condições de fazer face à crescente demanda.

3.4 Carros particulares

3.4.1 Premissas para a prognose

A prognose foi efetuada com base na premissa de que a razão entre a população e o número de carros particulares tende para 3. Êsse número foi escolhido tendo em vista que o carro particular é um bem de consumo que, pela experiência internacional, se aproxima do ponto de saturação ao atingir aquêle valor. Para a prognose foi empregada novamente a função exponencial

$$r_t = a + b \cdot c^t,$$

onde r_t é a razão mencionada, t o tempo, e a, b, e c constantes.
Para que a razão resulte, para $t \to \infty$, no número relativo $r_t = 3$, será preciso que c seja < 1, obtendo-se, assim:

$$\lim r_t = a = 3.$$

A equação inicial é agora

$$r_t - 3 = b \cdot c^t,$$

ou seja, com

$$r_t - 3 = x_t$$
$$x_t = b \cdot c^t.$$

Por transformação logarítmica obtém-se

$$\log x_t = \log b + t \cdot \log c,$$

Tab. D 21
Matrículas escolares nos diversos níveis em relação à "macro-área" (1990)

Grupos de zonas	População	%	Nível primário	%	Nível médio	%	Nível superior	%	Total	%
"Micro-área"	2 883 345	24,8	317 959	21,0	421 279	33,4	88 736	35,3	827 974	27,3
"Guanabara menos micro-área"	4 508 894	38,7	648 518	42,7	462 833	36,6	103 462	41,2	1 214 813	40,1
Guanabara	1 392 239	63,5	966 477	63,7	884 112	70,0	192 198	76,5	2 042 787	67,4
"6 municípios fluminenses"	4 249 924	36,5	551 601	36,3	378 014	30,0	58 939	23,5	988 554	32,6
"Macro-área"	11 642 163	100,0	1 518 078	100,0	1 262 126	100,0	251 137	100,0	3 031 341	100,0

Tab. D 22
Relação população/matrículas escolares (1968 – 1975 – 1990)

Grupos de zonas	% da população em relação à "macro-área"			% das matrículas escolares em relação à "macro-área"		
	1968	1975	1990	1968	1975	1990
"Micro-área"	30,2	28,0	24,8	30,9	30,5	27,3
"Guanabara menos micro-área"	38,4	38,2	38,7	42,4	40,9	40,1
Guanabara	68,6	66,2	63,5	73,3	71,4	67,4
"6 municípios fluminenses"	31,4	33,8	36,5	26,7	28,6	32,6
"Macro-área"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. D 23
Matrículas escolares nos diversos níveis – Percentagens relativas aos grupos de zonas (1990)

Grupos de zonas	Nível primário %	Nível médio %	Nível superior %	Total %
"Micro-área"	38,4	50,9	10,7	100,0
"Guanabara menos micro-área"	53,4	38,1	8,5	100,0
Guanabara	47,3	43,3	9,4	100,0
"6 municípios fluminenses"	55,8	38,2	6,0	100,0
"Macro-área"	50,1	41,6	8,3	100,0

e, assim, o sistema de equações

$$\Sigma \log x_t = 4 \cdot \log b + \log c \cdot \Sigma t$$
$$\Sigma t \cdot \log x_t = \log b \cdot \Sigma t + \log c \cdot \Sigma t^2.$$

O desenvolvimento dêsse cálculo, como será mostrado para a Guanabara, resulta numa equação de regressão para a apuração do futuro número de carros particulares.

3.4.2 Prognose para a Guanabara

A equação de regressão é formada com o número de carros licenciados na Guanabara de 1965 a 1968, que foi fornecido pela Secretaria de Finanças do Estado da Guanabara (Tab. D 24).

Assim: $5{,}25189 = 4 \log b + 6 \log c$
$7{,}71007 = 6 \log b + 14 \log c,$

donde: $\log b = 1{,}36299$ $\log c = 9{,}96665\text{-}10$
$b = 23{,}06$ $c = 0{,}9261.$

A equação de regressão será, pois:
$r_t = 3 + 23{,}06 \cdot 0{,}9261^t,$
obtendo-se, para

1975: 300 964 carros particulares,
1990: 1 018 214 carros particulares.

Empregando-se como dados iniciais apenas os de 1965 (t = 0) e 1968 (t = 3), o resultado obtido é aparentemente mais equilibrado.

As equações iniciais são:

$$r_0 = a + b \cdot c^0 = a + b = 25{,}67$$
$$r_3 = a + b \cdot c^3 = 21{,}67.$$

Com a = 3, segue-se que $b = 22{,}67$ e
$c = 0{,}5237,$

e, como equação de regressão:

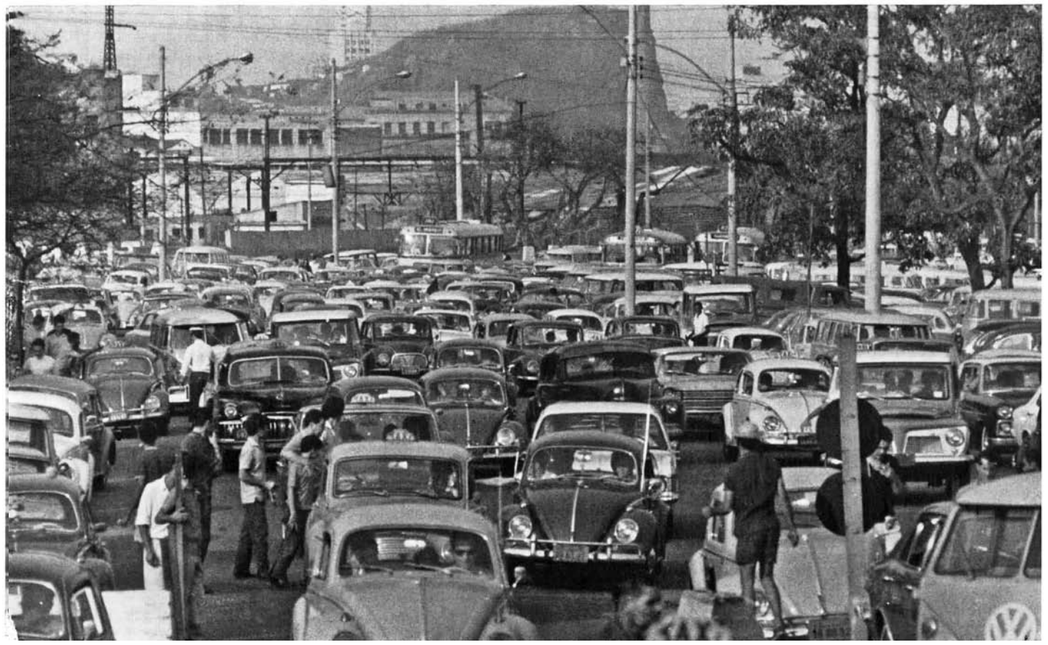
$$r_t = 3 + 22{,}67 \cdot 0{,}5237^t.$$

Com essa equação, obtêm-se para

1975 ($r_t = 14{,}87$): 333 347 carros particulares,
1990 ($r_t = 7{,}50$): 985 632 carros particulares.

3.4.3 Distribuição pelas zonas da Guanabara

Para a distribuição dos carros particulares calculados para 1975 e 1990 pelas diversas zonas da Guanabara foram empregadas as relações publicadas nos "Estudos Cariocas", entre a renda média e o número de carros particulares.



Tab. D 24
Carros particulares e população – Guanabara (1965 a 1968)

Ano	Carros licenciados	População	$r_t = \frac{3}{2}$	x_t	t	t^2	$\log x_t$	$t \cdot \log x_t$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1965	146 762	3 747 000	25,67	22,67	0	0	1,35564	0
1966	152 271	3 886 000	25,52	22,52	1	1	1,35257	1,35257
1967	184 330	4 007 000	21,73	18,73	2	4	1,27254	2,54408
1968	189 360	4 103 764	21,67	18,67	3	9	1,27114	3,81342
Totais					6	14	5,25189	7,71007

Tab. D 25
Renda média mensal por zonas, em salários mínimos de 1965 (1968 – 1975 – 1990)

Zonas	1968	1975	1990	Zonas	1968	1975	1990
01	1,51	1,68	2,19	26	1,41	1,57	2,04
02	1,37	1,52	1,99	27	1,62	1,80	2,35
03	1,51	1,68	2,19	28	1,64	1,82	2,38
04	1,51	1,68	2,19	29	1,39	1,54	2,02
05	1,51	1,68	1,68	30	1,38	1,53	2,00
06	1,36	1,51	1,97	31	—	—	—
07	1,72	1,91	2,49	32	1,23	1,37	1,78
08	1,45	1,61	2,10	33	1,27	1,41	1,84
09	1,72	1,91	2,49	34	1,41	1,57	2,04
10	1,98	2,20	2,87	35	—	—	—
11	1,98	2,20	2,87	40	1,24	1,38	1,80
12	1,98	2,20	2,87	41	1,22	1,35	1,77
13	2,17	2,41	3,15	42	1,22	1,35	1,77
14	2,17	2,41	3,15	43	1,28	1,42	1,86
15	2,17	2,41	3,15	44	1,24	1,38	1,80
16	2,03	2,25	2,94	45	1,23	1,37	1,78
17	2,03	2,25	2,94	46	1,35	1,50	1,96
18	2,03	2,25	2,94	47	1,63	1,81	2,36
19	2,03	2,25	2,94	48	—	—	—
20	1,96	2,18	2,84	49	1,23	1,37	1,78
21	1,72	1,91	2,49	50	1,43	1,59	2,07
22	1,71	1,90	2,48	51	1,23	1,37	1,78
23	1,69	1,88	2,45	52	1,96	2,18	2,84
24	1,79	1,99	2,60	53	2,20	2,44	3,19
25	1,70	1,89	2,47				

Essas relações conduzem, com o emprêgo do Método Bartlett ("Johanton Econometric Method, MacGraw-Hill"), à seguinte equação de regressão:

$$y = 2{,}879 + \frac{111{,}585}{x^{4{,}371}}$$

ou seja:

$$\log (y - 2{,}879) = 2{,}04759 - 4{,}371 \cdot \log x,$$

onde:

x = renda média mensal — expressa em salários mínimos — das pessoas com mais de 14 anos de idade, e

y = número de pessoas por carro particular.

A Tab. D 25 indica a renda média estimada da população com mais de 14 anos de idade, em cada zona do Estado da Guanabara, para 1968, 1975 e 1990, expressa em relação ao salário mínimo de 1965.

Para determinar a renda em 1975 e 1990 foi admitido que a renda média real deverá crescer de 1,5% ao ano, até 1975; depois essa percentagem deverá aumentar linearmente para atingir 2% em 1990.

Com essas premissas chega-se às seguintes taxas de crescimento de renda:

1968—1975: 11,0%,
1968—1990: 44,6%.

Empregando a equação de regressão mencionada, e com uma renda

x = 2,20 (p. ex., Zona 10 em 1975),

ter-se-á

y = 6,4 pessoas por carro particular.

Dividindo o número de habitantes estimado pelas relações obtidas acima (y), obtém-se a distribuição espacial do número de carros particulares estimado para 1975 em 333 347, e para 1990 em 985 632, conforme a Tab. D 26 e as Fig. C10 e C11.

3.4.4 Prognose para os "seis municípios fluminenses"

Estimativas análogas às feitas para a Guanabara forneceram os seguintes números para os "seis municípios fluminenses":

1975 ($r_t = 29{,}5$): 85 985 carros particulares,
1990 ($r_t = 14{,}5$): 292 813 carros particulares.

3.4.5 Distribuição pelos "seis municípios fluminenses"

Levando em consideração a evolução presente e futura de cada um dos municípios, foram estimados para 1975 e 1990 os valôres indicados na Tab. D 26 e na Fig. C10.

4. Estrutura do tráfego

Em C1 discorreu-se, de forma geral, sôbre a metodologia que neste Estudo serviu de base para a análise e, em D1, sôbre a da prognose da distribuição do tráfego na Área de Estudo. Êsse método, conhecido na engenharia de tráfego como "prognose de modêlo", distingue-se do método clássico e subjetivo da "prognose de tendências" por uma compreensão amplamente objetiva das regras que determinam o tráfego. Com o auxílio do processamento de dados é possível um acompanhamento detalhado do complexo desenvolvimento das correntes de tráfego em uma área de aglomeração, e sua representação através de modelos matemáticos de tráfego.

Para tanto é preciso, através de modêlo de alocação, distribuir o tráfego apurado por uma rêde total de tráfego. No contexto do presente Estudo essa fase só será atingida no Cap. E.

Por enquanto cumprirá apenas verificar se os meios de transporte existentes e seus itinerários, inclusive as ampliações previstas para 1975 e 1990 — que não consideram a existência de um metrô —, terão capacidade para atender o tráfego futuro.

Em grande parte bastará para essas pesquisas uma avaliação baseada na distribuição total do tráfego representada gràficamente por meio dos fluxos ideais de tráfego; em parte, entretanto, será preciso também antecipar resultados da alocação do Cap. E.

4.1 Prognose da distribuição do tráfego coletivo

4.1.1 Prognose da geração de tráfego

Em C4.1.6 foi estabelecida, com o auxílio do cálculo de regressão, uma relação matemática entre a geração de tráfego contada em cada zona da Área de Estudo e seus dados estruturais relevantes.

Admitindo-se, de acôrdo com as exposições anteriores, como válidas também para o futuro, as normas matemáticas aplicadas para 1968, é possível calcular o tráfego gerado Q_l ou Z_l, onde Q_l é o tráfego diário tendo por origem a zona l e Z_l o tráfego diário tendo essa zona por destino, pela introdução dos dados estruturais estabelecidos em D3 para os dois anos-prazo na equação matemática de interrelação. Para cada caso introduziram-se no modêlo de geração de tráfego, de acôrdo com o cálculo regressivo, os seguintes fatôres relevantes de influência:

população de 1975 ou de 1990,
empregos de 1975 ou de 1990, respectivamente na indústria, no comércio e em serviços,
matrículas escolares de 1975 ou de 1990 nos estabelecimentos de ensino médio e superior.

O resultado dêsse cálculo, obtido, para um processamento rápido e seguro dos dados numéricos, com o auxílio de computador, consta de uma relação de tráfego de origem e de destino para tôdas as viagens em todos os meios de transporte, separadamente para 1975 e para 1990. Pode-se então calcular para cada Zona l da Área de Estudo um fator de crescimento f_l que representará a futura evolução de tráfego da respectiva zona, mediante a fórmula:

$$f_l = \frac{Q_l + Z_l}{Q_l' + Z_l'},$$

onde:

f_l = fator de crescimento da Zona l,
Q_l e Z_l = tráfego de origem e de destino em 1975 ou 1990 na Zona l,

Q_l' e Z_l' = tráfego de origem e de destino em 1968 na Zona l.

Os fatôres de crescimento das zonas dentro da "macro-área", assim estabelecidos para os anos-prazo 1975 e 1990, acham-se na Tab. D 27. Todos os fatôres de crescimento para 1975 estão bem abaixo do índice f = 2,0; oscilam entre 1,095 (Ilha de Paquetá) e 1,620 (Caxias). Para a "área central", com as Zonas 01 a 04, o fator de crescimento é de cêrca de 1,3; isso significa um aumento de tráfego de 30% no período 1968—1975 ou um aumento médio anual de 4,3%. Êsse valor corresponde, aproximadamente, ao fator médio de crescimento de 1,34 para tôda a região.

Tab. D 26
Carros particulares (1968 – 1975 – 1990)

	Zonas	1968	1975	1990
01	Candelária	204	553	1 702
02	Norte-Sul	652	767	2 642
03	Pedro II	1 467	2 488	7 661
04	Lapa	695	1 383	4 256
05	Gamboa	759	840	894
06	Mangue	719	1 948	9 457
07	Rio Comprido	3 579	5 542	14 118
08	Santa Teresa	2 823	4 837	15 325
09	Catete	2 386	4 081	11 698
10	Flamengo	12 184	12 543	30 303
11	Laranjeiras	6 092	13 533	32 695
12	Botafogo	12 177	20 564	47 273
13	Urca	1 677	2 923	5 430
14	Leme	2 712	4 927	11 734
15	Copacabana	25 520	45 868	78 926
16	Lagoa	1 247	2 187	5 415
17	Ipanema	12 213	13 444	34 639
18	Leblon	5 643	7 396	18 243
19	Gávea	3 632	8 389	20 776
20	Tijuca	10 468	18 918	46 323
21	Andaraí	3 700	6 357	16 854
22	Maracanã	5 979	7 234	18 782
23	Vila Isabel	3 691	6 451	17 422
24	Grajaú	2 901	4 706	11 907
25	Lins de Vasconcelos	1 463	2 737	7 501
26	Engenho Nôvo	1 811	3 437	12 219
27	Méier	4 238	6 490	18 777
28	Engenho de Dentro	3 728	6 384	19 684
29	Cachambi	1 169	2 072	7 052
30	Riachuelo	2 422	3 346	12 392
31	Jacarèzinho	—	—	—
32	Benfica	305	1 120	4 436
33	Caju	135	206	610
34	São Cristóvão	1 850	2 922	7 904
35	Serra dos Três Rios	—	—	—
	"Micro-área"	140 241	226 593	555 470
40	Santa Cruz	1 419	3 313	13 991
41	Campo Grande	2 736	7 531	32 793
42	Bangu	4 207	11 300	49 203
43	Jacarepaguá	4 470	8 858	35 201
44	Madureira	8 032	17 438	73 654
45	Irajá	5 272	12 477	52 313
46	Penha	6 638	12 755	50 807
47	Ilha do Governador	3 847	7 351	23 989
48	Ilha de Paquetá	—	—	—
49	Méier (parcial)	3 799	8 663	36 320
50	Ramos	6 845	13 356	49 946
51	Engenho Nôvo (parcial)	670	1 678	7 034
52	Tijuca (parcial)	747	1 347	3 646
53	Lagoa (parcial)	437	687	1 685
	"Guanabara menos micro-área"	49 119	106 754	430 162
	Guanabara	189 360	333 347	985 632
60	Queimados	6 206	18 159	71 879
61	Nova Iguaçu			
64	Belfort Roxo			
62	Nilópolis	1 917	5 074	19 931
63	Olinda			
65	Coelho da Rocha	4 027	11 117	43 800
66	São Mateus			
67	São João de Meriti			
68	Duque de Caxias	5 954	15 737	65 672
69	São Gonçalo	4 447	11 957	45 877
70	Neves			
71	Sete Pontas			
72	Monjolo			
73	Ipiíba			
74	Niterói	13 368	23 941	45 654
75	Itaipu			
	"6 municípios fluminenses"	35 919	85 985	292 813
	"Macro-área"	225 279	419 332	1 278 445

De acôrdo com os resultados das prognoses sócio-econômicas e urbanísticas que deixam prever um grande aumento de população nos "seis municípios fluminenses", resultam, também lá, os mais altos fatôres de crescimento, com aumentos anuais de tráfego de 7 a 9%.
O fator de crescimento da Zona 80 (Zona Coletora Norte, externa à "macro-área") corresponde ao de Nova Iguaçu. A Zona 81 não aparece na tabela porque não existem dados provenientes da análise de tráfego.
Os fatôres de crescimento estabelecidos para 1990 são tão elevados, devido ao período coberto pela prognose (1968—1990 = 22 anos), que em mais de 50% de tôdas as zonas o índice f = 2,0 é ultrapassado. Um fator de crescimento f = 2,0 numa zona significa que seu tráfego duplicará.
Os índices extremos, comparados com os de 1975, indicam uma margem de oscilação consideràvelmente maior. O índice mínimo, em 1990, é $f_{31} = 1{,}294$ (Jacarèzinho) e o máximo, $f_6 = 6{,}021$ (Mangue).
No caso de Jacarèzinho o baixo valor explica-se pela reduzida possibilidade de crescimento dessa área, atualmente já superlotada. A Zona do Mangue, entretanto, adquirirá importância especial com crescimento demográfico considerável, devido à reurbanização da Cidade Nova.
Em três das quatro zonas 01 a 04, "área central", o fator de crescimento fica apenas ligeiramente abaixo de 2,0; a fôrça de atração dessa área aumentará assim consideràvelmente, apesar de já estar densamente ocupada, continuando a aumentar os atuais problemas de tráfego.
A tendência que já pode ser observada em 1975 nos "seis municípios fluminenses" continuará até 1990; os fatôres de crescimento oscilam em tôrno do índice f = 3,0, o que significa uma triplicação da geração de tráfego em confronto com 1968.

4.1.2 Prognose da distribuição do tráfego

Conforme já exposto em C1.2.2.2, a futura distribuição do tráfego não é calculada com o auxílio das leis de gravitação, mas sim mediante um modêlo denominado "método de fator médio".
Êsse modêlo tem a seguinte expressão:

$$F_{IJ} = F_{IJ}' \cdot \frac{f_I + f_J}{2},$$

onde: F_{IJ} = futura distribuição do tráfego em 1975 ou em 1990 (número das futuras viagens entre as Zonas I e J),
F_{IJ}' = distribuição atual do tráfego (Tab. C27 da análise do tráfego),
f_I e f_J = fatôres de crescimento das Zonas I e J (Tab. D27).

No cálculo de F_{IJ} pela fórmula supra, aparece normalmente a seguinte desigualdade:

$$\sum_J F_{IJ} \neq f_I \cdot \sum_J F_{IJ}'.$$

Para neutralizar essa contradição determinam-se iterativamente índices auxiliares f*, que servirão para a determinação de novos F_{IJ}^*:

$$f_I^* = \frac{f_I \cdot \sum_J F_{IJ}'}{\sum_J F_{IJ}}$$

$$F_{IJ}^* = F_{IJ} \cdot \frac{f_I^* + f_J^*}{2}.$$

Caso com êsses fatôres F_{IJ}^* a desigualdade continue como dantes, calculam-se novos índices auxiliares f**, e com êsses os fatôres F_{IJ}^{**}. Êsse método deverá ser prosseguido iterativamente até que os índices auxiliares f* tenham atingido o valor 1,0 com suficiente precisão.
Êsse método iterativo, especialmente adequado para um computador, bem como o cálculo de geração de tráfego, foi realizado, para os dois anos-prazo (1975 e 1990), pelo Rio Datacentro da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. A fim de limitar as etapas do cálculo tornou-se necessário fixar um valor limite para o fim da iteração. O cálculo dos fatôres F_{IJ}^* pareceu satisfatório, uma vez atingida para o índice auxiliar f* uma aproximação de ±1% do valor 1,0, i. é, se estivesse entre 0,99 e 1,01.
A realização do cálculo mostrou que, com êsse grau de exatidão, foram necessárias cinco etapas iterativas para o ano-prazo 1975 e seis para o ano-prazo 1990.
Os resultados do computador para esta etapa de trabalho são tabelas de viagens transformadas em matrizes de viagens (também chamadas "matrizes de distribuição do tráfego"), as quais apresentam tôdas as viagens diárias entre as diversas zonas da Área de Estudo.
Os resultados para o ano-prazo 1975 encontram-se na Tab. D28 e para o ano-prazo 1990 na Tab. D29.
O tráfego interno das zonas não consta nessas matrizes de viagens; para vários municípios faltam também os dados referentes a alguns distritos, os quais, de acôrdo com a Tab. D27, estão incluídos em outras zonas. As matrizes de viagens estão subdivididas em "micro-área", Guanabara e "macro-área".
Para a "micro-área" há indicação em separado da soma das viagens de origem, das viagens de destino e do total das viagens.
O tráfego de origem de tôdas as zonas aparece na penúltima coluna e o de destino na penúltima linha da tabela (v. também Fig. C47 e C48).

O total das viagens para a "macro-área" para 1975 foi calculado em 5,25 milhões, e para 1990 em 8,71 milhões. Isso significa um aumento de 34% e 122%, respectivamente, sôbre 1968, quando o total das viagens era 3,92 milhões.
O conhecimento do futuro total de viagens segundo origem e destino já possibilita as primeiras deduções sôbre a localização dos fluxos de tráfego mais importantes. Para maior clareza foram reunidas, de acôrdo com os pontos de vista expressos em C4.1.5.1 (v. também Fig. C41), zonas individuais da Área de Estudo e apresentados gràficamente (Fig. D2 e D3) os respectivos fluxos de tráfego para os anos-prazo 1975 e 1990, como linhas de desejos de tráfego.
Mereceram destaque especial as relações de tôdas as zonas com a "área central", inclusive a zona portuária do Rio de Janeiro (Zonas 01 a 05).

Tab. D 27
Fatôres de crescimento f de tôdas as zonas da "macro-área"

Zonas		Fator de crescimento f 1968 a 1975	1968 a 1990
01	Candelária	1,343	1,944
02	Norte-Sul	1,289	1,936
03	Pedro II	1,351	1,649
04	Lapa	1,373	1,819
05	Gamboa	1,129	1,572
06	Mangue	1,266	6,021
07	Rio Comprido	1,287	1,710
08	Santa Teresa	1,196	1,711
09	Catete	1,406	2,106
10	Flamengo	1,324	2,002
11	Laranjeiras	1,269	2,039
12	Botafogo	1,336	2,173
13	Urca	1,213	1,391
14	Leme	1,222	1,855
15	Copacabana	1,304	2,101
16	Lagoa	1,211	1,765
17	Ipanema	1,314	2,212
18	Leblon	1,369	2,149
19	Gávea	1,371	2,523
20	Tijuca	1,395	2,128
21	Andaraí	1,200	1,673
22	Maracanã	1,340	2,786
23	Vila Isabel	1,287	1,803
24	Grajaú	1,209	1,676
25	Lins de Vasconcelos	1,152	1,578
26	Engenho Nôvo	1,385	2,122
27	Méier	1,301	2,024
28	Engenho de Dentro	1,255	1,926
29	Cachambi	1,197	1,703
30	Riachuelo	1,194	1,839
31	Jacarèzinho	1,139	1,294
32	Benfica	1,234	1,748
33	Caju	1,231	1,814
34	São Cristóvão	1,248	1,870
40	Santa Cruz	1,167	2,540
41	Campo Grande	1,371	2,310
42	Bangu	1,376	2,348
43	Jacarepaguá	1,335	2,162
44	Madureira	1,405	2,260
45	Irajá	1,346	2,162
46	Penha	1,354	2,180
47	Ilha do Governador	1,449	3,819
48	Ilha de Paquetá	1,095	1,394
49	Méier (parcial)	1,301	2,135
50	Ramos	1,305	2,102
51	Engenho Nôvo (parcial)	1,181	2,359
52	Tijuca (parcial)	1,148	1,556
53	Lagoa (parcial)	1,216	1,716
60+61+64	Nova Iguaçu	1,610	3,490
62+63	Nilópolis	1,480	2,770
65+66+67	São João de Meriti	1,560	3,240
68	Caxias	1,620	3,410
69+70+71+72+73	São Gonçalo	1,480	2,900
74+75	Niterói	1,240	1,910
80	Norte	1,610	3,490

Tab. D 28
Matriz de viagens – Tráfego total diário (1975)

Origem / Destino

"Macro-área": Guanabara

"Micro-área": Guanabara

Zonas		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
01	Candelária		3 961	6 890	1 785	1 863	1 565	5 086	6 873	7 459	10 385	14 667	18 620	885	3 423	31 057	857	9 041	5 013	4 685	11 513	4 440	7 466	4 892	4 889	1 383	4 752	5 859	4 146	3 984	3 887	383
02	Norte-Sul	4 474		3 883	2 409	749	2 384	4 885	9 229	5 234	8 962	10 499	12 551	625	2 403	22 548	1 014	4 245	2 748	3 987	12 919	3 322	9 027	4 760	2 920	1 802	3 513	3 515	4 015	947	1 811	371
03	Pedro II	6 525	3 484		1 984	1 716	329	2 386	1 736	1 553	4 380	2 425	3 873	39	609	4 143	333	1 720	804	812	4 766	1 218	5 436	2 698	1 001	466	1 451	1 154	969	998	1 419	191
04	Lapa	3 001	1 975	1 544		229	168	243	308	1 295	1 173	870	1 647	9	181	456	35	18	72	143	289	158	520	—	—	12	127	532	—	—	145	–
05	Gamboa	2 066	1 127	1 609	322		4	151	648	123	151	810	1 230	—	—	1 400	242	287	73	468	917	1 106	1 113	83	176	—	360	245	300	—	246	336
06	Mangue	2 083	2 262	82	168	4		395	58	135	406	1 277	205		116	1 572	289	344	225	429	237	574	1 477	1	371	470	320	510	183	213	131	189
07	Rio Comprido	5 320	5 724	2 048	243	151	474		1 054	545	453	457	1 721	194	103	2 355	316	1 547	842	508	7 244	597	4 786	1 196	385	234	971	344	480	886	710	-
08	Santa Teresa	9 170	9 101	1 694	308	857	118	1 073		1 937	970	2 349	2 322	185	—	1 890	117	389	402	241	1 030	68	743	473	56	317	173	—	—	421	446	-
09	Catete	8 789	4 585	991	829	6	135	370	1 236		1 655	2 815	2 502	131	154	4 134	267	1 008	519	792	552	80	638	—	—	—	—	98	161	251	288	-
10	Flamengo	11 897	8 109	4 144	1 174	151	309	680	814	2 595		5 006	16 014	1 102	710	8 784	1 585	2 329	1 131	2 668	750	434	1 950	604	—	—	81	316	146	—	397	-
11	Laranjeiras	14 180	11 837	3 145	607	1 004	1 235	794	2 199	2 951	5 106		6 940	458	143	6 954	296	2 181	3 339	1 896	1 285	895	807	857	187	114	—	86	—	294	342	-
12	Botafogo	18 827	11 772	3 525	1 343	1 869	297	1 723	1 978	2 931	17 100	8 360		1 595	3 288	26 538	5 362	6 362	6 686	10 635	3 466	444	1 871	1 050	310	121	711	645	355	716	1 301	-
13	Urca	819	381	597	9	—	—	346	185	131	645	857	1 595		399	2 558	28	660	140	377	578	272	344	—	352	—	112	140	—	—	184	-
14	Leme	4 216	1 660	803	181	124	100	2	—	311	493	93	3 080	399		4 911	835	1 025	179	716	12	—	732	178	—	109	—	—	428	—	—	-
15	Copacabana	32 407	20 803	4 248	353	708	1 698	1 990	2 528	3 697	8 778	6 849	26 944	2 402	5 324		1 413	14 115	6 480	7 540	6 983	893	3 052	882	790	121	472	907	449	637	592	390
16	Lagoa	857	1 069	202	35	242	177	316	117	267	1 078	386	6 461	28	686	1 503		1 413	2 048	1 063	311	—	285	—	—	—	—	4	3	—	8	-
17	Ipanema	9 176	3 332	1 199	18	365	344	1 874	124	766	2 941	2 098	7 134	444	1 025	13 400	1 703		4 377	4 804	473	—	118	288	170	—	377	—	185	80	272	–
18	Leblon	5 663	2 472	1 039	72	73	4	389	227	165	959	2 680	7 017	212	396	6 639	1 650	3 323		6 550	743	243	279	206	—	—	—	956	165	—	—	223
19	Gávea	5 687	3 219	972	143	641	237	508	352	447	3 147	2 556	10 308	377	716	7 150	1 516	4 885	5 502		1 918	221	1 130	1	—	—	—	—	183	—	—	-
20	Tijuca	11 797	12 591	5 264	491	755	188	7 884	1 674	652	655	1 393	2 468	417	167	5 969	140	471	331	1 511		8 693	17 228	6 289	2 637	670	4 059	2 739	1 093	5	1 457	646
21	Andaraí	4 308	2 985	1 230	158	1 184	159	910	—	80	299	262	1 077	272	—	611	—	—	30	221	7 748		5 890	397	761	639	1 084	494	167	206	1 251	169
22	Maracanã	8 923	8 997	4 595	410	667	1 499	5 117	591	1 019	1 851	1 273	2 564	—	583	2 987	285	266	279	1 033	17 497	6 236		3 690	1 425	1 250	2 832	3 501	1 123	820	3 282	60
23	Vila Isabel	6 054	3 051	2 514	—	83	90	1 379	649	—	444	718	254	—	178	860	—	441	13	76	5 624	536	4 405		750	569	4 140	957	149	163	1 591	184
24	Grajaú	5 082	2 610	1 160	—	495	548	537	—	—	—	187	310	352	—	897	—	170	—	—	2 789	798	1 419	944		435	1 862	759	717	209	132	–
25	Lins de Vasconcelos	1 857	2 408	346	12	—	358	234	212	—	—	1	360	—	109	121	—	—	—	—	421	639	1 609	636	435		1 225	1 778	961	205	585	–
26	Engenho Nôvo	5 223	3 399	1 816	127	462	207	735	65	—	81	—	727	112	74	744	—	128	81	—	3 933	1 084	2 891	3 905	1 751	1 225		4 050	1 975	743	2 205	202
27	Méier	6 384	2 917	1 198	532	398	684	344	—	98	350	275	718	—	—	1 351	4	—	956	—	2 822	470	2 836	1 112	759	1 412	4 148		4 584	4 221	2 990	1285
28	Engenho de Dentro	4 636	3 520	820	—	426	183	332	—	161	146	—	159	—	287	305	3	185	165	183	936	167	888	149	817	961	1 539	5 158		75	1 783	191
29	Cachambi	4 227	1 456	1 002	—	—	427	568	421	251	—	269	359	—	—	715	—	1	—	—	225	1	591	307	2	205	815	4 829	75		635	–
30	Riachuelo	4 267	2 163	2 147	—	464	262	309	390	235	139	1 260	773	184	—	567	8	272	—	—	1 995	854	3 584	1 431	132	708	2 006	2 765	1 299	635		400
31	Jacarèzinho	191	371	191	—	497	189	—	—	—	—	179	—	—	—	126	390	—	223	—	646	169	60	3	169	—	400	1 223	191	—	400	
32	Benfica	1 563	615	1 123	3	4	230	259	57	—	124	243	313	7	—	455	—	4	—	—	329	136	929	819	—	323	298	521	265	185	27	289
33	Caju	1 020	281	79	—	—	18	189	—	3	—	267	—	—	159	288	—	—	—	—	213	—	61	37	27	8	8	136	7	111	122	204
34	São Cristóvão	3 237	6 276	1 002	117	587	1 092	612	265	490	917	1 371	1 193	353	624	3 503	—	919	—	535	2 334	972	1 728	1 045	399	494	2 902	1 789	666	496	2 881	971
	Sub-total	213 926	150 513	63 102	13 833	16 774	15 712	42 620	33 990	35 531	73 788	72 752	141 439	10 782	21 983	167 755	18 298	57 749	42 658	51 873	103 498	35 720	85 893	38 933	21 671	14 048	40 738	46 010	25 440	17 501	31 520	6684
40	Santa Cruz	312	609	520	—	484	—	—	—	—	49	326	92	—	—	—	—	—	—	—	31	—	117	110	—	—	—	—	69	9	105	–
41	Campo Grande	3 389	3 818	759	—	302	602	—	—	—	211	—	303	—	—	40	—	—	464	9	36	10	834	144	48	30	39	385	123	—	1 000	4
42	Bangu	4 373	9 890	3 282	76	1 053	1 699	1 419	258	92	326	234	841	102	464	1 370	93	147	369	323	1 779	744	3 725	1 670	81	579	1 521	4 218	1 422	229	2 789	19
43	Jacarepaguá	14 391	12 844	4 005	65	2 516	1 710	921	1 081	219	1 152	430	908	617	181	3 677	93	629	954	1 839	2 094	326	2 986	1 332	376	306	2 821	3 931	1 228	239	2 835	27
44	Madureira	23 273	24 869	9 467	904	3 825	2 725	1 899	2 586	585	1 190	1 246	2 560	2 297	7	4 912	328	1 969	863	648	4 667	2 756	10 630	2 120	1 149	1 287	7 879	20 718	7 697	956	9 986	101
45	Irajá	14 052	11 119	2 390	1 267	2 754	1 907	1 896	427	1 421	637	1 174	867	26	—	1 645	—	317	1 015	546	1 680	459	5 408	807	253	390	2 459	8 488	1 223	991	2 961	152
46	Penha	11 180	8 377	3 402	270	4 238	2 463	1 481	768	1 672	834	877	895	—	—	2 930	—	397	—	1 535	3 104	178	4 147	1 298	104	329	904	2 696	276	422	2 282	118
47	Ilha do Governador	13 106	7 460	719	350	572	260	1 184	265	—	442	204	884	—	—	1 543	—	73	523	9	1 653	608	2 049	309	9	225	361	1 097	201	385	1 209	63
48	Ilha de Paquetá	172	164	173	179	1 610	—	239	—	—	—	—	1 407	—	—	2 551	625	—	—	—	507	—	—	72	—	—	42	—	—	—	—	–
49	Méier (parcial)	13 826	9 463	6 236	532	2 214	1 750	1 669	483	138	242	583	1 532	492	—	2 211	—	292	253	262	3 046	840	3 902	1 712	374	594	4 191	20 057	3 920	2 906	2 786	126
50	Ramos	26 008	19 738	8 878	340	4 130	2 006	2 367	1 042	1 402	1 387	759	3 058	—	96	8 319	382	825	783	1 497	5 040	1 571	5 498	2 098	731	278	1 735	5 476	728	1 080	2 789	90
51	Engenho Nôvo (parcial)	1 855	1 758	1 582	23	282	240	393	121	34	104	80	599	144	4	866	—	—	11	—	892	265	1 751	292	337	560	1 315	6 659	5 227	663	1 068	22
52	Tijuca (parcial)	298	154	55	—	12	39	38	55	8	44	25	104	—	21	110	—	58	123	18	1 410	70	322	29	33	9	27	39	8	7	12	–
53	Lagoa (parcial)	1 278	941	234	—	97	41	87	201	163	435	537	2 082	206	345	5 561	316	3 242	5 158	3 362	182	2	293	39	13	—	13	22	75	—	50	14
60	Queimados	616	5 819	1 518	—	409	963	619	192	—	—	1 297	1 768	123	—	3 641	—	—	—	657	713	360	1 410	—	—	31	—	42	—	—	—	31
61	Nova Iguaçu	11 002	17 016	6 433	3	1 471	1 920	43	740	823	3 323	3 556	4 732	—	122	2 823	198	1 558	136	1 655	570	242	2 291	193	735	177	719	2 251	803	137	599	36
62	Nilópolis	7 390	5 375	3 696	46	1 006	1 629	1 513	152	137	333	208	993	—	—	1 436	—	747	—	359	297	273	1 039	4	181	88	183	1 536	138	101	409	28
63	Olinda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
64	Belfort Roxo	941	808	927	—	570	—	75	9	—	16	—	706	—	—	45	—	—	295	618	97	—	199	57	13	—	31	106	48	—	98	9
65	Coelho da Rocha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
66	São Mateus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
67	São João de Meriti	7 172	5 155	2 392	335	1 982	225	632	273	333	43	721	685	—	—	971	387	74	786	18	1 603	140	1 815	356	101	17	147	1 152	523	191	559	23
68	Duque de Caxias	10 112	5 397	2 137	—	4 407	724	754	578	7	264	61	189	—	418	702	—	52	33	44	746	41	1 071	1 355	215	88	499	1 883	417	378	1 067	37
69	São Gonçalo	6 596	2 297	1 114	—	611	82	—	309	277	281	269	1 130	290	—	220	—	217	403	—	836	—	25	324	—	—	—	—	24	—	45	–
70	Neves	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
71	Sete Pontas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
72	Monjolo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
73	Ipiíba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
74	Niterói	25 913	15 317	2 568	435	1 441	229	1 277	912	835	2 015	932	1 380	623	50	2 834	86	612	452	558	1 619	139	1 622	530	347	42	235	401	134	49	424	–
75	Itaipu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
80	Norte	1 569	250	865	14	2 289	728	262	156	—	63	591	—	—	—	2 790	—	1 124	375	—	619	79	559	39	8	31	59	447	98	169	84	85
81	Este	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
Total – Tráfego de destino		412 750	319 151	126 454	18 672	55 049	37 654	61 388	44 598	43 677	87 179	86 862	169 154	15 702	23 691	218 952	20 806	70 082	55 654	65 830	136 719	44 823	137 586	53 763	26 779	19 109	65 918	127 614	49 822	26 413	64 677	7669
Código das zonas		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

"Macro-área"

/32	33	34	Sub-total	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81	Total — Tráfego de origem	Código das zonas
966	452	3 531	196 658	213	3 391	6 561	13 497	23 653	13 966	8 213	8 361	117	14 391	25 904	2 959	272	543	616	16 171	9 258	—	930	—	—	7 292	7 387	3 957	—	—	—	—	22 392	—	2 014	—	388 716	01
700	281	5 926	158 658	623	4 146	8 040	12 788	24 735	7 972	10 954	6 612	113	10 844	19 361	4 349	274	807	6 058	19 508	8 173	—	812	—	—	4 131	9 491	3 200	—	—	—	—	18 291	—	1 753	—	341 693	02
969	243	1 039	62 869	129	763	2 912	3 213	10 997	2 820	4 325	757	118	3 486	8 604	1 523	55	231	1 598	6 166	3 667	—	1 192	—	—	1 984	1 634	82	—	—	—	—	2 469	—	2 560	—	124 154	03
3	—	117	15 270	—	—	—	150	91	53	327	—	123	253	252	—	10	106	—	—	—	—	33	—	—	93	64	—	—	—	—	—	111	—	—	—	16 936	04
84	—	482	16 159	149	299	926	2 429	3 047	1 443	2 990	837	1 520	867	3 869	662	10	53	491	1 083	1 938	—	76	—	—	599	1 752	248	—	—	—	—	570	—	226	—	42 243	05
457	18	442	15 643	—	598	771	2 075	1 852	1 317	1 059	437	—	1 156	1 555	907	52	203	963	2 024	1 615	—	123	—	—	350	955	384	—	—	—	—	252	—	321	—	34 612	06
259	189	814	43 150	571	34	515	669	1 838	970	2 493	73	260	1 084	2 695	133	37	172	623	152	1 354	—	86	—	—	662	473	59	—	—	—	—	934	—	243	—	59 280	07
57	54	207	37 168		146	1 106	496	1 357	1 381	768	—	—	494	811	265	43	102	67	760	22	—	41	—	—	556	478	500	—	—	—	—	938	—	—	—	47 499	08
—	140	621	33 747	—	—	42	588	353	837	537	292	—	231	369	56	5	244	1 063	932	18	—	183	—	—	689	468	154	—	—	—	—	1 093	—	—	—	41 901	09
340	—	659	74 879	—	409	5	423	350	520	291	1 221	—	232	1 860	387	24	456	—	3 111	333	—	57	—	—	279	633	261	—	—	—	—	1 501	—	69	—	87 301	10
424	267	1 855	72 678	—	412	412	1 202	1 073	321	781	—	—	1 035	935	100	71	379	1 304	3 345	468	—	85	—	—	720	410	154	—	—	—	—	1 481	—	891	—	88 257	11
158	—	1 639	142 978	—	172	972	1 015	2 562	1 453	1 060	1 596	1 066	1 009	3 266	103	29	2 033	1 877	4 617	1 019	—	717	—	—	646	945	234	—	—	—	—	2 346	—	155	—	171 870	12
7	—	229	11 945	152	—	109	94	1 449	—	—	—	—	133	218	246	—	376	166	—	—	—	4	—	—	—	10	112	—	—	—	—	180	—	12	—	15 206	13
—	159	475	21 221	—	—	172	95	166	4	13	—	—	423	706	—	33	90	—	79	—	—	—	—	—	—	404	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 406	14
643	288	3 581	168 957	417	1 167	2 117	3 705	2 586	1 299	3 476	—	3 104	2 003	7 975	287	265	5 085	3 641	3 287	2 793	—	256	—	—	992	2 068	1 385	—	—	—	—	4 195	—	508	—	221 568	15
—	—	—	18 559	—	—	—	`114	72	—	64	—	454	313	245	—	—	234	684	—	—	—	31	—	—	469	—	—	—	—	—	—	71	—	—	—	21 310	16
147	—	784	58 018	—	—	230	926	862	392	492	69	—	227	481	14	14	2 557	—	2 075	729	—	77	—	—	151	348	92	—	—	—	—	937	—	30	—	68 721	17
—	—	—	42 345	167	—	361	1 457	92	79	627	—	—	233	286	—	58	4 103	—	210	845	—		—	—	116	512	63	—	—	—	—	398	—	—	—	51 952	18
—	—	535	52 351	28	—	72	1 495	505	230	458	1 023	—	274	971	357	77	3 300	655	1 514	7	—	—	—	—	78	406	160	—	—	—	—	801	—	10	—	64 772	19
166	387	2 788	103 675	189	211	1 482	1 656	3 735	1 831	2 294	2 331	403	3 530	4 262	1 042	1466	455	713	2 624	593	—	289	—	—	1 780	2 661	793	—	—	—	—	2 539	—	504	—	141 058	20
136	—	849	33 577	—	32	243	671	1 992	620	588	168	—	594	1 175	369	152	29	350	292	—	—	9	—	—	76	234	—	—	—	—	—	269	—	393	—	41 833	21
1 142	61	2 309	88 167	43	1 333	1 911	2 874	4 591	3 085	3 182	1 562	—	2 907	4 952	1 855	119	57	1 410	2 374	878	—	525	—	—	1 758	2 070	395	—	—	—	—	1 578	—	574	—	128 200	22
514	37	1 401	37 824	31	—	30	871	1 888	746	867	631	39	1 348	2 286	430	94	56	—	504	—	—	71	—	—	428	425	76	—	—	—	—	561	—	180	—	49 386	23
—	27	399	22 838	—	27	194	686	926	433	208	46	—	604	780	217	42	3	—	717	61	—	30	—	—	152	432	—	—	—	—	—	898	—	137	—	29 431	24
323	8	161	15 004	145	35	45	304	776	265	143	112	—	557	353	624	8	4	—	11	120	—	16	—	—	54	54	—	—	—	—	—	145	—	21	—	18 796	25
531	8	2 965	41 449	—	—	278	2 628	3 461	1 081	934	526	—	4 514	1 562	829	11	—	—	819	271	—	3	—	—	378	247	—	—	—	—	—	398	—	7	—	59 396	26
670	136	1 206	44 860	60	362	3 682	3 709	20 298	6 450	2 256	635	—	19 696	5 380	6 377	38	30	20	882	1 162	—	188	—	—	1 256	833	252	—	—	—	—	507	—	366	—	119 299	27
265	7	739	25 186	147	150	923	973	5 006	1 105	846	439	—	4 167	1 262	3 317	13	21	—	494	449	—	365	—	—	449	207	—	—	—	—	—	117	—	202	—	45 838	28
395	111	421	18 308	8	210	335	328	1 091	723	489	158	—	2 274	841	166	13	—	559	237	136	—	55	—	—	153	126	—	—	—	—	—	40	—	118	—	26 368	29
283	122	2 635	32 289	21	302	288	2 652	9 811	1 205	676	591	—	2 345	2 493	603	21	3	194	296	144	—	40	—	—	376	192	71	—	—	—	—	175	—	161	—	54 949	30
172	204	1 147	7 141	—	9	29	2	79	116	42	—	—	167	96	15	2	—	—	35	36	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—	7 846	31
	111	2 120	11 352	—	219	216	413	1 882	447	653	151	—	1 835	3 754	185	—	7	—	1 067	124	—	19	—	—	192	1 632	—	—	—	—	—	185	—	306	—	24 639	32
111		1 044	4 393	—	—	1 120	92	1 677	462	433	—	—	224	1 132	18	—	55	—	1 038	—	—	128	—	—	663	1 498	299	—	—	—	—	565	—	—	—	13 797	33
2 204	1 044		43 018	122	1 371	2 124	3 954	6 540	4 014	5 306	1 868	1 191	4 723	21 171	467	81	194	32	1 793	1 852	—	477	—	—	2 719	4 999	103	—	—	—	—	1 669	—	292	—	110 080	34
12 126	4 354	43 120	1 772 334	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
84	—	—	—		21 551	8 081	553	942	2 254	1 686	414	—	908	—	262	48	—	—	—	473	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	40 129	40
178	6	432	—	21 189		22 768	1 883	6 413	—	4 071	1 000	—	2 365	2 299	696	90	152	—	—	—	—	—	—	—	—	764	—	—	—	—	—	32	—	—	—	76 888	41
55	—	3 755	—	6 221	23 159		9 983	47 005	10 101	8 034	4 573	—	4 780	4 364	1 372	19	123	622	2 083	2 708	—	—	—	—	3 680	1 413	—	—	—	—	—	415	—	—	—	179 592	42
1 076	240	4 083	—	512	1 715	8 308		51 746	5 323	1 066	—	—	4 836	1 351	1 117	105	143	—	795	337	—	—	—	—	456	484	1	—	—	—	—	448	—	—	—	150 875	43
1 128	573	7 117	—	1 813	5 441	43 873	47 812		54 312	17 225	3 827	—	39 442	11 021	4 514	201	—	854	2 547	8 122	—	1 261	—	—	12 634	2 446	310	—	—	—	—	574	—	—	—	423 146	44
1 461	591	4 465	—	1 943	—	9 291	5 571	50 453		29 529	2 529	671	11 260	14 302	1 121	83	38	—	428	600	—	—	—	—	9 084	3 461	44	—	—	—	—	677	—	—	—	216 333	45
2 826	1 108	6 268	—	1 517	634	3 079	1 482	16 207	29 303		5 536	765	9 272	37 559	957	134	11	375	—	145	—	276	—	—	2 031	11 491	30	—	—	—	—	528	—	—	—	188 711	46
922	—	2 157	—	416	—	4 595	—	4 617	1 319	5 176	—	—	1 939	8 028	209	101	95	—	—	—	—	375	—	—	829	2 318	240	—	—	—	—	627	—	—	—	69 726	47
—	—	410	—	—	—	871	—	—	632	688	—		—	1 066	9	17	87	—	—	111	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 632	48
1 888	526	5 530	—	620	1 769	4 939	4 233	37 996	9 133	8 884	2 010	—		11 744	9 538	3663	379	1 004	968	1 029	—	591	—	—	2 255	1 590	—	—	—	—	—	444	—	—	—	197 365	49
4 708	1 421	20 984	—	492	1 469	2 929	1 502	10 256	12 585	39 364	8 293	1 230	12 572		1 503	165	354	—	429	148	—	—	—	—	2 209	6 915	128	—	—	—	—	1 674	—	—	—	241 461	50
196	139	622	—	235	476	1 733	1 086	3 859	1 260	778	359	—	9 397	1 527		1076	186	—	216	328	—	—	—	—	43	—	—	—	—	—	—	315	—	—	—	50 978	51
—	—	57	—	43	81	51	91	179	123	121	88	14	3 468	150	2 256		223	—	34	14	—	16	—	—	36	13	—	—	—	—	—	3	—	—	—	10 189	52
43	15	60	—	—	133	73	43	45	163	11	222	64	277	298	1 336	268		37	—	15	—	—	—	—	21	87	4	—	—	—	—	40	—	—	—	28 244	53
253	—	—	—	—	—	826	—	—	—	551	—	—	293	—	—	—	56		4 285	388	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—	26 911	60
317	233	1 805	—	—	—	2 745	—	2 107	1 289	—	—	—	569	742	242	36	—	3 617		8 846	—	30 992	—	—	3 236	1 464	36	—	—	—	—	882	—	—	—	125 465	61
377	—	1 110	—	322	—	2 607	383	7 999	735	172	435	145	1 258	167	338	15	16	303	8 817		—	849	—	—	5 460	987	6	—	—	—	—	92	—	—	—	61 890	62
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63
174	1	583	—	—	—	—	—	1 727	570	268	330	—	571	525	—	16	—	—	27 394	720	—	—	—	—	4 406	2 158	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45 111	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66
903	93	2 270	—	—	—	3 299	487	12 927	10 125	1 548	813	—	2 102	1 544	97	39	22	—	3 289	5 513	—	5 007	—	—	—	24 524	16	—	—	—	—	709	—	—	—	104 138	67
502	791	4 846	—	—	—	1 349	1 497	4 810	3 824	13 936	1 102	—	1 916	8 793	—	—	93	—	1 995	1 512	—	2 937	—	—	24 195		77	—	—	—	—	1 584	—	—	—	109 435	68
290	392	42	—	—	100	86	116	79	39	143	210	—	—	147	—	—	4	—	69	—	—	—	—	—	3	982		—	—	—	—	—	—	—	—	18 052	69
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73
663	986	1 434	—	83	189	257	341	1 003	716	685	1 173	—	452	1 561	104	—	98	—	870	566	—	19	—	—	617	732	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76 560	74
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
188	—	351	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	694	—	—	—	14 586	80
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81
30 358	11 469	111 501	—	38 621	72 515	159 983	145 307	401 763	201 446	191781	63 410	11 397	195 850	239 050	54 533	9465	24 068	29 896	132 436	69 640	—	49 241	—	—	101 453	105 877	13 926	—	—	—	—	78 494	—	12 053	—	5 249 730	
32	33	34	35	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81		

Tab. D 29
Matriz de viagens – Tráfego total diário (1990)

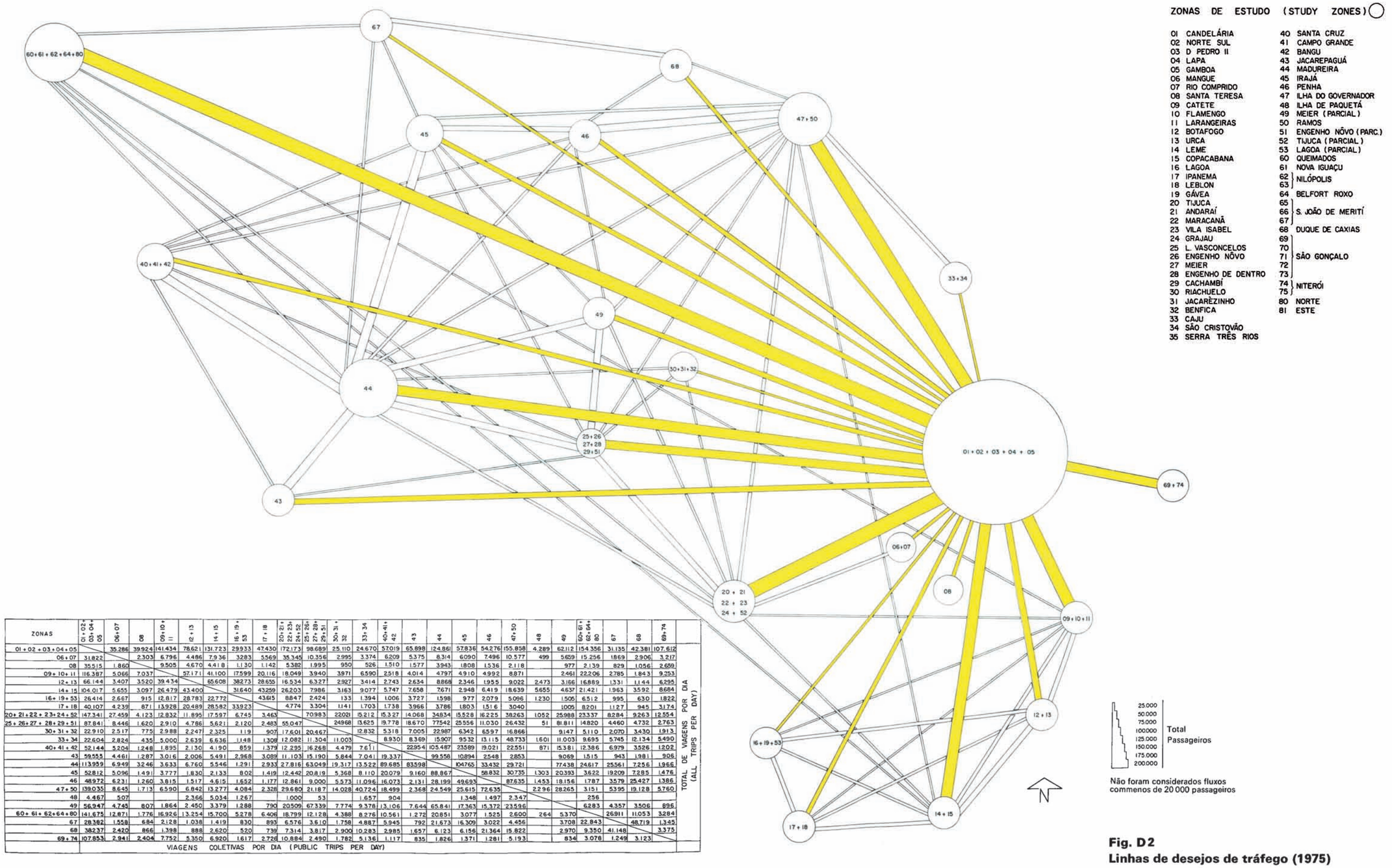
Origem \ Destino

"Macro-área" | Guanabara | "Micro-área"

		Zonas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Guanabara	"Micro-área"	01 Candelária		4 900	7 051	2 152	2 178	6 513	5 815	8 889	9 886	13 740	20 580	26 709	888	4 600	43 951	1 056	13 417	6 946	7 535	15 282	5 327	13 724	6 015	5 867	1 602	6 515	7 830	5 505	4 891	5 206	380
		02 Norte-Sul	5 535		4 043	2 956	894	10 152	5 689	12 174	7 065	12 082	15 022	18 351	639	3 293	32 529	1 274	6 424	3 880	6 538	17 464	4 064	16 929	5 964	3 572	2 130	4 906	4 788	5 435	1 186	2 474	376
		03 Pedro II	6 677	3 628		2 011	1 668	1 217	2 282	1 881	1 744	4 896	2 876	4 716	33	689	4 967	344	2 169	945	1 118	5 362	1 221	8 597	2 786	1 004	449	1 687	1 304	1 084	1 025	1 597	156
		04 Lapa	3 618	2 424	1 565		265	703	275	393	1 704	1 539	1 210	2 345	9	241	641	43	26	99	229	381	188	951	—	—	14	173	705	—	—	192	—
		05 Gamboa	2 415	1 344	1 565	372		18	165	806	158	193	1 102	1 714	—	—	1 923	286	415	98	738	1 177	1 272	2 022	98	203	—	478	317	384	—	318	315
		06 Mangue	8 668	9 635	303	703	18		1 609	266	594	1 814	6 021	965	—	540	7 391	1 260	1 667	1 026	2 156	1 041	2 473	8 207	5	1 597	1 996	1 448	2 299	832	935	610	728
		07 Rio Comprido	6 083	6 666	1 959	275	165	1 930		1 279	682	565	605	2 336	181	130	3 150	366	2 174	1 102	777	9 081	672	8 400	1 382	433	254	1 257	433	601	1 020	894	-
		08 Santa Teresa	11 859	12 005	1 835	393	1 066	542	1 302		2 735	1 368	3 521	3 558	197	—	2 857	154	617	595	416	1 457	86	1 471	619	72	391	253	—	—	549	637	-
		09 Catete	11 649	6 188	1 113	1 091	8	594	462	1 745		2 384	4 295	3 896	145	226	6 357	360	1 623	781	1 377	797	106	1 262	—	—	—	—	143	233	337	421	-
		10 Flamengo	15 741	10 933	4 632	1 541	193	1 379	848	1 149	3 737		7 641	24 954	1 210	1 040	13 514	2 132	3 754	1 702	4 652	1 082	568	3 881	810	—	—	121	459	211	—	580	-
		11 Laranjeiras	19 897	16 935	3 730	844	1 366	5 823	1 052	3 295	4 502	7 794		11 461	535	222	11 343	424	3 726	5 325	3 499	1 964	1 247	1 700	1 220	260	153	—	133	—	419	531	-
		12 Botafogo	27 006	17 211	4 292	1 912	2 605	1 400	2 337	3 031	4 564	26 647	13 805		1 915	5 219	44 130	7 836	11 069	10 871	19 946	5 404	633	3 993	1 527	441	168	1 145	1 015	557	1 043	2 061	-
		13 Urca	821	390	495	9	—	—	323	197	145	708	1 000	1 915		443	3 021	28	822	162	515	640	266	543	—	345	—	128	156	—	—	204	-
		14 Leme	5 666	2 276	908	241	161	465	3	—	456	721	145	4 888	443		7 694	1 142	1 684	275	1 275	17	—	1 492	243	—	140	—	629	—	—	-
		15 Copacabana	45 861	30 012	5 093	495	972	7 983	2 661	3 821	5 684	13 503	11 172	44 805	2 837	8 342		2 037	24 273	10 408	13 995	10 750	1 255	6 454	1 265	1 110	164	749	1 410	695	915	925	457
		16 Lagoa	1 056	1 344	209	43	286	772	366	154	360	1 450	551	9 443	28	937	2 167		2 138	2 887	1 748	420	—	538	—	—	—	—	5	5	—	10	-
		17 Ipanema	13 618	5 041	1 512	26	528	1 667	2 634	197	1 232	4 740	3 584	12 410	553	1 684	23 044	2 577		7 357	9 305	762	—	261	433	251	—	628	—	300	121	447	-
		18 Leblon	7 847	3 489	1 222	99	98	18	510	335	248	1 443	4 273	11 410	245	607	10 664	2 326	5 586		11 878	1 120	334	577	289	—	—	—	1 453	249	—	—	257
		19 Gávea	9 147	5 278	1 338	229	1 011	1 192	777	608	778	5 487	4 717	19 332	515	1 275	13 271	2 493	9 463	9 978		3 337	355	2 656	2	—	—	—	—	321	—	—	-
		20 Tijuca	15 659	17 020	5 923	647	970	826	9 883	2 368	941	944	2 128	3 848	462	245	9 189	189	760	499	2 629		11 433	34 133	8 459	3 468	852	6 054	3 989	1 583	7	2 131	709
		21 Andaraí	5 169	3 651	1 233	188	1 362	684	1 024	—	106	392	365	1 535	266	—	858	—	—	41	355	10 189		10 876	481	900	728	1 473	654	219	249	1 658	164
		22 Maracanã	16 402	16 874	7 266	750	1 212	8 326	8 982	1 170	2 017	3 684	2 682	5 472	—	1 188	6 317	538	586	577	2 428	34 667	11 515		6 912	2 631	2 245	5 787	7 032	2 254	1 546	6 680	94
		23 Vila Isabel	7 444	3 822	2 596	—	98	386	1 593	848	—	595	1 022	370	—	243	1 234	—	665	19	124	7 563	650	8 251		909	666	5 751	1 296	200	203	2 158	184
		24 Grajaú	6 099	3 194	1 164	—	569	2 361	604	—	—	—	260	441	345	—	1 260	—	251	—	—	3 668	943	2 620	1 145		496	2 530	1 005	943	253	175	-
		25 Lins de Vasconcelos	2 152	2 845	334	14	—	1 520	254	261	—	—	2	496	—	140	164	—	—	—	—	536	728	2 890	745	496		1 610	2 278	1 221	240	750	-
		26 Engenho Nôvo	7 161	4 748	2 112	173	613	934	952	95	—	121	—	1 170	128	113	1 182	—	213	127	—	5 866	1 473	5 909	5 424	2 380	1 610		6 092	2 955	1 032	3 331	230
		27 Méier	8 532	3 974	1 353	705	514	3 082	433	—	143	509	424	1 129	—	—	2 099	5	—	1 453	—	4 110	623	5 697	1 505	1 005	1 809	6 239		6 698	5 718	4 412	1415
		28 Engenho de Dentro	6 156	4 765	917	—	547	832	416	—	233	211	—	249	—	423	472	5	300	249	321	1 355	219	1 781	200	1 074	1 221	2 303	7 536		100	2 616	209
		29 Cachambi	5 190	1 822	1 029	—	—	1 874	654	549	337	—	383	523	—	—	1 028	—	2	—	—	302	1	1 113	381	3	240	1 133	6 542	100		861	-
		30 Riachuelo	5 715	2 955	2 417	—	600	1 220	389	558	343	203	1 954	1 224	204	—	886	10	447	—	—	2 917	1 133	7 296	1 940	175	907	3 030	4 080	1 906	861		438
		31 Jacarèzinho	190	376	156	—	466	728	—	—	—	—	208	—	—	138	457	—	—	257	—	709	164	94	3	164	—	454	1 348	209	—	438	
		32 Benfica	1 864	747	1 120	3	5	974	290	72	—	161	335	442	7	—	634	—	5	—	—	429	160	1 697	987		367	403	685	346	223	35	279
		33 Caju	1 242	349	80	—	—	78	216	—	3	—	377	—	—	215	409	—	—	—	—	283		113	46	33	10	10	183	9	136	164	202
		34 São Cristóvão	4 077	8 059	1 060	146	712	4 779	726	355	674	1 259	1 999	1 778	367	871	5 149	—	1 417	—	895	3 214	1 211	3 308	1 332	497	594	4 127	2 482	919	632	4 010	999
		Sub-total	296 216	214 900	71 625	18 018	21 150	70 972	55 526	46 496	51 071	109 153	114 259	223 885	12 152	33 064	263 952	26 885	95 693	67 659	94 449	153 346	50 320	169 436	52 218	28 890	19 206	60 392	67 652	36 603	23 641	46 526	7592
		40 Santa Cruz	598	1 190	851	—	917	—	—	—	—	102	717	206	—	—	—	—	—	—	—	65	—	329	214	—	—	—	—	144	18	223	-
		41 Campo Grande	4 527	5 194	861	—	391	2 608	—	—	—	306	—	475	—	—	62	—	—	703	15	52	14	1 652	195	63	39	58	565	179	—	1 475	4
		42 Bangu	6 309	14 539	4 031	109	1 479	7 891	1 940	398	144	511	388	1 420	123	742	2 289	137	256	603	607	2 787	1 068	7 948	2 359	116	805	2 460	6 673	2 240	336	4 443	23
		43 Jacarepaguá	20 475	18 625	4 833	92	3 476	8 015	1 239	1 643	338	1 781	704	1 517	735	285	6 068	135	1 086	1 539	3 426	3 239	460	6 331	1 922	532	418	4 505	6 138	1 909	346	4 453	32
		44 Madureira	32 344	35 203	11 185	1 248	5 160	12 293	2 498	3 838	882	1 796	1 991	4 170	2 676	10	7 906	464	3 314	1 358	1 175	7 049	3 804	21 911	2 988	1 586	1 720	12 283	31 567	11 673	1 349	15 299	117
		45 Irajá	19 335	15 590	2 788	1 731	3 676	8 668	2 465	628	2 125	953	1 861	1 402	30	—	2 626	—	531	1 586	985	2 516	627	11 106	1 126	345	516	3 801	12 823	1 839	1 384	4 498	173
		46 Penha	15 129	11 549	3 903	362	5 560	10 988	1 894	1 110	2 460	1 227	1 367	1 423	—	—	4 601	—	652	—	2 722	4 570	239	8 371	1 781	140	427	1 374	4 005	409	579	3 408	132
		47 Ilha do Governador	31 172	18 103	1 496	833	1 365	1 677	2 716	683	—	1 132	551	2 411	—	—	4 182	—	206	1 383	27	4 200	1 467	6 791	752	22	532	947	2 836	520	948	3 186	133
		48 Ilha de Paquetá	197	192	164	203	1 759	—	256	—	—	—	—	1 930	—	—	3 446	726	—	—	—	640	—	—	84	—	—	55	—	—	—	—	-
		49 Méier (parcial)	19 705	13 749	7 533	753	3 065	8 254	2 249	736	214	375	957	2 564	586	—	3 657	—	505	410	489	4 722	1 189	8 301	2 474	529	814	6 707	31 388	6 107	4 207	4 387	150
		50 Ramos	36 499	28 238	10 552	473	5 624	9 362	3 138	1 562	2 139	2 116	1 229	5 044	—	149	13 556	546	1 407	1 247	2 756	7 697	2 188	11 537	2 985	1 018	375	2 736	8 440	1 117	1 539	4 323	104
		51 Engenho Nôvo (parcial)	3 264	3 161	2 376	39	488	1 350	657	229	65	199	163	1 232	215	9	1 763	—	—	22	—	1 698	467	4 539	524	593	960	2 584	12 855	10 072	1 195	2 086	33
		52 Tijuca (parcial)	327	172	50	—	12	157	39	65	9	52	32	136	—	25	142	—	79	155	27	1 700	76	550	32	36	10	34	48	9	8	14	—
		53 Lagoa (parcial)	1 519	1 140	233	—	111	176	97	254	212	564	740	2 938	201	455	7 737	381	4 738	7 021	5 346	237	3	534	47	16	—	17	28	97	—	65	14
		60 Queimados	1 117	10 748	2 393	—	735	4 923	1 077	375	—	—	2 678	3 697	194	—	7 550	—	—	—	1 503	1 390	657	3 615	—	—	56	—	84	—	—	—	49
		61 Nova Iguaçu	20 316	31 992	10 316	6	2 690	10 015	75	1 473	1 634	6 625	7 478	10 078	—	250	5 961	375	3 420	280	3 855	1 131	450	5 984	363	1 365	321	1 471	4 523	1 613	259	1 220	58
		62 Nilópolis	11 388	8 435	4 886	71	1 519	7 675	2 220	251	228	556	367	1 782	—	—	2 549	—	1 384	—	712	496	421	2 327	7	278	132	315	2 588	231	158	695	37
		63 Olinda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		64 Belfort Roxo	1 559	1 362	1 329	—	932	—	119	17	—	29	—	1 354	—	—	85	—	—	548	1 299	173	—	469	96	22	—	57	192	86	—	179	13
		65 Coelho da Rocha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		66 São Mateus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		67 São João de Meriti	12 506	9 154	3 608	584	3 412	1 138	1 054	512	625	81	1 435	1 383	—	—	1 942	692	154	1 536	41	3 010	245	4 517	633	177	29	285	2 190	994	342	1 076	34
		68 Duque de Caxias	18 329	9.959	3 363	—	7 899	3 722	1 310	1 128	13	517	125	395	—	836	1 456	—	112	67	101	1 453	74	2 748	2 506	391	156	1 003	3 715	822	702	2 134	58
		69 São Gonçalo	12 020	4 267	1 752	—	1 098	445	—	606	544	554	559	2 386	455	—	460	—	472	822	—	1 640	—	66	602	—	—	—	—	48	—	91	-
		70 Neves	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		71 Sete Pontas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		72 Monjolo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		73 Ipiíba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		74 Niterói	36 642	22 092	3 062	609	1 973	1 105	1 702	1 376	1 284	3 101	1 523	2 299	730	78	4 665	123	1 056	728	1 042	2 495	195	3 461	759	487	57	375	624	207	70	662	—
		75 Itaipu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		80 Norte	2 940	477	1 410	26	4 251	3 812	472	314	—	127	1 258	—	—	—	5 965	—	2 497	785	—	1 245	148	1 474	74	14	57	123	911	201	326	174	138
		81 Este	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total – Tráfego de destino			604 433	480 031	154 600	25 157	78 742	175 246	82 743	63 694	63 987	131 857	140 382	274 127	18 097	35 903	352 620	30 464	117 562	88 452	120 577	207 551	64 112	283 997	74 741	36 620	26 630	101 582	199 845	77 120	37 407	100 617	8894
Código das zonas			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

"Macro-área"

32	33	34	Sub-total	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81	Total – Tráfego de origem	Código das zonas
1 151	550	4 448	271 099	407	4 529	9 467	19 204	32 872	19 217	11 114	19 886	135	20 510	36 353	5 208	298	646	1 117	29 861	14 265	—	1 540	—	—	12 715	13 389	7 211	—	—	—	—	31 662	—	3 773	—	566 478	01
850	349	7 610	226 637	1 218	5 640	11 819	18 544	35 014	11 178	15 101	16 045	132	15 756	27 697	7 820	306	978	11 189	36 676	12 825	—	1 369	—	—	7 335	17 514	5 944	—	—	—	—	26 381	—	3 344	—	516 462	02
967	248	1 100	72 448	210	866	3 577	3 878	12 994	3 289	4 962	1 574	113	4 211	10 227	2 287	50	230	2 519	9 888	4 848	—	1 709	—	—	2 993	2 571	128	—	—	—	—	2 944	—	4 176	—	152 692	03
3	—	146	20 082	—	—	—	212	125	72	440	—	139	357	351	—	11	124	—	—	—	—	55	—	—	162	116	—	—	—	—	—	155	—	—	—	22 401	04
96	—	585	20 577	282	388	1 301	3 357	4 110	1 926	3 923	1 998	1 661	1 201	5 268	1 147	10	60	882	1 981	2 927	—	124	—	—	1 031	3 140	446	—	—	—	—	780	—	419	—	58 939	05
1 934	78	1 934	70 753	—	2 591	3 580	9 726	8 357	5 988	4 724	2 825	—	5 450	7 257	5 105	211	860	4 923	10 554	7 611	—	584	—	—	1 770	4 909	2 072	—	—	—	—	1 218	—	1 681	—	162 749	06
290	216	965	56 323	1 040	43	704	900	2 418	1 261	3 188	168	278	1 461	3 573	222	37	192	1 085	269	1 986	—	137	—	—	1 105	822	102	—	—	—	—	1 245	—	437	—	78 996	07
72	71	278	50 976	—	208	1 708	754	2 014	2 030	1 110	—	—	752	1 216	502	50	129	131	1 513	37	—	74	—	—	1 045	933	980	—	—	—	—	1 415	—	—	—	67 577	08
—	186	854	48 633	—	—	65	908	533	1 252	790	741	—	357	563	107	6	317	2 073	1 850	30	—	327	—	—	1 294	912	303	—	—	—	—	1 682	—	—	—	62 743	09
443	—	905	109 812	—	593	8	654	529	778	428	3 129	—	359	2 838	740	28	591	—	6 202	556	—	102	—	—	526	1 238	514	—	—	—	—	2 309	—	140	—	132 074	10
586	377	2 705	113 068	—	634	683	1 969	1 714	509	1 218	—	—	1 699	1 513	202	90	522	2 694	7 034	826	—	161	—	—	1 433	847	321	—	—	—	—	2 419	—	1 897	—	141 453	11
223	—	2 441	226 447	—	270	1 643	1 696	4 172	2 349	1 685	4 352	1 462	1 690	5 387	212	37	2 868	3 926	9 833	1 829	—	1 377	—	—	1 304	1 975	494	—	—	—	—	3 910	—	335	—	279 253	12
7	—	238	13 521	249	—	133	112	1 689	—	—	—	—	158	255	367	—	365	261	—	—	—	6	—	—	—	16	176	—	—	—	—	211	—	20	—	17 539	13
—	215	663	31 842	—	—	274	149	255	6	19	—	—	668	1 097	—	40	118	—	161	—	—	—	—	—	—	810	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35 439	14
897	409	5 265	266 674	922	1 807	3 536	6 114	4 161	2 075	5 458	—	4 193	3 314	12 995	584	341	7 074	7 550	6 940	4 960	—	487	—	—	1 983	4 286	2 895	—	—	—	—	6 904	—	1 086	—	356 339	15
—	—	—	26 917	—	—	—	165	102	—	88	—	528	455	351	—	—	282	1 273	—	—	—	52	—	—	839	—	—	—	—	—	—	102	—	—	—	31 154	16
216	—	1 209	96 337	—	—	402	1 600	1 450	654	808	194	—	393	821	30	19	3 737	—	4 553	1 350	—	152	—	—	313	750	201	—	—	—	—	1 617	—	66	—	115 447	17
—	—	—	66 577	361	—	589	2 352	145	123	962	—	—	377	455	—	73	5 585	—	434	1 467	—	—	—	—	226	1 038	128	—	—	—	—	640	—	—	—	81 532	18
—	—	895	94 455	70	—	134	2 784	917	415	812	3 032	—	512	1 789	815	114	5 247	1 499	3 528	15	—	—	—	—	174	929	372	—	—	—	—	1 495	—	24	—	119 132	19
217	516	3 838	152 519	390	307	2 322	2 562	5 641	2 742	3 378	5 923	508	5 471	6 508	1 984	1 768	593	1 390	5 206	989	—	517	—	—	3 343	5 185	1 557	—	—	—	—	3 913	—	1 014	—	215 730	20
160	—	1 057	46 037	—	42	348	948	2 749	847	790	406	—	841	1 637	651	164	34	639	543	—	—	15	—	—	133	427	—	—	—	—	—	377	—	741	—	58 369	21
2 087	113	4 422	174 456	119	2 643	4 078	6 093	9 463	6 336	6 424	5 177	—	6 183	10 391	4 806	203	104	3 615	6 202	1 967	—	1 240	—	—	4 375	5 312	1 032	—	—	—	—	3 367	—	1 514	—	265 100	22
620	46	1 786	51 342	60	—	44	1 257	2 661	1 042	1 189	1 536	46	1 949	3 253	770	104	67	—	950	—	—	120	—	—	761	787	141	—	—	—	—	803	—	345	—	69 227	23
—	33	497	30 856	—	36	279	969	1 278	592	279	112	—	856	1 086	383	45	4	—	1 333	93	—	49	—	—	266	788	—	—	—	—	—	1 258	—	259	—	40 821	24
367	10	194	20 247	271	45	62	415	1 037	350	186	264	—	763	476	1 069	9	5	—	20	180	—	25	—	—	93	96	—	—	—	—	—	196	—	38	—	25 847	25
716	10	4 217	61 087	—	—	449	4 197	5 395	1 671	1 420	1 378	—	7 223	2 463	1 629	14	—	—	1 676	467	—	6	—	—	732	496	—	—	—	—	—	633	—	14	—	90 950	26
881	183	1 674	66 324	125	530	5 825	5 792	30 929	9 744	3 351	1 642	—	30 823	8 293	12 311	46	40	40	1 773	1 958	—	340	—	—	2 388	1 643	500	—	—	—	—	789	—	744	—	185 950	27
346	9	1 019	36 084	308	218	1 454	1 513	7 592	1 661	1 251	1 137	—	6 492	1 935	6 390	16	27	—	993	754	—	659	—	—	853	408	—	—	—	—	—	181	—	411	—	70 337	28
475	136	537	25 215	16	285	492	474	1 539	1 010	671	388	—	3 292	1 198	299	14	—	1 041	448	214	—	93	—	—	274	234	—	—	—	—	—	57	—	227	—	37 481	29
372	164	3 667	48 011	44	445	459	4 166	15 032	1 830	1 009	1 557	—	3 692	3 864	1 178	26	4	388	604	246	—	73	—	—	725	383	143	—	—	—	—	273	—	333	—	84 485	30
166	202	1 180	8 107	—	10	35	3	91	133	47	—	—	198	111	22	2	—	—	56	47	—	—	—	—	26	—	—	—	—	—	—	70	—	—	—	8 958	31
	132	2 622	15 024	—	288	307	579	2 578	606	870	361	—	2 578	5 190	323	—	8	—	1 961	189	—	31	—	—	332	2 944	—	—	—	—	—	257	—	571	—	34 997	32
132		1 320	5 610	—	—	1 627	132	2 343	639	588	—	—	322	1 598	33	—	66	—	1 938	—	—	215	—	—	1 169	2 746	551	—	—	—	—	803	—	—	—	20 380	33
2 726	1 320		61 694	244	1 901	3 183	5 842	9 432	5 735	7 455	4 637	1 418	6 994	30 863	856	92	239	59	3 442	2 966	—	822	—	—	4 929	9 418	195	—	—	—	—	2 451	—	569	—	165 436	34
7 000	5 573	60 271	2 685 791	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
160	—	—	—		44 612	18 040	1 225	2 027	4 836	3 554	1 457	—	2 021	—	717	86	—	—	—	—	1 109	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88	—	—	—	85 506	40
235	9	599	—	43 864		35 772	2 928	9 723	—	6 021	2 527	—	3 684	3 531	1 329	110	200	—	—	—	—	—	—	—	—	1 483	—	—	—	—	—	49	—	—	—	131 502	41
79	—	5 628	—	13 888	36 386		16 743	76 848	16 396	12 820	12 410	—	8 035	7 231	2 828	25	174	1 296	4 424	4 860	—	—	—	—	7 410	2 947	—	—	—	—	—	695	—	—	—	306 297	42
1 508	343	6 034	—	1 134	2 666	13 935		83 654	8 538	1 682	—	—	8 035	2 211	2 282	136	200	—	1 682	600	—	—	—	—	914	1 006	3	—	—	—	—	742	—	—	—	243 602	43
1 545	800	10 265	—	3 902	8 250	71 728	77 294		84 984	26 504	10 064	—	63 893	17 595	8 964	255	—	1 725	5 241	14 093	—	2 337	—	—	24 635	4 944	633	—	—	—	—	926	—	—	—	681 434	44
1 980	817	6 379	—	4 170	—	15 081	8 937	78 946		45 066	6 650	881	18 101	22 652	2 217	104	52	—	877	1 034	—	—	—	—	17 637	6 969	90	—	—	—	—	1 083	—	—	—	347 457	45
3 766	1 507	8 805	—	3 199	938	4 913	2 337	24 938	44 721		14 305	989	14 657	58 494	1 859	166	15	742	—	245	—	499	—	—	3 876	22 744	60	—	—	—	—	831	—	—	—	304 988	46
2 197	—	5 353	—	1 461	—	12 471	—	12 141	3 468	13 375	—	—	5 279	21 593	684	226	226	—	—	—	—	1 094	—	—	2 556	7 331	783	—	—	—	—	1 724	—	—	—	182 233	47
—	—	488	—	—	—	1 207	—	—	830	889	—	—	—	1 428	16	17	97	—	—	166	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14 790	48
2 653	755	8 189	—	1 380	2 757	8 302	7 033	61 550	14 683	14 044	5 473	—		19 268	19 555	4 759	531	2 092	2 054	1 838	—	1 129	—	—	4 533	3 312	—	—	—	—	—	736	—	—	—	323 402	49
6 510	2 006	30 590	—	1 080	2 256	4 853	2 459	16 373	19 932	61 306	22 308	1 646	20 627		3 036	211	488	—	899	260	—	—	—	—	4 382	14 223	266	—	—	—	—	2 733	—	—	—	388 140	50
342	247	1 142	—	643	910	3 571	2 219	7 663	2 491	1 512	1 174	—	19 265	3 086		1 750	324	—	553	712	—	—	—	—	105	—	—	—	—	—	—	646	—	—	—	101 193	51
—	—	65	—	77	99	67	118	227	154	149	197	14	4 506	192	3 667		238		58	20	—	24	—	—	58	22	—	—	—	—	—	4	—	—	—	13 952	52
50	18	74	—	—	174	103	60	62	221	15	528	72	388	412	2 330	287		66	—	22	—	—	—	—	36	156	7	—	—	—	—	56	—	—	—	40 058	53
456	—	—	—	—	—	1 722	—	—	—	1 091	—	—	610	—	—	—	101		10 776	845	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104	—	—	—	58 546	60
583	435	3 465	—	—	—	5 827	—	4 336	2 643	—	—	—	1 207	1 555	618	63	—	9 096		19 604	—	71 777	—	—	7 917	3 690	93	—	—	—	—	1 883	—	—	—	270 389	61
575	—	1 776	—	757	—	4 678	682	13 880	1 268	292	1 225	217	2 247	295	735	22	24	659	19 541		—	1 695	—	—	11 505	2 151	14	—	—	—	—	165	—	—	—	116 111	62
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63
287	2	1 004	—	—	—	—	—	3 200	1 052	486	965	—	1 091	989	—	24	—	—	63 445	1 438	—		—	—	9 733	4 921	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98 557	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66
1 566	164	4 116	—	—	—	6 643	976	25 207	19 659	2 953	2 507	—	4 224	3 064	237	62	38	—	8 048	11 617	—	11 061	—	—		59 029	40	—	—	—	—	1 431	—	—	—	216 031	67
905	1 451	9 131	—	—	—	2 812	3 109	9 723	7 699	27 583	3 486	—	3 991	18 086	—	—	167	—	5 028	3 295	—	6 698	—	—	58 237		195	—	—	—	—	3 318	—	—	—	230 008	68
525	723	79	—	—	196	181	244	162	78	285	683	—	—	306	—	—	7	—	178	—	—	—	—	—	8	2 490		—	—	—	—	—	—	—	—	35 032	69
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73
922	1 402	2 106	—	184	293	431	564	1 618	1 145	1 078	3 227	—	750	2 548	213	—	136	—	1 858	1 012	—	37	—	—	1 247	1 533	—	—	—	—	—		—	—	—	116 886	74
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
350	—	685	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 500	—	—	—	31 754	80
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81
44 194	16 252	166 244		82 075	123 856	272 924	236 948	643 609	322 858	306443	167 648	14 432	319 968	383 408	109 339	12 527	34 134	63 970	283 084	128 372		108 812			211 436	226 013	28 590					121 231		24 178		8 710 335	
32	33	34	35	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81		

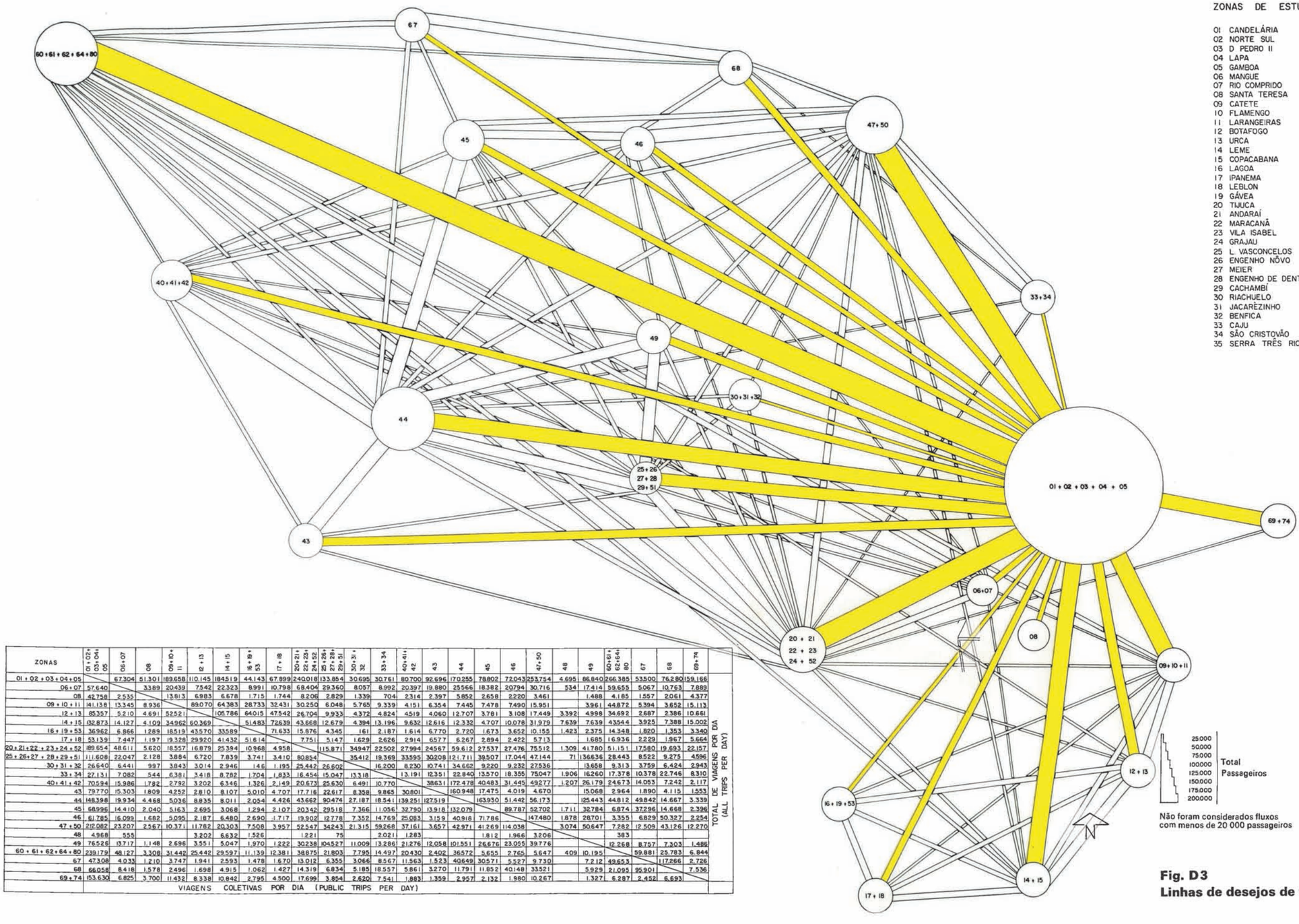


ZONAS	01+02+03+04+05	06+07	08	09+10+11	12+13	14+15	16+19+53	17+18	20+21+22+23+24+52	25+26+27+28+29+51	30+31+32	33+34	40+41+42	43	44	45	46	47+50	48	49	60+61+62+64+80	67	68	69+74
01+02+03+04+05		35.286	39.924	141.434	78.621	131.723	29.933	47.430	172.173	98.689	25.110	24.670	57.019	65.898	124.861	57.836	54.276	155.858	4.289	62.112	154.356	31.135	42.381	107.612
06+07	31.822		2.303	6.796	4.486	7.936	3.283	5.569	38.345	10.356	2.995	3.374	6.209	5.375	8.314	6.090	7.496	10.577	499	5.659	15.256	1.869	2.906	3.217
08	35.515	1.860		9.505	4.670	4.418	1.130	1.142	5.382	1.995	950	526	1.510	1.577	3.943	1.808	1.536	2.118		977	2.139	829	1.056	2.659
09+10+11	116.387	5.066	7.037		57.171	41.100	17.599	20.116	18.049	3.940	3.971	6.590	2.518	4.014	4.797	4.910	4.992	8.871		2.461	22.206	2.785	1.843	9.253
12+13	66.144	3.407	3.520	39.434		65.608	38.273	28.655	16.534	6.327	2.927	3.414	2.743	2.634	8.868	2.346	1.955	9.022	2.473	3.166	16.889	1.331	1.144	6.295
14+15	104.017	5.655	3.097	26.479	43.400		31.640	43.259	26.203	7.986	3.163	9.077	5.747	7.658	7.671	2.948	6.419	18.639	5.655	4.637	21.421	1.963	3.592	8.684
16+19+53	26.414	2.667	915	12.817	28.783	22.772		43.615	8.847	2.424	133	1.394	1.006	3.727	1.598	977	2.079	5.096	1.230	1.505	6.512	995	630	1.822
17+18	40.107	4.239	871	13.928	20.489	28.582	33.923		4.774	3.304	1.141	1.703	1.738	3.966	3.786	1.803	1.516	3.040		1.005	8.201	1.127	945	3.174
20+21+22+23+24+52	147.341	27.459	4.123	12.832	11.895	17.597	6.745	3.463		70.983	22.021	15.212	15.327	14.068	34.834	15.528	16.225	38.263	1.052	25.988	23.337	8.284	9.263	12.554
25+26+27+28+29+51	87.841	8.446	1.620	2.910	4.786	5.621	2.120	2.483	55.047		24.968	13.625	19.778	18.670	77.542	25.556	11.030	26.432	51	81.811	14.820	4.460	4.732	2.763
30+31+32	22.910	2.517	775	2.988	2.247	2.325	119	907	17.601	20.467		12.832	5.318	7.005	22.987	6.342	6.597	16.866		9.147	5.110	2.070	3.430	1.913
33+34	22.604	2.824	435	5.000	2.639	6.636	1.148	1.306	12.082	11.304	11.003		8.930	8.369	15.907	9.532	13.115	48.733	1.601	11.003	9.695	5.745	12.134	5.490
40+41+42	52.144	3.204	1.248	1.895	2.130	4.190	859	1.379	12.295	16.268	4.479	7.611		22.954	105.487	23.589	19.021	22.551	871	15.381	12.386	6.979	3.526	1.202
43	59.555	4.461	1.287	3.016	2.006	5.491	2.968	3.089	11.103	15.190	5.844	7.041	19.337		99.558	10.894	2.548	2.853		9.069	1.515	943	1.981	906
44	113.959	6.949	3.246	3.633	6.760	5.546	1.291	2.933	27.816	63.049	19.317	13.522	89.685	83.598		104.765	33.432	29.721		77.438	24.617	25.561	7.256	1.966
45	52.812	5.096	1.491	3.777	1.830	2.133	802	1.419	12.442	20.819	5.368	8.110	20.079	9.160	88.867		58.832	30.735	1.303	20.393	3.622	19.209	7.285	1.476
46	48.972	6.231	1.260	3.815	1.517	4.615	1.652	1.177	12.861	9.000	5.573	11.096	16.073	2.131	28.199	49.693		87.635	1.453	18.156	1.787	3.579	25.427	1.386
47+50	139.035	8.645	1.713	6.590	6.842	13.277	4.084	2.328	29.680	21.187	14.028	40.724	18.499	2.368	24.549	25.615	72.635		2.296	28.265	3.151	5.395	19.128	5.760
48	4.467	507			2.366	5.034	1.267		1.000	53		1.657	904			1.348	1.497	2.347			256			
49	56.947	4.745	807	1.864	2.450	3.379	1.288	790	20.509	67.339	7.774	9.378	13.106	7.644	65.841	17.363	15.372	23.596			6.283	4.357	3.506	896
60+61+62+64+80	141.675	12.871	1.776	16.926	13.254	15.700	5.278	6.406	18.799	12.128	4.388	8.276	10.561	1.272	20.851	3.077	1.525	2.600	264	5.370		26.911	11.053	3.284
67	28.382	1.558	684	2.128	1.038	1.419	830	893	6.576	3.610	1.758	4.887	5.945	792	21.673	16.309	3.022	4.456		3.708	22.843		48.719	1.345
68	38.237	2.420	866	1.398	888	2.620	520	739	7.314	3.817	2.900	10.283	2.985	1.657	6.123	6.156	21.364	15.822		2.970	9.350	41.148		3.375
69+74	107.853	2.941	2.404	7.752	5.350	6.920	1.617	2.726	10.884	2.490	1.782	5.136	1.117	835	1.826	1.371	1.281	5.193		834	3.078	1.249	3.123	

VIAGENS COLETIVAS POR DIA (PUBLIC TRIPS PER DAY)

TOTAL DE VIAGENS POR DIA (ALL TRIPS PER DAY)

Fig. D2
Linhas de desejos de tráfego (1975)



ZONAS	01+02+03+04+05	06+07	08	09+10+11	12+13	14+15	16+19+53	17+18	20+21+22+23+24+52	25+26+27+28+29+51	30+31+32	33+34	40+41+42	43	44	45	46	47+50	48	49	60+61+62+64+80	67	68	69+74	TOTAL DE VIAGENS POR DIA (ALL TRIPS PER DAY)
01+02+03+04+05		67.304	51.301	189.658	110.145	184.519	44.143	67.899	240.018	133.854	30.695	30.761	80.700	92.696	170.255	78.802	72.043	253.754	4.695	86.840	266.385	53.500	76.280	159.166	
06+07	57.640		3.389	20.439	7.542	22.323	8.991	10.798	68.404	29.360	8.057	8.992	20.397	19.880	25.566	18.382	20.794	30.716	534	17.414	59.655	5.067	10.763	7.889	
08	42.758	2.535		13.813	6.983	6.678	1.715	1.744	8.206	2.829	1.339	704	2.314	2.397	5.852	2.658	2.220	3.461		1.488	4.185	1.557	2.061	4.377	
09+10+11	141.138	13.345	8.936		89.070	64.383	28.733	32.431	30.250	6.048	5.765	9.339	4.151	6.354	7.445	7.478	7.490	15.951		3.961	44.872	5.394	3.652	15.113	
12+13	85.357	5.210	4.691	52.521		105.786	64.015	47.542	26.704	9.933	4.372	4.824	4.519	4.060	12.707	3.781	3.108	17.449	3.392	4.998	34.692	2.687	2.386	10.661	
14+15	132.873	14.127	4.109	34.962	60.369		51.483	72.639	43.668	12.679	4.394	13.196	9.632	12.616	12.332	4.707	10.078	31.979	7.639	7.639	43.544	3.925	7.389	15.002	
16+19+53	36.962	6.866	1.289	18.519	43.570	33.589		71.633	15.876	4.345	161	2.187	1.614	6.770	2.720	1.673	3.652	10.155	1.423	2.375	14.348	1.820	1.353	3.340	
17+18	53.139	7.447	1.197	19.328	29.920	41.432	51.614		7.751	5.147	1.629	2.626	2.914	6.577	5.267	2.894	2.422	5.713		1.685	16.936	2.229	1.967	5.664	
20+21+22+23+24+52	189.654	48.611	5.620	18.557	16.879	25.394	10.968	4.958		115.871	34.947	22.502	27.994	24.567	59.612	27.537	27.476	75.512	1.309	41.780	51.151	17.580	19.693	22.157	
25+26+27+28+29+51	111.608	22.047	2.128	3.884	6.720	7.839	3.741	3.410	80.854		35.412	19.369	33.595	30.208	121.711	39.507	17.044	47.144	71	136.636	28.443	8.522	9.275	4.596	
30+31+32	26.640	6.441	997	3.843	3.014	2.946	146	1.195	25.442	26.602		16.200	8.230	10.741	34.662	9.220	9.232	27.536		13.658	9.313	3.759	6.424	2.943	
33+34	27.131	7.082	544	6.381	3.418	8.782	1.704	1.833	16.454	15.047	13.318		13.191	12.351	22.840	13.570	18.355	75.047	1.906	16.260	17.378	10.378	22.746	8.310	
40+41+42	70.594	15.986	1.782	2.792	3.202	6.346	1.326	2.149	20.673	25.630	6.491	10.770		38.631	172.478	40.483	31.445	49.277	1.207	26.179	24.673	14.053	7.242	2.117	
43	79.770	15.303	1.809	4.252	2.810	8.107	5.010	4.707	17.716	22.617	8.358	9.865	30.801		160.948	17.475	4.019	4.670		15.068	2.964	1.890	4.115	1.553	
44	148.398	19.934	4.468	5.036	8.835	8.011	2.054	4.426	43.662	90.474	27.187	18.541	139.251	127.519		163.930	51.442	56.173		125.443	44.812	49.842	14.667	3.339	
45	68.996	14.410	2.040	5.163	2.695	3.068	1.294	2.107	20.342	29.518	7.366	11.056	32.790	13.918	132.079		89.787	52.702	1.711	32.784	6.874	37.296	14.668	2.396	
46	61.785	16.099	1.682	5.095	2.187	6.480	2.690	1.717	19.902	12.778	7.352	14.769	25.083	3.159	40.916	71.786		147.480	1.878	28.701	3.355	6.829	50.327	2.254	
47+50	212.082	23.207	2.567	10.371	11.782	20.303	7.508	3.957	52.547	34.243	21.315	59.268	37.161	3.657	42.971	41.269	114.038		3.074	50.647	7.282	12.509	43.126	12.270	
48	4.968	535			3.202	6.632	1.526		1.221	75		2.021	1.283			1.812	1.966	3.206			383				
49	76.526	13.717	1.148	2.696	3.551	5.047	1.970	1.222	30.238	104.527	11.009	13.286	21.276	12.058	101.551	26.676	23.055	39.776			12.268	8.757	7.303	1.486	
60+61+62+64+80	239.179	48.127	3.308	31.442	25.442	29.597	11.139	12.381	38.875	21.803	7.795	14.497	20.430	2.402	36.572	5.655	2.765	5.647	409	10.195		59.881	25.783	6.844	
67	47.308	4.033	1.210	3.747	1.941	2.593	1.478	1.670	13.012	6.355	3.066	8.567	11.563	1.523	40.649	30.571	5.527	9.730		7.212	49.653		117.266	2.726	
68	66.058	8.418	1.578	2.496	1.698	4.915	1.062	1.427	14.319	6.834	5.185	18.557	5.861	3.270	11.791	11.852	40.148	33.521		5.929	21.095	95.901		7.536	
69+74	153.630	6.825	3.700	11.432	8.338	10.842	2.795	4.500	17.699	3.854	2.620	7.541	1.883	1.359	2.957	2.132	1.980	10.267		1.327	6.287	2.452	6.693		

VIAGENS COLETIVAS POR DIA (PUBLIC TRIPS PER DAY)

Fig. D3
Linhas de desejos de tráfego (1990)

4.1.3 Prognose da repartição do tráfego total entre os meios de transporte coletivo e individual

4.1.3.1 Fatôres de repartição do tráfego para cada zona (1975 e 1990)

A tarefa de criar um sistema de tráfego rápido para a zona de concentração do Rio de Janeiro tornou necessária uma repartição do tráfego total entre tráfego coletivo e individual. O modêlo que serviu de base — chamado modêlo de repartição — é descrito em C4.1.6.2. A equação de regressão do modêlo de repartição lá estabelecida é a seguinte (v. também Fig. C49):

$$y = 0{,}877 - 0{,}00086 \cdot x.$$

Para se obterem os fatôres de repartição y, i. é, as parcelas do tráfego coletivo em relação ao tráfego total para os anos-prazo 1975 e 1990, foi estabelecida inicialmente a relação entre o futuro número provável de carros particulares (Fig. C10 e C11) e a futura população correspondente (Fig. C4 e C5). Expressos em carros particulares por 1 000 habitantes êsses fatores são designados por x.
Incluindo-se os fatôres x na equação de regressão, obtêm-se os fatôres de repartição y para cada zona.
Para algumas zonas, entretanto, o fator y assim calculado não pôde ser aproveitado diretamente para determinar o índice de participação do tráfego coletivo, pois, em razão de peculiaridades locais, apareceram tendências fortemente divergentes. Por êsse motivo aumentou-se o fator de repartição obtido através do cálculo para 0,900 em 1975 e 0,850 em 1990, nas Zonas 01 a 04 ("área central"), a fim de considerar o estrangulamento futuro do tráfego individual (carros particulares) no perímetro central, em consequência da falta de estacionamento. No caso da Ilha de Paquetá o fator de repartição para os dois anos-prazo é igual 1,0, pois não há possibilidade de tráfego individual para lá.

Os Municípios de Niterói e São Gonçalo apresentam peculiaridades locais. A prognose do tráfego total se baseou numa distribuição do tráfego quase que exclusivamente por meios de transporte coletivo. Com a conclusão da Ponte Rio—Niterói êsse aspecto será bastante modificado. O número de viagens por transporte individual aumentará tanto, que a prognose do tráfego total baseada nos resultados da análise é provàvelmente muito baixa. Para considerar êsse fato, pelo menos nos valôres referentes ao tráfego coletivo, os fatôres de repartição calculados para Niterói e São Gonçalo foram aumentados para 0,950 (1975) e 0,900 (1990), respectivamente.
Os fatôres de repartição calculados para as outras zonas com o auxílio do modêlo, encontram-se, p. ex., para o ano-prazo 1975 entre 0,701 (Urca) e 0,877 (Jacarèzinho), o que significa que o tráfego total gerado nessas zonas é repartido em 1975 em 70% e 88% para o tráfego coletivo, e 30% e 12% para o tráfego individual, respectivamente.
Todos os fatôres de repartição para 1975 e 1990 encontram-se na Tab. D30.

4.1.3.2 Repartição da distribuição entre tráfego coletivo e tráfego individual

A fim de fazer a repartição entre tráfego coletivo e tráfego individual, da distribuição de tráfego F_{IJ} entre as diversas zonas, determinados em D4.1.2, deverá ser novamente aplicado o método de fator médio, aí também utilizado.

A expressão é:

$$F_{IJ}\ \text{coletivo} = F_{IJ}\ \frac{m_I + m_J}{2},$$

onde:

F_{IJ} coletivo = número de viagens diárias entre as Zonas I e J por transporte coletivo,
F_{IJ} = total de viagens diárias,
m_I e m_J = fatores de repartição das zonas I e J.

Pelo exposto em D4.1.2, com a aplicação de uma equação dessa natureza ocorre normalmente uma desigualdade, a qual, entretanto, poderá ser eliminada pela mesma técnica de iteração já descrita. Os resultados dêsse cálculo, também realizado com o auxílio de computador, são tabelas de viagens que foram convertidas em matrizes de viagens apresentando as viagens diárias por transporte coletivo entre as zonas da Área de Estudo nos anos-prazo 1975 e 1990 (Tab. D31 e D32).
Um confronto entre as respectivas somas angulares, constantes dessas matrizes, referentes ao tráfego coletivo e ao tráfego total, mostra que o fator de repartição médio para 1975 é $m_{75} = 0{,}83$, e para 1990 $m_{90} = 0{,}77$.
Êsses valôres evidenciam, portanto, que na área metropolitana do Rio de Janeiro, também em 1990 a maior parcela do tráfego total recai sôbre o transporte coletivo.
Com isso os centros de gravidade das áreas de influência dos dois meios de transporte irão se separando cada vez mais. Em áreas de altas intensidades de tráfego deve predominar o transporte coletivo, pois ocupa relativamente menor espaço, enquanto que em áreas menos urbanizadas o carro particular poderá aproveitar suas vantagens e aumentar sua participação no volume do tráfego total.
Os desejos do tráfego coletivo englobados segundo as mesmas zonas que os desejos do tráfego total constam das Fig. D2 (1975) e D3 (1990), e na forma de uma matriz triangular, sob os valôres correspondentes do tráfego total.
Como conclusão, veja-se a Tab. D33, que mostra o total de passageiros transportados por dia útil na "macro-área" em transporte coletivo e em transporte individual, em 1968, 1975 e 1990.

Tab. D30
Fatôres de repartição y de tôdas as zonas da "macro-área" (1975 – 1990)

N.º	Zonas	Fator de repartição y 1975	1990
01	Candelária	0,900	0,850
02	Norte-Sul	0,900	0,850
03	Pedro II	0,900	0,850
04	Lapa	0,900	0,850
05	Gamboa	0,831	0,774
06	Mangue	0,833	0,768
07	Rio Comprido	0,820	0,767
08	Santa Teresa	0,829	0,762
09	Catete	0,781	0,691
10	Flamengo	0,733	0,641
11	Laranjeiras	0,737	0,649
12	Botafogo	0,749	0,667
13	Urca	0,701	0,617
14	Leme	0,738	0,672
15	Copacabana	0,710	0,630
16	Lagoa	0,793	0,744
17	Ipanema	0,736	0,652
18	Leblon	0,768	0,703
19	Gávea	0,762	0,693
20	Tijuca	0,763	0,681
21	Andaraí	0,797	0,721
22	Maracanã	0,801	0,728
23	Vila Isabel	0,795	0,715
24	Grajaú	0,769	0,676
25	Lins de Vasconcelos	0,818	0,761
26	Engenho Nôvo	0,836	0,719
27	Méier	0,796	0,708
28	Engenho de Dentro	0,793	0,703
29	Cachambi	0,830	0,760
30	Riachuelo	0,831	0,763
31	Jacarèzinho	0,877	0,877
32	Benfica	0,854	0,816
33	Caju	0,867	0,852
34	São Cristóvão	0,843	0,797
40	Santa Cruz	0,846	0,795
41	Campo Grande	0,849	0,800
42	Bangu	0,850	0,803
43	Jacarepaguá	0,842	0,790
44	Madureira	0,846	0,796
45	Irajá	0,849	0,802
46	Penha	0,842	0,789
47	Ilha do Governador	0,805	0,728
48	Ilha de Paquetá	1,000	1,000
49	Méier (parcial)	0,847	0,799
50	Ramos	0,839	0,787
51	Engenho Nôvo (parcial)	0,848	0,800
52	Tijuca (parcial)	0,754	0,667
53	Lagoa (parcial)	0,858	0,848
60+61+64	Nova Iguaçu	0,854	0,826
62+63	Nilópolis	0,852	0,819
65+66+67	São João de Meriti	0,851	0,819
68	Caxias	0,849	0,810
69+70+71+72+73	São Gonçalo	0,950	0,900
74+75	Niterói	0,950	0,900
80	Norte	0,540	0,826

4.2 **Projetos existentes de melhoramento dos meios de transporte e de seus itinerários (1975 e 1990)**

As prognoses efetuadas em D 4.1 para a futura distribuição do tráfego mostram que na Área de Estudo ("macro-área") o tráfego total em 1975 será cêrca de 34% superior ao de 1968 e, em 1990 deverá ser cêrca de 122% maior do que o tráfego total nesse mesmo ano-base.

Para atender ao volume de tráfego assim previsto as autoridades e entidades estaduais e federais responsáveis pela área metropolitana do Rio de Janeiro têm feito amplas pesquisas e elaborado diversos projetos. A seguir serão apresentados êsses projetos de tráfego, separados segundo os meios de transporte e seus itinerários. Cumpre considerar que êsses projetos foram elaborados independentemente de qualquer projeto de um nôvo meio de transporte rápido.

4.2.1 Estradas de ferro suburbanas

4.2.1.1 Projetos de modernização

No parecer elaborado em 1966, já citado em C 4.2.1, sôbre o tráfego ferroviário suburbano do Rio de Janeiro (Coverdale & Colpitts) é enumerada uma série de medidas de natureza administrativa e técnica que se fazem indispensáveis para sustar a redução no desempenho de tráfego do sistema ferroviário suburbano e transformá-la em aumento.

As despesas para a execução dessas medidas foram estimadas em cêrca de US$ 22,0 milhões, dos quais 17,0 milhões para a modernização do parque de material rodante, sendo o restante para instalações de sinalização automática, telecomunicações, oficinas, subestações e alargamento da bitola de 1,00 m para 1,60 m no trecho Penha Circular-Duque de Caxias.
Muitas dessas medidas sugeridas já foram executadas ou se encontram em execução.

No intuito, contudo, não apenas de manter, mas também de aumentar a capacidade de desempenho, existem por parte da EFCB os seguintes projetos de melhoramento, alguns dos quais já em fase de execução:

a) Contrôle remoto da sinalização do trecho entre Bangu e Matadouro (quase concluído).

b) Contrôle remoto da sinalização do trecho entre Deodoro e Nova Iguaçu (iniciado).

c) Melhoramento das instalações de vias na Estação Engenho de Dentro (quase concluído).

d) Modificação das instalações de vias na Estação Deodoro, com a construção de um cruzamento em dois níveis, para eliminar um ponto de estrangulamento operacional (projeto concluído).

e) Modificação das instalações de plataformas na Estação D. Pedro II.

f) Modificação das instalações de vias e sinalização no trecho de seis vias existente entre Engenho de Dentro e Madureira, para possibilitar nôvo processo operacional (estudos terminados).

g) Introdução da Linha Auxiliar na Estação D. Pedro II por meio da construção de um trecho de ligação em linha dupla que, bifurcando-se diante da Estação Francisco Sá, irá terminar na Estação D. Pedro II.

h) Prolongamento da bitola larga da Leopoldina até Duque de Caxias (obras em andamento).

i) Conclusão, em via dupla, do trecho de bitola larga da Leopoldina, a partir de Triagem, em direção ao Centro, entroncando-se com a nova ligação, também em via dupla, da Auxiliar. Assim, os trens de bitola larga da Leopoldina terão igualmente acesso à Estação D. Pedro II.

j) As Estações Barão de Mauá e Francisco Sá deverão até 1975 ser reformadas, passando a servir de estações terminais para os trens de longo percurso que demandam o Rio, sendo a primeira para trens de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo e a segunda para trens do Estado do Rio de Janeiro. A Estação D. Pedro II passará então a servir ùnicamente aos trens de subúrbio.

4.2.1.2 Desempenhos possíveis após a realização dos projetos de melhoramento

A EFCB realizou estudos para verificar com que intervalo de trens poderá operar suas linhas de subúrbio após a realização de todos os projetos de melhoramento descritos.

Considerando também as capacidades de lotação dos trens, pode-se determinar os limites da capacidade de desempenho teórica de cada uma das linhas.

Os trens elétricos de construção recente têm capacidade de lotação de 360 passageiros por carro. Portanto podem ser transportados:

N° de carros por trem	Passageiros
6	2 160
9	3 250
12	4 320

Para cada relação de tráfego o cálculo indicou o seguinte:

a) Centro — pequeno percurso: 15 trens por hora e sentido na ligação D. Pedro II — Deodoro, com parada dos trens em cada estação intermediária. Deverão ser postos em serviço trens de seis carros.
O desempenho teórico será, portanto, de 32 500 passageiros por hora e sentido.

b) Centro — médio percurso: 15 trens por hora e sentido na ligação D. Pedro II — Santa Cruz/Japeri, sem parada nas estações entre D. Pedro II e Deodoro. Com trens de 12 carros o desempenho teórico será de 65 000 passageiros por hora e sentido.

c) Auxiliar-Leopoldina: 15 trens por hora e sentido para a ligação D. Pedro II — Belfort Roxo/São Mateus/Duque de Caxias. São previstos trens de seis carros com desempenho teórico de 32 500 passageiros por hora e sentido. Essa capacidade deverá ser distribuída de acôrdo com o volume do tráfego entre a Linha Auxiliar e a linha de bitola larga da Leopoldina.

A capacidade de desempenho prática se situaria entre 20 e 25% abaixo da capacidade de desempenho teórica.

Os comprimentos das plataformas das linhas mencionadas são suficientes, em geral, sòmente para trens de seis carros. Apenas as plataformas das Estações D. Pedro II, Engenho de Dentro, Madureira e Cascadura oferecem espaço para trens de nove carros. A Estação Deodoro e parte da Estação D. Pedro II foram reformadas para receber trens de 12 carros. As plataformas junto às quais devem parar trens de médio percurso devem, portanto, eventualmente ser alongadas.

4.2.1.3 Rêde das estradas de ferro suburbanas (1975)

Pode-se partir da consideração de que os projetos de melhoramento mencionados estarão concluídos em 1975.

Em confronto, pois, com a rêde atual, um projeto da rêde para 1975 apresenta as seguintes alterações (Fig. E 6):

a) A Linha Auxiliar é levada até a Estação D. Pedro II mediante uma ramificação a oeste da Estação Francisco Sá.

b) A linha de bitola larga da Leopoldina é transformada em via dupla a partir de Triagem em direção ao Centro da cidade, e faz seu entroncamento com as vias da Linha Auxiliar mencionadas em a), de modo que seus trens também chegam até a Estação D. Pedro II.

c) As duas vias de bitola larga da Leopoldina são prolongadas da Penha até Duque de Caxias.

4.2.1.4 Rêde das estradas de ferro suburbanas (1990)

Em confronto com a rêde de 1975, a única diferença é a ampliação das Estações de Mangueira e Méier, de modo a permitir que os trens de médio percurso possam parar em plataformas próprias (Fig. E 27).

Além disso, em tôdas as linhas de estrada de ferro é previsto um considerável aumento da velocidade média dos trens em comparação com a situação atual, o que será viável, sem dificuldade, com grande parte do material rodante existente, após os melhoramentos previstos no sistema de sinalização, etc. É feita a incorporação da estrada de ferro que opera a leste da Baía de Guanabara, com estação inicial em Niterói.

Tab. D 33
Tráfego total diário na "macro-área" (1968 – 1975 – 1990)

Ano	Viagens	Crescimento (1968 = 100)	Fator de repartição	Tráfego coletivo	Tráfego individual
	Milhões	%	%	Milhões	Milhões
1968	3,923	100	0,84	3,334	0,589
1975	5,249	134	0,83	4,368	0,881
1990	8,710	222	0,77	6,748	1,962

Tab. D 31
Matriz de viagens – Tráfego coletivo diário (1975)

Origem / Destino	Guanabara																														
	"Micro-área"																														
Zonas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
"Macro-área" – Guanabara – "Micro-área"																															
01 Candelária		3 942	6 814	1 752	1 686	1 429	4 596	6 157	6 411	8 545	11 945	15 813	714	2 858	24 482	776	7 564	4 358	4 059	9 680	3 920	6 611	4 269	4 110	1 237	4 365	5 099	3 586	3 602	3 541	373
02 Norte-Sul	4 452		3 824	2 353	675	2 167	4 395	8 231	4 478	7 341	8 512	10 611	502	1 997	17 693	914	3 536	2 378	3 439	10 812	2 920	7 957	4 135	2 443	1 604	3 213	3 045	3 457	853	1 642	380
03 Pedro II	6 453	3 431		1 926	1 535	297	2 133	1 539	1 320	3 565	1 953	3 254	32	503	3 230	299	1 423	691	696	3 963	1 064	4 761	2 329	833	412	1 318	994	829	893	1 279	184
04 Lapa	2 945	1 929	1 499		203	151	215	270	1 092	947	695	1 372	7	148	353	31	15	61	121	239	137	452	—	—	11	114	454	—	—	129	—
05 Gamboa	1 869	1 015	1 440	286		3	123	524	95	111	593	940	—	—	992	197	216	57	366	694	881	889	65	134	—	299	192	234	—	202	296
06 Mangue	1 902	2 057	74	151	3		325	47	106	304	945	158	—	88	1 125	238	262	178	338	181	461	1 191	1	283	383	268	404	144	176	109	168
07 Rio Comprido	4 808	5 149	1 831	215	123	390		851	422	334	334	1 314	140	77	1 665	258	1 163	658	396	5 475	475	3 816	940	291	189	804	269	374	722	583	—
08 Santa Teresa	8 214	8 116	1 501	270	693	96	866		1 485	711	1 703	1 757	133	—	1 325	95	290	312	186	772	53	588	369	42	253	142	—	—	340	363	—
09 Catete	7 554	3 923	843	699	5	106	286	947		1 160	1 951	1 811	90	110	2 769	207	718	385	585	396	61	482	—	—	—	—	73	119	195	225	—
10 Flamengo	9 789	6 642	3 373	948	111	231	503	597	1 818		3 310	11 061	720	482	5 607	1 173	1 583	801	1 883	513	313	1 410	430	—	—	61	224	103	—	296	—
11 Laranjeiras	11 548	9 596	2 533	485	735	914	581	1 594	2 045	3 376		4 744	296	96	4 392	217	1 467	2 340	1 324	870	639	577	604	127	82	—	61	—	215	252	—
12 Botafogo	15 988	9 952	2 961	1 119	1 429	230	1 315	1 497	2 121	11 811	5 714		1 078	2 306	17 520	4 100	4 470	4 893	7 755	2 451	331	1 397	772	219	92	553	473	259	547	1 002	—
13 Urca	660	306	477	7	—	—	250	133	90	422	554	1 078		265	1 596	20	439	97	261	387	192	244	—	235	—	82	97	—	—	135	—
14 Leme	3 521	1 380	663	148	93	76	2	—	221	334	63	2 160	265		3 184	628	707	129	513	8	—	537	129	—	81	—	—	306	—	—	—
15 Copacabana	25 546	16 324	3 312	273	501	1 215	1 407	1 772	2 476	5 603	4 326	17 789	1 499	3 452		1 001	9 167	4 388	5 087	4 566	616	2 110	600	517	84	339	616	303	451	422	298
16 Lagoa	776	965	182	31	197	146	258	95	207	798	283	4 941	20	515	1 064		1 063	1 604	830	236	—	228	—	—	—	—	3	3	—	6	—
17 Ipanema	7 677	2 775	992	15	275	262	1 409	93	545	1 999	1 411	5 012	295	707	8 703	1 282		3 153	3 447	329	—	87	208	118	—	289	—	133	60	206	—
18 Leblon	4 923	2 139	894	61	57	3	304	176	122	679	1 878	5 136	147	285	4 496	1 292	2 394		4 895	539	185	214	155	—	—	—	719	123	—	—	189
19 Gávea	4 927	2 776	833	121	500	187	396	272	331	2 220	1 785	7 516	261	513	4 823	1 184	3 506	4 112		1 385	168	861	1	—	—	—	—	136	—	—	—
20 Tijuca	9 918	10 537	4 378	405	572	144	5 959	1 254	467	448	943	1 745	279	116	3 903	106	328	240	1 091		6 410	12 741	4 582	1 846	501	3 122	1 989	789	4	1 111	528
21 Andaraí	3 803	2 624	1 075	137	943	128	724	—	61	216	187	802	192	—	421	—	—	23	168	5 713		4 583	304	561	503	877	378	127	164	1 003	146
22 Maracanã	7 901	7 931	4 024	356	533	1 208	4 080	467	771	1 338	911	1 915	—	428	2 065	228	196	214	787	12 940	4 853		2 838	1 054	986	2 297	2 684	856	654	2 639	51
23 Vila Isabel	5 283	2 650	2 170	—	65	71	1 083	505	—	316	506	187	—	129	586	—	320	10	57	4 097	411	3 387		546	442	3 309	723	112	129	1 261	156
24 Grajaú	4 272	2 184	965	—	374	419	406	—	—	—	127	219	235	—	587	—	118	—	—	1 953	588	1 050	688		325	1 432	551	518	158	101	—
25 Lins de Vasconcelos	1 661	2 144	306	11	—	292	189	169	—	—	1	272	—	81	84	—	—	—	—	315	503	1 269	494	325		1 004	1 378	740	165	476	—
26 Engenho Nôvo	4 798	3 109	1 650	114	383	173	609	53	—	61	—	565	82	57	536	—	98	65	—	3 025	877	2 345	3 121	1 347	1 004		3 228	1 565	616	1 842	181
27 Méier	5 556	2 527	1 031	454	312	542	269	—	73	248	193	526	—	—	917	3	—	719	—	2 050	360	2 175	840	551	1 094	3 306		3 431	3 309	2 362	1 1098
28 Engenho de Dentro	4 010	3 031	701	—	332	144	259	—	119	103	—	116	—	206	206	3	133	123	136	675	127	676	112	590	740	1 219	3 861		58	1 400	161
29 Cachambi	3 822	1 310	896	—	—	352	463	340	195	—	197	274	—	—	506	—	1	—	—	170	1	471	241	2	165	676	3 786	58		522	—
30 Riachuelo	3 887	1 962	1 935	—	382	217	254	318	183	103	930	595	135	—	404	6	206	—	—	1 521	685	2 882	1 133	101	575	1 676	2 184	1 020	522		354
31 Jacarèzinho	186	360	184	—	437	168	—	—	—	—	142	—	—	102	298	—	—	189	—	528	146	51	3	138	—	358	1 036	161	—	354	
32 Benfica	1 454	569	1 033	2	3	195	218	47	—	94	183	246	5	—	332	—	3	—	—	256	112	763	663	—	268	255	420	212	156	22	262
33 Caju	956	262	73	—	—	15	159	—	2	—	203	—	—	124	212	—	—	—	—	167	—	50	30	22	7	7	111	6	94	104	186
34 São Cristóvão	2 984	5 761	914	106	488	918	509	218	387	692	1 025	931	261	479	2 532	—	706	—	426	1 803	789	1 407	838	308	406	2 454	1 431	0	413	2 416	872
Sub-total	184 043	129 378	55 381	12 445	13 645	12 889	34 545	28 166	27 643	53 879	53 503	104 860	7 388	16 124	118 608	14 258	42 092	32 178	38 846	78 709	28 278	68 262	30 894	16 743	11 444	33 839	36 483	20 234	14 496	26 005	5853
40 Santa Cruz	287	557	473	—	402	—	—	—	—	37	243	72	—	—	—	—	—	—	—	24	—	95	88	—	—	—	—	54	8	87	—
41 Campo Grande	3 114	3 493	690	—	250	504	—	—	—	159	—	236	—	—	29	—	—	370	7	27	8	677	115	37	25	33	307	97	—	836	3
42 Bangu	4 046	9 109	3 004	69	880	1 434	1 184	213	73	247	175	658	76	357	994	78	113	296	258	1 379	606	3 044	1 297	63	478	1 291	3 388	1 134	191	2 347	17
43 Jacarepaguá	13 140	11 676	3 617	58	2 074	1 424	758	882	171	862	318	701	452	137	2 631	77	478	754	1 450	1 601	262	2 408	1 058	288	249	2 363	3 114	967	197	2 354	24
44 Madureira	21 434	22 802	8 625	817	3 181	2 288	1 578	2 129	461	898	930	1 995	1 698	5	3 547	273	1 511	688	515	3 600	2 235	8 647	1 699	886	1 058	6 656	16 559	6 114	794	8 363	91
45 Irajá	12 959	10 209	2 180	1 147	2 294	1 604	1 577	352	1 123	481	878	677	19	—	1 190	—	244	811	435	1 298	373	4 405	648	195	321	2 080	6 794	973	825	2 484	136
46 Penha	10 254	7 649	3 087	243	3 509	2 059	1 225	630	1 314	627	652	694	—	—	2 106	—	303	—	1 216	2 384	143	3 358	1 036	80	269	761	2 145	219	349	1 903	105
47 Ilha do Governador	11 381	6 449	618	298	448	205	926	205	—	313	143	647	—	—	1 046	—	53	393	7	1 198	464	1 568	233	7	174	288	825	150	302	953	53
48 Ilha de Paquetá	193	183	192	197	1 635	—	243	—	—	—	—	1 346	—	—	2 271	637	—	—	—	480	—	—	71	—	—	43	—	—	—	—	—
49 Méier (parcial)	12 781	8 708	5 703	483	1 848	1 475	1 392	399	109	184	437	1 198	365	—	1 602	—	225	203	209	2 359	684	3 186	1 377	289	490	3 554	16 092	3 126	2 424	2 342	114
50 Ramos	23 681	17 892	7 997	303	3 395	1 665	1 943	848	1 094	1 034	560	2 354	—	73	5 934	314	625	617	1 176	3 842	1 259	4 419	1 662	557	226	1 449	4 325	571	887	2 309	79
51 Engenho Nôvo (parcial)	1 733	1 636	1 463	21	238	204	331	101	28	80	61	474	108	3	635	—	—	9	—	699	218	1 446	238	264	467	1 128	5 404	4 216	560	908	20
52 Tijuca (parcial)	248	128	45	—	9	29	28	41	5	29	17	73	—	14	71	—	40	88	13	978	51	236	21	23	7	21	28	6	6	9	—
53 Lagoa (parcial)	1 262	925	229	—	87	37	77	177	139	353	431	1 744	164	284	4 320	282	2 673	4 422	2 873	151	2	256	34	11	—	12	19	64	—	45	14
60 Queimados	579	5 448	1 412	—	348	826	525	161	—	—	990	1 408	93	—	2 688	—	—	—	534	562	298	1 172	—	—	26	—	35	—	—	—	29
61 Nova Iguaçu	10 174	15 665	5 885	3	1 229	1 619	35	612	652	2 519	2 667	3 704	—	94	2 048	166	1 201	109	1 322	442	197	1 871	155	569	146	610	1 807	640	114	503	33
62 Nilópolis	6 784	4 912	3 356	42	834	1 363	1 252	125	107	250	155	771	—	—	1 033	—	572	—	285	229	221	842	3	139	72	154	1 224	109	83	341	25
63 Olinda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64 Belfort Roxo	871	744	848	—	476	—	63	8	—	12	—	552	—	—	32	—	—	236	493	75	—	162	46	10	—	26	85	38	—	82	8
65 Coelho da Rocha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66 São Mateus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67 São João de Meriti	6 611	4 731	2 182	303	1 650	189	525	225	263	33	539	534	—	—	702	323	57	628	15	1 238	113	1 478	285	78	14	125	922	416	159	468	20
68 Duque de Caxias	9 278	4 930	1 940	—	3 651	606	624	474	5	199	45	147	—	319	505	—	40	26	35	573	33	868	1 082	165	72	420	1 499	330	313	891	30
69 São Gonçalo	6 661	2 310	1 113	—	559	76	—	280	241	235	222	972	237	—	176	—	184	354	—	711	—	23	286	—	—	—	—	21	—	42	—
70 Neves	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71 Sete Pontas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72 Monjolo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73 Ipiíba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
74 Niterói	26 083	15 350	2 557	430	1 314	210	1 164	824	724	1 674	766	1 182	508	42	2 256	78	517	397	488	1 374	124	1 448	467	295	38	218	352	117	44	389	—
75 Itaipu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80 Norte	1 500	238	817	13	1 977	635	226	133	—	49	458	—	—	—	2 094	—	896	311	—	496	66	472	32	6	27	52	371	81	146	73	79
81 Este	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total – Tráfego de destino	369 097	285 122	113 414	16 872	45 933	31 341	50 221	36 985	34 152	64 154	64 190	126 999	11 108	17 452	156 518	16 486	51 824	42 890	50 177	104 429	35 635	110 343	42 827	20 705	15 603	55 123	101 778	39 677	21 898	53 734	6733
Código das zonas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

"Macro-área"

32	33	34	Sub-total	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81	Total – Tráfego de origem	Código das zonas
898	423	3 255	168 870	195	3 116	6 070	12 325	21 784	12 880	7 533	7 261	131	13 303	23 586	2 766	226	536	579	14 954	8 498	—	860	—	—	6 721	6 777	3 996	—	—	—	—	22 538	—	1 925	—	347 430	01
648	262	5 440	136 289	570	3 729	7 405	11 625	22 680	7 320	10 002	5 716	126	9 980	17 550	4 047	227	793	5 672	17 959	7 469	—	748	—	—	3 791	8 669	3 217	—	—	—	—	18 329	—	1 668	—	305 644	02
891	225	948	55 203	117	693	2 666	2 902	10 020	2 573	3 924	650	131	3 188	7 750	1 409	45	226	1 487	5 641	3 330	—	1 091	—	—	1 810	1 483	82	—	—	—	—	2 458	—	2 421	—	111 300	03
2	—	106	13 698	—	—	—	135	82	48	295	—	135	229	225	—	8	103	—	—	—	—	30	—	—	84	58	—	—	—	—	—	109	—	—	—	15 239	04
71	—	401	13 185	124	248	774	2 003	2 534	1 202	2 476	655	1 544	724	3 180	559	7	47	417	905	1 607	—	64	—	—	499	1 451	227	—	—	—	—	520	—	195	—	35 147	05
387	15	372	12 844	—	501	650	1 728	1 556	1 108	885	346	—	974	1 291	774	39	183	826	1 707	1 352	—	103	—	—	294	799	354	—	—	—	—	232	—	280	—	28 826	06
218	159	677	35 120	473	28	430	551	1 527	807	2 062	57	264	904	2 212	112	27	153	529	127	1 121	—	72	—	—	550	391	54	—	—	—	—	851	—	210	—	48 632	07
47	46	171	30 939	—	120	915	405	1 117	1 139	630	—	—	408	660	222	32	90	56	629	18	—	34	—	—	459	392	453	—	—	—	—	847	—	—	—	39 565	08
—	112	491	26 303	—	—	33	459	279	662	422	216	—	183	288	45	4	207	857	738	14	—	145	—	—	544	368	134	—	—	—	—	948	—	—	—	32 849	09
260	—	498	54 740	—	308	4	317	264	393	219	865	—	176	1 387	297	16	370	—	2 358	250	—	43	—	—	211	476	217	—	—	—	—	1 247	—	54	—	64 212	10
320	203	1 387	53 620	—	307	309	889	801	240	581	—	—	775	690	76	48	304	996	2 509	348	—	64	—	—	538	305	127	—	—	—	—	1 217	—	691	—	65 435	11
124	—	1 278	105 757	—	134	761	784	1 996	1 134	823	1 168	1 020	789	2 514	82	20	1 702	1 495	3 614	792	—	562	—	—	504	733	201	—	—	—	—	2 011	—	126	—	128 722	12
5	—	169	8 201	112	—	81	69	1 071	—	—	—	—	98	159	184	—	299	125	—	—	—	3	—	—	—	8	92	—	—	—	—	147	—	9	—	10 658	13
—	124	364	15 636	—	—	132	72	127	3	10	—	—	325	535	—	23	74	—	61	—	—	—	—	—	—	308	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17 306	14
469	212	2 589	119 330	301	841	1 536	2 651	1 867	940	2 499	—	2 763	1 452	5 689	210	171	3 950	2 688	2 384	2 011	—	186	—	—	717	1 488	1 106	—	—	—	—	3 340	—	381	—	158 501	15
—	—	—	14 451	—	—	—	94	60	—	53	—	463	262	202	—	—	209	582	—	—	—	26	—	—	391	—	—	—	—	—	—	65	—	—	—	16 858	16
114	—	602	42 198	—	—	178	704	661	301	376	50	—	175	365	11	10	2 109	—	1 599	558	—	59	—	—	116	266	78	—	—	—	—	792	—	24	—	50 630	17
—	—	—	32 005	133	—	289	1 153	73	63	498	—	—	187	225	—	41	3 518	—	169	672	—	—	—	—	92	407	55	—	—	—	—	349	—	—	—	39 929	18
—	—	426	39 240	23	—	57	1 179	402	183	363	765	—	219	763	289	55	2 820	533	1 210	6	—	—	—	—	62	322	141	—	—	—	—	700	—	8	—	49 340	19
130	304	2 153	79 043	145	163	1 149	1 266	2 881	1 415	1 762	1 690	381	2 733	3 248	816	1017	377	562	2 033	456	—	224	—	—	1 375	2 045	675	—	—	—	—	2 154	—	404	—	108 014	20
112	—	690	26 665	—	26	198	539	1 615	504	475	128	—	483	942	304	111	25	290	238	—	—	8	—	—	62	189	—	—	—	—	—	240	—	331	—	33 373	21
938	50	1 881	70 074	35	1 082	1 562	2 317	3 735	2 513	2 577	1 195	—	2 373	3 980	1 532	87	50	1 172	1 940	712	—	429	—	—	1 431	1 677	353	—	—	—	—	1 409	—	485	—	102 720	22
416	30	1 124	30 081	25	—	24	692	1 513	599	692	476	39	1 085	1 811	350	68	48	—	406	—	—	57	—	—	343	340	67	—	—	—	—	493	—	150	—	39 359	23
—	22	308	17 600	—	21	150	524	714	335	160	34	—	468	594	170	29	3	—	556	47	—	23	—	—	117	332	—	—	—	—	—	762	—	110	—	22 749	24
268	7	133	12 287	119	29	37	247	638	218	117	87	—	459	287	521	6	4	—	9	99	—	13	—	—	45	44	—	—	—	—	—	131	—	18	—	15 415	25
453	7	2 508	34 472	—	—	236	2 201	2 924	914	786	419	—	3 828	1 304	711	9	—	—	695	228	—	3	—	—	319	208	—	—	—	—	—	369	—	6	—	49 632	26
541	111	965	35 553	47	289	2 957	2 938	16 224	5 163	1 795	478	—	15 802	4 249	5 175	28	26	17	708	926	—	151	—	—	1 005	663	222	—	—	—	—	445	—	304	—	95 165	27
212	6	588	20 047	117	118	737	766	3 976	879	669	328	—	3 323	990	2 675	10	18	—	394	355	—	291	—	—	357	164	—	—	—	—	—	102	—	166	—	36 482	28
332	94	351	15 225	7	174	280	270	907	602	405	123	—	1 897	691	140	10	—	475	197	113	—	45	—	—	127	104	—	—	—	—	—	36	—	102	—	21 930	29
239	104	2 209	26 722	17	252	242	2 202	8 217	1 010	564	466	—	1 971	2 064	513	16	3	166	249	121	—	33	—	—	316	160	65	—	—	—	—	160	—	140	—	45 669	30
155	186	1 030	6 212	—	8	26	2	71	104	38	—	—	150	85	14	2	—	—	32	32	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	59	—	—	—	6 851	31
	96	1 816	9 685	—	187	186	350	1 610	383	556	122	—	1 576	3 174	161	—	6	—	916	106	—	16	—	—	164	1 391	—	—	—	—	—	173	—	272	—	21 034	32
96		901	3 787	—	—	970	79	1 446	399	371	—	—	194	964	16	—	51	—	898	—	—	111	—	—	572	1 286	283	—	—	—	—	533	—	—	—	11 960	33
1 888	901		35 793	103	1 160	1 809	3 324	5 546	3 409	4 481	1 492	1 232	4 021	17 746	402	62	177	27	1 527	1 566	—	406	—	—	2 308	4 223	96	—	—	—	—	1 551	—	257	—	92 718	34
10 234	3 699	35 831	1 400 875	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
72	—	—	—		18 179	6 864	463	796	1 908	1 419	330	—	771	—	225	37	—	—	—	398	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	—	—	—	33 926	40
152	5	365	—	17 874		19 332	1 578	5 420	—	3 426	796	—	2 006	1 921	597	69	138	—	—	—	—	—	—	—	—	644	—	—	—	—	30	—	—	—	65 370	41
47	—	3 199	—	5 284	19 664		8 421	40 001	8 608	6 808	3 665	—	4 083	3 671	1 186	15	112	540	1 780	2 297	—	—	—	—	3 135	1 198	—	—	—	—	—	386	—	—	—	152 599	42
912	205	3 433	—	429	1 437	7 009		43 451	4 475	892	—	—	4 076	1 121	952	79	129		670	282	—	—	—	—	383	405	1	—	—	—	—	413	—	—	—	127 299	43
965	494	6 036	—	1 533	4 599	37 336	40 147		46 070	14 529	3 052	—	33 535	9 228	3 881	154	—	739	2 166	6 858	—	1 073	—	—	10 712	2 064	289	—	—	—	—	532	—	—	—	358 069	44
1 251	510	3 792	—	1 645	—	7 918	4 685	42 797		24 942	2 020	694	9 587	11 991	965	63	35	—	364	507	—	—	—	—	7 712	2 925	41	—	—	—	—	629	—	—	—	183 785	45
2 407	951	5 293	—	1 277	534	2 609	1 239	13 670	24 751		4 396	788	7 850	31 312	819	102	10	323	—	122	—	233	—	—	1 715	9 655	28	—	—	—	—	488	—	—	—	158 892	46
742	—	1 722	—	331	—	3 683	—	3 682	1 053	4 110		—	1 552	6 327	169	72	81	—	—	—	—	300	—	—	662	1 842	211	—	—	—	—	549	—	—	—	56 435	47
—	—	425	—	—	—	904	—	—	654	709	—	—	—	1 090	10	16	96	—	—	114	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 509	48
1 621	455	4 708	—	526	1 501	4 219	3 568	32 306	7 776	7 522	1 609	—		9 869	8 233	2811	346	872	827	872	—	505	—	—	1 919	1 347	—	—	—	—	—	413	—	—	—	167 183	49
3 981	1 211	17 589	—	411	1 227	2 464	1 247	8 587	10 551	32 817	6 537	1 257	10 566		1 277	125	318	—	361	123	—	—	—	—	1 851	5 767	118	—	—	—	—	1 536	—	—	—	203 011	50
170	121	536	—	202	408	1 497	926	3 318	1 085	666	290	—	8 111	1 298		836	171	—	187	281	—	—	—	—	37	—	—	—	—	—	—	297	—	—	—	43 130	51
—	—	44	—	33	62	39	69	137	94	92	63	13	2 661	113	1 751		183	—	26	11	—	12	—	—	27	10	—	—	—	—	—	3	—	—	—	7 707	52
39	14	54	—	—	120	66	39	41	149	10	190	71	252	268	1 233	221		34	—	13	—	—	—	—	19	79	4	—	—	—	—	40	—	—	—	24 043	53
221	—	—	—	—	—	718	—	—	—	475	—	—	254	—	—	—	52		3 723	335	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	—	—	—	22 959	60
273	201	1 537	—	—	—	2 345	—	1 792	1 098	—	—	—	486	624	209	28	—	3 143		7 500	—	26 475	—	—	2 755	1 240	34	—	—	—	—	822	—	—	—	107 353	61
321	—	938	—	272	—	2 211	320	6 754	622	145	346	150	1 066	140	290	12	14	261	7 476		—	720	—	—	4 614	830	6	—	—	—	—	85	—	—	—	52 876	62
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63
150	1	497	—	—	—	—	—	1 469	486	227	265	—	488	441	—	12	—	—	23 401	611	—	—	—	—	3 751	1 829	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38 495	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66
774	80	1 927	—	—	—	2 810	409	10 961	8 597	1 307	649	—	1 789	1 294	84	29	20	—	2 801	4 659	—	4 263	—	—		20 713	15	—	—	—	—	658	—	—	—	88 665	67
428	680	4 094	—	—	—	1 143	1 252	4 059	3 231	11 709	879	—	1 623	7 334	—	—	84	—	1 690	1 272	—	2 489	—	—	20 435		71	—	—	—	—	1 464	—	—	—	93 037	68
273	372	39	—	—	93	80	107	74	36	132	184	—	—	136	—	—	4	—	64	—	—	—	—	—	3	911		—	—	—	—	—	—	—	—	17 211	69
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73
621	930	1 332	—	76	175	240	314	931	665	633	1 027	—	421	1 432	98	—	97	—	811	523	—	18	—	—	573	677	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73 024	74
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
167	—	310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	668	—	—	—	12 393	80
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81
25 821	9 929	93 701	—	32 556	61 596	136 340	122 546	341 164	171 352	161669	51 085	11 202	165 891	201 010	46 562	7135	20 371	25 463	113 709	59 585	—	41 988	—	—	86 243	89 663	13 113	—	—	—	—	74 414	—	10 737	—	4 368 265	
32	33	34	35	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81		

Tab. D 32
Matriz de viagens – Tráfego coletivo diário (1990)

Origem \ Destino			Guanabara																														
			"Micro-área"																														
		Zonas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
"Macro-área"	Guanabara	"Micro-área"																															
		01 Candelária		4 712	6 720	2 059	1 868	5 581	5 050	7 480	7 731	10 254	15 156	20 933	657	3 629	31 544	931	10 290	5 714	6 147	11 781	4 389	11 338	4 853	4 448	1 371	5 731	6 171	4 313	4 155	4 466	381
		02 Norte-Sul	5 323		3 822	2 806	760	8 629	4 900	10 162	5 480	8 942	10 971	14 264	469	2 577	23 153	1 113	4 886	3 166	5 291	13 352	3 321	13 871	4 772	2 685	1 808	4 281	3 742	4 223	999	2 105	374
		03 Pedro II	6 363	3 430		1 892	1 406	1 025	1 948	1 556	1 340	3 590	2 081	3 632	24	534	3 502	298	1 634	764	896	4 062	989	6 980	2 209	748	378	1 459	1 010	835	856	1 347	154
		04 Lapa	3 462	2 301	1 472		224	594	235	327	1 315	1 134	879	1 814	6	188	454	38	20	80	184	290	152	775	—	—	12	150	548	—	—	163	–
		05 Gamboa	2 071	1 143	1 319	315		14	126	597	108	126	711	1 179	—	—	1 208	222	279	71	529	796	922	1 469	69	135	—	371	219	265	—	240	280
		06 Mangue	7 428	8 189	255	594	14		1 230	197	407	1 185	3 879	663	—	374	4 636	977	1 120	741	1 544	704	1 790	5 958	4	1 061	1 503	1 122	1 590	572	699	461	646
		07 Rio Comprido	5 283	5 742	1 672	235	126	1 476		960	475	374	395	1 626	119	91	2 003	288	1 480	807	564	6 221	493	6 182	992	292	194	988	304	419	773	685	–
		08 Santa Teresa	9 980	10 021	1 518	327	790	401	977		1 841	876	2 226	2 398	125	—	1 758	117	407	422	292	966	61	1 084	430	47	289	193	—	—	403	472	–
		09 Catete	9 110	4 800	855	842	5	407	322	1 174		1 408	2 502	2 423	85	142	3 602	254	986	512	894	488	69	832	—	—	—	—	90	145	229	289	–
		10 Flamengo	11 747	8 091	3 396	1 135	126	900	562	736	2 206		4 223	14 733	670	619	7 259	1 431	2 165	1 060	2 870	629	355	2 432	495	—	—	81	274	125	—	379	–
		11 Laranjeiras	14 652	12 368	2 699	613	881	3 752	687	2 083	2 623	4 307		6 679	292	130	6 014	281	2 121	3 274	2 130	1 126	769	1 051	735	147	98	—	78	—	267	342	–
		12 Botafogo	21 165	13 378	3 306	1 479	1 791	962	1 628	2 043	2 838	15 732	8 045		1 118	3 271	25 009	5 530	6 727	7 130	12 959	3 309	416	2 634	983	265	115	808	637	347	710	1 416	–
		13 Urca	608	286	360	6	—	—	212	125	85	392	547	1 118		261	1 605	19	469	100	315	368	165	337	—	195	—	85	92	—	—	132	–
		14 Leme	4 471	1 781	704	188	111	321	2	—	285	429	85	3 064	261		4 394	812	1 031	182	834	11	—	991	157	—	97	—	—	395	—	—	–
		15 Copacabana	32 915	21 361	3 591	351	611	5 008	1 692	2 351	3 221	7 253	5 923	25 391	1 507	4 764		1 314	13 431	6 226	8 290	5 995	753	3 884	742	608	103	484	807	395	569	580	340
		16 Lagoa	931	1 175	181	38	222	598	288	117	254	973	365	6 664	19	666	1 397		1 476	2 144	1 286	291	—	401	—	—	—	—	3	3	—	8	–
		17 Ipanema	10 444	3 834	1 140	20	355	1 120	1 793	130	749	2 733	2 040	7 543	316	1 031	12 751	1 778		4 716	5 908	456	—	168	272	148	—	433	—	183	80	300	–
		18 Leblon	6 456	2 847	988	80	71	13	373	238	162	899	2 627	7 484	151	401	6 379	1 727	3 581		8 129	723	231	401	196	—	—	—	961	164	—	—	219
		19 Gávea	7 462	4 271	1 073	184	725	854	564	427	505	3 385	2 872	12 560	315	834	7 861	1 835	6 008	6 829		2 134	243	1 828	—	—	—	—	—	209	—	—	–
		20 Tijuca	12 072	13 013	4 487	492	656	558	6 770	1 570	576	549	1 220	2 356	266	151	5 125	131	454	322	1 681		7 397	22 155	5 354	2 053	575	4 206	2 463	971	5	1 441	567
		21 Andaraí	4 258	2 983	999	152	987	495	751	—	69	245	225	1 009	165	—	515	—	—	29	243	6 592		7 569	327	572	526	1 096	434	144	179	1 201	140
		22 Maracanã	13 550	13 826	5 899	611	881	6 044	6 610	834	1 329	2 309	1 659	3 610	—	789	3 802	401	378	401	1 671	22 501	8 014		4 707	1 678	1 627	4 317	4 675	1 489	1 112	4 854	80
		23 Vila Isabel	6 006	3 059	2 058	—	69	274	1 144	590	—	363	616	238	—	157	724	—	418	13	83	4 787	441	5 620		566	471	4 188	840	129	142	1 530	154
		24 Grajaú	4 624	2 401	867	—	378	1 568	407	—	—	—	147	265	195	—	690	—	148	—	—	2 171	600	1 671	712		329	1 728	610	568	166	117	–
		25 Lins de Vasconcelos	1 842	2 415	281	12	—	1 145	194	193	—	—	1	340	—	97	103	—	—	—	—	361	526	2 094	597	329		1 246	1 573	838	179	565	–
		26 Engenho Nôvo	6 299	4 143	1 826	150	475	723	748	72	—	81	—	826	85	80	763	—	147	94	—	4 075	1 096	4 408	3 949	1 625	1 246		4 331	2 088	793	2 584	209
		27 Méier	6 724	3 106	1 047	548	356	2 131	304	—	90	303	249	709	—	—	1 201	3	—	961	—	2 538	413	3 787	976	610	1 249	4 436		4 210	3 918	3 054	1156
		28 Engenho de Dentro	4 823	3 702	706	—	376	572	290	—	145	125	—	155	—	266	268	3	183	164	209	832	144	1 177	129	647	838	1 627	4 737		68	1 800	169
		29 Cachambi	4 409	1 535	859	—	—	1 401	496	403	229	—	245	356	—	—	638	—	—	—	—	202	1	801	268	2	179	870	4 482	68		644	–
		30 Riachuelo	4 902	2 514	2 038	—	454	921	298	413	236	132	1 260	841	132	—	556	8	300	—	—	1 983	821	5 301	1 376	117	684	2 351	2 824	1 311	644		389
		31 Jacarèzinho	190	374	154	—	414	646	—	—	—	—	159	—	—	113	340	—	—	219	—	567	140	80	3	129	—	413	1 100	169	—	389	
		32 Benfica	1 682	669	994	3	4	776	234	56	—	111	229	321	5	—	421	—	4	—	—	307	123	1 302	739	—	291	329	501	251	176	28	261
		33 Caju	1 153	321	73	—	—	64	179	—	3	—	266	—	—	162	281	—	—	—	—	209	—	89	35	24	8	9	138	7	111	135	194
		34 São Cristóvão	3 620	7 097	925	128	558	3 740	576	273	480	854	1 339	1 269	247	626	3 359	—	989	—	666	2 256	910	2 493	980	343	464	3 317	1 783	656	490	3 141	918
		Sub-total	236 025	170 888	58 284	15 260	15 694	52 713	41 590	35 107	34 782	69 064	73 142	146 463	7 229	21 953	163 315	19 511	61 133	46 141	63 615	103 083	35 744	121 127	37 062	19 474	14 455	46 319	47 017	25 492	17 723	34 868	6631
		40 Santa Cruz	524	1 034	733	—	708	—	—	—	—	68	474	145	—	—	—	—	—	—	—	45	—	244	155	—	—	—	—	101	14	172	–
		41 Campo Grande	3 984	4 534	745	—	304	2 023	—	—	—	206	—	336	—	—	40	—	—	523	11	36	10	1 234	142	43	30	46	402	127	—	1 145	4
		42 Bangu	5 617	12 838	3 527	96	1 162	6 193	1 543	307	103	348	261	1 017	83	535	1 498	110	180	454	452	1 963	805	6 007	1 741	80	631	1 983	4 807	1 604	262	3 490	21
		43 Jacarepaguá	17 863	16 118	4 144	79	2 674	6 161	965	1 240	236	1 187	463	1 063	485	201	3 886	107	744	1 134	2 502	2 233	340	4 686	1 388	360	321	3 557	4 329	1 338	263	3 427	29
		44 Madureira	28 543	30 814	9 702	1 087	4 017	9 560	1 969	2 930	625	1 211	1 325	2 958	1 789	7	5 125	371	2 299	1 013	868	4 917	2 841	16 409	2 184	1 088	1 336	9 812	22 531	8 281	1 039	11 911	107
		45 Irajá	17 148	13 714	2 430	1 515	2 876	6 776	1 954	482	1 512	646	1 245	1 000	20	—	1 712	—	370	1 189	732	1 765	471	8 362	828	238	403	3 052	9 202	1 312	1 073	3 520	159
		46 Penha	13 250	10 033	3 360	313	4 294	8 478	1 482	841	1 727	821	902	1 001	—	—	2 958	—	449	—	1 996	3 162	177	6 219	1 292	95	329	1 089	2 835	288	443	2 633	120
		47 Ilha do Governador	24 881	14 331	1 173	656	958	1 176	1 930	470	—	685	329	1 535	—	—	2 428	—	128	927	18	2 631	985	4 577	495	14	372	682	1 819	332	658	2 236	110
		48 Ilha de Paquetá	228	220	187	231	1 805	—	266	—	—	—	—	1 822	—	—	2 992	766	—	—	—	595	—	—	81	—	—	58	—	—	—	—	–
		49 Méier (parcial)	17 558	12 152	6 597	662	2 410	6 483	1 790	568	153	256	644	1 837	396	—	2 395	—	354	309	365	3 328	897	6 279	1 827	367	638	5 411	22 631	4 376	3 275	3 450	138
		50 Ramos	31 844	24 436	9 049	407	4 326	7 196	2 445	1 179	1 496	1 410	808	3 534	—	105	8 677	431	964	919	2 012	5 304	1 614	8 537	2 156	689	287	2 160	5 951	783	1 172	3 326	94
		51 Engenho Nôvo (parcial)	2 962	2 846	2 119	35	391	1 080	533	180	48	138	112	900	148	6	1 177	—	—	17	—	1 219	359	3 498	394	419	767	2 123	9 445	7 356	948	1 671	31
		52 Tijuca (parcial)	245	128	37	—	8	103	26	42	5	29	18	81	—	15	77	—	46	97	17	994	48	347	19	21	6	23	29	6	5	9	–
		53 Lagoa (parcial)	1 536	1 144	231	—	99	157	88	223	174	440	569	2 405	155	375	5 803	350	3 795	6 030	4 553	190	2	461	40	12	—	16	23	80	—	58	14
		60 Queimados	1 039	9 916	2 188	—	604	4 042	896	302	—	—	1 887	2 773	137	—	5 182	—	—	—	1 174	1 025	519	2 860	—	—	46	—	63	—	—	—	48
		61 Nova Iguaçu	18 442	28 806	9 204	5	2 156	8 021	61	1 158	1 193	4 611	5 135	7 372	—	184	3 988	309	2 447	216	2 937	814	346	4 618	274	966	257	1 210	3 328	1 180	206	978	55
		62 Nilópolis	10 176	7 477	4 292	63	1 198	6 049	1 774	194	163	380	248	1 282	—	—	1 677	—	974	—	534	351	319	1 767	5	194	104	255	1 873	166	124	548	34
		63 Olinda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
		64 Belfort Roxo	1 391	1 205	1 165	—	734	—	95	13	—	20	—	973	—	—	56	—	—	414	973	122	—	356	71	16	—	46	139	62	—	141	12
		65 Coelho da Rocha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
		66 São Mateus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
		67 São João de Meriti	11 222	8 147	3 182	517	2 703	900	846	398	450	56	974	999	—	—	1 283	564	109	1 167	31	2 139	186	3 444	471	124	23	232	1 592	718	268	852	32
		68 Duque de Caxias	16 218	8 741	2 925	—	6 167	2 903	1 036	864	9	350	84	281	—	599	947	—	78	50	75	1 017	55	2 065	1 838	269	122	803	2 660	585	543	1 666	53
		69 São Gonçalo	11 717	4 126	1 679	—	948	384	—	513	429	417	415	1 886	340	—	333	—	365	682	—	1 275	—	55	489	—	—	—	—	38	—	79	-
		70 Neves	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
		71 Sete Pontas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
		72 Monjolo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
		73 Ipiíba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
		74 Niterói	35 587	21 285	2 924	584	1 697	949	1 483	1 162	1 009	2 326	1 127	1 811	543	62	3 366	109	814	601	854	1 933	161	2 870	615	371	49	330	494	163	59	570	-
		75 Itaipu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
		80 Norte	2 813	453	1 326	24	3 595	3 221	404	261	—	93	912	—	—	—	4 216	—	1 886	636	—	946	120	1 201	59	11	48	107	707	155	273	147	137
		81 Este	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
	Total – Tráfego de destino		510 813	405 386	131 203	21 534	61 528	134 568	63 176	48 434	44 114	84 762	91 074	183 474	11 325	24 042	223 131	22 628	77 135	62 519	83 719	141 087	45 999	207 223	53 626	24 851	20 224	79 314	141 877	54 543	28 348	76 897	7829
	Código das zonas		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

"Macro-área"

32	33	34	Sub-total	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81	Total — Tráfego de origem	Código das zonas
1 039	511	3 949	215 352	356	3 986	8 427	16 754	29 009	17 043	9 734	15 873	155	18 275	31 716	4 727	223	653	1 039	27 106	12 747	—	1 374	—	—	11 409	11 847	7 030	—	—	—	—	30 751	—	3 609	—	479 195	01
761	321	6 702	180 031	1 058	4 923	10 437	16 048	30 648	9 833	13 119	12 701	151	13 926	23 969	7 039	227	981	10 323	33 023	11 368	—	1 212	—	—	6 528	15 371	5 748	—	—	—	—	25 416	—	3 174	—	437 254	02
858	226	960	58 986	181	749	3 130	3 325	11 270	2 867	4 272	1 235	128	3 688	8 769	2 040	37	229	2 303	8 822	4 258	—	1 499	—	—	2 640	2 236	123	—	—	—	—	2 810	—	3 927	—	129 524	03
3	—	128	16 948	—	—	—	183	109	63	380	—	158	314	303	—	8	124	—	—	—	—	49	—	—	143	102	—	—	—	—	—	149	—	—	—	19 033	04
77	—	459	16 320	218	301	1 022	2 582	3 199	1 507	3 030	1 402	1 705	944	4 053	918	7	54	725	1 588	2 308	—	98	—	—	817	2 451	385	—	—	—	—	671	—	355	—	45 660	05
1 540	64	1 514	52 661	—	2 009	2 810	7 476	6 499	4 681	3 645	1 980	—	4 281	5 577	4 086	139	770	4 042	8 453	5 998	—	460	—	—	1 401	3 829	1 788	—	—	—	—	1 047	—	1 420	—	125 052	06
234	179	766	42 438	814	34	560	701	1 906	999	2 494	119	289	1 163	2 784	180	25	174	903	218	1 587	—	109	—	—	886	650	90	—	—	—	—	1 084	—	374	—	60 581	07
56	57	214	38 712	—	159	1 316	569	1 538	1 558	841	—	—	580	918	395	32	113	105	1 190	28	—	57	—	—	812	714	830	—	—	—	—	1 195	—	—	—	51 662	08
—	139	608	33 212	—	—	47	635	377	891	555	472	—	255	394	78	4	259	1 552	1 350	22	—	234	—	—	933	648	239	—	—	—	—	1 321	—	—	—	43 478	09
306	—	614	69 619	—	399	6	436	357	528	286	1 892	—	245	1 891	514	16	461	—	4 317	380	—	70	—	—	362	839	387	—	—	—	—	1 733	—	103	—	84 841	10
400	266	1 812	72 677	—	421	459	1 295	1 141	341	804	—	—	1 143	994	139	50	402	1 898	4 831	558	—	109	—	—	972	566	238	—	—	—	—	1 791	—	1 376	—	92 205	11
162	—	1 742	147 655	—	191	1 176	1 188	2 959	1 675	1 186	2 771	1 380	1 211	3 774	155	22	2 347	2 944	7 193	1 316	—	989	—	—	942	1 406	391	—	—	—	—	3 079	—	259	—	186 209	12
5	—	160	8 047	165	—	89	74	1 129	—	—	—	—	107	168	252	—	282	185	—	—	—	4	—	—	—	11	131	—	—	—	—	157	—	15	—	10 816	13
—	162	476	21 244	—	—	198	105	182	4	13	—	—	482	774	—	24	97	—	118	—	—	—	—	—	—	580	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 821	14
596	281	3 435	164 772	593	1 168	2 314	3 915	2 697	1 352	3 509	—	3 640	2 170	8 319	390	184	5 306	5 182	4 643	3 263	—	320	—	—	1 310	2 789	2 098	—	—	—	—	4 983	—	768	—	225 685	15
—	—	—	19 500	—	—	—	130	81	—	70	—	557	368	277	—	—	260	1 074	—	—	—	42	—	—	683	—	—	—	—	—	—	90	—	—	—	23 132	16
153	—	844	61 438	—	—	282	1 096	1 006	456	556	121	—	275	563	22	11	2 993	—	3 258	950	—	107	—	—	222	522	156	—	—	—	—	1 247	—	50	—	75 331	17
—	—	—	45 501	267	—	443	1 733	108	92	712	—	—	284	335	—	46	4 797	—	334	1 109	—	—	—	—	172	777	106	—	—	—	—	529	—	—	—	57 345	18
—	—	666	63 645	51	—	100	2 034	677	309	596	2 015	—	382	1 306	620	71	4 468	1 171	2 688	11	—	—	—	—	131	689	306	—	—	—	—	1 225	—	19	—	82 514	19
155	380	2 694	102 865	270	214	1 635	1 766	3 935	1 923	2 337	3 710	472	3 856	4 485	1 425	1034	477	1 025	3 745	700	—	365	—	—	2 375	3 630	1 211	—	—	—	—	3 030	—	770	—	147 255	20
123	—	795	32 823	—	32	263	699	2 053	636	585	273	—	634	1 208	500	103	29	504	418	—	—	12	—	—	101	320	—	—	—	—	—	312	—	602	—	42 107	21
1 601	89	3 333	124 681	89	1 974	3 082	4 509	7 087	4 770	4 772	3 489	—	4 677	7 689	3 704	128	89	2 860	4 786	1 493	—	941	—	—	3 336	3 991	859	—	—	—	—	2 792	—	1 233	—	193 031	22
464	35	1 314	36 493	44	—	33	908	1 945	765	862	1 010	44	1 439	2 350	579	64	57	—	716	—	—	89	—	—	567	577	115	—	—	—	—	650	—	274	—	49 581	23
—	24	343	20 729	—	25	193	657	877	408	190	69	—	593	736	270	26	3	—	943	65	—	34	—	—	186	542	—	—	—	—	—	958	—	193	—	27 697	24
291	8	152	15 382	209	35	49	319	805	273	143	185	—	599	366	854	6	4	—	16	142	—	20	—	—	73	75	—	—	—	—	—	169	—	32	—	19 756	25
586	9	3 390	46 901	—	—	362	3 314	4 310	1 342	1 126	993	—	5 827	1 944	1 339	9	—	—	1 379	378	—	5	—	—	595	398	—	—	—	—	—	559	—	13	—	70 794	26
645	138	1 202	46 064	88	377	4 196	4 084	22 075	6 992	2 372	1 054	—	22 223	5 847	9 046	28	33	30	1 304	1 417	—	246	—	—	1 736	1 177	397	—	—	—	—	624	—	578	—	131 988	27
251	7	728	25 141	217	154	1 041	1 061	5 385	1 185	880	725	—	4 652	1 356	4 667	10	22	—	726	542	—	474	—	—	616	290	—	—	—	—	—	142	—	317	—	49 603	28
375	111	416	18 991	12	219	383	361	1 187	782	514	270	—	2 563	913	237	9	—	847	356	167	—	72	—	—	215	181	—	—	—	—	—	48	—	190	—	28 517	29
297	135	2 873	36 111	34	345	361	3 205	11 703	1 432	780	1 092	—	2 903	2 973	944	17	4	319	484	194	—	57	—	—	574	299	123	—	—	—	—	235	—	281	—	64 470	30
155	194	1 084	7 032	—	9	32	3	83	122	43	—	—	182	100	21	1	—	—	53	43	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	70	—	—	—	7 818	31
	114	2 165	12 096	—	236	255	470	2 115	500	709	267	—	2 137	4 210	273	—	7	—	1 656	157	—	26	—	—	277	2 422	—	—	—	—	—	232	—	509	—	28 554	32
114		1 122	4 697	—	—	1 386	110	1 978	542	493	—	—	274	1 334	29	—	64	—	1 684	—	—	183	—	—	1 004	2 324	514	—	—	—	—	747	—	—	—	17 363	33
2 251	1 122		47 870	195	1 529	2 591	4 658	7 608	4 649	5 966	3 375	1 503	5 679	24 604	711	63	222	51	2 858	2 424	—	671	—	—	4 045	7 619	174	—	—	—	—	2 182	—	498	—	131 763	34
3 498	4 572	46 660	1 905 634	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
130	—	—	—	35 395	14 482	964	1 612	3 867	2 806	1 046	—	1 624	—	587	58	—	—	—	—	894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78	—	—	—	67 960	40
192	7	482	—	34 801		28 851	2 313	7 772	—	4 776	1 823	—	2 974	2 789	1 093	74	184	—	—	—	—	—	—	—	—	1 189	—	—	—	—	—	44	—	—	—	105 289	41
65	—	4 580	—	11 150	29 347		13 386	62 154	13 329	10 289	9 059	—	6 563	5 781	2 354	17	162	1 106	3 683	3 982	—	—	—	—	6 097	2 391	—	—	—	—	—	620	—	—	—	245 833	42
1 224	287	4 810	—	892	2 106	11 140		66 279	6 800	1 322	—	—	6 430	1 731	1 861	91	182	—	1 372	482	—	—	—	—	736	799	3	—	—	—	—	649	—	—	—	192 719	43
1 268	675	8 280	—	3 105	6 595	58 013	61 240		68 472	21 082	7 279	—	51 724	13 940	7 393	173	—	1 459	4 325	11 446	—	1 895	—	—	20 091	3 975	562	—	—	—	—	819	—	—	—	542 480	44
1 633	693	5 172	—	3 334	—	12 260	7 118	63 607		36 031	4 835	933	14 729	18 039	1 837	71	48	—	727	844	—	—	—	—	14 457	5 631	81	—	—	—	—	963	—	—	—	278 749	45
3 067	1 263	7 047	—	2 525	744	3 943	1 837	19 836	35 755		10 263	1 035	11 774	45 985	1 522	111	14	623	—	198	—	402	—	—	3 137	18 144	53	—	—	—	—	730	—	—	—	240 595	46
1 627	—	3 896	—	1 049	—	9 102	—	8 780	2 522	9 595		—	3 856	15 429	509	137	188	—	—	—	—	801	—	—	1 882	5 319	629	—	—	—	—	1 381	—	—	—	133 238	47
—	—	518	—	—	—	1 283	—	—	879	931	—	—	—	1 489	17	16	117	—	—	177	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14 678	48
2 199	644	6 671	—	1 109	2 225	6 781	5 628	49 827	11 947	11 281	3 998	—		15 417	16 287	3257	494	1 787	1 712	1 507	—	925	—	—	3 733	2 689	—	—	—	—	—	657	—	—	—	258 321	49
5 280	1 674	24 385	—	849	1 783	3 880	1 926	12 972	15 873	48 195	15 940	1 717	16 505		2 475	141	445	—	733	209	—	—	—	—	3 532	11 302	234	—	—	—	—	2 391	—	—	—	305 752	50
289	215	948	—	527	748	2 972	1 809	6 320	2 065	1 237	874	—	16 045	2 516		1221	306	—	469	595	—	—	—	—	88	—	—	—	—	—	—	588	—	—	—	80 754	51
—	—	45	—	52	67	46	79	153	105	100	120	13	3 084	128	2 558		187	—	40	14	—	17	—	—	40	15	—	—	—	—	—	3	—	—	—	9 347	52
47	18	68	—	—	160	96	55	57	205	14	441	86	361	375	2 207	225		65	—	21	—	—	—	—	33	144	8	—	—	—	—	57	—	—	—	33 766	53
395	—	—	—	—	—	1 470	—	—	—	916	—	—	521	—	—	—	98		9 379	724	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	—	—	—	48 301	60
493	378	2 877	—	—	—	4 852	—	3 579	2 192	—	—	—	1 006	1 269	525	44	—	7 917		16 386	—	59 905	—	—	6 645	3 053	85	—	—	—	—	1 713	—	—	—	223 396	61
478	—	1 452	—	610	—	3 833	548	11 273	1 035	235	898	232	1 843	237	614	15	23	565	16 333		—	1 392	—	—	9 504	1 751	13	—	—	—	—	148	—	—	—	95 253	62
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63
238	2	819	—	—	—	—	—	2 595	857	391	707	—	894	793	—	17	—	—	52 951	1 181	—		—	—	8 028	4 002	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81 479	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66
1 307	141	3 377	—	—	—	5 466	787	20 558	16 114	2 390	1 846	—	3 479	2 470	199	43	36	—	6 756	9 596	—	9 124	—	—		48 274	37	—	—	—	—	1 287	—	—	—	176 916	67
745	1 228	7 386	—	—	—	2 281	2 471	7 816	6 221	22 004	2 529	—	3 240	14 371	—	—	154	—	4 160	2 683	—	5 446	—	—	47 627		174	—	—	—	—	2 942	—	—	—	186 481	68
477	675	71	—	—	174	162	214	144	70	251	550	—	—	268	—	—	8	—	163	—	—	—	—	—	7	2 217		—	—	—	—	—	—	—	—	31 621	69
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73
834	1 303	1 875	—	162	258	385	493	1 432	1 018	946	2 585	—	670	2 229	194	—	138	—	1 690	906	—	33	—	—	1 121	1 360	—	—	—	—	—	—	—	—	—	105 540	74
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
312	—	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 439	—	—	—	26 102	80
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81
5 798	13 775	132 019	—	65 026	99 091	219 976	187 271	514 804	259 846	242366	121 886	14 198	255 671	302 255	88 386	8335	28 565	52 604	234 749	105 470	—	89 868	—	—	172 845	182 127	25 318	—	—	—	—	108 634	—	20 939	—	6 748 205	
32	33	34	35	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	80	81		

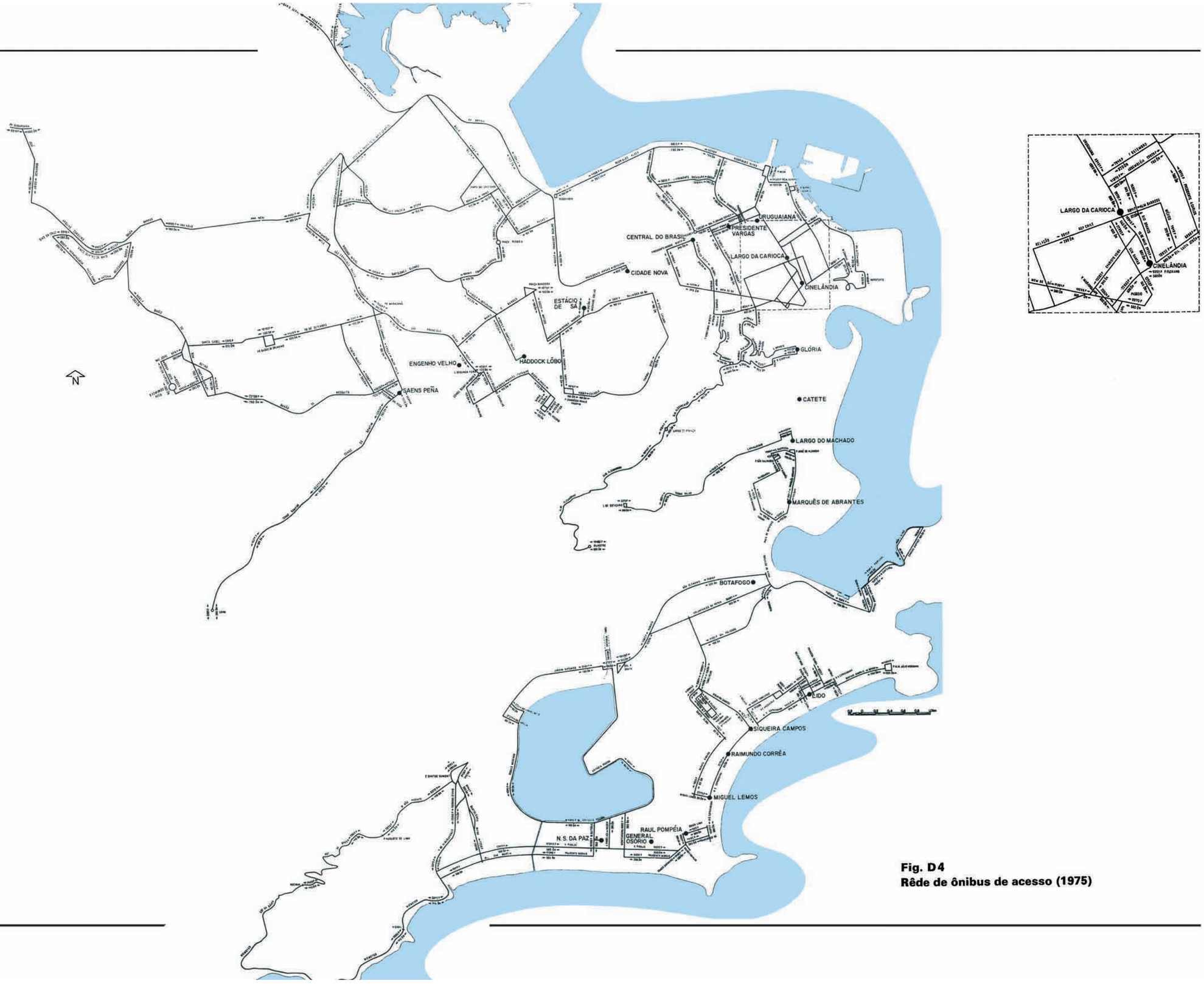


Fig. D4
Rêde de ônibus de acesso (1975)

4.2.2 Ônibus

4.2.2.1 Generalidades

Ao contrário das estradas de ferro, em razão de suas características próprias, não existe para a rêde de ônibus qualquer projeto específico de melhoramento.
O ônibus é de operação versátil, acomodando-se ràpidamente às exigências do tráfego, mas pressupõe uma rêde de vias públicas suficiente.

Em D5 poder-se-á ver a influência que o aumento do tráfego esperado até 1990 exerceria sôbre o ônibus, caso êste deva permanecer o único, além das estradas de ferro suburbanas, a suportar o maior volume do tráfego coletivo. Fica também demonstrado que a rêde de vias públicas, mesmo com a execução dos novos projetos de obras previstos, não mais poderá dar vazão a êsse tráfego.

Em contrapartida, em uma metrópole com tráfego coletivo por transportes sôbre trilhos (no Rio, estradas de ferro suburbanas e metrô), a função primordial do ônibus ficará restringida ao atendimento de áreas em desenvolvimento e ao serviço de acesso de passageiros às estações das estradas de ferro e do metrô.

Ademais, certas linhas de ônibus deveriam estabelecer ligações tangenciais entre subcentros afastados, a fim de não obrigar os passageiros a passar pelo centro da cidade.
Em E1.3.2.2 está ilustrado como seria uma rêde de serviço de acesso dêsse tipo. A rêde aí descrita servirá à "Linha Prioritária" do metrô, que em 1975 deverá estar concluída (Fig. D4).
As alocações dos fluxos de tráfego previstos para 1975 e 1990, efetuadas no Cap. E, aos trechos e paradas bem como às estações dos meios de transporte então existentes, incluindo o metrô proposto, dependeriam contudo, para o ônibus, de estudos de rêdes mais detalhados.
Em vista disso, para simplificar as alocações, o computador será alimentado não com uma rêde de ônibus, mas com uma rêde geral de tôdas as principais vias públicas.

4.2.2.2 Rêde de ônibus (1975)

É a rêde geral de tôdas as principais vias públicas, considerados os projetos rodoviários concluídos até 1975 (D4.2.5.3—Fig. D5).

4.2.2.3 Rêde de ônibus (1990)

É a rêde geral de tôdas as principais vias públicas, considerados os projetos rodoviários concluídos até 1990 (D4.2.5.4—Fig. D5).

4.2.3 Barcas; ponte e túnel Rio-Niterói

4.2.3.1 Planejamento de tráfego para a ponte

As barcas constituem atualmente o único meio de transporte coletivo entre Rio e Niterói.
Está previsto porém, que em 1971 será posta em serviço uma ponte para essa ligação e, mais tarde, um túnel para transporte por via férrea.
Uma vez a ponte entregue ao tráfego, provàvelmente cêrca de 40% dos atuais usuários das barcas preferirão a ponte como ligação mais rápida. Ademais, a ponte, como qualquer grande artéria nova de tráfego, também estimulará e atrairá nôvo tráfego.
Serviram de bases para a prognose do tráfego na Ponte Rio-Niterói as pesquisas empreendidas por "Wilbur Smith and Associates" em setembro de 1967, no estudo para a Comissão Executiva para Elaboração dos Projetos Definitivos da Ponte Rio-Niterói. O fluxo de tráfego determinante para a ponte foi computado em cinco pontos de contagem, a saber:

- nos três embarcadouros das barcas de passageiros e de veículos, no Rio de Janeiro,
- no embarcadouro das barcas de passageiros em Niterói,
- na Rodovia Federal BR-464, entre Cacebu e Magé.

O estudo apoia-se sôbre uma área de influência que abrange os Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro. Essa área de influência foi dividida em 65 zonas de origem ou de destino. Nas pesquisas foram considerados ainda mais 15 pontos de passagem de tráfego, a fim de poder computar os fluxos tendo por origem e por destino os estados limítrofes, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo.
A análise segundo o destino na Cidade do Rio de Janeiro apresenta aproximadamente os mesmos índices percentuais de repartição que o Relatório Final do Grupo de Trabalho da Ligação Rio-Niterói, cujas contagens já haviam sido feitas em maio de 1965. Infelizmente os setores de pesquisa das duas contagens não coincidem, o que impede que se faça uma comparação precisa.
Um confronto dos totais das contagens, efetuadas com um intervalo de $2^1/_3$ anos, indica um acréscimo de 10%, ou seja, 4,3% ao ano. As contagens efetuadas pelo Grupo de Estudos do Metrô em 1968, se o crescimento previsto não fôr levado em consideração, são da mesma ordem de grandeza.

Barcas — Praça XV



Barcas — "Rush" da tarde para Niterói



4.2.3.2 Serviço de barcas (1975)

Em 1975 cêrca de 60% do tráfego coletivo entre Rio e Niterói será feito pelas barcas, e o restante por ônibus, através da ponte.

4.2.3.3 Serviço de barcas (1990)

Para 1990 está prevista a conclusão do túnel planejado entre Rio e Niterói. Êsse túnel deverá ser utilizado pelo metrô. O atual tráfego de barcas desaparecerá, então, completamente.

4.2.4 Carros particulares e locais de estacionamento

4.2.4.1 Tráfego dos carros particulares

Da análise e da prognose da estrutura sócio-econômica (C3.4 e D3.4) obtiveram-se, para o Estado da Guanabara, os aspectos apresentados na Tab. D34.

Conclui-se que o alto índice de crescimento demográfico, à razão de 3,6% ao ano, é ultrapassado de longe pelo aumento acentuado de carros particulares, que é de 19,1% ao ano.

Basta imaginar como será o Rio de Janeiro dentro de 22 anos, quando em suas ruas tentarão trafegar cinco vêzes mais carros particulares que hoje. Admitindo-se, muito generosamente, que até aquela época o espaço livre para carros particulares tenha sido ampliado em 50%, mesmo assim as áreas disponíveis seriam de três a quatro vêzes mais densamente ocupadas por carros particulares do que atualmente.

Pondera-se repetidamente a possibilidade de limitar por medidas drásticas o tráfego individual, em favor do tráfego coletivo. A alta diferença de ocupação média entre o ônibus (25 passageiros/automóvel-unidade) e o carro particular (1,8 passageiros/automóvel-unidade) é de fato sugestiva. Porém o tráfego individual já é, de qualquer forma, muito reduzido, devido ao grau de motorização muito baixo. Entretanto, ainda por outros motivos, tais ponderações são inúteis. O carro particular é o meio de transporte de superfície adaptado ao indivíduo, proporcionando-lhe independência e confôrto. Não se deve esquecer que a prognose do aumento do número de carros particulares parte da suposição de que a relação entre população e número de carros particulares se aproxima do índice três. A prognose não depende, portanto, da construção ou não construção de um metrô. Em D4.5 demonstram-se as consequências do aumento previsto combinado de carros particulares e de ônibus, caso não exista o metrô em 1990: o tráfego na maior parte da cidade entrará em colapso.

Logo, porém, que o metrô entre em operação, não só será reduzido o tráfego de ônibus, mas também muitos proprietários de carros particulares preferirão fazer sua viagem diária para o trabalho servindo-se do transporte de via férrea, seja diretamente, seja pelo sistema "park and ride", sobretudo se com isso puderem evitar o problema de estacionamento e, simultâneamente, economizar tempo. Desde que o Govêrno tenha providenciado transporte coletivo suficiente, p. ex., através do metrô, assiste-lhe também o direito de impor restrições, sempre que necessário, ao tráfego individual.

Seria assim possível reduzir a proporções aceitáveis o futuro tráfego de carros particulares mesmo no Centro da cidade e em outros bairros sobrecarregados.

Para isso é indispensável não só que os principais projetos rodoviários mencionados em D4.5 estejam realizados, como também que seja eliminada do Centro da cidade uma série de pontos de estrangulamento atualmente existentes. Na Fig. C54 estão ilustrados alguns casos típicos dessa natureza, como, p. ex., o estreitamento da Rua 1° de Março, de 15 m ao sul da Avenida Presidente Vargas, para 7 m ao norte dêsse cruzamento, bem como o estrangulamento da Rua do Catete, de 11 m para 6 m. Mesmo a Avenida Presidente Vargas tem sua largura útil de 60 m diminuída para 42 m, a oeste da Praça da República. Êsses obstáculos, em geral, já não podem ser eliminados sem intervenções profundas na estrutura urbanística. As pistas da Rua dos Arcos, da Avenida Mem de Sá e da Rua do Riachuelo têm, em conjunto, uma largura de 8+10+10 = 28 m, enquanto as passagens por baixo dos arcos têm apenas quatro vêzes 4,5 = 18 m de espaço livre. Todavia, quem ousaria demolir o belo aqueduto do tempo colonial, sòmente para abrir caminho para o tráfego? Poderiam ser citados ainda muitos outros exemplos semelhantes. Cabe aqui apenas demonstrar os efeitos que poderiam resultar de uma tentativa de transformar o Rio de Janeiro histórico em uma "cidade em função do automóvel".

4.2.4.2 Estacionamento dos carros particulares

As considerações gerais feitas em C4.2.7.2 sôbre a já hoje problemática situação do estacionamento são válidas também para o futuro, e em grau ainda mais elevado.

Os levantamentos feitos recentemente indicaram para 1975 e 1990 a evolução das vagas de estacionamento no Centro da cidade resumida na Tab. D35.

Essa tabela mostra tendências contraditórias. De um lado a demanda de vagas de estacionamento aumenta com o número de empregos no Centro (item 4), que até 1990 deverá quase duplicar com relação a 1968, e com o número crescente de carros particulares na Guanabara (item 7), que até 1990 será cinco vêzes maior, ao mesmo tempo que aumenta o pessoal ocupado, proprietário de carro particular, que desejaria usá-lo na sua viagem ao emprêgo (item 8).

Por outro lado, a oferta de vagas de estacionamento sofrerá uma redução de 7947 vagas (28%) de 1968 a 1975, voltando a atingir a atual capacidade sòmente por volta de 1990.

A explicação está no fato de que as áreas de estacionamento atualmente disponíveis são propriedade

Tab. D34
Aumento do número de habitantes e de carros particulares na Guanabara (1968–1975–1990)

Ano	Habitantes		Carros particulares		Hab/carro particular	Carros particulares por 1 000 hab	
	Número	%	un	%		un	%
1968	4 103 764	100	189 360	100	21,7	46,1	100
1975	4 956 878	121	333 347	176	14,9	67,2	146
1990	7 392 239	180	985 632	521	7,5	133,3	289

Tab. D35
Estacionamento de carros particulares no Centro (1968 – 1975 – 1990)

Setores A a L (Fig. C57)	1968 vagas	1968 %	1975 vagas	1975 %	1990 vagas	1990 %
1 Possibilidades de estacionamento sujeito a pagamento						
Ao ar livre, controlado	4 518	15,7	3 378	16,1	—	—
Em edifícios-garagem	2 920	10,0	7 000	33,3	25 326	83,0
Total 1	7 438	25,7	10 378	49,4	25 326	83,0
2 Outras possibilidades de estacionamento em ruas ou em áreas especiais						
Próximo ao emprêgo	9 734	33,5	4 814	22,9	2 524	8,3
Distante do emprêgo	6 419	22,2	3 174	15,1	—	—
Ocasionalmente próximo ao emprêgo	5 386	18,6	2 664	12,6	2 600	8,6
Total 2	21 539	74,3	10 652	50,6	5 124	16,9
3 Total de tôdas as vagas (1 + 2)	28 977	100,0	21 030	100,0	30 450	100,0
4 Empregos	454 000		598 000		922 000	
5 Empregos por vaga (4/3)	15,7		28,4		30,3	
6 Pessoal ocupado na Guanabara	1 494 608		1 921 004		3 258 365	
7 Carros particulares na Guanabara	189 360		333 347		985 632	
8 Pessoal ocupado por carro particular (6/7)	7,9		5,8		3,3	

privada, apenas à espera de uma edificação lucrativa, ou então pertencem ao poder público, na expectativa de novas urbanizações. Essas áreas de estacionamento irão diminuir constantemente, do mesmo modo que as possibilidades de estacionamento nas ruas e praças, devido às proibições de estacionamento (Fig. C57). O problema sòmente poderá ser solucionado com a construção de edifícios-garagem (em superfície ou subterrâneos). Êsses edifícios representam atualmente a décima parte de tôdas as áreas de estacionamento; em 1975 atingirão provàvelmente um têrço, e em 1990 cêrca de 83%, constituindo a maioria absoluta. O aluguel de uma dessas vagas, entretanto, não é barato.

Se tôdas as vagas de estacionamento fôssem postas à disposição ùnicamente do pessoal ocupado que estaciona permanentemente, apenas uma em cada 16 pessoas ocupadas poderia, atualmente, obter uma vaga para estacionar no Centro da cidade; em 1990 sòmente uma em cada 30 pessoas gozará dêsse previlégio. Entretanto, as poucas vagas deveriam ser destinadas preferencialmente aos que estacionam por curto tempo e não ao tráfego profissional.

4.2.5 Grandes projetos para a ampliação da rêde rodoviária e seus efeitos sôbre o tráfego

Em 1955 a Comissão Especial de Planejamento da então Prefeitura do Distrito Federal elaborou um plano rodoviário para a Guanabara, o qual foi atualizado pelo Departamento Estadual de Estradas de Rodagem (DER-GB). O plano atualizado foi recentemente aprovado pelo Governador Negrão de Lima. Com base nesse plano, pôde o Grupo de Estudos considerar como razoàvelmente certa a ampliação da rêde de vias públicas do Rio de Janeiro prevista até o ano-prazo 1990, podendo igualmente confrontar êsses dados com o desenvolvimento histórico e coordenar a proposta de uma rêde de metrô com a futura rêde de vias públicas.

4.2.5.1 Objetivos principais do nôvo plano rodoviário para a Guanabara

Os objetivos principais do nôvo plano rodoviário são:

a) Ligar o núcleo central da cidade, de um lado às zonas urbanas adjacentes e, de outro aos subúrbios e aos núcleos residenciais mais distantes, muito populosos, bem como às novas zonas industriais e rurais planejadas.

b) Interligar as zonas rurais com as industriais, facilitando, assim, o escoamento dos produtos e o tráfego entre elas.

c) Ligar mais estreitamente o núcleo da cidade e outras regiões do Estado com o interior do país.

d) Estabelecer uma interligação da Zona Norte com municípios vizinhos do Estado do Rio de Janeiro.

e) Possibilitar o acesso a regiões e pontos de interêsse turístico, bem como a novas regiões do estado, com vistas ao melhor aproveitamento das suas áreas.

Constam como metas prioritárias:

A conclusão do anel rodoviário da Guanabara, a integração da Baixada de Jacarepaguá na área urbana do Rio de Janeiro e, finalmente, e reativação das rotas turísticas já existentes (entre outras, as Estradas do Corcovado e do Alto da Boa Vista).

4.2.5.2 Sistema e programa de execução da rêde de vias públicas projetada

O plano optou por um sistema em grelha, que foi considerado mais adequado que o sistema radial.
O sistema é estruturado como um grupo de vias longitudinais, que, em sua maioria, ligam o centro urbano ao extremo oeste do estado, e um grupo de vias transversais. Estas cortam perpendicularmente as vias longitudinais e ligam os subúrbios do Rio de Janeiro e suas "cidades-dormitório" do Estado do Rio de Janeiro com o litoral, com as áreas industriais e com as áreas rurais da Guanabara.

Alguns dos novos trechos previstos foram citados apenas a título indicativo, já que, por enquanto, não foram feitos quaisquer levantamentos topográficos ou os respectivos traçados geométricos. Mesmo assim o nôvo plano rodoviário dá uma visão bastante real dos trabalhos a serem realizados. No planejamento da rêde final de vias públicas foi tentado o aproveitamento máximo das vias existentes, sendo consideráveis os melhoramentos de vias previstos no referido planejamento.

Cumpre observar que êsse é, presentemente, o único plano concreto visando o desenvolvimento uniforme do Estado da Guanabara.

Todos os trabalhos essenciais previstos pelo nôvo plano rodoviário foram representados, conforme sua localização, na Fig. D5, e citados, com idêntica numeração, nas Tab. D36 e D37.

Para efeito do presente Estudo sua execução foi agrupada como segue:

Grupo I: a ser concluído entre 1968 e 1975 (itens 1 a 46), e

Grupo II: a ser concluído entre 1976 e 1990 (itens 101 a 165).

O Grupo I abrange, entre outras, a conclusão do anel rodovário da Guanabara, algumas vias de acesso à Baixada de Jacarepaguá, bem como algumas interligações nas áreas urbana e rural.

As vias transversais projetadas foram incluídas no Grupo II.

4.2.5.3 Grupo I: projetos rodoviários com conclusão prevista entre 1968 e 1975 (itens 1 a 46)

De acôrdo com as metas consideradas prioritárias no nôvo plano rodoviário (D4.2.5.1), foi incluída no Grupo I (1968—1975), inicialmente, a conclusão do anel rodoviário da Guanabara e, assim, uma parte do projeto da BR-101, que deverá ligar Natal (Rio Grande do Norte) a Osório (Rio Grande do Sul).

A metade meridional dêsse anel rodoviário compreende o trecho da BR-101 que vai do Caju, pela Avenida Paulo de Frontin, Túnel Rebouças, ao longo da Lagoa Rodrigo de Freitas, seguindo através dos Túneis Dois Irmãos, Pepino e Joá, para a Barra da Tijuca, e, pela Grota Funda, para Santa Cruz.

Túnel Rebouças — Entrada sul

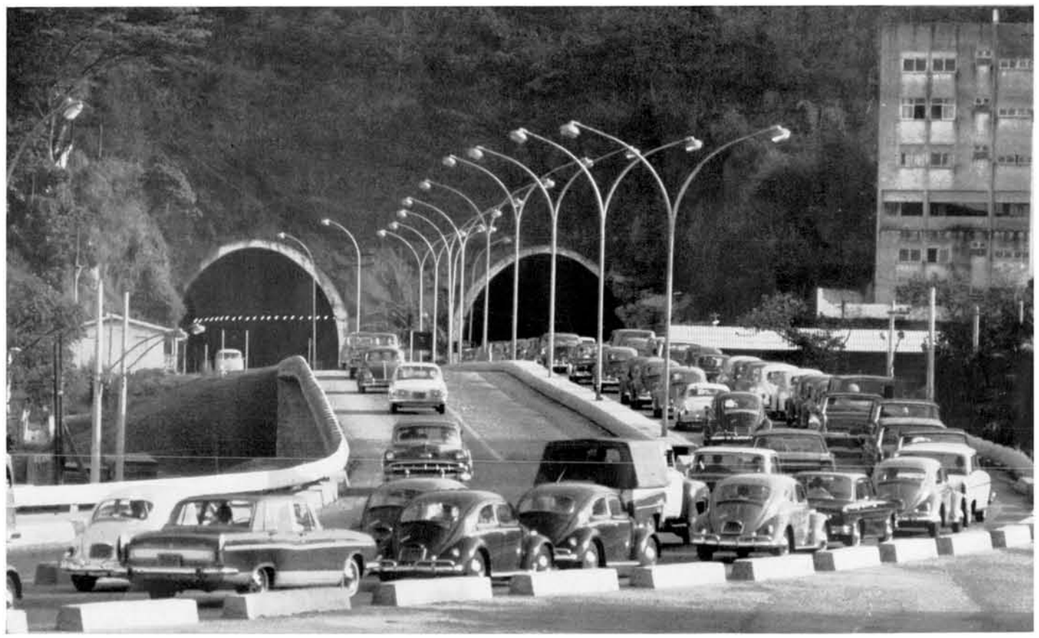


Fig. D 5
Grandes projetos rodoviários – Estado da Guanabara (1968 a 1990)




ILHA DO GOVERNADOR
ILHA DE PAQUETÁ
BAÍA DE GUANABARA
BR 462
BR 135
BR 464
BR 101
GB-01
GB-02
GB-03
GB-04
GB-05
GB-06
GB-07
GB-08
GB-09
GB-10 (BR 101)
GB-12
GB-21
GB-22
GB-23
GB-24
TUNEL RIO - NITERÓI
1 0 1 2 3 4 5 Km
N
Rêde rodoviária existente (1968)
Programa até 1975
Programa até 1990
Estradas de ferro existentes (1968)

A metade setentrional do anel é formada pela Avendia Brasil que se estende do gasômetro (Estação Rodoviária Nôvo Rio) até Lucas, no sentido norte, para depois infletir para oeste (ex. Avenida das Bandeiras) em direção à BR-101, que alcançará perto de Santa Cruz.
Incluindo alguns projetos ìntimamente ligados ao anel rodoviário, a conclusão dêsse anel consta das obras enumeradas na Tab. D 36 a (itens 1 a 26).

O Grupo I abrange ainda:

abertura de vários trechos de vias públicas na Zona Sul e no centro urbano (itens 27 a 31),
melhoria da ligação entre Santa Cruz, Campo Grande e Senador Camará (itens 32 e 33),
obras da GB-01 ao longo da divisa norte (com o Estado do Rio de Janeiro) (itens 34 a 36),
vias de acesso à Baixada de Jacarepaguá (itens 37 a 46).

4.2.5.4 Grupo II: projetos rodoviários com conclusão prevista entre 1976 e 1990 (itens 101 a 165)

Entre 1976 e 1990 será concluída a rêde rodoviária básica do Estado da Guanabara. Êsses projetos constam da Tab. D37. Para uma série de projetos o início das obras já foi previsto para o período entre 1968 e 1975, embora os trechos a serem executados no Estado da Guanabara só venham a ser concluídos depois de 1975.
A fim de satisfazer as necessidades de ligação dentro das diversas zonas do estado e corresponder ao desenvolvimento geral e ao aumento das áreas urbanizadas dessas zonas, dever-se-á contar com algumas alterações de pequena monta.
Será necessário ainda adensar a rêde por meio de ruas distritais e de interêsse local.
Com a conclusão da rêde rodoviária básica, o Estado da Guanabara disporá, por volta do fim do século, de uma rêde de vias de superfície satisfatória, além de numerosas vias em elevado e em túneis. Essa expansão é indispensável para o desenvolvimento do estado e para conseguir que regiões novas, que hoje se acham distantes e apresentam diminuta densidade demográfica e um crescimento limitado, sejam ligadas ìntimamente às regiões já desenvolvidas.

4.2.5.5 Projetos rodoviários no Estado do Rio de Janeiro

Convém mencionar novamente um projeto rodoviário do Estado do Rio de Janeiro que exerce considerável influência sôbre a "macro-área", ou seja, a rodovia BR-101 que entra no Estado da Guanabara a leste, através da Ponte Rio-Niterói, saindo por Santa Cruz com destino a Santos.
Cite-se ainda o Circuito Serra-Mar, de cêrca de 500 km de extensão, prestes a ser concluído, e que certamente exercerá grande influência sôbre o tráfego turístico.

4.2.5.6 Influências sôbre o tráfego do Centro do Rio de Janeiro.

O deslocamento mais intenso do tráfego no Estado da Guanabara e nos municípios circunvizinhos, assim como a ligação dessa região à cidade-núcleo Rio de Janeiro, através da abertura das novas rodovias, pontes e túneis acima mencionados, virá, sem dúvida, dar novos impulsos urbanísticos e econômicos tanto à área metropolitana quanto à própria Cidade do Rio de Janeiro.
Por outro lado, isso facilitará a afluência de carros particulares para o Centro do Rio de Janeiro, a qual aumentará proporcionalmente com o grau de motorização.
Dentre as muitas obras programadas poderão ser destacadas algumas que prometem exercer influência significativa sôbre o tráfego no Centro:

a) Ponte Rio-Niterói (projeto 27)

A Ponte Rio-Niterói sôbre a Baía de Guanabara trará uma série de vantagens. Como parte de uma rodovia federal (BR-101), ela não exercerá ùnicamente a função primordial de tráfego de passagem e de longo percurso para a qual foi prevista, mas criará nôvo fluxo de veículos, inclusive ônibus, que demandarão o Centro da cidade do Rio de Janeiro. Econômicamente, Niterói e seus arredores já hoje estão ìntimamente vinculados ao Rio. A facilidade de tráfego por sôbre a baía estimulará e fortalecerá consideràvelmente êsse vínculo. Com isso, maior número de vias públicas ficarão sobrecarregadas e o problema de estacionamento no Centro se tornará mais difícil.

b) Anel rodoviário Sul

O anel rodoviário sul, que da mesma forma que a Ponte Rio-Niterói faz parte da BR-101, servirá igualmente não apenas ao tráfego de passagem, mas contribuirá muitíssimo para o estabelecimento da ligação de tráfego com as regiões a oeste do Estado da Guanabara, a serem urbanizadas e industrializadas. Uma vez terminados os Túneis Dois Irmãos, Pepino e Joá (proj. 5, 7 e 9), ora em construção, e suas vias de interligação, será possível perfazer em cêrca de 20 min o trajeto da Praça da Bandeira (periferia do Centro) até a Barra da Tijuca (acesso à Baixada de Jacarepaguá).
Com isso serão incorporadas grandes áreas da Zona Sul que, até o presente, em razão do longo tempo de viagem, só eram consideradas como meta de passeios.
Atualmente o carioca aproveita sòmente a oitava parte da Zona Sul, i. é, Copacabana, Ipanema e Leblon; não, porém, as paisagens e as praias da Baixada de Jacarepaguá.
Essa parte da BR-101, que muito há de contribuir para que a Guanabara deixe de ser ponto final do tráfego rodoviário, tornando-se uma região que participa do tráfego de passagem federal, ajudará a aliviar a Avenida Brasil.

c) Avenida Norte-Sul

Outro projeto que deverá aliviar, mas sòmente a partir de 1975, o tráfego da Avenida Brasil, já sobrecarregada, é constituído pela Avenida Norte-Sul que, começando no Centro da cidade e passando pelo Aeroporto do Galeão, fará junção com a GB-01, na divisa com o Estado do Rio de Janeiro.

d) Projetos de túneis nas proximidades do Centro

No Rio de Janeiro, os túneis, sobretudo, trazem grande alívio e maior rapidez ao tráfego, pois encurtam caminhos e evitam zonas edificadas. São projetos novos os Túneis Leme — Praia Vermelha (proj. 28), Botafogo — Lagoa, Frei Caneca — Henrique Valadares (proj. 31), Santos Dumont — Uruguai (proj. 132).
Considerados em conjunto, todos êsses projetos constituem valiosas soluções e ajuda para o problema de tráfego. É, entretanto, pouco provável que a capacidade da rêde de vias públicas assim criada seja suficiente, por si só, para atender ao desenvolvimento explosivo do tráfego. Em D5 é demonstrada a insuficiência de diversas vias de tráfego. É, porém, certo que o tráfego que converge para o Centro, através de tôdas as vias citadas, não encontrará aí uma área para tráfego suficientemente grande, nem espaço suficiente para estacionamento.

Tab. D 36a
Projetos rodoviários da Guanabara para o período 1968–1975 – N.os 1 a 26 (Anel rodoviário)

Proj.	Trecho programado
1	Construção de um viaduto no cruzamento da Avenida Francisco Bicalho com a Rua Francisco Eugênio.
2	Construção de um elevado no eixo da Avenida Paulo de Frontin.
3	Obras de acabamento das bôcas dos Túneis Rebouças no trecho Rio Comprido—Cosme Velho.
4	Duplicação das faixas de rolamento da Avenida Borges de Medeiros e da Rua Mário Ribeiro, ao longo da Lagoa Rodrigo de Freitas.
5	Construção do Túnel Dois Irmãos e respectivos acessos na Rocinha e na Gávea, inclusive a ligação da bôca leste do túnel à Praça Sibelius.
6	Drenagem, terraplenagem e pavimentação na planície de São Conrado, bem como a ligação da bôca oeste do Túnel Dois Irmãos, na Rocinha, com a bôca leste do Túnel do Pepino.
7	Construção do Túnel do Pepino e seus acessos.
8	Construção da pista de acesso ao Túnel do Joá e do elevado na encosta entre os Túneis do Pepino e do Joá.
9	Construção do Túnel do Joá, em dois pisos, e sua ligação com o Canal da Barra da Tijuca.
10	Construção de uma ponte sôbre o Canal da Barra da Tijuca e o prosseguimento da estrada, conectando êsse trecho da BR-101 com a Avenida das Américas.
11	Construção de um trevo no cruzamento da Avenida das Américas com a estrada GB-23 (ex-Via 11 do PA 5 596).
12	Terraplenagem e pavimentação da variante da Grota Funda, no trecho compreendido entre a Estrada do Pontal e a Estrada da Ilha.
13	Terraplenagem para a BR-101 entre a Estrada da Ilha e a Estrada da Matriz.
14	Implantação da BR-101 entre a Estrada da Matriz e a Estrada da Pedra.
15	Implantação da BR-101 entre a Estrada da Pedra e o cruzamento com a Estrada de Ferro Central do Brasil, em Santa Cruz.
16	Construção de um viaduto sôbre a EFCB e respectivos acessos, na área de Santa Cruz.
17	Implantação da BR-101 entre o viaduto da EFCB e o Aterrado de Itaguaí.
18	Construção de uma ponte sôbre o Canal de São Francisco, próximo à divisa entre os Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro, e prosseguimento da BR-101 em direção a Santos (Estado de São Paulo).
19	Implantação da Avenida Brasil entre os cruzamentos com a BR-101 e a Estrada da Pedra.
20	Construção das pistas laterais da Avenida Brasil, entre os quilômetros 13 e 24.
21	Construção do trevo que liga a Avenida Brasil com a Via Dutra (BR-135).
22	Reconstrução das pontes sôbre o Canal do Cunha e Rio Irajá.
23	Complementação dos trevos em prolongamento às Ruas Lobo Junior e Luzitânia, na Penha.
24	Complementação do trevo de Bonsucesso e da sua ligação à Ilha Universitária.
25	Conclusão do trevo entre a Avenida Brasil e a Rua Prefeito Olímpio de Melo, em São Cristóvão.
26	Construção do trevo próximo ao Gasômetro, na confluência das Avenidas Brasil e Rodrigues Alves com a Avenida Francisco Bicalho.

Tab. D 36b
Projetos rodoviários da Guanabara para o período 1968–1975 – N.os 27 a 46

Proj.	Trecho programado
27	Construção da Ponte Rio-Niterói.
28	Duplicação das faixas de rolamento da Avenida Atlântica, e construção da ligação com a Praia Vermelha através do Túnel do Leme.
29	Ligação do Túnel Santa Bárbara ao Cais do Pôrto, por um elevado paralelo à Rua Marquês de Sapucaí e através da Rua da América, do Largo de Santo Cristo e da Rua Professor Pereira Reis.
30	Prolongamento da Avenida Juscelino Kubitschek (Avenida Perimetral, elevada) até a Praça Mauá.
31	Ligação da Rua Frei Caneca com o eixo Avenida Henrique Valadares—Avenida República do Chile através do Túnel Frei Caneca.
32	Implantação da GB-04 entre Paciência e Campo Grande.
33	Implantação da GB-04 entre Campo Grande e Senador Camará.
34	Implantação da GB-01 no trecho da Estrada do Guandu.
35	Implantação da GB-01 entre os cruzamentos com a Linha do Centro e com a Linha Auxiliar, da EFCB, em Pavuna.
36	Implantação da GB-01 entre Pavuna e o cruzamento com o Canal do Rio São João de Meriti.
37	Drenagem e pavimentação da Via 9, em Jacarepaguá, entre a GB-09 e a Avenida das Américas.
38	Construção da Estrada Vereador Alceu de Carvalho ao longo do canal de Sernambetiba.
39	Implantação da GB-44 entre a Estrada Velha da Pavuna e a Rua Goiás.
40	Implantação da GB-21 entre a GB-05 e a Avenida Brasil.
41	Implantação da GB-08 entre a bôca sul do futuro túnel (projeto N.° 118) sob a Serra dos Prêtos Forros e o cruzamento com a GB-22, em Jacarepaguá.
42	Implantação da GB-23 entre a Avenida Sernambetiba (GB-12) e o cruzamento com a GB-09 e daí, seguindo o Arroio Fundo, até o cruzamento com a Estrada do Gabinal.
43	Implantação da GB-09 entre a Estrada dos Bandeirantes e a GB-22.
44	Implantação da Estrada GB-74 entre a Avenida das Américas (BR-101) e a GB-09.
45	Implantação da GB-75 entre o cruzamento da Estrada das Bandeiras com a GB-74 e o cruzamento com a GB-76.
46	Implantação da GB-09 entre o cruzamento com a GB-75 e a Grota Funda.

Tab. D 37
Projetos rodoviários da Guanabara para o período 1975–1990 – N.os 101 a 165

Proj.	Estrada	Trecho programado
101	GB-01	Elevado da Avenida Rodrigues Alves
102	GB-01	Avenida Rio de Janeiro—Praia do Apicu
103	GB-01	Ponta do Lagarto—Canal do Rio S. João de Meriti
104	GB-01	E.F. Central do Brasil—Pavuna (trecho)
105	GB-01	E.F. Central do Brasil—Estrada do Guandu (trecho)
106	GB-01	GB-73—Morro dos Palmares
107	GB-01	Campo Frutuoso—Rio Itaguaí
108	GB-02	Estação Deodoro da EFCB.—GB-04 (Sta. Cruz)
109	GB-03	Rio das Tintas—Estrada do Engenho
110	GB-03	Estrada Velha Rio-São Paulo—Caminho do Tutóia
111	GB-04	Deodoro—Tomás Coelho
112	GB-04	Morro dos Urubus
112a	GB-04	Estrada Urucânia—Estrada Aterrado do Itaguaí
113	GB-04	Engenho de Dentro—Benfica
114	GB-07	Cruzamento das ruas Visconde Santa Isabel e Barão de Bom Retiro—Estrada do Japoré
115	GB-07	Cruzamento das estradas Intendente Magalhães e Manoel Nogueira Sá—Rua do Encanamento
116	GB-07	Rua do Encanamento—Estrada do Viegas
117	GB-07	Estrada do Cabuçu—Canal São Francisco
118	GB-08	Túnel dos Prêtos Forros—Estrada Paulo de Medeiros
119	GB-72	Largo do Rio Grande—Rua dos Limites (Realengo)
120	GB-09	Ilha da Gigoia (Barra da Tijuca)
121	GB-09	Pedra do Calenebá—Estrada Pau Ferro
122	GB-09	Grota Funda—GB-25
123	GB-09	Estrada da Ilha—Campo do Itongo
124	GB-10	Túnel da Grota Funda
125	GB-11	Estrada da Matriz—Estrada do Magarça
126	GB-11	Estrada de São Francisco
127	GB-11	Estrada de Sepetiba—Canal São Francisco
128	GB-12	Praia Pontal de Sernambetiba—Campo do Grumarim
129	GB-12	GB-25 (Capim Melado)—Ponta dos Ferreiros
130	GB-12	Ponta Grossa—Ponta do Ipiranga
131	GB-12	Ilha da Pescaria—Canal São Francisco
132	GB-21	Túnel Santos Dumont—Rua Uruguai
133	GB-21	Túnel sob a Serra do Engenho Nôvo
134	GB-21	GB-01—Avenida Brasil
135	GB-22	Lagoa da Tijuca
136	GB-22	Rua Araguaia—Rua Padre Manso
137	GB-22	Cordovil—GB-01
138	GB-23	GB-09—Estrada dos Bandeirantes
139	GB-23	Estrada dos Bandeirantes—Rua Laura Teles
140	GB-23	Rua Cândido Benício—Rua Quiririm (Valqueire)
141	GB-23	Estrada Henrique de Melo—Rua Conselheiro Galvão
142	GB-23	Estrada Portinho—Divisa S. João de Meriti
143	GB-24	Avenida Sernambetiba—Estrada dos Bandeirantes
144	GB-24	Estrada da Soca—Estrada Mapuá
145	GB-24	Estrada Intendente Magalhães—GB-02 (Magalhães Bastos)
146	GB-25	GB-09—GB-07
147	GB-26	Estrada Dr. Alvaro de Andrade—Estrada dos Caboclos
148	GB-27	GB-12—Fim da Estrada da Cachamorra
149	GB-28	GB-12—GB-11 (Praia do Piaí)
150	GB-28	Estrada do Pedregoso
151	GB-29	GB-12—Estrada da Fita
152	GB-29	Estrada do Encanamento—BR-465
153	GB-30	Praia do Recôncavo—GB-09
154	GB-30	GB-07—GB-03
155	GB-30	GB-02—GB-01
156	GB-31	GB-12—Campo Frutuoso
157	GB-32	GB-12 (Barra do Itá)—GB-04
158	GB-33	GB-12 (Barra S. Francisco)—GB-04
159	GB-63	Avenida Teixeira de Castro—E.F. Leopoldina
160	GB-63	Ramos—Vicente de Carvalho
161	—	Largo do Machado—Rua Humaitá
162	GB-32	GB-04—GB-33
163	GB-78	GB-11 (Campo do Piaí)—Campo do Itongo
164	GB-71	Estrada dos Bandeirantes—Estrada do Engenho d'Água
165	GB-22	Estrada de Jacarepaguá—Estrada do Quitite

5. Justificativa da necessidade de um metrô

5.1 Atendimento do tráfego previsto para 1990, sem metrô

Uma vez conhecido o volume de tráfego até 1990, em constante crescimento no decorrer dos próximos anos, e depois de examinados os meios de transporte e os respectivos itinerários com que se poderá contar nos anos vindouros, mister se faz examinar se êsses meios de transporte e seus itinerários ampliados estarão em condições de atender, sòzinhos, a todo o tráfego previsto.
Convém lembrar novamente que o volume de tráfego previsto registra um aumento sôbre o tráfego de 1968, de aproximadamente 34% para 1975 e de 122% para 1990 (D 4.1.2). Como foi dito em D 4.2, alguns meios de transporte tradicionais desaparecerão, em futuro previsível, do panorama do tráfego do Rio de Janeiro. A era do bonde já passou e a do ônibus elétrico está terminando. Um terceiro importante meio de transporte do Rio de Janeiro, as barcas para Niterói, será desafogado a partir de 1971, pela ponte sôbre a Baía de Guanabara e, dentro de alguns anos, substituído quase que inteiramente pelo Túnel Rio-Niterói, planejado para veículos sôbre trilhos. Isso significa que os três meios de transporte restantes, carro particular, estrada de ferro suburbana e ônibus, terão funções proporcionalmente maiores. Haverá possibilidade de ampliar a capacidade das vias de tráfego e dos veículos que constituem êsses meios de transporte, de modo a cumprirem, futuramente, as tarefas de tráfego no Grande Rio, tal como o exige o crescimento da população e da região urbana, em plena evolução de estrutura para uma economia moderna?

5.1.1 Possibilidades e perspectivas de sucesso na redução do "rush" de tráfego

As contagens de tráfego efetuadas pelo Grupo de Estudos na "screen-line" em abril/maio de 1968 revelaram que 43% do tráfego total diário em ambos os sentidos, é efetuado durante as 6 h de afluência: pela manhã entre 6 e 9 h, e à noite entre 17 e 20 h.
Nessas horas de afluência destaca-se, por sua vez, a hora do "rush" vespertina, entre 18 e 19 h, no sentido do Centro para a periferia. Nessa hora de "rush" incidem 12% do tráfego total do dia, naquele único sentido.
Os meios de transporte e as vias de tráfego deverão dar vazão a essa demanda do "rush" e ser dimensionados para êsse fim. Impõe-se então distribuir a incidência do tráfego o mais equilibradamente possível pelas 24 h do dia, ou, pelo menos, pelo espaço de 16 h (p. ex., entre 6 e 22 h). Com isso estaria eliminado o problema do tráfego do "rush". A capacidade horária dos meios de transporte coletivo poderia, então, ser limitada a apenas 4,2% ou 6,3% do tráfego diário.
Constantemente aparecem novas propostas visando uma aproximação a essa situação ideal, mediante o escalonamento do início e término das horas de trabalho e de ensino. Entretanto, só em algumas zonas limitadas seria possível obter um ligeiro amortecimento do "rush". Dentro de uma extensa região urbana, os horários de início e término do trabalho em escritórios, fábricas, escolas, casas, comerciais, etc., já se distribuem de qualquer forma por várias horas. No entanto, enquanto o homem quiser pautar seu trabalho de cada dia de acôrdo com o curso do sol, iniciando-o pela manhã e terminando-o à noite, haverá sempre horas de "rush" no tráfego. O técnico de tráfego terá que conformar-se com o fato de que a situação continuará a ser assim também no futuro, e que será necessário prover os meios de transporte para tal demanda de "rush".

De acôrdo com análise das experiências acumuladas quando das contagens efetuadas em 1968 (Tab. C 22 a C 25), e considerando os desenvolvimentos previstos, para os cálculos do futuro tráfego das horas de "rush" toma-se por base uma participação de 12% no tráfego diário, em cada sentido.

5.1.2 Capacidades exigidas das estradas de ferro suburbanas

As estradas de ferro suburbanas servem à chamada Zona Norte que abrange também regiões do oeste da "macro-área". Conforme revelou a contagem na "cordon-line", atualmente chegam à "micro-área", provenientes da Zona Norte, 707 000 pessoas por dia, a maioria das quais demanda o Centro da cidade. Destas últimas, embora fôsse altamente desejável que o maior número possível de passageiros se utilizasse da via férrea a fim de aliviar as vias públicas, viajam pelas estradas de ferro suburbanas apenas 192 000 pessoas ou seja 27%.

Como já foi visto em C 4.2.1, o número de passageiros das estradas de ferro suburbanas, em flagrante contradição com o crescimento da população, diminuiu de 39% entre 1962 e 1967, no trecho suburbano mais importante, ou seja, na Linha do Centro.
O Estudo nas suas prognoses parte da suposição de que serão feitos todos os investimentos necessários e tomadas tôdas as medidas operacionais no sentido de se alcançar até 1990 a capacidade de desempenho máxima possível dos trens suburbanos, mencionada em D 4.2.1. Isso pôsto, e admitindo-se uma diferença de 25% entre a capacidade de desempenho teórica e o desempenho prático, resultam, para as diversas linhas, os seguintes números máximos de passageiros possíveis na hora de "rush" em um sentido:

Linha do Centro		
pequeno percurso	32 500 × 75% =	24 400 passag./h
médio percurso	65 000 × 75% =	48 800 passag./h
		73 200 passag./h
Auxiliar e Leopoldina —	32 500 × 75% =	24 400 passag./h
Total		97 600 passag./h

Para julgar devidamente o valor dêsses números é preciso ter presente que, faltando um único trem no espaço de uma hora, com o intervalo de trens previsto de 4 min, registrar-se-á uma redução no desempenho de cêrca de 7%.
Havendo necessidade de intercalar na Linha do Centro um trem de longo percurso procedente de São Paulo, o quadro se modificará ainda mais.
Para poder avaliar a solicitação das estradas de ferro em 1990, caso não viesse a ser construído um metrô, seria necessário fazer uma alocação de tráfego para uma rêde total de tráfego sem metrô. Prescindiu-se de tal alocação em face do curto prazo disponível para o Estudo e da evidente possibilidade de se fornecer, desde logo, com base ùnicamente em cálculos estimativos, uma indicação suficiente. Teria sido igualmente necessário, para semelhante alocação, fôsse apresentada uma rêde detalhada de ônibus para 1990, o que excederia o âmbito dêste Estudo.
Para a realização dos cálculos estimativos torna-se necessário antecipar o resultado, apresentado na Fig. E 52, da alocação do tráfego do Projeto II B que inclui a Rêde II B recomendada para o metrô.
Para o exame de diferentes seções transversais típicas, admitir-se-á, para simplificar, que em 1990 as estradas de ferro suburbanas deverão encarregar-se do tráfego do metrô calculado para aquêle ano. Portanto, o tráfego de 1990 alocado a uma rêde de ônibus não sofreria modificações. A Fig. E 52 mostra:

a) Seção transversal, imediatamente ao norte de Triagem:

Volume de tráfego na Leopoldina	228 000 passag./dia
Volume de tráfego na Auxiliar	15 000 passag./dia
Volume de tráfego na Linha 2 do metrô	388 000 passag./dia
	631 000 passag./dia
Volume de tráfego nas horas de "rush" (12%)	75 600 passag./h
Desempenho possível das estradas de ferro suburbanas	24 400 passag./h

b) Seção transversal, imediatamente ao norte de D. Pedro II:

Volume de tráfego nas estradas de ferro suburbanas	172 000 passag./dia
Volume de tráfego na Linha 1 do metrô	367 000 passag./dia
Volume de tráfego na Linha 2 do metrô	333 000 passag./dia
	872 000 passag./dia
Volume de tráfego nas horas de "rush" (12%)	105 000 passag./h
Desempenho possível das estradas de ferro suburbanas	97 600 passag./h

c) Seção transversal, imediatamente ao norte de São Cristóvão:

Volume de tráfego nas estradas de ferro suburbanas	188 000 passag./dia
Volume de tráfego na Linha 1 do metrô	411 000 passag./dia
Volume de tráfego na Linha 2 do metrô	517 000 passag./dia
	1 116 000 passag./dia
Volume de tráfego nas horas de "rush" (12%)	134 000 passag./h
Desempenho possível das estradas de ferro suburbanas	97 600 passag./h

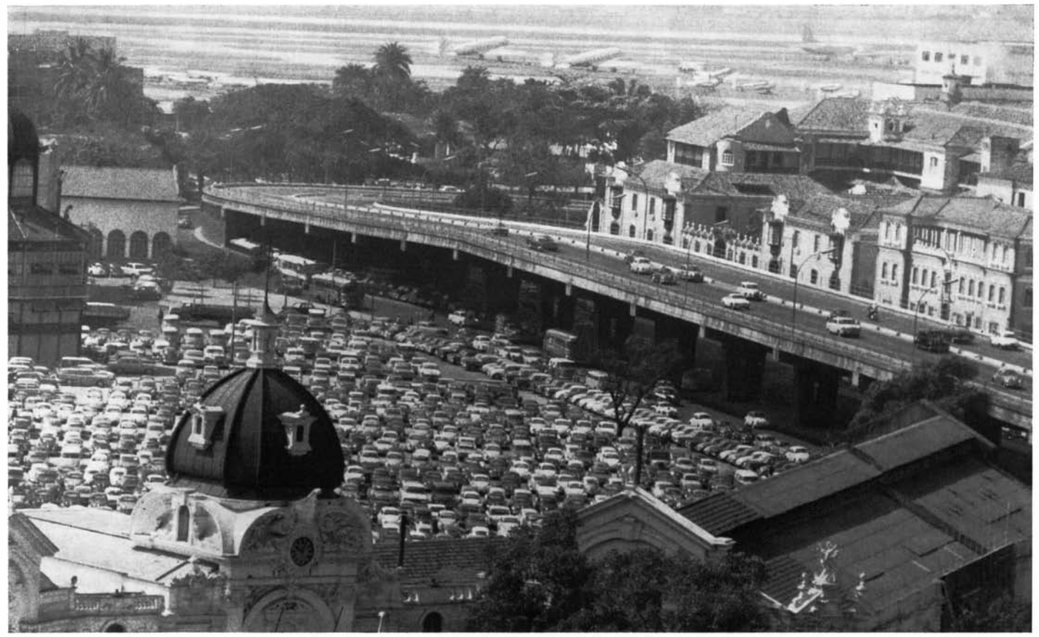
A máxima capacidade de desempenho possível das estradas de ferro suburbanas é, portanto, ultrapassada em 210% em Triagem, em cêrca de 8% na Estação D. Pedro II e em cêrca de 38% em São Cristóvão.
Essas percentagens aumentariam anualmente.
Sem o metrô continuaria como antes o inconveniente de as estradas de ferro suburbanas terem seus pontos terminais na periferia do Centro da cidade, obrigando os passageiros a baldear em massa para outro meio de transporte (ônibus ou táxi) ou a fazer o trajeto complementar a pé.
É, pois, evidente que as estradas de ferro suburbanas prestarão uma contribuição considerável para amenizar o problema de tráfego no Rio de Janeiro, não podendo contudo resolvê-lo, nem com a ajuda dos ônibus e muito menos sòzinhas.

5.1.3 Demanda de área de vias públicas por parte do tráfego de superfície

5.1.3.1 Possibilidades de aumento de capacidade da rêde de vias públicas e suas limitações

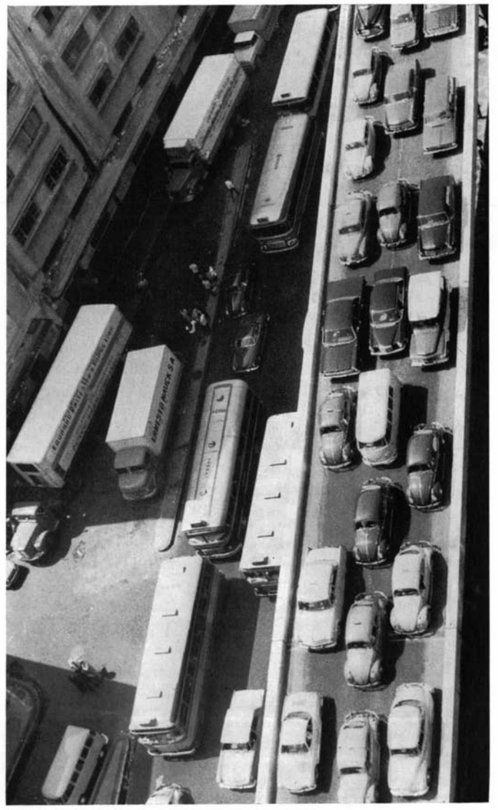
Até cêrca de 1975 os Governos da Guanabara e Federal pretendem realizar uma série de obras públicas que importarão em grandes despesas. Para um futuro mais remoto — até aproximadamente 1990 — são previstos outros projetos, ainda mais importantes. Êsses projetos foram citados em D 4.2.5 e registrados em mapa (Fig. D 5). O centro de gravidade dêsses projetos encontra-se na periferia ou fora do perímetro urbano da cidade, devido, entre outras razões, à reduzida possibilidade de realizar, com custos razoáveis, novos e maiores projetos de abertura de vias públicas no Centro, já cortado por tôda espécie de ruas.
Parte dos projetos visa fazer com que o tráfego de passagem contorne o Centro da cidade ou então o atravesse, mas por vias separadas, de tal maneira que haja a menor incidência possível sôbre o tráfego urbano. Outros projetos visam à melhoria das vias de acesso à cidade e à interligação dos diferentes bairros. Êstes últimos projetos induzem o usuário a utilizar cada vez mais o seu próprio veículo, quer seja para o trabalho, quer seja para qualquer outra atividade no Centro da cidade. Disso resultará que a velocidade média nas vias públicas, aliás já insuficiente, tenderá a decrescer ainda mais, especialmente no Centro. Os congestionamentos de tráfego nas horas de "rush" irão ocasionar colapsos do tráfego ainda mais frequentemente que hoje.
É evidentemente possível adotar medidas para desafogar um pouco alguns pontos mais sobre-carregados, porém os resultados serão quase sempre temporários. Abertura e alargamento de ruas em uma cidade tão densamente edificada e topogràficamente comprimida, como é o Rio de Janeiro, são sempre excessivamente dispendiosos, além de exigir prolongadas negociações para a aquisição de terrenos, desapropriações, demolição de edifícios, etc.
Êsses obstáculos poderão ser reduzidos por passagens superiores e inferiores. Entretanto, para que tais "free-ways" e vias elevadas não venham a surgir como corpos estranhos na estrutura da cidade, é necessário provê-las de vias de acesso e de saídas laterais, que devem ser parcial ou inteiramente em forma de trevo. No perímetro urbano atualmente só se poderia conseguir a construção de tais trevos demolindo blocos de construções. Isso equivaleria, porém, à destruição de valôres de alto significado sócio-econômico e muitas vêzes até de conjuntos urbanísticos e de construções de alto valor cultural.

Outro meio para incrementar a capacidade de vazão do tráfego urbano consiste em separar o tráfego de passagem do tráfego local. Essa medida, entretanto, requer também muito espaço. Os aterros nas margens da Baía de Guanabara possibilitaram soluções dessa natureza.
À primeira vista poder-se-ia crer que os numerosos projetos contidos no plano rodoviário poderão resultar em decisiva redução dos atuais pontos de estrangulamento do tráfego. Mencione-se, p. ex., a conclusão dos trevos da Avenida Brasil; a construção da via elevada sôbre a Avenida Rodrigues Alves com ligação com a Avenida Juscelino Kubitschek (Avenida Perimetral), a duplicação da pista de rolamento da Avenida Atlântica, etc. Entretanto, examinando criteriosamente os resultados de obras anteriores na rêde rodoviária, surgirão certas dúvidas a êsse respeito.
A Avenida Beira Mar, aberta durante o Govêrno do Prefeito Pereira Passos (1902—1906), constituiu durante mais de 40 anos uma ligação satisfatória do Centro da cidade com a Zona Sul. Com o aumento do tráfego de superfície a partir da Segunda Guerra Mundial êsse quadro mudou ràpidamente.



Avenida Perimetral e estacionamento

Avenida Perimetral — Rampa norte



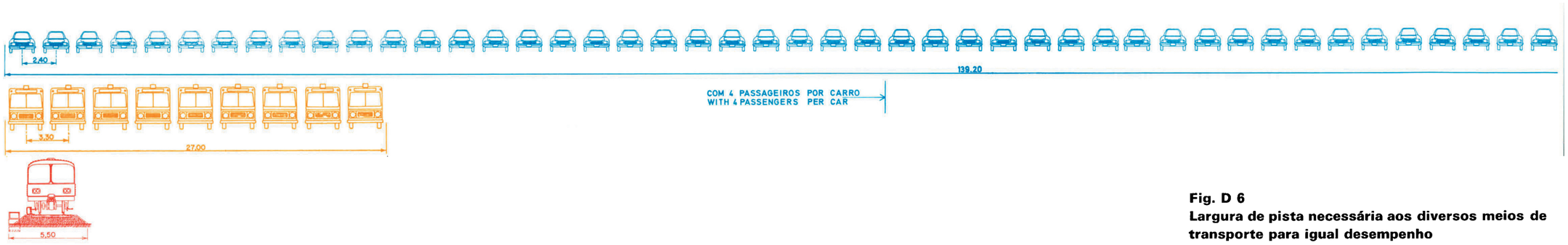


Fig. D 6
Largura de pista necessária aos diversos meios de transporte para igual desempenho

A Avenida Brasil e a Avenida Presidente Vargas, construídas por volta de 1944, 15 anos após sua inauguração já apresentavam sinais de saturação incipiente.
Por essa razão o Govêrno abriu o Túnel Santa Bárbara. A cidade recebeu assim um eixo transversal, que desvia cêrca de 50 000 veículos por dia da Avenida Presidente Vargas.
As pistas formadas pelos aterros da Avenida Infante Dom Henrique (Atêrro) entregues ao tráfego em 1964, já mostram hoje sinais visíveis de saturação durante as horas de "rush", embora estejam em serviço há apenas 4 anos.
Isso mostra que a simples execução de programas radicais, com intervenção na estrutura urbanística, como a abertura de ruas novas ou o considerável alargamento de ruas existentes, levará, mais cedo ou mais tarde, a uma situação semelhante à que ocorre em importantes cidades norte-americanas, onde o momento da conclusão de grandes vias públicas coincide com sua saturação pelo tráfego.
Acresce que a cidade dificilmente poderá suportar semelhante processo de grandes e constantes transformações. O custo cada vez mais elevado da aquisição de vastas áreas (frequentemente através de desapropriações); a necessidade de reurbanização de extensos bairros e a consequente necessidade de remanejamento das rêdes subterrâneas de serviços públicos — tudo de resultados transitórios e problemáticos — conduzem forçosamente à conclusão de que essas soluções não são satisfatórias.

5.1.3.2 Largura de pista necessária aos diversos meios de transporte para igual desempenho

A todo meio de transporte deve ser atribuída uma determinada superfície para trafegar.
Para se calcular as diferentes demandas de área de via pública por parte dos diversos meios de transporte para que possam conduzir o mesmo número de passageiros, deve-se considerar a explanação feita a seguir.

Toma-se como ponto de partida a necessidade de transportar 2 000 passageiros num sentido a cada 90 s. Isso corresponde ao desempenho máximo do metrô proposto no Estudo (D 5.3.2).

Para o transporte de tal número de passageiros por ônibus deve-se considerar que, com a velocidade média possível no Centro, ou seja 10 km/h (inclusive paradas e operação desembarque-embarque), os ônibus podem trafegar, em cada faixa de rolamento, com intervalos de 30 s.

Assim, nas horas de "rush" e para ônibus lotados com 75 passageiros, a capacidade de vazão por faixa de rolamento, será, a cada 90 s, de $3 \times 75 = 225$ passageiros. Portanto, para 2 000 pessoas serão necessárias

$$\frac{2\,000}{225} = 9 \text{ faixas de rolamento.}$$

Para o transporte de igual número de passageiros no tráfego individual, em carros particulares, admite-se como capacidade de vazão prática 1 100 veículos por faixa e por hora em uma pista de 4 faixas de rolamento (12 metros de largura), mão única e sinalização (Tab. C 46). Considerando-se o índice, otimista, de 70% de sinal verde a capacidade de vazão ficaria reduzida a 770 carros por hora, que corresponde a intervalos de 4,7 s, i. é, a uma frequência 19 vêzes superior à de um metrô. Sendo de 1,8 a lotação média apurada por carro particular, conclui-se que nas horas de "rush" serão necessárias 58 faixas de rolamento para o transporte desejado de 2 000 passageiros a cada 90 s.

Admitindo-se, mesmo contra a experiência, que cada carro particular transporte 4 passageiros (lotação completa) seriam ainda necessárias 26 faixas de rolamento.

Portanto, a mesma capacidade de desempenho, i. é, 2 000 passageiros/90 s (Fig. D 6) requer, em cada sentido, as seguintes larguras de pista de rolamento:

para metrô (caso em superfície)	5,50 m,
para ônibus (9 faixas de 3 m)	27,00 m,
para carros particulares, com 1,8 pessoas por carro (58 faixas de 2,40 m)	139,20 m.

O metrô construido em subterrâneo não ocupa pràticamente nenhuma área de tráfego das vias públicas.

5.1.3.3 Área de vias públicas necessária em 1990

Da mesma maneira como se procedeu anteriormente, em D 5.1.2, com relação às estradas de ferro suburbanas, será agora apurado, através de cálculos estimativos, até que ponto ônibus e carros particulares, bem como a correspondente rêde viária, estarão em condições de atender ao tráfego em 1990, caso não venha a ser construído o metrô.

a) Tráfego da Zona Sul e do Centro para a Zona Norte

Como foi exposto em C 4.1.1.5, de acôrdo com as contagens na "screen-line" de 1968 o tráfego radial norte — Centro é, em ambos os sentidos, de cêrca de 1 558 000 viagens/dia, sendo de 83,5% a parcela referente ao tráfego coletivo.

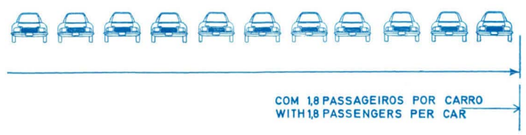
Aplicando-se aos valôres de 1968 o fator de crescimento de 122% encontrado para 1990, e considerando apenas o tráfego em um único sentido, obtêm-se os números apresentados na Tab. D 38. Pode-se assim prever que em 1990, da Zona Sul e do Centro para a Zona Norte ou vice-versa, 173 000 pessoas usarão transporte coletivo e 34 000 pessoas o transporte individual, por hora de "rush". Como já calculado em D 5.1.2, em 1990 as três linhas de subúrbio que começam na Estação D. Pedro II poderão atender, no máximo, a 97 600 passageiros do tráfego coletivo. Trata-se, na realidade, de ponto de vista por demais teórico, já que dificilmente se poderá admitir que os destinos de viagem da estrada de ferro coincidam perfeitamente com os desejos de quase 60% dos passageiros do tráfego coletivo. Nesse caso, restam para serem atendidos pelo tráfego de vias públicas 109 400 passageiros por hora de "rush".

Adotando ainda a composição de tráfego apurada em C 4.2.9.5, onde se determina que a cada automóvel-unidade correspondem 3,8 passageiros, e admitindo-se uma pista de rolamento de quatro faixas, com 12 m de largura, com sinalização e mão única (4 400 automóveis-unidade/h), com 70% de sinal verde, i. é, $1\,100 \times 0{,}7 = 770$ automóveis-unidade por hora e por faixa de rolamento, serão necessárias para êsse tráfego 37 faixas de rolamento.

Incluindo as pistas de rolamento da Avenida Rodrigues Alves e da Avenida Presidente Vargas, bem como de outras ruas paralelas (Fig. C 54), dispõem-se atualmente de apenas 14 faixas de rolamento em cada sentido (C 4.2.9.5). Tôdas essas faixas estão já hoje saturadas. Em 1990 seriam necessárias 36 faixas de rolamento em ruas com sinalização, ou pelo menos 5 pistas de rolamento com a capacidade da pista principal não sinalizada da Avenida Brasil.

Em C 4.2.9.4 ficou demonstrado que as 4 faixas da pista principal da Avenida Brasil podem dar vazão a $4 \times 1\,365 = 5\,460$ automóveis-unidade/h, sempre que o tráfego, como previsto, se desenvolva não impedido por sinalização

$$\left(\frac{109\,400}{3{,}8 \cdot 1\,365} = 21 \text{ faixas de rolamento} = 5 \text{ pistas principais}\right).$$



Caso fôsse possível realmente efetuar os vultosos investimentos exigidos por tais projetos, não se vê onde seria possível abrir tantas áras para novas ruas na parte norte da "micro-área", tão densamente urbanizada e comprimida por montanhas. Seus prolongamentos para o Centro da cidade não seriam realizáveis sem intervenções injustificáveis na estrutura urbana. O plano rodoviário prevê até 1990 uma única avenida suplementar com caráter de pista de alta velocidade, paralela à Avenida Brasil (D 4.2.5: proj. 101—107).

b) Tráfego da Zona Norte e do Centro para a Zona Sul

Toma-se novamente por base o resultado das contagens na "screen-line" de 1968 para o tráfego radial Centro — sul, em ambos os sentidos, conforme C 4.1.1.5.
Êsse tráfego representa cêrca de 854 000 viagens/dia, participando o tráfego coletivo com 72,5%. Com o mesmo fator de crescimento para 1990 (adotado no item a)) obtêm-se a Tab. D 39.
Supondo-se que até 1975 estejam concluídas as vias de acesso, hoje ainda insuficientes, para os Túneis Santa Bárbara e Rebouças, estarão à disposição para o tráfego 16 faixas de rolamento (atualmente há 14 faixas, como consta em C 4.2.9), o que parece suficiente. Em 1990, porém, admitindo-se faixas de 3,5 m de largura, em pista livre, cuja capacidade de vazão prática é de 1 500 automóveis-unidade/h, e permanecendo inalterada a composição de tráfego (3,8 passageiros/automóvel-unidade),

seriam necessárias $\frac{113\,500}{3{,}8 \cdot 1\,500} = 20$ faixas de rolamento.

Isso significa que seria necessário construir pelo menos mais dois túneis com a capacidade do Túnel Rebouças. O plano rodoviário, entretanto, só prevê um túnel (D 4.2.5: proj. 132).

Base de comparação: Transporte de 2 000 pessoas por 90 s e por sentido

Unidade	Capacidade de uma unidade	Unidades necessárias	Disposição das unidades		
			Subsequentes		Simultâneas (faixas de rolamento necessárias)
	Pessoas	Número	s	Número	Número
Composição de metrô com seis carros	2 000	1	90	1	1
Ônibus	75	27	30	3	9
Carro particular (lotação teórica)	4	500	4,7	19,2	26
Carro particular (lotação verificada)	1,8	1 111	4,7	19,2	58

Tab. D 38
Tráfego da Zona Sul e do Centro para a Zona Norte

Tipos de tráfego	1968	1990	
	viagens/dia	viagens/dia	viagens/hora de "rush" (12%)
Tráfego total nos dois sentidos	1 558 000	3 450 000	414 000
Tráfego total num sentido	779 000	1 725 000	207 000
Tráfego coletivo (y = 0,835)	650 000	1 440 000	173 000
Tráfego individual	129 000	285 000	34 000

Tab. D 39
Tráfego da Zona Norte e do Centro para a Zona Sul

Tipos de tráfego	1968	1990	
	viagens/dia	viagens/dia	viagens/hora de "rush" (12%)
Tráfego total nos dois sentidos	854 000	1 896 000	227 000
Tráfego total num sentido	427 000	948 000	113 500
Tráfego coletivo (y = 0,725)	310 000	688 000	82 500
Tráfego individual	117 000	260 000	31 000





c) Essas estimativas feitas para as duas relações mais importantes do tráfego prognosticado para 1990 com base nos conhecimentos atuais mostram que a rêde de vias públicas, apesar de todos os projetos de expansão, não conseguirá satisfazer às demandas de tráfego fluente. Nem o tráfego de superfície, nem as estradas de ferro suburbanas, nem ambos juntos estarão em condições de resolver o problema do tráfego do Rio de Janeiro. Entretanto, ambos são indispensáveis para uma solução global e devem, em moldes apropriados e através de medidas adequadas, aumentar a sua capacidade de desempenho até onde o permitam suas características técnicas. Problema mais difícil ainda constituem as demandas sempre crescentes de estacionamento por parte dos proprietários de carros particulares, como é mostrado em D 4.2.4.2. Quem trabalha no Centro — estacionamento profissional — irá no decorrer dos próximos decênios encontrar cada vez menos locais de estacionamento e terá que pagar taxas cada vez mais elevadas. A aquisição de uma vaga de estacionamento em um edifício-garagem custa agora cêrca de NCr$ 9 000,00, i. é, aproximadamente o preço de um carro de classe média. Para a maioria do pessoal ocupado êsse desembôlso é proibitivo. A redução e o encarecimento das vagas de estacionamento irão forçá-los cada vez mais a usar o transporte coletivo. A mesma evolução já se delineia nìtidamente em muitas metrópoles.

Na maioria das metrópoles mundiais já se desistiu, por fôrça das circunstâncias, de realizar a "cidade em função do automóvel". A abertura de novas e largas avenidas exige intervenções tão sensíveis no contexto urbanístico que não sòmente altera o panorama urbano, mas chega mesmo a abalar a estrutura interna de uma cidade, sobretudo naquelas que têm um passado histórico, como é o caso do Rio de Janeiro.

5.2 **Rio de Janeiro sem metrô**

5.2.1 Aspecto futuro do tráfego

A evolução do tráfego é geralmente influenciada por uma série de parâmetros, que poderão crescer ou decrescer em progressão geométrica ou aritmética ou permanecer constantes.
Para o Rio de Janeiro nos anos vindouros essa evolução deverá obedecer às seguintes tendências:

a) Crescerão em progressão geométrica: a população, e assim o número de passageiros, o número de carros particulares, o número de domicílios e empregos a serem servidos e o fluxo diário de ônibus.

b) Crescerão em progressão aritmética: as novas obras públicas de tráfego (túneis e viadutos), as áreas de pistas (por alargamento) e o número de vias públicas.

c) Permanecerão constantes ou decrescerão em progressão aritmética: as vagas para estacionamento, os cruzamentos de ruas e os canais de tráfego no Centro.

d) Decrescerá em progressão geométrica: a velocidade média dos ônibus e com isso as possibilidades de transporte no Centro durante as horas de "rush".
Em consequência as ruas se congestionarão progressivamente durante certas horas do dia, até o ponto de saturação, tornando-se intransitáveis. A velocidade média decrescente dos ônibus gera a tentação de adquirir e usar um carro particular. Os carros particulares então se multiplicam ràpidamente e perturbam não só os ônibus, mas também uns aos outros. O círculo vicioso se fecha. Paradoxalmente o tráfego é cercado e, finalmente, estrangulado devido à abundância de veículos.
A liberdade de tráfego do carro particular — seu principal atrativo — ficará forçosamente sujeita a regulamentos rígidos: o carro particular passará a ter acesso a certas ruas sòmente durante determinadas horas.

5.2.2 Consequências econômicas e urbanísticas

Não há dúvida de que o tráfego no Rio de Janeiro passa atualmente por uma fase crítica. De todos os usuários, i. é, pràticamente de todos os habitantes, são exigidos sacrifícios de tempo e energia. Esta crise tende a se intensificar se não forem consideradas as tendências de evolução nìtidamente perceptíveis. A situação crítica conduzirá então à paralização, ao colapso total do tráfego no Centro do Rio de Janeiro. Quais seriam as consequências? O pessoal ocupado de tôdas as categorias não mais poderia alcançar seus locais de trabalho à hora certa, sem maior dispêndio de tempo e de dinheiro.
O fluxo de clientes para as casas comerciais no Centro da cidade seria reduzido; os faturamentos, o valor da terra e a arrecadação de impostos decresceriam na mesma proporção. Em resumo, em todos os setores da vida econômica sobreviria um retrocesso, ao invés de progresso. Pela fôrça das circunstâncias formar-se-iam em escala cada vez maior, fora do Centro da cidade, subcentros com estabelecimentos comerciais, escolas, bancos, etc. Seria, todavia, ilusório pensar que êsses subcentros pudessem substituir a vida do verdadeiro Centro; ao contrário: a vida econômica moderna, a crescente importância do setor terciário, o desenvolvimento cultural no seu sentido mais amplo, todos êsses setores da vida demonstram hoje uma tendência de concentração cada vez maior dentro da zona urbana.
A formação do "Centro" é uma consequência necessária dêste fato. Essa evolução poderá ser amortecida ou obstada por condições de tráfego deficientes; estas, porém, ao mesmo tempo, estrangulam a vida da cidade no seu núcleo e assim o desenvolvimento do país que, sem dúvida, é determinado pela cidade. A centralização — a verdadeira lei de crescimento para qualquer cidade — levará a cidade à dissolução, se o tráfego não evoluir com ela.

5.3 **Solução para a futura situação do tráfego no Rio de Janeiro: o metrô**

As tendências de evolução anteriormente previstas conduzem obrigatòriamente à seguinte conclusão: para preservar a metrópole do Rio de Janeiro da paralização e do retrocesso, será imperativo empreender, incontinenti, as medidas necessárias para, em primeiro lugar, sanear o tráfego atual e, em segundo lugar, dar vazão ao tráfego dos próximos decênios. Com medidas individuais em pontos isolados e com simples aperfeiçoamentos dos meios de transporte existentes — por mais necessários que sejam, — jamais será possível alcançar essa meta. É preciso criar um meio de transporte que, sem depender do tráfego restante, possa oferecer a máxima rapidez, capacidade de vazão e regularidade e que, onde necessário, como no Centro, seja subterrâneo. Isso significa que:

Para poder viver e continuar a se expandir o Rio de Janeiro precisa de um metrô.

5.3.1 Requisitos que o metrô, considerado indispensável, deverá satisfazer

O metrô, considerado indispensável, deverá satisfazer aos seguintes requisitos:

a) Velocidade média no mínimo igual à de uma eficiente linha de ônibus, se possível maior.

b) Oferta de lugares tão abundante que o passageiro encontre lugar, mesmo nas horas de afluência, logo na primeira composição.

c) Preço de passagem acessível à massas.

d) Baldeação fácil e rápida para outros meios de transporte.

e) Substituição, na medida do possível, de todo o tráfego coletivo de superfície, sobretudo no Centro.

f) Ligação, o mais estreitamente possível, do Centro do Rio de Janeiro com a área econômica periférica e integração, no contexto urbano, de novas áreas para fins residenciais e industriais.

g) Oferta de segurança, pontualidade e confiança.

5.3.2 Capacidade de desempenho do metrô recomendado

Tôdas as considerações feitas com o objetivo de determinar a melhor capacidade de desempenho de um metrô para o Rio de Janeiro requerem uma comparação entre as possibilidades técnico-econômicas e as necessidades de tráfego. Muitas linhas de reduzida capacidade de desempenho exigem maiores investimentos que poucas linhas de grande capacidade de desempenho.
Na Zona Sul, a grande concentração demográfica e a densidade de construções em faixas relativamente estreitas sugeriram que ali se desse vazão ao tráfego por uma única linha. Só um metrô de alta capacidade de desempenho poderia satisfazer êsse requisito.
Quanto à Zona Norte, apesar da menor densidade demográfica, chegou-se à mesma conclusão de que era necessária uma alta capacidade de desempenho para cada linha. As distâncias a serem percorridas são, porém, maiores, razão porque as composições também trafegarão bastante ocupadas. Além disso o metrô deverá penetrar entre as linhas da rêde das estradas de ferro suburbanas sòmente como meio de transporte complementar e, consequentemente, com reduzido número de linhas.

A capacidade de desempenho de um meio de transporte é determinada, em princípio, pela capacidade de lotação e por sua frequência.
Recomendam-se portanto para o Rio de Janeiro composições de metrô de capacidade máxima que possam trafegar com intervalos mínimos.
Com relação à frequência das composições, toma-se como base que, de acôrdo com a técnica moderna, podem ser admitidos intervalos mínimos de 90 s (F1.1.6.5) entre duas composições consecutivas.
Com seis carros grandes, considerados a composição adequada para metrôs, pôde ser calculada uma capacidade teórica máxima de 2 000 passageiros por composição, admitindo-se como razoável um índice de 7,24 passageiros de pé por metro quadrado (F2.1.3.1).
Com êsses dois dados a capacidade de desempenho teórica de uma via do Metrô do Rio de Janeiro será de:

2 000 passageiros/composição · 40 composições/h = 80 000 passageiros por hora e por sentido.

De acôrdo com as experiências colhidas em transportes de via férrea, a capacidade de desempenho prática é mais baixa, principalmente em virtude de:

ligeiras irregularidades na operação que, sobretudo com intervalos mínimos entre composições, nem sempre podem ser evitadas,
afluência irregular dos passageiros às plataformas,
distribuição irregular dos passageiros nas composições.

Deve-se acrescentar ainda certa reserva no que concerne ao número de passageiros considerado nos diferentes trechos e nas estações, calculado no Cap. E — também para contrôle de capacidade —, em virtude de haver resultado de entrevistas, e não de contagens diretas. Como é sabido, os resultados de entrevistas, por maiores cuidados que se tomem na escolha da amostragem, são sempre ligeiramente inferiores aos obtidos através da contagem, que abrange, sem lacunas, todo o tráfego efetivamente gerado.
Considerando tôdas essas influências será tomada por base para o dimensionamento das linhas do Metrô do Rio de Janeiro uma capacidade de desempenho prática de 64 000 passageiros por hora e por sentido.

Um cálculo aproximado das influências mencionadas demonstrou ser suficiente uma reserva de desempenho de 20%. Ademais, é de uso corrente internacional em técnica de tráfego estabelecer a capacidade de desempenho prática 20 a 25% abaixo da capacidade de desempenho teórica, a fim de obter uma base realista para o dimensionamento.
Considerando a capacidade de desempenho prática como desempenho exigido nas horas de "rush" que, como se sabe, corresponde a 12% do tráfego diário, o desempenho prático diário (tráfego diário) de uma via será:

$$T = \frac{64\,000}{12} \cdot 100 = 533\,000 \text{ passageiros por dia e por sentido.}$$

A capacidade de desempenho teórica do metrô corresponde, portanto, a 666 000 passageiros por dia e por sentido.

E Propostas para um metrô com convênio tarifário

Os estudos efetuados no Cap. D sôbre o desenvolvimento futuro do tráfego no Rio de Janeiro confirmam a conclusão de pesquisas anteriores no sentido de que sòmente através de um novo meio de transporte sôbre trilhos, rápido e moderno, evidentemente complementar, mas espacialmente independente do tráfego de superfície existente, seria possível atender, nos próximos anos, ao tráfego coletivo, em constante evolução. Constitui objeto precípuo do presente Estudo a elaboração e análise de uma série de alternativas de rêde para implantação de um meio de transporte rápido dessa natureza, também denominado "metrô".

Para elaboração dêsses projetos foi necessário analisar cuidadosamente a evolução da Área de Estudo nos próximos vinte anos, i. é, até 1990, bem como vários outros requisitos necessários, sobretudo no que se refere à sua adaptação aos meios de transporte existentes, selecionando, dentro da rêde que se evidenciou a mais recomendável, uma linha cuja execução devesse ser considerada de maior urgência e que passou a se denominar "Linha Prioritária".

O presente capítulo se encerra com algumas considerações a respeito da integração técnica entre o metrô e as estradas de ferro suburbanas.

1. Rêde total de tráfego em 1975 (Projeto I)

Em 1975 a rêde total de tráfego deverá abranger as rêdes individuais dos meios de transporte coletivo então existentes: metrô, estradas de ferro suburbanas, ônibus e barcas. A Rêde do Metrô será constituída, de início, apenas por uma linha, i. é, a "Linha Prioritária" — assim denominada devido à urgência de sua implantação —, a qual deveria ser desde já escolhida entre as propostas de rêdes para o metrô em 1990 e ser objeto de anteprojeto.

Como se viu na Introdução (Cap. A), a conclusão e a inauguração dessa "Linha Prioritária" foi adotada como meta imediata do Estudo.

Sua inauguração está prevista para 1975. As prognoses sôbre estrutura urbanística, sócio-econômica e de tráfego (Cap. D) foram elaboradas de acôrdo com essa previsão.

Para se ter uma visão clara do volume de tráfego nessa linha em 1975 foi preciso considerar igualmente todos os outros meios de transporte existentes àquela época, bem como sua influência recíproca, sendo ponto pacífico que a "Linha Prioritária" e os meios de transporte coletivo existentes deviam ser entrosados o mais orgânicamente possível.

Em uma rêde de tráfego coletivo bem planejada

os tempos totais de viagem,

as necessidades totais de baldeação e

os custos próprios totais

deveriam, em conjunto, ser levados à condição ideal, i. é, cada um dêsses fatôres deveria ser reduzido ao mínimo possível.

Teòricamente é possível dar solução ótima a êsses problemas; na prática contudo, é de difícil realização, pois os mínimos matemàticamente calculados são defasados por um número excessivo de peculiaridades locais. Assim, mediante o exame de diversas rêdes que se aproximem das condições acima mencionadas, será tentada uma solução por iteração que represente o ideal prático para o caso específico. Todavia, mesmo uma pesquisa dessa natureza não poderá ser realizada dentro de prazos excessivamente limitados.

A rêde total de tráfego em 1975 e a apuração do seu volume de tráfego será doravante denominada Projeto I.

As rêdes individuais de estradas de ferro suburbanas, de ônibus e de barcas que deverão existir em 1975 acham-se descritas em D 4.2.
O estabelecimento da "Linha Prioritária" do metrô, que deverá iniciar suas operações em 1975, será descrito a seguir.

1.1 Traçado da "Linha Prioritária" do metrô

Foi necessário estabelecer o traçado da "Linha Prioritária" logo após o início do Estudo, para possibilitar a elaboração de seu anteprojeto técnico no tempo restante disponível até o término do Estudo.
A coleta e análise de todos os dados indispensáveis ao estudo das várias alternativas de traçado de um metrô e a escolha dentre essas alternativas de uma "Linha Prioritária" — cuja construção, face às condições de tráfego no Rio de Janeiro deve ser iniciada com a maior brevidade e aceleradamente desenvolvida a fim de que possa entrar em operação a partir de 1975 — se tornaram possíveis, dentro dos prazos exíguos disponíveis, em virtude de duas circunstâncias particularmente favoráveis:

a) A existência de uma série de dados estatísticos anteriores sôbre a evolução do tráfego no Rio de Janeiro e estudos sócio-econômicos, merecedores de fé, que puderam ser atualizados pelos processos normais de projeção estatística.

b) As características topográficas e geofísicas da região, condicionando o desenvolvimento da metrópole e dos seus arredores a diretrizes naturais perfeitamente definidas, as quais dificilmente poderiam ser alteradas e nada justificaria fôssem modificadas.

Essas circunstâncias permitiram realmente que, ao mesmo tempo em que se desenvolviam os programas de pesquisa em maior profundidade, descritos nos capítulos anteriores, e mesmo antes que se dispusesse de todos os resultados das análises estruturais, levantamentos de tráfego e processamento dos dados pelos métodos mais avançados da técnica moderna, fôsse possível, através de um esquema de trabalho — a seguir analisado — escolher com segurança o traçado definitivo da "Linha Prioritária" e elaborar o anteprojeto técnico correspondente. Deve ser levado em consideração que a "Linha Prioritária" escolhida é parte orgânica de uma rêde de metrô, cuja concepção geral, por ocasião da escolha da "Linha Prioritária", era apenas esboçada.

Êsse esquema de trabalho, pormenorizadamente descrito no presente item, consistiu, fundamentalmente, na utilização dos dados sócio-econômicos e urbanísticos existentes, devidamente analisados e completados pelas novas informações progressivamente obtidas para a determinação geográfica da "Linha Prioritária" desejada.

Para a avaliação do volume de tráfego nessa linha foram utilizados, além de dados anteriores, também os resultados das próprias contagens e entrevistas de tráfego possíveis de executar a curto prazo.

O traçado escolhido para essa "Linha Prioritária", bem como o volume de tráfego admitido para o seu dimensionamento, foram posteriormente confrontados com os resultados do processamento de todos os dados e levantamentos objeto do presente Estudo.

Foram confirmados plenamente, com exceção de ligeiras correções, o acêrto da escolha da "Linha Prioritária" e as bases do seu dimensionamento, permitindo alcançar o escôpo almejado, qual seja o de oferecer às autoridades em tempo oportuno, a solução mais consentânea com as suas aspirações.

1.1.1 Região servida pela "Linha Prioritária"

A "Linha Prioritária" a ser escolhida deveria preencher as seguintes condições:

a) Contribuir para minorar os problemas mais urgentes de tráfego do Rio de Janeiro.

b) Articular-se ìntimamente com o sistema de estradas de ferro suburbanas, através de pontos de contato.

c) Caso passasse no Centro da cidade deveria substituir, na medida do possível, o tráfego de ônibus.

d) Apresentar a máxima rentabilidade possível.

Não foram necessários estudos mais profundos para verificar que os problemas mais urgentes de tráfego do Rio de Janeiro situam-se no Centro da cidade, nos bairros mais densamente povoados da Zona Sul e nos bairros adjacentes, ao norte do Centro, não servidos pelas estradas de ferro suburbanas.

A região na qual deverá ser localizada a "Linha Prioritária" e que também permite satisfazer às demais condições acima enumeradas, será, pois, composta das seguintes zonas: Ipanema, Copacabana, Botafogo, Laranjeiras, Flamengo, Catete, Santa Teresa, Candelária, Norte-Sul, Pedro II, Lapa, Gamboa, Mangue, Rio Comprido, Maracanã, São Cristóvão, Tijuca, Riachuelo, Vila Isabel, Andaraí, Grajaú e Engenho Nôvo. A área total dessas zonas é de 83,6 km² (8 360 ha).

Embora represente apenas 7,1% da área total do Estado da Guanabara, ou 6,2% da "macro-área", essa área abriga atualmente 1 362 000 habitantes, i. é, 33% da população do Estado da Guanabara, ou 23% da população da "macro-área". Considerando a superfície total dessa região, sua densidade demográfica é de 163 habitantes por hectare, embora inclua o Centro da cidade — em grande parte não residencial —, assim como áreas não urbanizadas. A importância dessa região será no futuro ainda mais acentuada.

1.1.2 Estrutura urbanística e sócio-econômica da região servida pela "Linha Prioritária"

A estrutura sócio-econômica e urbanística foi analisada pelo "processo das quadrículas de áreas homogêneas", que pode ser aplicado sempre que se trata de uma região de estrutura relativamente homogênea. Êsse método permite o estudo de uma determinada região, se essa fôr prèviamente subdividida em quadrículas, analisadas individualmente, e avaliadas por meio de um sistema de notas ponderadas.

Selecionam-se em seguida as quadrículas que apresentarem as notas mais elevadas, as quais são reunidas em faixas, também denominadas "faixas preferenciais".

Através dessas "faixas preferenciais" foi possível traçar, então, sôbre a planta da cidade, alternativas de trechos e confrontá-las.

Na análise da região em questão foram utilizadas quadrículas de dois tipos, com dimensões diferentes. De um lado, a área urbanizada foi coberta inteiramente por quadrículas de 500 m de lado (onde, naturalmente, as nesgas marginais também alcançaram áreas não urbanizadas); de outro lado, a "área central", por exigir pesquisa mais detalhada, foi ainda subdividida em quadrículas de 200 m de lado.

Obtiveram-se assim 268 quadrículas com 250 000 m² cada uma, no total de 67 km²; a "área central" foi dividida em 116 quadrículas de 40 000 m² cada uma, cobrindo uma área de 4,6 km².

Para essas duas malhas foram estabelecidos 27 "indicadores", quais sejam, p. ex.:

a) população residente,

b) pessoal ocupado e empregos na indústria, cómercio atacadista, comércio varejista, escritórios, agências bancárias, hotéis, repartições, hospitais e casas de saúde,

c) alunos e matrículas nos estabelecimentos de ensino primário, médio e superior,

d) locais de cultura e de recreação, tais como exposições, bibliotecas, casas de diversão noturna, cinemas, teatros, clubes esportivos e sociais,

e) preços de terrenos, etc.

A localização e a densidade de alguns dos indicadores mencionados puderam ser obtidos de elucidativos mapas dos Estudos Geográficos editados em 1965 pela Coordenação de Planos e Orçamento, Seção Geográfica [2]. Foram analisados em particular os seguintes mapas:

Densidade de População,

Distribuição da População,

Localização Industrial,

Estabelecimentos de Ensino Médio,

Estabelecimentos Bancários,

Estabelecimentos de Diversões.

Êsses mapas apresentam, de modo geral, as condições de 1960. O Grupo de Estudos atualizou-os, em parte, para a situação atual (1968) e, mediante prognoses bem fundadas, tornou-os representativos também para 1975 e 1990.
A cada indicador analisado foi atribuída uma nota entre 0 e 9, de acôrdo com sua localização e influência presumível sôbre a geração de tráfego.
A média ponderada dos diversos grupos de informações de características idênticas, transformada em um registro cromático, fornece uma visão da hierarquia das quadrículas, de modo que, finalmente, foi possível estabelecer as faixas preferenciais (Fig. E1).
Na Zona Sul as faixas preferenciais partem de dois pontos: da Praça N. S. da Paz em Ipanema e da região em tôrno do Largo dos Leões (Humaitá) em Botafogo. Elas se reúnem no Mourisco, onde formam uma faixa de 1 000 a 1 500 m de largura, que segue ao longo das Praias de Botafogo e Flamengo até o Centro da cidade, na altura do Largo da Glória e do Passeio Público. No Centro da cidade alarga-se para 2 000 m, para atingir, finalmente, na Estação D. Pedro II uma largura de 3 500 m. Estreita-se então novamente até 2 000 m na altura da Praça da Bandeira e, bifurcando-se, de um lado em direção ao Engenho Nôvo e, de outro — acompanhando o Vale da Tijuca — para o Grajaú, atinge larguras variáveis entre 1 500 e 1 000 m, respectivamente.

Na "área central" a pesquisa mais detalhada, com quadrículas menores, indicou como faixa preferencial a região situada entre os eixos Avenida Presidente Antonio Carlos/Rua 1.° de Março, de um lado, e Rua Senador Dantas/Rua Conceição, do outro (Fig. E2).

1.1.3 Importância do tráfego na região servida pela "Linha Prioritária"

As pesquisas para o estabelecimento da "Linha Prioritária" foram beneficiadas pelas entrevistas populacionais já mencionadas, promovidas em 1964/65 pela Coordenação de Planos e Orçamento, e cujos resultados foram publicados nos "Estudos Cariocas".
Êsses dados dos "Estudos Cariocas" foram analisados juntamente com resultados já disponíveis de entrevistas sôbre origem e destino que o Grupo de Estudos promoveu em 1968.
Foi assim possível elaborar, dentro do exíguo prazo disponível, uma prognose aproximada do tráfego coletivo para 1975.
Ficou constatado que o tráfego coletivo na região prevista para a "Linha Prioritária" justifica plenamente sua implantação, não só do ponto de vista de tráfego, mas também como parte da rêde de um metrô, por ora apenas esboçada em suas linhas gerais.
O resultado dessas pesquisas e estimativas preliminares dos volumes de tráfego a serem previstos não será apresentado aqui, mas em E1.2.2 já serão indicados os volumes de tráfego calculados com o auxílio de computador, dados êsses, contudo, que só se tornaram disponíveis quase ao término do Estudo.

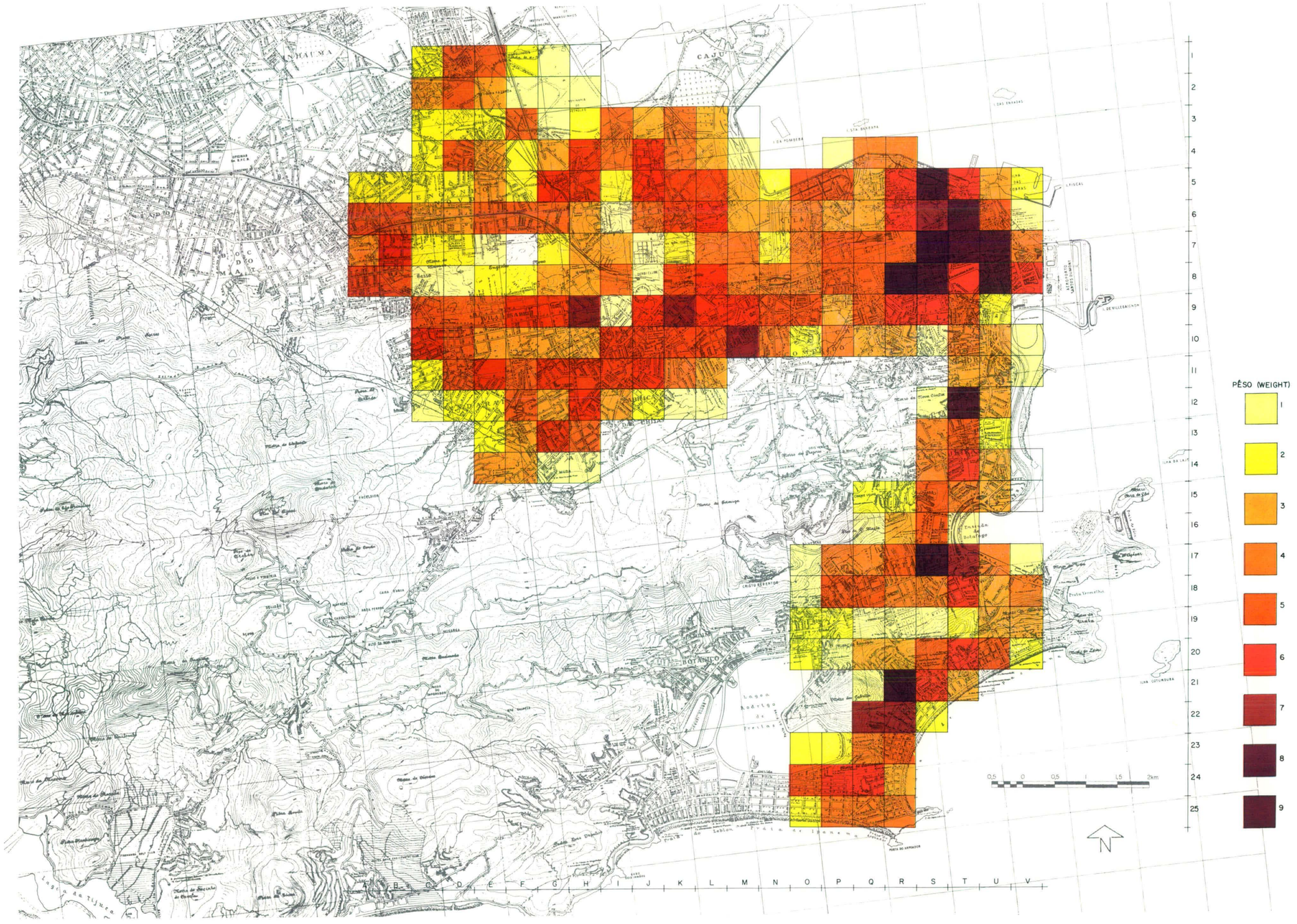


Fig. E1
Análise da área da "Linha Prioritária" pelo "processo das quadrículas de áreas homogêneas" (1968)

Fig. E 2
Análise da "área central" pelo "processo das quadrículas de áreas homogêneas" (1968)

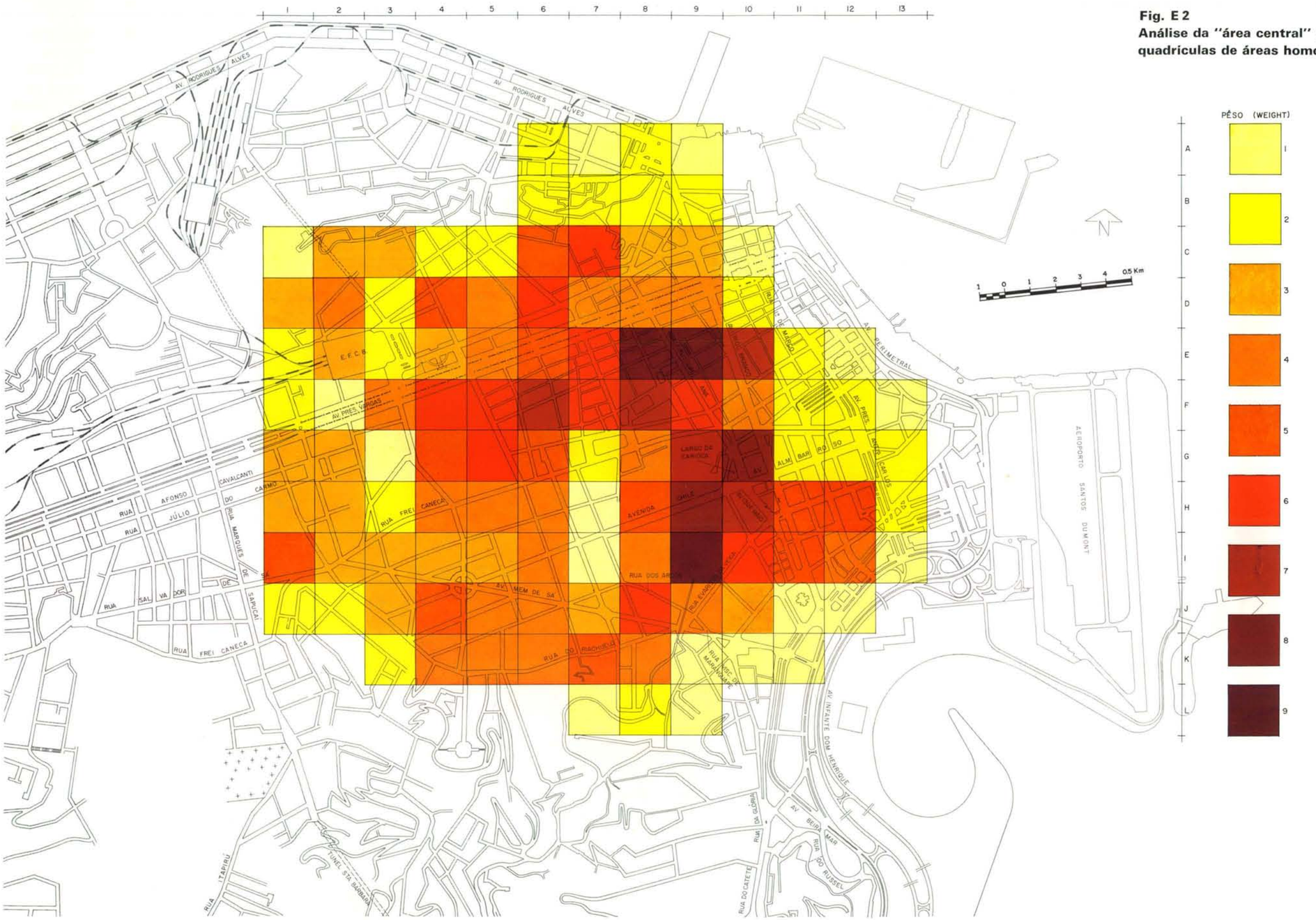




Fig. E 3
Alternativas de traçado estudadas para a "Linha Prioritária"

1.1.4 Alternativas de traçado e sua avaliação

1.1.4.1 Alternativas de traçado

A transposição para uma planta da cidade das faixas preferenciais encontradas pelo processo descrito em E1.1.2, bem como um traçado aproximado ao longo dos eixos de gravidade dessas faixas, levando em consideração as edificações existentes e visando localizá-lo sobretudo em vias públicas, resultou nas alternativas de traçado da Fig. E3. A Tab. E1 resume outros dados a respeito dessas alternativas.
Cumpria então examinar mais detidamente essas alternativas — sobretudo quanto à sua viabilidade técnica e econômica —, analisá-las uma a uma, e confrontá-las quando em traçados paralelos.

1.1.4.2 Avaliação das alternativas de traçado

As alternativas de traçado foram avaliadas de acôrdo com três critérios, a cada um dos quais foi atribuído determinado número de pontos, cuja soma atingiria o máximo de 100 pontos possíveis para um trecho ideal de traçado:

a) critério urbanístico e sócio-econômico	20 pontos
b) critério de tráfego	42 pontos
c) critério construtivo-econômico	38 pontos
	100 pontos

Essa avaliação por pontos, que atribui o maior pêso aos fatôres que influenciam diretamente o tráfego, não pode, na verdade, abranger todos os fatôres de influência, mas constitui sem dúvida um método adequado enquanto ainda não se dispõe dos resultados mais detalhados das pesquisas.

a) Critério urbanístico e sócio-econômico

De acôrdo com êste critério, de natureza preponderantemente qualitativa, o maior número de pontos foi encontrado para as alternativas de traçado pelo Centro (G, H, I, J) e em seguida nos trechos B e L (trecho Z dispensado).

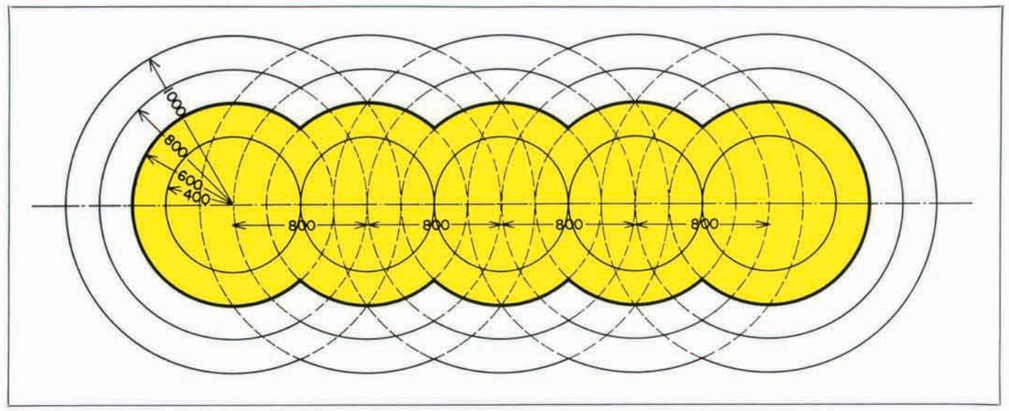


Fig. E4
Área de influência de uma linha de metrô com distância de 800 m entre estações
Raios de 400, 600, 800 e 1 000 m

b) Critério de tráfego; faixa de influência

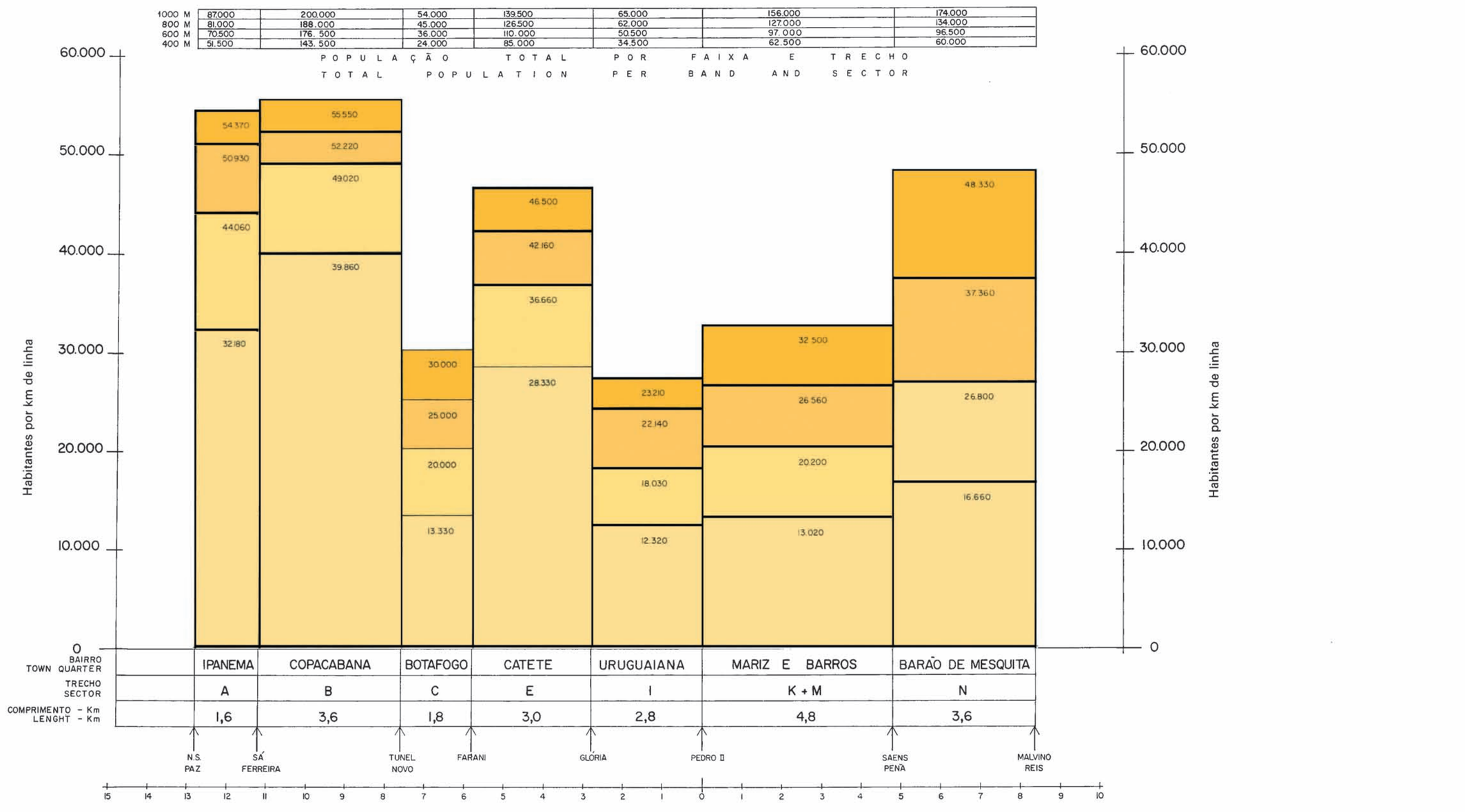
O critério de tráfego baseia-se, também, em grande parte nos indicadores urbanísticos e sócio-econômicos, mas êstes são, aqui, considerados mais quantitativos em relação às faixas de influência, claramente definidas de ambos os lados do traçado.
Independentemente da densidade da população, a atração de uma parada é tanto maior quanto mais curto e mais confortável fôr seu acesso para o usuário, e quanto mais rápido, barato, seguro e confortável fôr o meio de transporte a conduzi-lo a seu destino, se possível sem baldeação.
Para uma rêde de vias de acesso disposta radialmente é possível representar a fôrça de atração dessa parada por um cone, cujo vértice está sôbre a própria parada. Em uma rêde de paradas, êsses cones serão independentes caso as paradas sejam muito distanciadas; se as distâncias entre elas forem menores, os cones poderão se tangenciar ou se superpor.
A projeção dêsses cones formará círculos de influência.

Tab. E1
Alternativas de traçado para uma "Linha Prioritária"

Alternativas de traçado	Bairro	Vias públicas	Extensão km	Observações
A	Ipanema	Praça N. S. da Paz, Rua Barão da Tôrre, Rua Sá Ferreira	1,6	
B	Copacabana	Av. N. S. de Copacabana, Ladeira do Leme	3,6	A+B+C paralelas
C	Botafogo-sul	Rua Fernando Guimarães	1,8	D
D	Botafogo-oeste	Rua Humaitá, Rua Voluntários da Pátria	3,3	
E	Flamengo	Rua Muniz Barreto, Rua Barão de Itambi, Rua do Catete	3,0	E paralela
F	Flamengo Catete	Av. Infante D. Henrique (Atêrro)	3,5	F
G	Centro	Av. Beira Mar, Av. Pres. Wilson, Av. Pres. Antônio Carlos, Rua I.° de Março, Av. Pres. Vargas	3,7	G a J paralelas
H	Centro	Av. Augusto Severo, Av. Rio Branco	3,0	
I	Centro	Rua Álvaro Alvim, Largo da Carioca, Rua Uruguaiana, Av. Pres. Vargas	2,8	
J	Centro	Rua da Lapa, Av. Norte-Sul, Av. Pres. Vargas	2,9	
K+M	Tijuca	Pça. Saenz Peña, Rua Alm. Cochrane, Rua Mariz e Barros, Av. Pres. Vargas	4,8	K+M paralela
L	Rio Comprido	Rua Conde de Bonfim, Rua Haddock Lôbo, região Cidade Nova	5,9	L
N	Tijuca-oeste	Rua Barão de Bom Retiro, Rua Barão de Mesquita	3,6	K+M+L paralela O
O	Mangue-S. Cristóvão	Paralela à EFCB: Rua S. Francisco Xavier, Rua 24 de Maio, Av. Amaro Cavalcante	8,8	
Z	Centro	Leste—oeste Praça Rev. Álvaro dos Reis, Av. Salvador de Sá, Rua da Carioca, Av. Mal. Âncora	4,3	sem alternativa

Fig. E 5
Número de habitantes por km de metrô

Número de habitantes que seriam servidos em 1968 por 1 km de metrô nos trechos A, B, C, E, K + M, N, nas faixas de 2 × 400, 600, 800 e 1 000 m de largura, respectivamente



A experiência mostra que aos círculos de influência da região central da cidade pode ser atribuído um raio r = 600 m, o que corresponde a um percurso a pé de 6 a 8 min. Nos bairros periféricos r pode aumentar até 1 000 m. Para a "Linha Prioritária" foi adotado sempre r = 600 m.
A Fig. E4 mostra a área de influência para diferentes raios.
Se a distância entre as estações fôr relativamente curta os círculos de influência em redor de cada estação passarão a constituir pràticamente uma faixa.
A influência dos raios ou da largura das faixas sôbre o número de habitantes abrangidos é mostrada na Fig. E5.
O critério de tráfego baseou-se na densidade dos indicadores população residente, empregos na indústria, alunos do nível médio, bancos e estabelecimentos de recreação localizados nas respectivas faixas de influência de 1 200 m de largura, tendo sido novamente atribuídos diferentes pesos aos indicadores.

c) Critério construtivo-econômico

Para cada uma das alternativas de traçado, entre as quais se apresentaram frequentemente subalternativas, deveriam ser avaliados — levando em consideração as condições topográficas, geológicas e hidrológicas presentes —, entre outros, o custo provável de construção, obstruções possíveis do tráfego, interferência de edificações existentes, prazos de construção, etc.
No Cap. H serão encontradas indicações a êsse respeito.
O resultado da avaliação das alternativas de traçado (conforme itens a) a c)), se encontra na Tab. E2.

1.1.5 Escolha do traçado da "Linha Prioritária"

O traçado da "Linha Prioritária" escolhida (com faixa de influência) é mostrado na Fig. E6.
A partir do sul a avaliação mostrou franca vantagem dos trechos A a C sôbre o trecho D. Como A também teve uma avaliação relativamente superior a B e C a "Linha Prioritária" principia logo na divisa entre Leblon e Ipanema.
Entra então no Bairro de Copacabana, que apresenta a maior densidade demográfica do Estado da Guanabara e, após atravessar os Morros da Babilônia e de São João, alcança o Mourisco, em Botafogo, importante entroncamento de tráfego.
Nos bairros do Flamengo e Catete, com as alternativas E e F, de avaliação quase idêntica, foi dada maior importância à tendência do tráfego e escolhido o traçado E, através do Largo do Machado.
No Centro, do ponto de vista sócio-econômico e de tráfego, os traçados dos trechos Rio Branco e Uruguaiana tiveram ambos o mesmo número de pontos; considerações referentes à técnica de construção e aos custos fizeram com que a escolha recaísse sôbre a seção I, i. é, a alternativa Uruguaiana.
Assim, a partir da Glória a linha avança pela Cinelândia para o Largo da Carioca, coração da cidade, contiunando pela Rua Uruguaiana, eminentemente comercial e, tangenciando a zona bancária da Avenida Rio Branco, alcança finalmente — através da Avenida Presidente Vargas, ladeada de edifícios comerciais de 22 andares — o centro de gravidade mais importante do tráfego da "área central" do Rio de Janeiro — a Estação D. Pedro II (Fig. E7).
Para a Zona Norte as alternativas em direção à Tijuca alcançaram maior número de pontos que as de São Cristóvão. Levando em conta as considerações sôbre a rêde total e melhor atendimento da zona da Cidade Nova que se acha em franco desenvolvimento, a escolha entre os dois traçados para a Tijuca — K+M e L — recaiu sôbre êste último.
Assim, ao norte, a "Linha Prioritária" sai do Centro pela Cidade Nova para atingir, via Haddock Lôbo, seu ponto terminal — a Praça Saenz Peña — bem no centro do bairro da Tijuca, de alta densidade demográfica.
A alternativa de traçado Z, não mencionada no contexto acima e que, como já visto na Tab. E1, não apresenta trecho paralelo como alternativa, recebeu avaliação muito alta; entretanto, há que considerar a restrição de que ela só se tornará interessante quando fôr implantada uma ligação por via férrea para Niterói. Como já mencionado (D 4.2.3), está prevista a abertura de um túnel sob a baía, que deverá ser utilizado exclusivamente pelo metrô.
Em conclusão, cumpre observar que, com base nos estudos geológicos, técnicos e operacionais mais detalhados feitos posteriormente, foram necessárias ligeiras alterações em alguns pontos do traçado mencionado.

1.1.6 Distâncias entre estações, tempo de viagem, velocidade média

A fim de possibilitar o cálculo dos volumes de tráfego nos trechos e nas estações, tratados em E1.2, será necessário:

a) determinar a localização das estações,
b) calcular os tempos de viagem entre as estações.

1.1.6.1 Distâncias entre estações

Na localização de qualquer estação será preciso primordialmente levar em consideração os critérios urbanístico, de tráfego e construtivo. Nesse sentido, em H 2.4 encontram-se considerações sôbre as estações da "Linha Prioritária".
Para a "Linha Prioritária" são propostas 22 estações.
A distância entre os centros das duas estações terminais (N. S. da Paz e Saenz Peña) é de 18,037 km, o que resulta em uma distância média entre estações de 0,860 km.

1.1.6.2 Tempo de viagem; velocidade média de viagem

O tempo gasto pelo passageiro em sua viagem pelo metrô (tempo de viagem) é o resultado das distâncias entre estações e das características de marcha das composições, considerando-se uma operação com marcha econômica. Com os índices para aceleração, velocidade máxima (100 km/h) e desaceleração fundamentados e recomendados em F2, foi calculado para a "Linha Prioritária" um tempo total de viagem de 31 min 48 s, o que corresponde a uma velocidade média de viagem de 34,032 km/h (I 2.1).

Tab. E2
Avaliação por pontos das alternativas de traçado para uma "Linha Prioritária" (Estudo preliminar)

Alternativas de traçado	Critério sócio-econômico e urbanístico	Critério de tráfego	Totais parciais	Critério construtivo-econômico	Totais
Máximo possível	20	42	62	38	100
A	8	25	33	•	
B	16	26	42	•	
C	4	24	28	•	
D	8	17	25	•	
E	8	34	42	13	55
F	4	19	23	36	59
G	20	34	54	33	87
H	18	42	60	25	85
I	18	42	60	31	91
J	20	38	58	29	87
K+M	11	34	45	•	
L	12	26	38	•	
N	8	14	22	•	
O	4	23	27	•	
Z	16	37	53	•	

• Comparação dispensável

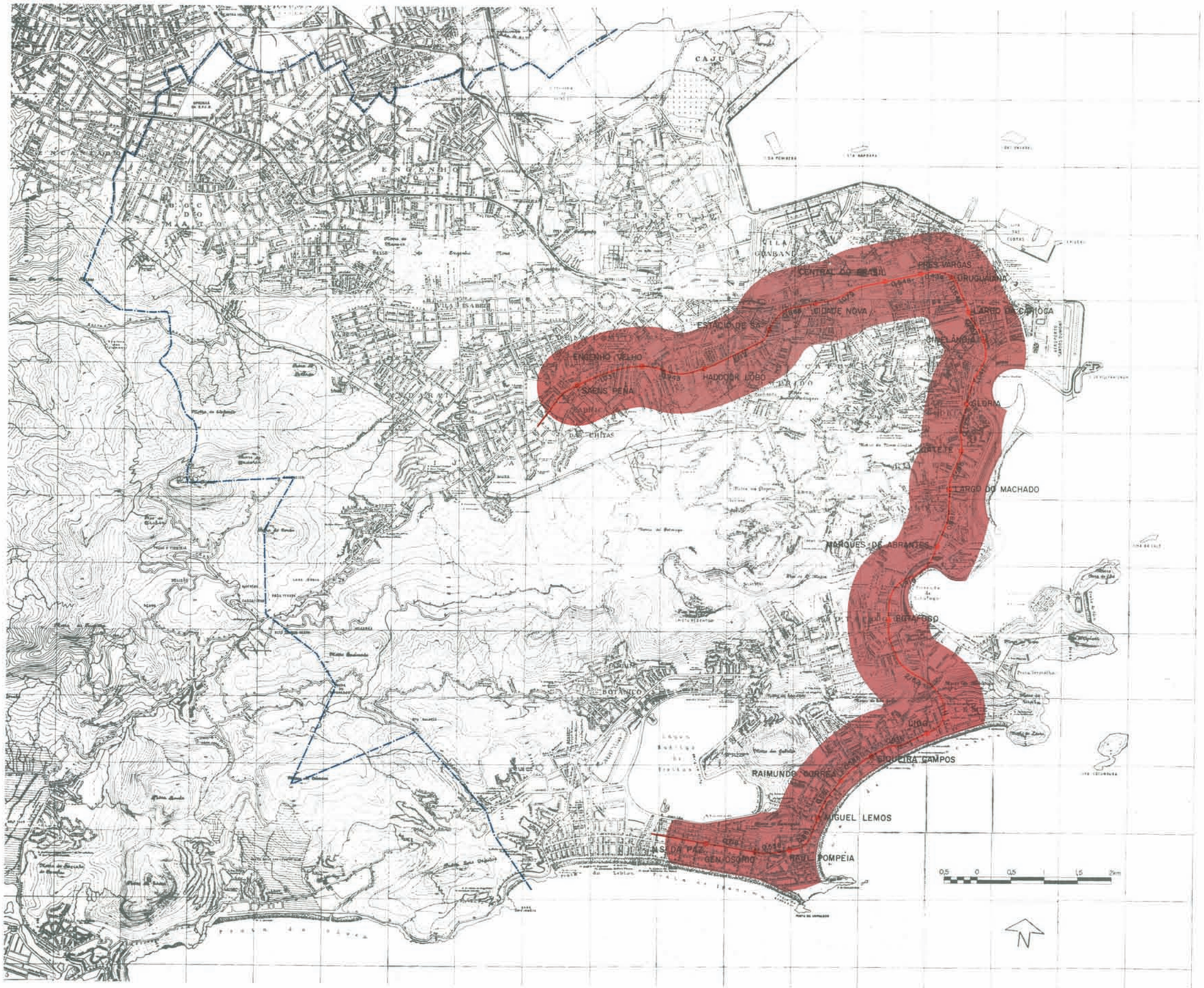
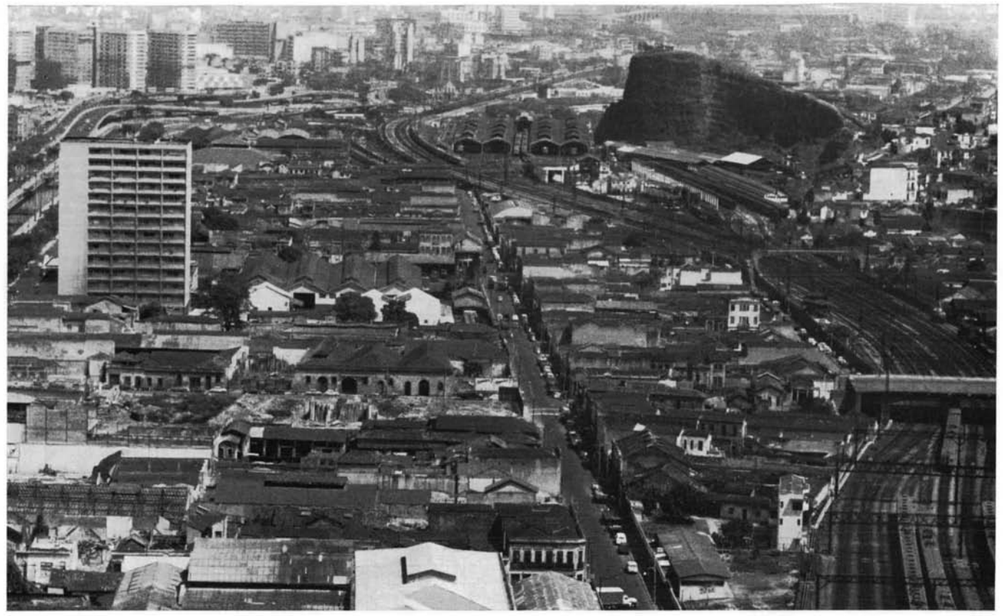


Fig. E 6
Localização da "Linha Prioritária" com faixa de influência de 2×600 m

Fig. E 7
Localização da "Linha Prioritária" na "área central" com faixa de influência de 2×600 m


AV. RODRIGUES ALVES
AV. PERIMETRAL
AEROPORTO SANTOS DUMONT
AV. INFANTE DOM HENRIQUE
RUA JÚLIO DO CARMO
RUA MARQUES DE SÁ
AV. MEM DE SÁ
RUA DO RIACHUELO
AVENIDA CHILE
RUA EVARISTO DA VEIGA
RUA DOS ARCOS
RUA SAL. DE OLIVEIRA
RUA ITAPIRU
CANAL DO MANGUE
LARGO DA CARIOCA
RUA SETE DE SETEMBRO
RUA DO OUVIDOR
RUA GONÇALVES DIAS
RUA DA ASSEMBLÉIA
RUA DO OUVIDOR
RUA DA QUITANDA
RUA DO OUVIDOR

Área prevista para o conjunto das oficinas, a oeste da Estação D. Pedro II



1.1.7 Escolha do conjunto das oficinas

Por motivos de ordem econômica e de organização deve ser procurado concentrar num só local e em uma só unidade o conjunto das oficinas, i. é, as oficinas de manutenção e reparos de tôdas as instalações fixas e material rodante, bem como o maior número possível de vias de estacionamento.
Para tanto o terreno deve ser suficientemente grande para continuar satisfazendo às necessidades que crescerão com a Rêde até 1990. Calculou-se que essa área deverá ter aproximadamente 120 000 m².
Por outro lado, êsse conjunto deve, se possível, dispor de uma via férrea de ligação com uma estrada de ferro, que poderia servir particularmente para a entrega dos novos carros de metrô circulando sôbre os seus próprios rodeiros.
O problema na procura dessa área consistia na necessidade de pô-la desde já, pelo menos em parte, à disposição da "Linha Prioritária", estando esta pràticamente em tôda a sua extensão situada em áreas com urbanização extremamente densa, onde já não existem hoje superfícies livres de tais dimensões.
Finalmente foi escolhida uma área de edificações baixas e antigas a oeste da Estação D. Pedro II, ao longo das vias existentes da EFCB.
Uma parte dêsse terreno havia sido reservada originàriamente, para ampliação das vias da EFCB, e outra para reurbanização.
Assim havia sido encontrada uma solução excepcionalmente favorável, porquanto o conjunto das oficinas ficará localizado em ponto muito central, não só em relação à "Linha Prioritária", como também para a Rêde do Metrô. Ficaria resolvido também o problema da ligação à estrada de ferro.

1.2 **Volumes de tráfego na rêde total de tráfego em 1975 (Projeto I)**

Uma vez conhecido, de acôrdo com D 4.1.3, o tráfego coletivo que provàvelmente deverá ser atendido em 1975, bem como o que foi exposto anteriormente, em D 4.2 e E 1.1, sôbre uma rêde total de tráfego para aquêle ano, torna-se possível, agora, executar o programa de alocações previsto para a complementação da prognose de tráfego. Os resultados daí coligidos possibilitam, para os diversos meios de transporte, o fornecimento dos seguintes dados:

volume de tráfego nos trechos e nas linhas,
volume de tráfego nas estações, inclusive indicação das baldeações em cada estação, de acôrdo com o sentido da baldeação;
dados estatísticos das diversas linhas, i. é, da rêde total, como p. ex., número de viagens diretas, número de viagens com uma baldeação, número de viagens com mais de uma baldeação, distância média das viagens, tempo médio das viagens, passageiros · km, passageiros · hora.

Dadas as inúmeras possibilidades de combinação (a matriz de viagens apresentada para o tráfego coletivo em 1975 — Tab. D 31 — dá a distribuição do tráfego entre 57 zonas, o que corresponde a 57 × (57-1) ≃ ≃ 3 200 fluxos de tráfego), essas alocações só podem ser feitas em computador.
Para melhor atender às exigências poderá tornar-se oportuno efetuar alterações na rêde após uma primeira alocação de tráfego ("traffic assignment"). Seria então necessário proceder a nova alocação.
Convém repetir aqui que todo o estudo de tráfego, bem como as alocações do tráfego coletivo total efetuadas a cada uma das respectivas rêdes individuais de tráfego para os dois anos-prazo, pressupõem a implantação dê um convênio tarifário (Cap. A e Cap. I).

1.2.1 Programação para a alocação

Nestes últimos anos têm sido apresentados, sobretudo para projetos sôbre tráfego individual, diversas programações para a solução do problema de alocações. O centro principal dessas pesquisas situava-se nos Estados Unidos; essas pesquisas estenderam-se mais tarde também à Europa. No Brasil as experiências nesse setor são inexistentes ou escassas; não existe programação para a execução dessa etapa de trabalho. De acôrdo com a experiência, o preparo de uma programação para de alocações, incluindo as séries de testes, exige um prazo de desenvolvimento de seis meses a um ano. Por essa razão o Grupo de Estudos viu-se obrigado a recorrer a programações existentes nos Estados Unidos ou na Europa. Foi escolhida a programacão de alocações NAPRO, da IBM da Alemanha, mais especialmente adaptado às características do tráfego coletivo.

Trata-se, no caso, de uma programação que, de acôrdo com o princípio de "tudo ou nada", efetua a distribuição do tráfego existente entre as zonas I e J, pelas possibilidades de itinerários que oferecem os menores tempos de viagem. Na verdade o computador não deixa de pesquisar tôdas as outras rotas possíveis com tempos de viagem maiores, mas a estas não são feitas alocações.
Para alocações do tráfego coletivo a aplicação dêsse princípio é considerada justificada, por ser em geral limitado o número de itinerários alternativos, e pelo fato de que o passageiro de transporte coletivo reage muito

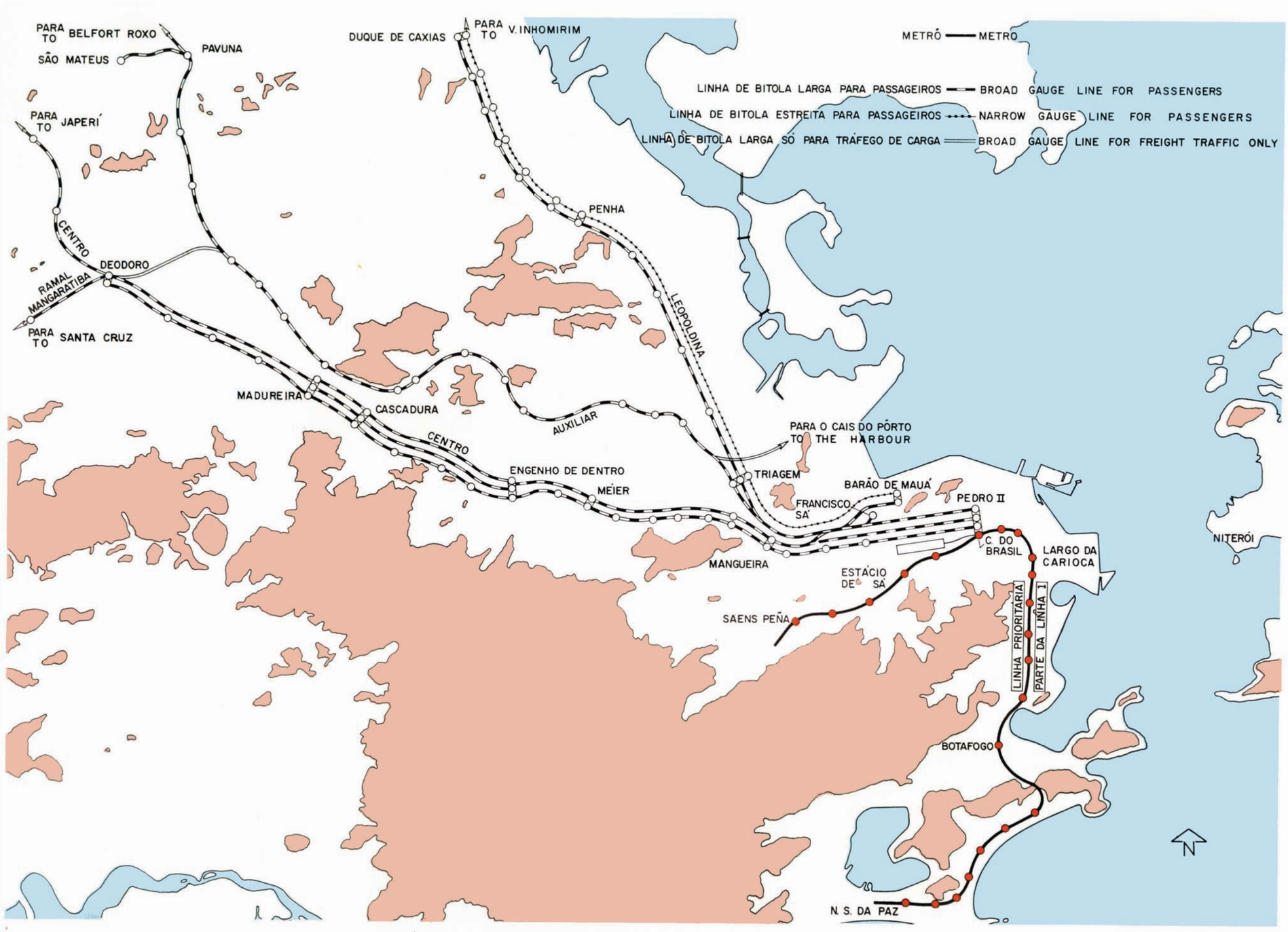


Fig. E8
Metrô e estradas de ferro – Projeto I (1975)

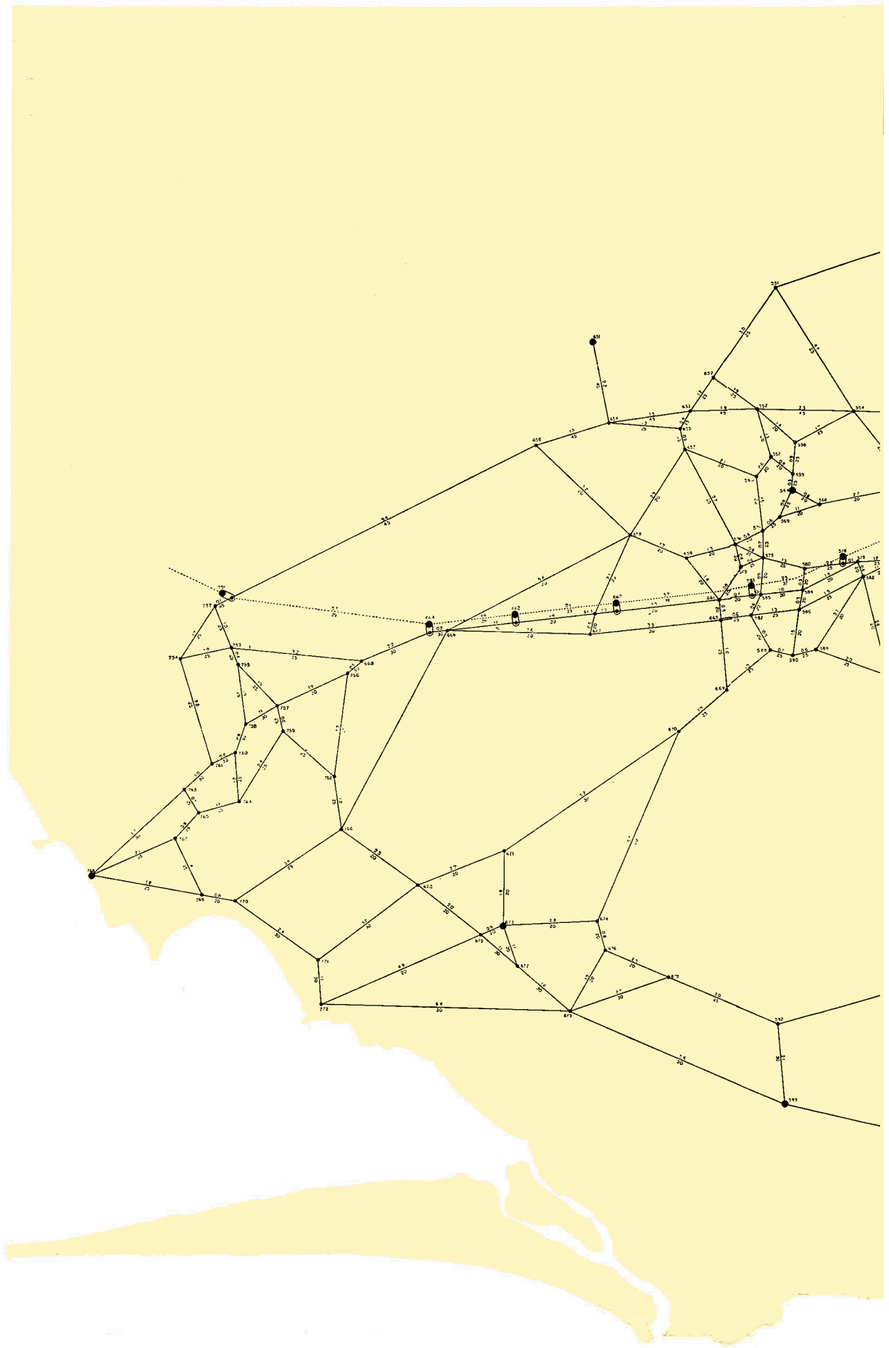
mais sensìvelmente a diferenças de tempo de viagem que o usuário de carro particular.
Para efetuar as alocações era necessário um considerável trabalho preliminar ao qual aqui só pode ser feita alusão. Uma descrição detalhada da programação, bem como a forma de preparo dos dados para alimentação do computador, são apresentadas em um folheto da IBM-Duesseldorf.
Os trabalhos preliminares referiam-se à elaboração de projetos especiais de rêdes de transporte coletivo para a codificação dos trechos, das paradas e estações, bem como de distâncias, tempos de viagem e tempos de baldeações. Era ainda necessário ampliar a matriz de viagens do tráfego coletivo por zonas para uma matriz por pontos de parada. Isso foi feito com o auxílio de uma programação especial da IBM-Duesseldorf, de tal forma que o Grupo de Estudos definiu pontos de parada geradores de tráfego (''traffic generation points'') para cada zona, bem como a sua parcela percentual no tráfego gerado na respectiva zona.
A matriz de pontos de parada assim formada mostra portanto os desejos de viagem por transporte coletivo entre os pontos de parada (geradores de tráfego) na Área de Estudo.
Dessa maneira resultaram para 1975, com uma seleção de 148 pontos de parada, 148× (148-1) ≃ 22 000 fluxos de tráfego, para cada um dos quais era necessário achar a ligação com menor tempo de viagem.
A Fig. E8 contém a ''Linha Prioritária'' proposta pelo Grupo de Estudos para 1975, entre Ipanema e Tijuca, bem como a rêde atual de estradas de ferro, inclusive as ligeiras modificações da mesma, previstas até 1975 (D4.2.1.3).
A rêde de ônibus foi introduzida na forma de uma rêde generalizada de vias públicas principais, na qual foram considerados os projetos de obras de tráfego a serem realizadas até 1975.

A rêde total de tráfego do Projeto I (1975), base para a alocação, incluindo pontos de parada e estações geradores de tráfego, é apresentada na Fig. E9.
Serão descritos a seguir os resultados das alocações a cada uma das rêdes do Projeto I, conforme apresentação na Tab. E3.
Cada viagem ou trajeto de uma pessoa é considerado como sendo ''um passageiro'', o qual poderá utilizar um ou varios meios de transporte. Assim, uma pessoa que durante sua viagem baldear, p. ex., do metrô para o ônibus, permanece ''um passageiro'', mas é contada como dois usuários.
O elevado número de usuários de ônibus explica-se pelo fato de que cada setor de ruas (entre dois nós da Fig. E9) foi contado como um setor de utilização, ao passo que na realidade, normalmente uma viagem de ônibus abrange vários dêsses setores de utilização. Também as viagens em táxis, definidas como tráfego coletivo, estão contidas nos usuários de ônibus.

1.2.2 Volume de tráfego na ''Linha Prioritária'' em 1975

A alocação à rêde total de tráfego (Fig. E9) das 4,4 milhões de viagens prognosticadas para o tráfego coletivo da ''macro-área'' em 1975, resultou nos volumes de tráfego para a ''Linha Prioritária'' mostrados nas Fig. E10, E11 e E12.
Ao todo 1,6 milhões de passageiros por dia útil utilizar-se-ão da ''Linha Prioritária'' no ano-prazo 1975, com distância média de viagem de 4,2 km (Fig. E13).
O desempenho de tráfego por dia útil da ''Linha Prioritária'' será então de:

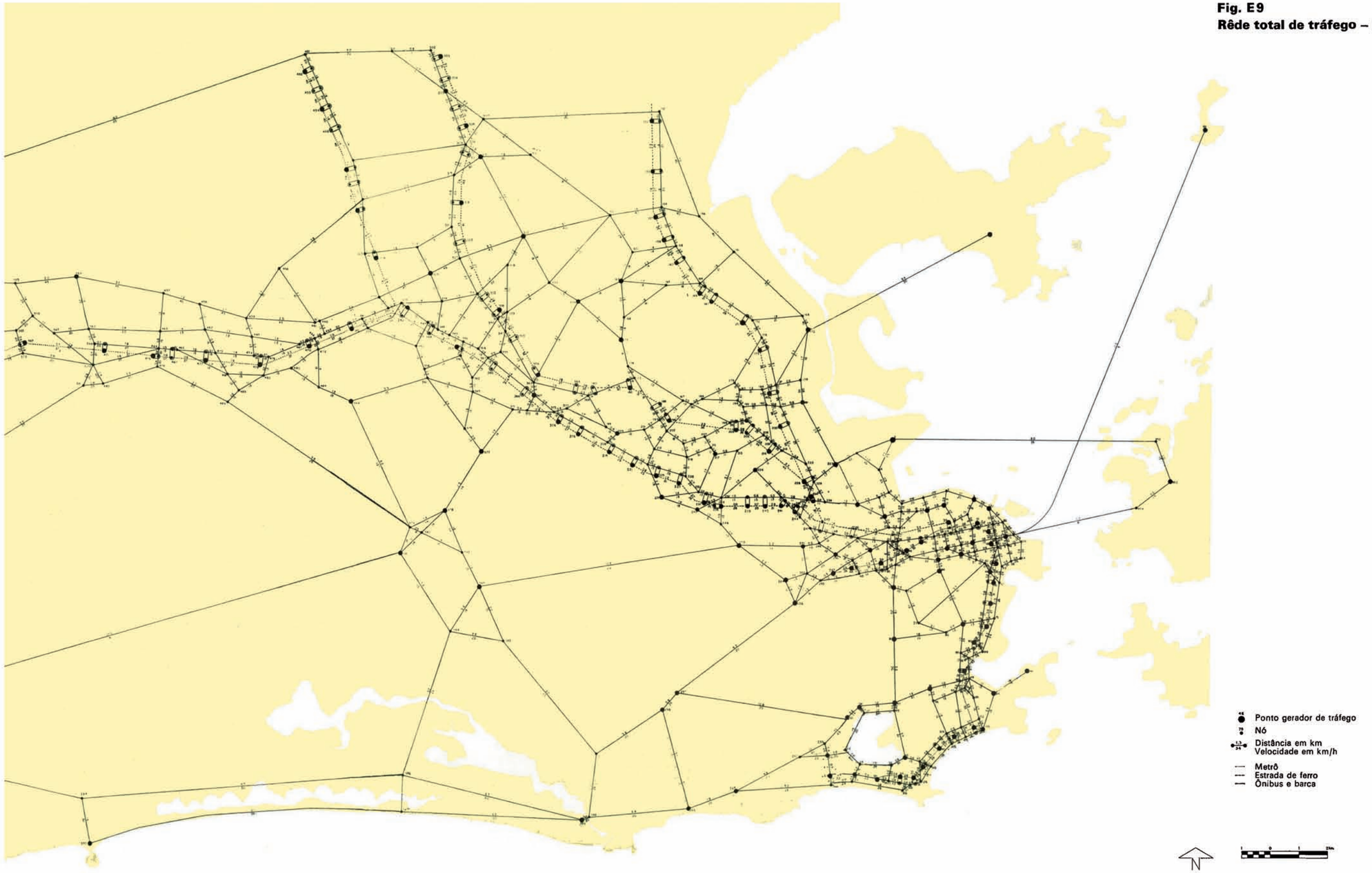
1,6 milhões de passageiros × 4,2 km = 6,7 milhões de passag·km.



Tab. E3
Resultados das alocações para o Projeto I (1975)

Referência	Unidade	Metrô	Estradas de ferro	Ônibus	Barcas	Total
Passageiros/dia util	1 000		4 368			4 368
Distância média de viagem/passageiro	km		13,3			13,3
Tempo médio de viagem/passageiro	min		32			32
Usuários/dia útil	1 000	1 593	1 998	7 294	103	10 988
Passageiros · km/dia útil	1 000	6 698	24 425	26 259	728	58 110
Distância média de viagem	km	4,2	12,2	3,6	7,1	—
Tempo médio de viagem	min	9,0	25,0	8,0	20,0	—
Passageiros diretos/meio de transporte (passageiros/dia)	1 000	399,7	346,8	131,9	0	878,4

Fig. E9
Rêde total de tráfego – Projeto I (1975)



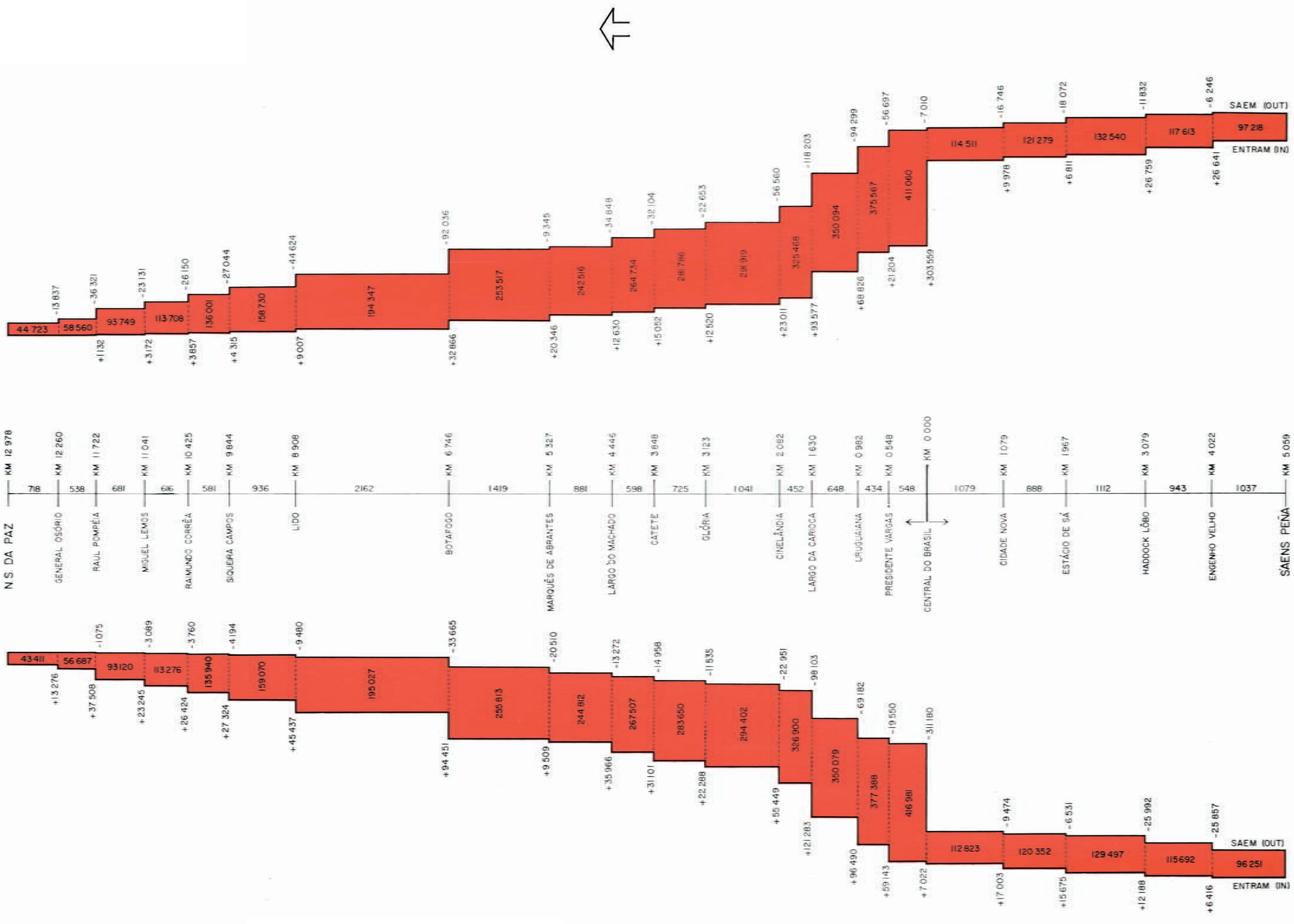


Fig. E10
"Linha Prioritária"
Fluxograma diário de passageiros (1975)



Fig. E11
Movimento diário de passageiros nas estações Projeto I (1975)

Para o cálculo do desempenho de tráfego anual da "Linha Prioritária" determina-se inicialmente qual o número de dias úteis computado no volume total do tráfego anual. Para tanto servem de base os dados estatísticos de tráfego estabelecidos pela CTC-GB, bem como a determinação dos feriados, de acôrdo com o Decreto "E" 1 914, de 30 de novembro de 1967, e com a Lei 1 266.
De acôrdo com essas leis, um ano tem:

254 dias úteis	com	100% de tráfego de dia útil,
52 sábados	com	63% de tráfego de dia útil,
52 domingos	com	42% de tráfego de dia útil,
7 feriados	com	42% de tráfego de dia útil.

Deduz-se daí que há por ano

311,54 dias com 100% de tráfego de dia útil.

O desempenho de tráfego anual da "Linha Prioritária" eleva-se, assim, a

6,7 milhões de passag·km × 311,54 dias úteis, ou seja 2,09 bilhões de passag·km.

Em 1975, 25% dos passageiros do metrô, ou seja 0,4 milhões de passageiros, atingirão seu destino pelo metrô sem necessidade de baldeação, enquanto que 1,2 milhões de passageiros terão que utilizar, além do metrô, ainda pelo menos mais um meio de transporte (baldeações).
Dada a alta velocidade de marcha das composições do metrô, o tempo médio de viagem de seus passageiros será de apenas 9 min, o que corresponde, com a distância média de viagem de 4,2 km percorridos nesse tempo, a uma velocidade média de viagem de 28 km/h. Para a rêde total de tráfego a velocidade média de viagem eleva-se a 25 km/h, não considerando os tempos de espera.

1.2.2.1 Volumes de tráfego nos trechos

Uma análise dos resultados do processamento mostrados nas Fig. E10 e E12 indica que o maior volume de tráfego da "Linha Prioritária" situa-se no trecho Central do Brasil — Presidente Vargas. O volume médio diário nesse trecho é de cêrca de 414 000 passageiros em cada sentido; com uma taxa de 12% por hora de "rush" (D 5.1.1), o volume máximo por hora será de 50 000 passageiros em cada sentido. Os volumes de tráfego nos trechos adjacentes a leste e a oeste decrescem à medida que se aproximam dos respectivos pontos terminais da "Linha Prioritária". Na Estação Central do Brasil, sentido Tijuca, está prevista uma redução particularmente pronunciada, ou seja, em média, de 414 000 para 113 000 passageiros por sentido e por dia.

Êsse declínio brusco no volume de tráfego da "Linha Prioritária" explica-se pelo intenso movimento de baldeação que é, em média, de 294 000 passageiros por sentido e por dia, entre os trens das estradas de ferro suburbanas e o metrô na Estação de contato Central do Brasil (Fig. E14).

O menor volume de tráfego encontra-se no terminal sul da "Linha Prioritária". Entre as Estações General Osório e N. S. da Paz o volume de tráfego será em média de apenas 44 000 passageiros por sentido e por dia, o que corresponde a 5 300 passageiros por sentido na hora de "rush".

O terminal norte da "Linha Prioritária", até a Estação terminal provisória Saenz Peña, apresenta, ao contrário, volume mais de duas vêzes superior, com uma média de 97 000 passageiros por sentido e por dia, ou seja, 11 600 passageiros por sentido na hora de "rush".

1.2.2.2 Volumes de tráfego nas estações

Os volumes de tráfego nas estações da "Linha Prioritária" podem ser vistos na Fig. E11, que apresenta as parcelas referentes a embarques, desembarques e baldeações, em relação ao volume total diário das estações. Os embarques e desembarques referem-se aos passageiros cuja origem e destino, respectivamente, encontram-se a distâncias razoáveis da estação, que podem ser cobertas a pé.





Fig. E12
Fluxograma total de tráfego diário
Projeto I (1975)

Desembarque na Estação D. Pedro II



O volume total máximo de tráfego é apresentado pela Estação Central do Brasil, com cêrca de 620 000 passageiros por dia. Êsse volume se explica pelo intenso movimento de 2 × 294 000 baldeações entre a estrada de ferro e o metrô.
Os movimentos de embarques ou desembarques na Estação Central do Brasil são relativamente reduzidos, com apenas 6% do volume da estação.
A importância preponderante da Estação Central do Brasil em 1975 diminuirá, contudo, com a conclusão de novos trechos do metrô e com o aumento do número de pontos de contato com a estrada de ferro. Numèricamente essa tendência poderá ser deduzida dos resultados das alocações para 1990. Para o dimensionamento da Estação Central do Brasil dever-se-á, portanto, tomar como base os volumes de tráfego do Projeto I (1975).
As demais estações da "Linha Prioritária" com volumes de tráfego intensos acusam, em geral, maior parcela de embarques ou desembarques que de baldeações. Êsse fenômeno é particularmente evidente na Estação Largo da Carioca que, com 430 000 passageiros por dia, ocupa o segundo lugar quanto ao volume de tráfego nas estações. A parcela de embarques e desembarques nessa estação é de 85% do volume de tráfego total. Observam-se condições semelhantes nas Estações Uruguaiana (330 000 passageiros por dia); Botafogo (250 000) e Presidente Vargas (160 000). Nestas estações as parcelas de embarques e desembarques importam em 60%, 59% e 90% do volume total, respectivamente. Com exceção das Estações Cidade Nova, Estácio de Sá e Saenz Peña, essa tendência verifica-se igualmente nas outras estações de metrô. As parcelas de baldeações nessas estações são sempre inferiores às de embarques e desembarques.
Do ponto de vista de tráfego, êsse resultado vem confirmar a propriedade de escolha dos locais das respectivas estações, pois, pode-se ver claramente que essas estações vão atender satisfatòriamente às áreas de tráfego a elas atribuídas, sem que haja geração de tráfego de baldeação evitável.

Para as estações de metrô com características predominantes de baldeações — Saenz Peña e Cidade Nova — prevê-se em futuro mais remoto uma alteração dessas características. As Estações Estácio de Sá e Central do Brasil, ao contrário, terão mesmo em 1990 que atender a intenso tráfego de baldeações, acima da média, devido à estrutura da rêde planejada para aquêle ano-prazo. Todavia, por ocasião da implantação da Linha 2, também a Estação de dois níveis Largo da Carioca passará a fazer parte dêsse grupo.
O movimento de baldeação entre ônibus e metrô, predominante em 1975 na Estação Saenz Peña, bem como o volume de tráfego relativamente pequeno entre as Estações Central do Brasil e Saenz Peña da "Linha Prioritária" (Fig. E10), permitem identificar o caráter de ponto terminal provisório de uma linha que esta última estação apresenta. Conforme demonstram as alocações dos Projetos para 1990, a "Linha Prioritária" só alcançará sua importância total com a extensão até o Méier e posteriormente Jacarepaguá. O traçado total Ipanema-Jacarepaguá foi denominado Linha 1. Na estação terminal sul da "Linha Prioritária", em Ipanema, a parcela de baldeações será, também em 1990, inferior à de embarques e desembarques. Uma extensão da linha do metrô em direção ao Leblon não parece, portanto, urgente e, por êsse motivo, não faz parte da Rêde do Metrô proposta para 1990.

1.2.3 Volumes de tráfego nas estradas de ferro suburbanas em 1975

Com a inauguração da "Linha Prioritária" e com a implantação prevista de um convênio tarifário, as estradas de ferro deverão contar com considerável aumento no volume de tráfego. Enquanto que em 1968 os trens suburbanos das estradas de ferro da Área de Estudo são utilizados por aproximadamente 0,5 milhões de passageiros por dia, êsse volume deverá elevar-se até cêrca de dois milhões em consequência das medidas consideradas no Estudo como necessárias.

Também o desempenho diário de tráfego da estrada de ferro elevar-se-á de 13,8 milhões de passag · km em 1968 para 24,4 milhões de passag · km em 1975.
Em confronto com os 300% de aumento no número de passageiros das estradas de ferro, o aumento do desempenho em passag km será de apenas 80%. Essa discrepância explica-se pela redução da distância média das viagens, que passa de 27,8 km atualmente para 12,2 km em 1975, a qual poderá ser obtida pela proposta integração tarifária total da estrada de ferro na rêde de tráfego.
Os resultados da alocação do tráfego à rêde ferroviária de 1975 podem ser vistos nas Fig. E12, E15 e E16.
A maior densidade de tráfego verifica-se no trecho Mangueira—São Cristóvão, com uma média de 458 000 passageiros por sentido e por dia, o que significa, com um índice de 12%, aproximadamente 55 000 passageiros por sentido na hora de "rush". Até a Estação terminal D. Pedro II êsse volume cai para 365 000 passageiros por sentido e por dia; eleva-se porém, mesmo assim, a mais do dôbro do valor atual. Os demais trechos da estrada de ferro apresentam, em geral, condições semelhantes. Especialmente a Linha do Centro apresenta altos volumes, com aproximadamente 300 000 a 230 000 passageiros por sentido e por dia ou seja 36 000 a 28 000 passageiros por sentido na hora de "rush". Sòmente além da Estação Deodoro é que se verifica uma nítida redução.
O volume de tráfego nas demais linhas de estradas de ferro também aumentará consideràvelmente até 1975. Entretanto, as cifras absolutas são muito inferiores às da Linha do Centro em direção a Santa Cruz, de modo que não deverão surgir problemas fundamentais de capacidade.
Conforme o aumento do volume de tráfego previsto nos diferentes trechos das estradas de ferro para 1975, também nas estações haverá alteração no número de embarques, desembarques e baldeações. A Fig. E11 mostra que apesar disso o volume de tráfego na maioria das estações de estrada de ferro continuará relativamente baixo. Na Estação terminal D. Pedro II verificar-se-á, entretanto, com 730 000 passageiros/dia, uma concentração que excederá mesmo a da Estação de metrô adjacente, Central do Brasil. Com volumes muito inferiores seguem-se as estações da estrada de ferro Madureira com 168 000 e Cascadura com 128 000 passageiros/dia.
Uma análise dos projetos de melhoramentos previstos para as estradas de ferro suburbanas (D4.2.1) indica que, caso executados a tempo, serão suficientes para atender às crescentes necessidades de tráfego das estradas de ferro suburbanas.

1.2.4 Volumes de tráfego na rêde de ônibus em 1975

Como já foi dito anteriormente, o computador foi alimentado, para as alocações, não com uma rêde de ônibus pròpriamente dita, mas com uma rêde geral das principais

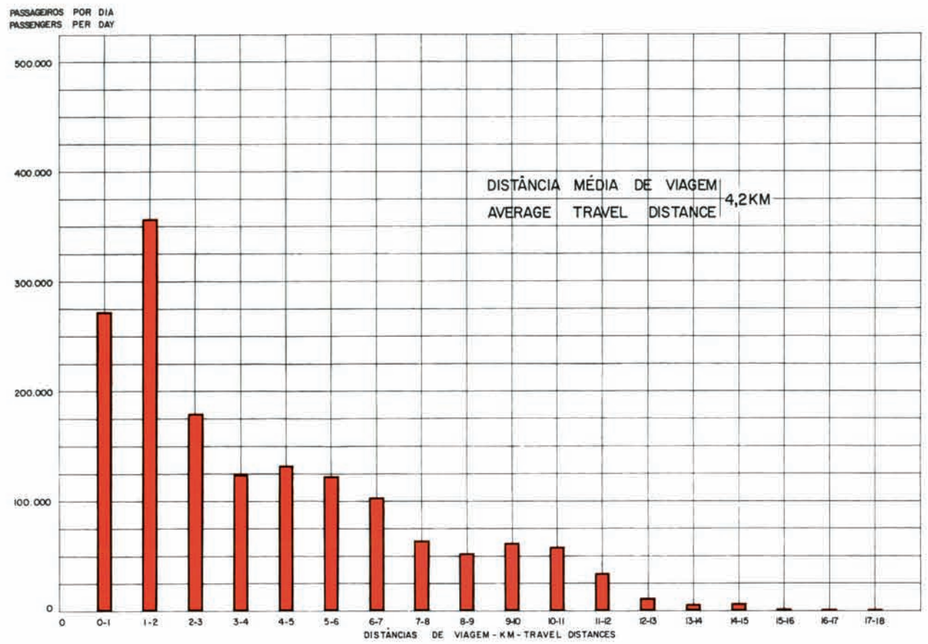


Fig. E13
"Linha Prioritária" – Distribuição das distâncias de viagem – Projeto I (1975)

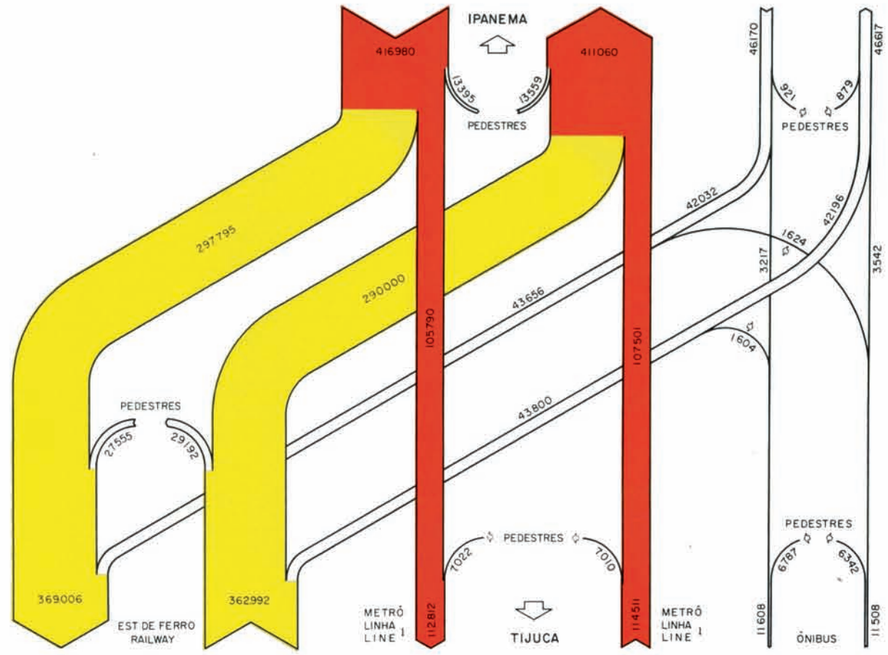


Fig. E14
Estação Central do Brasil – Fluxograma diário de passageiros – Projeto I (1975)

vas públicas, levando em conta as obras projetadas que, presumìvelmente, poderão ser concluídas até 1975. Os volumes de tráfego nos diferentes trechos, resultantes dessas alocações (Fig. E12) deverão, todavia, sofrer alterações de acôrdo com os itinerários das linhas de ônibus escolhidas para o ano-prazo.
Um pronunciamento definitivo sôbre o volume de tráfego em uma rêde de ônibus, na "macro-área" na época da inauguração da "Linha Prioritária" só seria possível mediante um estudo especial. Seria necessário para tanto elaborar uma rêde de ônibus que correspondesse quanto ao seu traçado, à tendência dos desejos de tráfego, e que atingisse sua forma ideal por iteração, mediante aplicação dos métodos de prognoses de modêlo.
Comparando os volumes de tráfego da rêde de ônibus com os dos meios de transporte sôbre trilhos, verifica-se nìtidamente a distribuição de funções que o presente planejamento pretende atribuir a cada um dos diferentes meios de transporte urbano no Rio de Janeiro.

Os volumes de tráfego a serem atendidos pelas linhas de ônibus ficam, em geral, consideràvelmente abaixo das parcelas atribuídas ao metrô e às estradas de ferro.

O ônibus tem por função característica ligar as regiões desprovidas de transporte sôbre trilhos, bem como servir de elemento de acesso a êstes meios de transporte. Seu papel de elemento de acesso será estudado mais pormenorizadamente em E1.3.2.2. Constituem exceção as linhas de ônibus com itinerário pelas Avenidas Brasil e Rodrigues Alves. Os ônibus dessas linhas continuarão a dar vazão a volumes de tráfego consideráveis, em longos percursos, mesmo após a conclusão da "Linha Prioritária".

O tráfego superior a 200 000 passageiros por sentido e por dia, previsto em alguns trechos da Avenida Brasil para 1975, com um índice de 12% por hora de "rush" sôbre o tráfego diário, e uma capacidade prática de 50 passageiros por ônibus, significam a necessidade de colocação em serviço de pelo menos 480 ônibus por hora de "rush", i. é, um intervalo de 7 a 8 segundos entre os ônibus.
O intenso tráfego dessa Avenida constitui uma singularidade, porquanto a própria Avenida Brasil não tem lateralmente uma ocupação urbana significativa. Entretanto, a grande capacidade de vazão dessa Avenida e a alta velocidade que nela pode ser desenvolvida atraem os fluxos de tráfego provindos de bairros mais distantes dirigidos para o Centro, os quais — como que concentrados sôbre uma esteira transportadora — são por ela canalizados para as artérias de distribuição no Centro.

Êsse tráfego, cuja maior parte tem origem nas regiões de Irajá, Madureira, Bangu, Campo Grande, Santa Cruz, bem como nos municípios do Estado do Rio de Janeiro sitos ao norte, é assim levado ao seu destino através de um arco excessivamente largo, sobrecarregando sobremaneira e de modo contraproducente, do ponto de vista técnico de tráfego, a via de escoamento mais importante do Rio de Janeiro.
Os demais trechos da rêde de ônibus apresentam índices de tráfego consideràvelmente inferiores. Os mais altos elevam-se a cêrca de metade do volume de tráfego da Avenida Brasil, i. é, no máximo 100 000 passageiros por sentido e por dia. Tais índices, que para linhas de ônibus são ainda elevados, só se encontram, porém, em trechos relativamente curtos. Não se poderia, aliás, esperar que uma única linha de metrô pudesse por si só remover todos os problemas de tráfego dessa natureza.

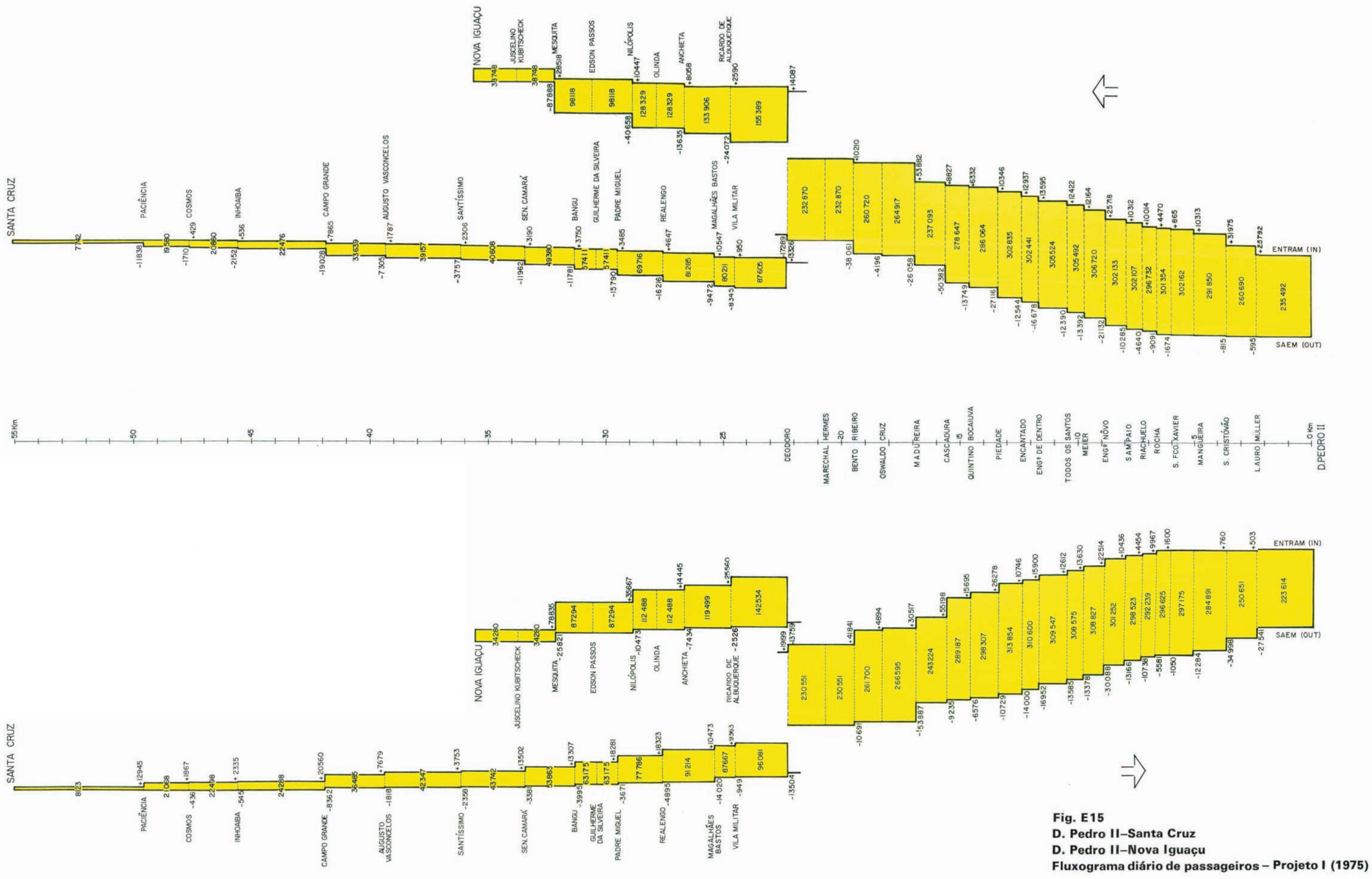


Fig. E15
D. Pedro II–Santa Cruz
D. Pedro II–Nova Iguaçu
Fluxograma diário de passageiros – Projeto I (1975)

1.2.5 Volumes de tráfego no serviço das barcas em 1975

Em 1975 a Ponte Rio-Niterói já estará em operação há alguns anos. O usuário poderá, pois, optar em sua viagem de Niterói e de São Gonçalo para o Rio pelo meio de transporte que lhe parecer mais vantajoso: ônibus ou barca. Os tempos de viagem variarão conforme a localização dos pontos de origem e de destino.
A alocação feita pelo computador, tomando por base a ligação mais rápida, indicou que, apesar do aumento do tráfego total em 1975, sòmente 105 000 passageiros por dia utilizarão as barcas, contra cêrca de 146 000 em 1968.

1.3 **Efeitos da "Linha Prioritária"**

1.3.1 Efeitos urbanísticos

1.3.1.1 Panorama urbano

A construção da "Linha Prioritária" terá influência direta ou indireta sôbre o panorama urbano em vários pontos da cidade. De um lado, a construção das estações exigirá transformações arquitetônicas mais ou menos importantes nas suas áreas; de outro lado, o urbanista deverá levar em consideração a existência dessa linha e adaptar seus novos projetos a essa contingência.
Não serão apenas os acessos das estações que influenciarão o panorama urbano: também, as modificações das ruas que se tornam necessárias à implantação do metrô, quanto à sua localização, largura e sentido de tráfego; garagens e locais de estacionamento para o sistema "park and ride"; instalações para paradas dos ônibus de ligação; centros comerciais; tôrres de insuflação e exaustão de ar, etc.
Não poderá ser omitida, outrossim, uma referência à modificação do panorama urbano em virtude da redução do número de ônibus. As influências urbanísticas diretas causadas pelas estações estão descritas mais detalhadamente em H 2.4.

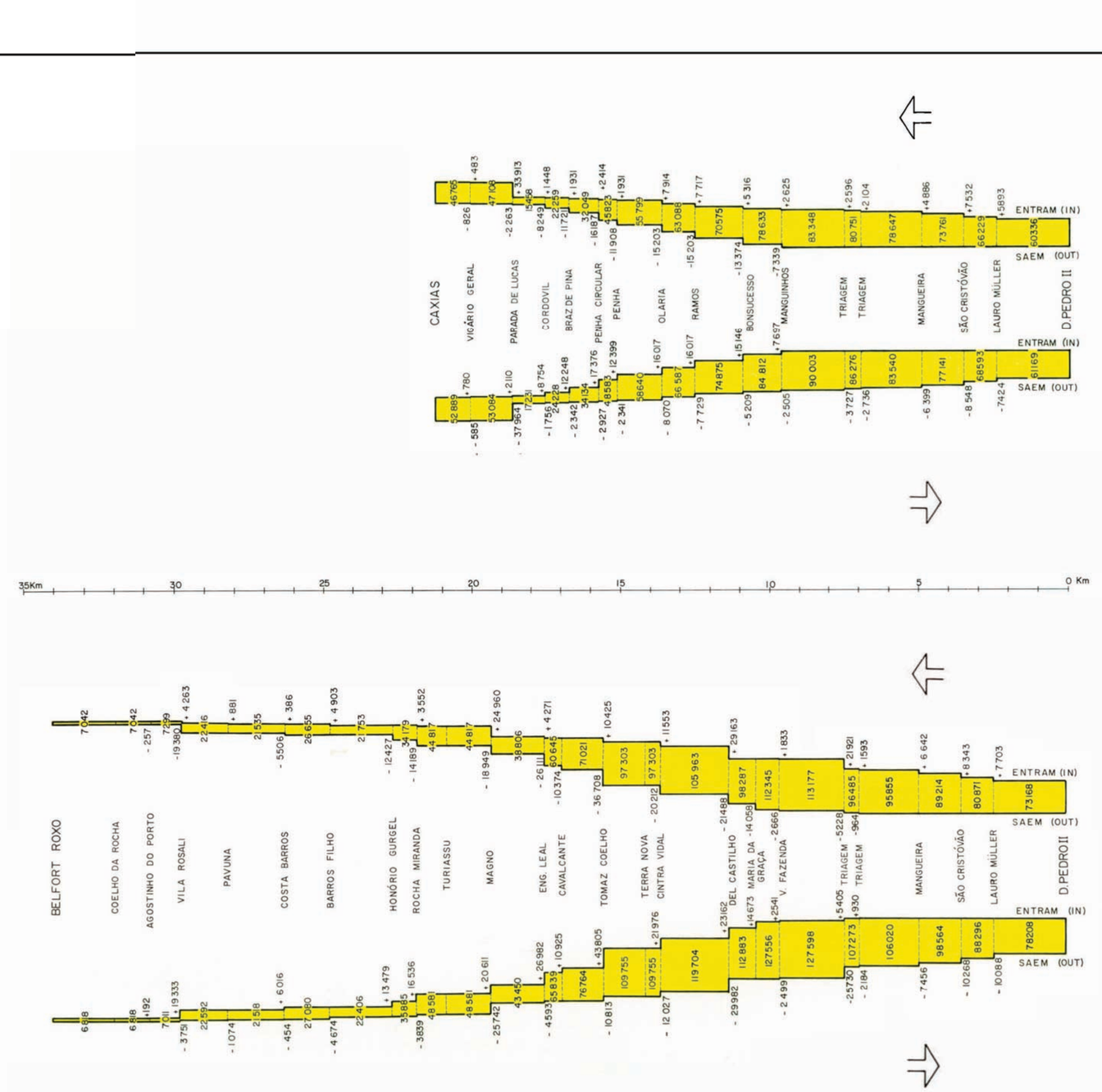


Fig. E16
D. Pedro II–Belfort Roxo
D. Pedro II–Caxias
Fluxograma diário de passageiros – Projeto I (1975)

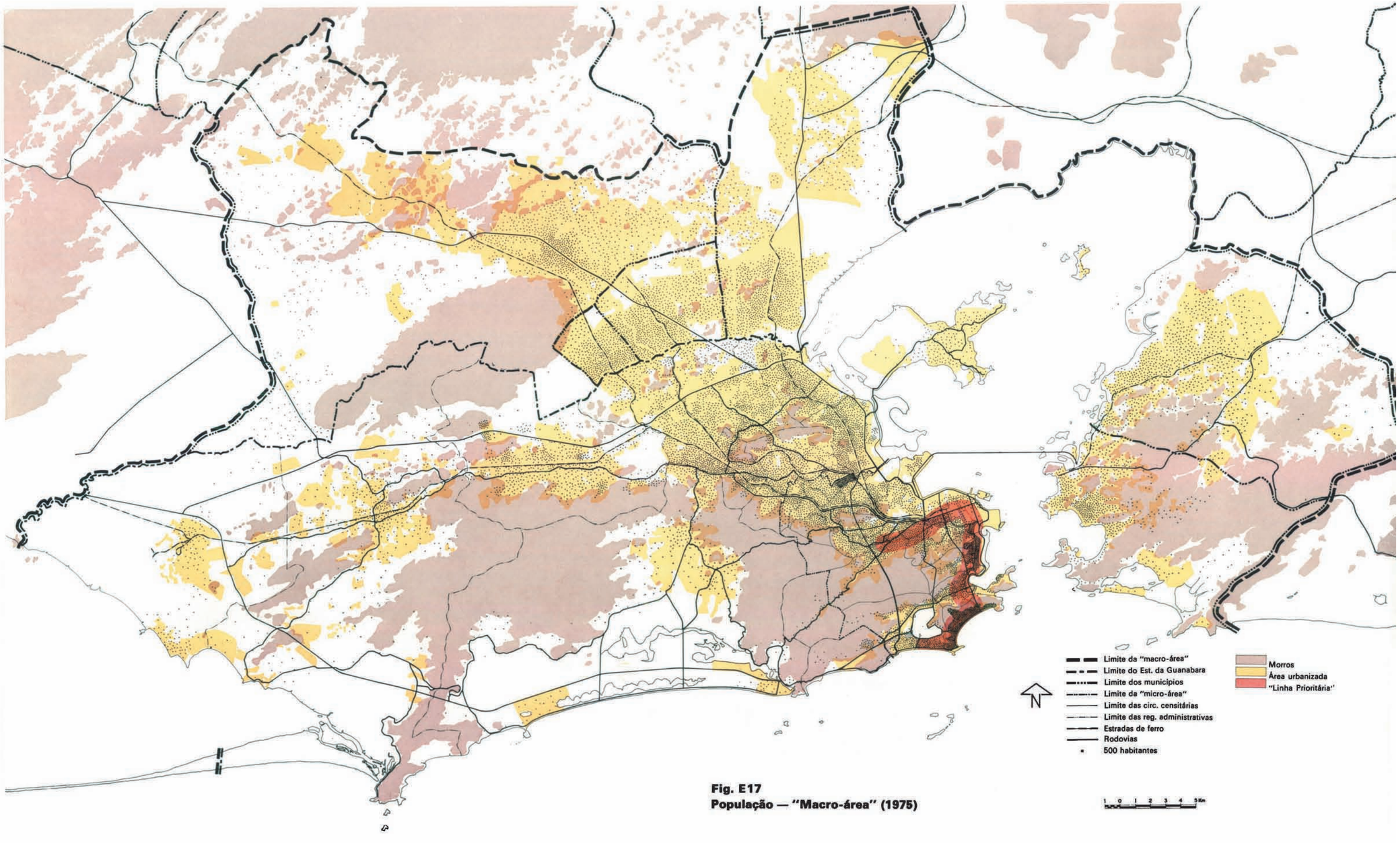


Fig. E17
População — "Macro-área" (1975)

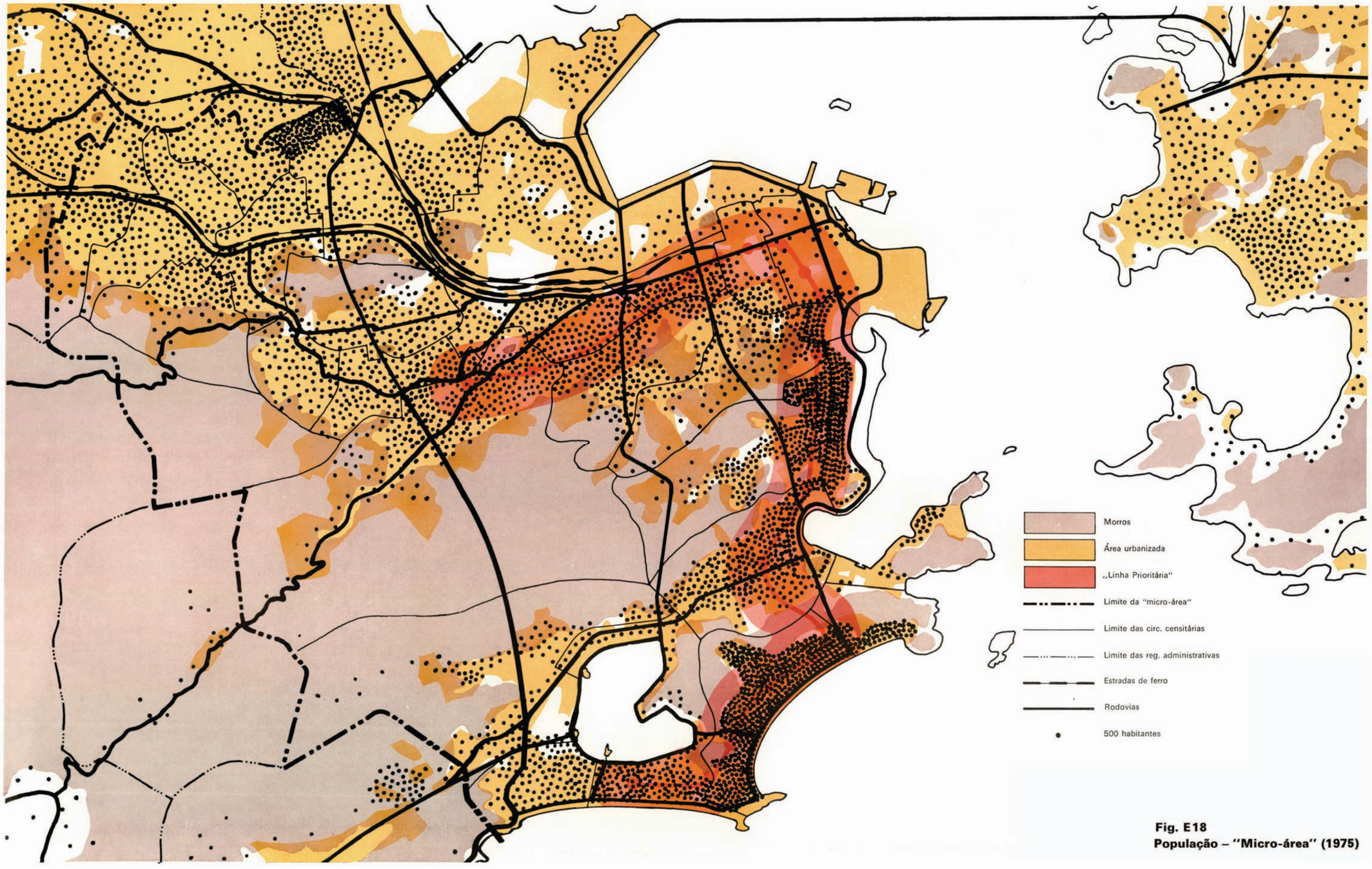


Fig. E18
População – "Micro-área" (1975)

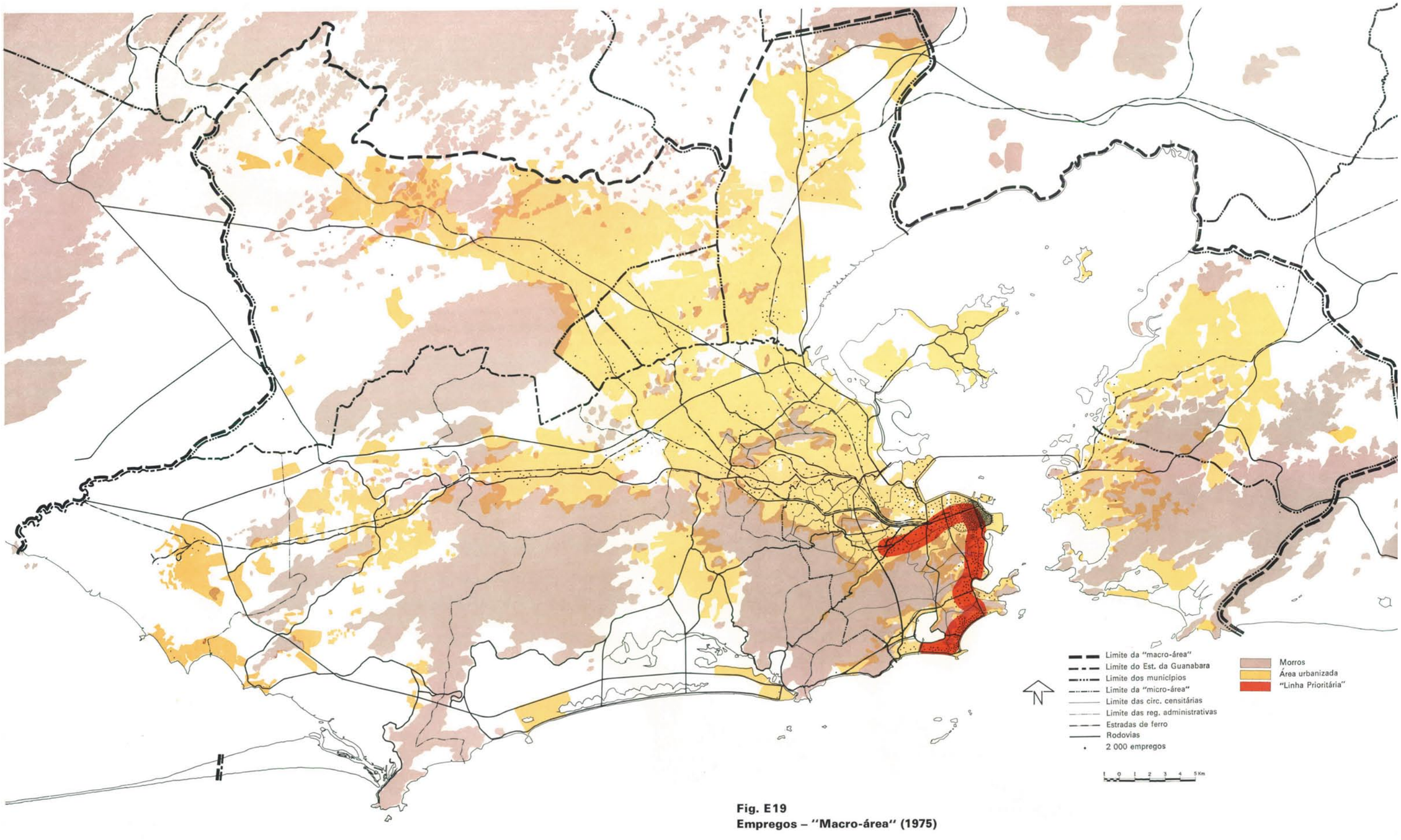


Fig. E19
Empregos – "Macro-área" (1975)

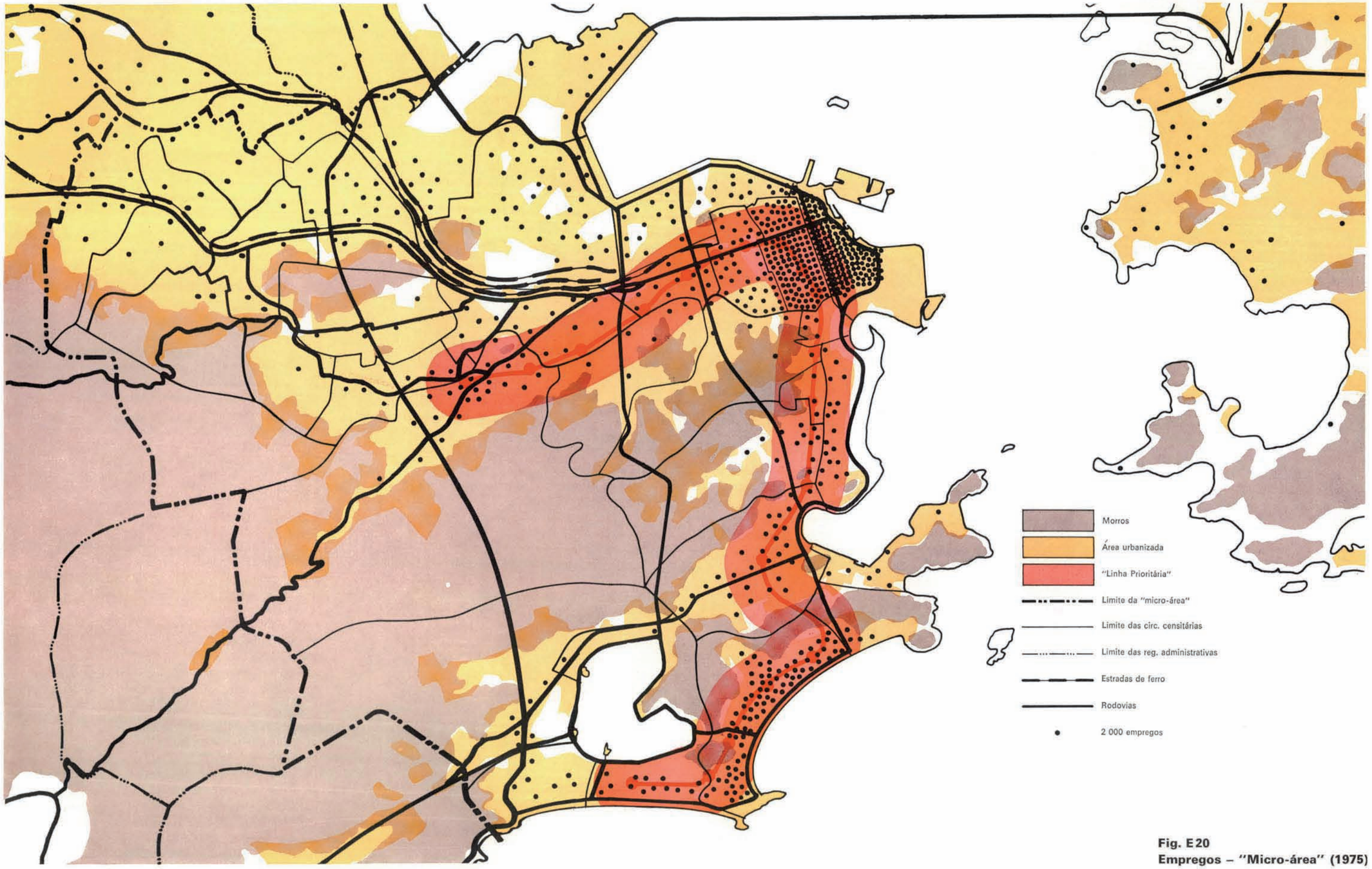


Fig. E 20
Empregos – "Micro-área" (1975)

1.3.1.2 Sistema de polarização

Outro fator urbanístico que será influenciado pela construção da "Linha Prioritária" é o sistema de polarização da área servida pelo metrô. De um lado, o nôvo meio de transporte rápido encadeiará estreitamente os subcentros urbanos entre si — sobretudo os bairros de Copacabana (ao sul), Catete (a leste) e Tijuca (a oeste) —, ligando-os ao Centro, que é o pólo regional e o núcleo mais importante da área urbana. De outro lado, entretanto, causará algumas modificações no sistema de polarização de diversos bairros. Assim, as Estações Glória, Botafogo e N. S. da Paz, ao sul, e Central do Brasil e Saenz Peña, a noroeste, tornar-se-ão — com a implantação sucessiva das linhas do metrô — novos pontos de micro-polarização nos bairros, por serem terminais do metrô, pontos de cruzamento ou terminais de linhas de ônibus.

1.3.1.3 Uso do solo e densidade demográfica

Com base nas considerações apresentadas pode-se prognosticar que a construção da "Linha Prioritária" levará a uma discriminação mais unívoca das diferentes modalidades de uso do solo.
Em muitos casos o metrô abreviará o tempo de viagem entre emprêgo, domicílio e local de recreação. Assim será proporcionado a maior número de pessoas a possibilidade de se beneficiarem de instalações comunitárias que na ausência de um metrô deveriam ser distribuídas por tôda a área urbana, bastando agora localizá-las em determinados pontos da cidade (subcentros).
O metrô trará ainda condições de vida mais favoráveis aos habitantes das áreas cuja densidade demográfica em 1975 terá quase atingido seu ponto de saturação. Ampliar-se-ão as possibilidades de exercer atividades econômicas de qualquer natureza — em comércio, armazenagem, artesanato ou indústrias — a pouco tempo de viagem do Centro, com tôdas as possibilidades da evolução urbanística e sócio-econômica que tal fato implica.

1.3.2 Efeitos sôbre o tráfego

1.3.2.1 População atendida

A influência da "Linha Prioritária" far-se-á sentir direta e mais intensamente nas camadas da população cujo domicílio, emprêgo ou estabelecimento de ensino estiverem localizados na sua área de influência mais imediata. De acôrdo com E1.1.4.2 essa área de influência mais imediata da "Linha Prioritária" foi representada por uma faixa de 1 200 m de largura. Até 1975, quando tôda a "Linha Prioritária", como trecho mais importante do metrô, houver entrado em operação, registrar-se-á um aumento da população residente, sòmente nessa faixa de influência, dos 637 000 habitantes atuais para cêrca de 808 000 habitantes (Fig. E17 e E18), o que corresponde a 16% da população do Estado da Guanabara.
Uma vez que o traçado da "Linha Prioritária" foi localizado através da área de concentração dos empregos no Centro, a área de influência da "Linha Prioritária" conta em 1975 com 848 000, 44% de todos os empregos da Guanabara (Fig. E19 e E20).
Já em 1967 os estabelecimentos de ensino médio e superior contavam com um total de cêrca de 60 000 matrículas na área de influência da "Linha Prioritária" (Fig. E21). Êsse número, assim como o de alunos que se servem de meios de transporte coletivo, tenderá a crescer com especial intensidade, à medida que se elevar o nível de cultura geral da população, atingindo até 1975 aproximadamente 80 000.
Os bancos também apresentam uma concentração extraordinária na área de influência da "Linha Prioritária". Em 1968 contavam-se 487 estabelecimentos bancários (Fig. E22).
Outros importantes pontos de origem e destino do tráfego são constituídos pelos hospitais. Na área de influência da "Linha Prioritária" encontram-se cêrca de 50% de todos os hospitais da "micro-área" (Fig. E23).
Os estabelecimentos de recreação, que também provocam geração de tráfego — muitas vêzes em fluxos repentinos — na área de influência da "Linha Prioritária", são mostrados na Fig. E24.

1.3.2.2 Coordenação com os demais meios de transporte

a) A "Linha Prioritária" tem apenas um ponto de contato com as estradas de ferro suburbanas. Êsse ponto é formado pela Estação ferroviária D. Pedro II e a Estação do metrô Central do Brasil. Em E1.2.2 e E1.2.3 são feitas diversas referências ao tráfego de baldeação nesse local.

b) A ligação da "Linha Prioritária" com a rêde de ônibus deverá ser prevista nas estações onde as alocações registraram tráfego de baldeação.
Trata-se de 16 do total de 22 estações. O ônibus executa o serviço de acesso, havendo distinção entre linhas circulares e linhas radiais.
As linhas circulares destinam-se a servir aos passageiros do metrô que moram ou trabalham dentro de um raio de apenas poucos quilômetros de distância de cada uma das estações de metrô. Haverá casos em que tais linhas servirão a várias estações de metrô. Os itinerários de ida e de volta das linhas são diferentes.
As linhas radiais têm um terminal em uma das estações de metrô, e outro terminal a, pelo menos, três quilômetros de distância do metrô.
A proposta de uma rêde adequada de ônibus de acesso para 1975 está ilustrada na Fig. D4.
Essa rêde é composta de 14 linhas circulares e das seguintes linhas radiais:

da Estação Cidade Nova para São Cristóvão, bem como para os subúrbios da Leopoldina e a Ilha do Governador (via Avenida Brasil e Avenida Francisco Bicalho),
da Estação Haddock Lôbo para São Cristóvão (via Quinta da Boa Vista, Cancela, Licínio Cardoso),
da Estação Engenho Velho para Vila Isabel,
da Estação Saenz Peña para Usina, Grajaú, Andaraí e subúrbios da Central.

A alocação para 1975 não indica baldeações para ônibus na Estação de metrô Central do Brasil.

Pelo princípio de "tudo ou nada", em que se baseia a alocação, os passageiros que necessitarem de uma ligação metrô-ônibus para se dirigirem à Gamboa ou ao Catumbi serão obrigados a se servirem de outras estações para a baldeação. Todavia, como especialmente nesse entroncamento de tráfego, pela fôrça do hábito, a população continuará a querer servir-se de linhas de ônibus para suas viagens às áreas transversais à "Linha Prioritária", e como, além disso, continuará a haver uma demanda de baldeação da estrada de ferro para o ônibus, programou-se uma estação rodoviária no entroncamento D. Pedro II/Central do Brasil. Como condição fundamental de uma política de tráfego, entretanto, deverá ser sempre evitado o paralelismo entre linhas de ônibus e linhas de metrô.

c) Haverá ainda outra transferência de passageiros da "Linha Prioritária" para as barcas para Niterói e Ilha de Paquetá. A maioria dos usuários de barcas preferirá, porém, em 1975 como hoje, seguir a pé do local de seu desembarque, na Praça XV, até seus empregos ou afazeres no Centro. Quem se dirigir para a Zona Norte ou Zona Sul poderá alcançar a estação mais próxima da "Linha Prioritária" no Largo da Carioca, a cêrca de 750 m de distância do ponto de desembarque. Mais tarde a Linha 2 do metrô proporcionará uma ligação ainda mais direta entre as barcas e o metrô, como poderá ser visto em E2.3.2.2c).

Tôdas essas possibilidades de baldeação seriam porém pouco satisfatórias para o usuário caso êste fôsse obrigado a tornar a pagar uma passagem tôda a vez que baldeasse de um meio de transporte coletivo para outro. Os pontos de contato acima enumerados poderão estar òtimamente aparelhados para uma baldeação, sob o ponto de vista técnico, mas a técnica deverá ser complementada ainda por um sistema adequado de tarifas — a tarifa comum, a cujo respeito se encontram detalhes em I 3.4.

d) Existem igualmente ligações entre o tráfego de carros particulares e do metrô, pois muitos proprietários de carros particulares residentes em subúrbios distantes usarão seus carros como elementos de acesso ao metrô, e transformar-se-ão de usuários do tráfego individual em usuários do tráfego coletivo. Para tanto deverão ser previstas áreas de estacionamento onde o carro particular possa estacionar no intervalo: é o chamado sistema "park and ride". Detalhes a respeito serão apresentados em E2.3.2.2d).

1.3.2.3 Alívio do tráfego no Centro

Uma das metas da política de tráfego a ser alcançada pelo metrô é expressa como segue:
O tráfego coletivo de passageiros nas ruas do Centro deverá, na medida do possível, ser substituído pelo metrô.

Presentemente entre 17 e 20 horas cêrca de 381 000 pessoas se dirigem do Centro para os seus domicílios nas Zonas Norte ou Sul. Para vencer êsse trajeto atualmente não só é exigido um sacrifício de tempo desproporcionadamente longo, mas também desgaste de energia e de nervos. Atualmente é inevitável que o tráfego se processe lentamente durante as horas da tarde, e não são raros os casos de colapsos do tráfego de grandes proporções. É de se prever um aumento dessas dificuldades de ano para ano, até um grau em que se tornarão insuportáveis. Para os poucos anos que vão de 1968 até 1975 pode-se prever na Guanabara um crescimento demográfico da ordem de 26%, e um aumento do número de carros particulares da ordem de 76%. Quem se transferir do transporte coletivo — o ônibus — para o transporte individual, i. é, para o carro próprio, ficará decepcionado ao verificar que, mesmo com êsse meio de transporte, a liberdade e a rapidez de locomoção declinam constantemente, sendo que o problema do estacionamento não é dos que menos contribuem para isso. Os ônibus, por outro lado, são cada vez mais tolhidos pelo tráfego individual, fechando-se, assim, o círculo vicioso para o tráfego de superfície. O Centro do Rio de Janeiro já se acha hoje nitidamente sob o signo de uma situação crítica de tráfego e, em futuro bem próximo, terá que temer o colapso total.

As consequências não seriam apenas de caráter de técnica de tráfego; elas interfeririam nas próprias bases da vida urbana, econômica e pessoal de cada um. Eis porque a exigência já tantas vêzes encarecida de um desafôgo do Centro da cidade é tão justificada quanto urgente. A "Linha Prioritária" cria a primeira condição técnica para conjurar êsse risco.

As contagens feitas pelo Grupo de Estudos na "screen-line" indicaram que durante um dia útil forma-se um fluxo de 779 000 pessoas que se dirige do Centro para a Zona Norte.

Sòmente durante a hora de "rush" são 99 000 pessoas, ou seja, 12,7% do total diário. Outro fluxo dirige-se do Centro para a Zona Sul, com 427 000 pessoas/dia, ou seja 46 000 pessoas na hora de "rush". Em 1975, tomando por base o aumento de tráfego de 34% sôbre 1968, calculado em D4.1.2, o fluxo total diário do Centro para a Zona Norte deverá ser de cêrca de 1 000 000 de pessoas, e o do Centro para a Zona Sul de cêrca de 570 000 pessoas.

Pelo fato de o metrô, meio de transporte de grande capacidade de desempenho, ser implantado em subterrâneo, as vias públicas entre o Centro e as Zonas Norte e Sul serão decisivamente desafogadas.

Finalmente, não deveria ser esquecido que um metrô em subterrâneo trará outro alívio, bem sensível, que beneficiará ao mesmo tempo os motoristas e os pedestres: em tôdas as estações do metrô os pedestres poderão cruzar as ruas a qualquer momento, servindo-se dos mezaninos. Assim o pedestre fica inteiramente isolado do tráfego de veículos e o motorista, por sua vez, nesses locais não terá a temer pedestres na pista.

1.3.2.4 Ganho de tempo de viagem e de áreas residenciais e econômicas

a) Ganho de tempo de viagem

Com as medidas previstas no Estudo, o ritmo do tráfego na Área de Estudo será acelerado. O ganho de tempo de viagem por passageiro importa, na verdade, em apenas poucos minutos; entretanto, aplicada à totalidade dos passageiros, resulta num número apreciável de horas, cujos efeitos sócio-econômicos far-se-ão sentir sobremaneira (K6.3.2.2).
A Fig. E25 indica para a Estação Largo da Carioca as ligações mais rápidas entre essa estação e tôdas as outras estações ou pontos de parada geradores de tráfego, escolhidos pelo computador. Essa forma de apresentação — também denominada "árvore" — serve ainda para o contrôle visual de uma alocação, bem como para o contrôle dos dados da rêde fornecidos para o processamento. Qualquer êrro mais grosseiro torna-se imediatamente visível. A figura mostra ainda, de maneira explícita, o modo de aplicação da programação de alocações. É preciso ter em mente que são estabelecidas "árvores" para cada ponto de parada gerador de tráfego e que o computador não possui sentido de direção, de modo que escolhe a rota de menor tempo de viagem por meio da experimentação de tôdas as possibilidades.
Os dados mencionados na Fig. E25 indicam os tempos líquidos de viagem, de parada e de baldeação. Nas alocações não foram considerados os tempos de percursos a pé e de espera.
Alguém que, do emprêgo ou da escola, se utiliza de uma composição da "Linha Prioritária" em seu trajeto do Centro para o domicílio, poderá economizar considerável tempo de viagem. Aqui cumpre lembrar que a velocidade média atual é consideràvelmente reduzida, justamente nas horas de "rush", devido aos congestionamentos de tráfego no Centro. A Tab. E4 apresenta alguns exemplos do ganho de tempo que poderá ser esperado numa viagem de metrô, sem obstruções, em confronto com uma viagem de ônibus na época atual.

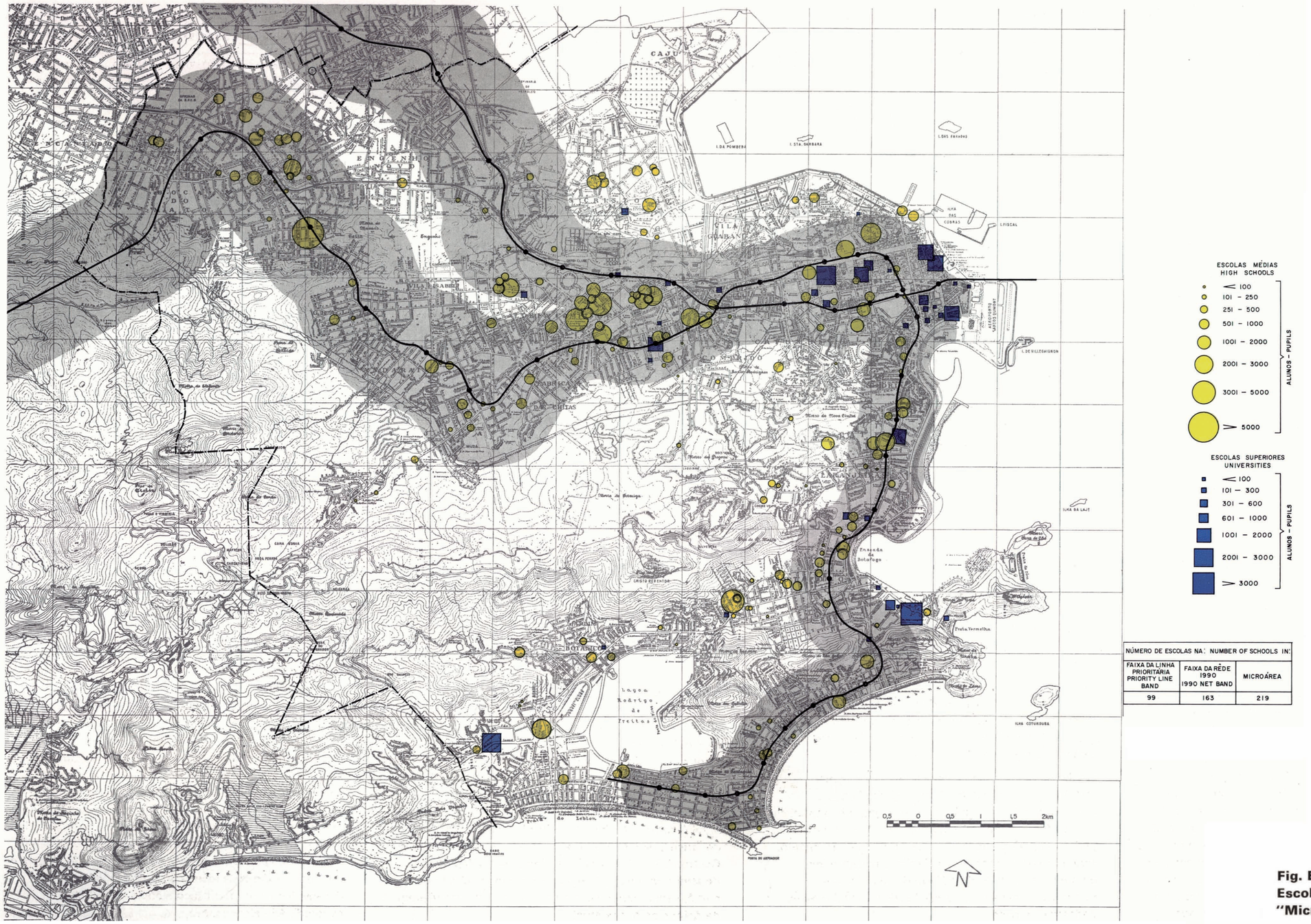
Tab. E4
Comparação dos tempos de viagem: ônibus (1968) e metrô (1975)

Tempo total de viagem nas horas de "rush" do Largo da Carioca para	Ônibus (1968)	Metrô — "Linha Prioritária" (1975)	Ganho de tempo	
	min	min	min	%
Largo do Machado	16,4	6,5	9,9	60
Ipanema (Praça N. S. da Paz)	48,7	20,0	28,7	59
Estação D. Pedro II	17,0	4,0	13,0	76
Tijuca (Praça Saenz Peña)	33,6	12,6	21,0	62

Tempo total de viagem = tempo de viagem + tempos de caminhada + tempos de espera

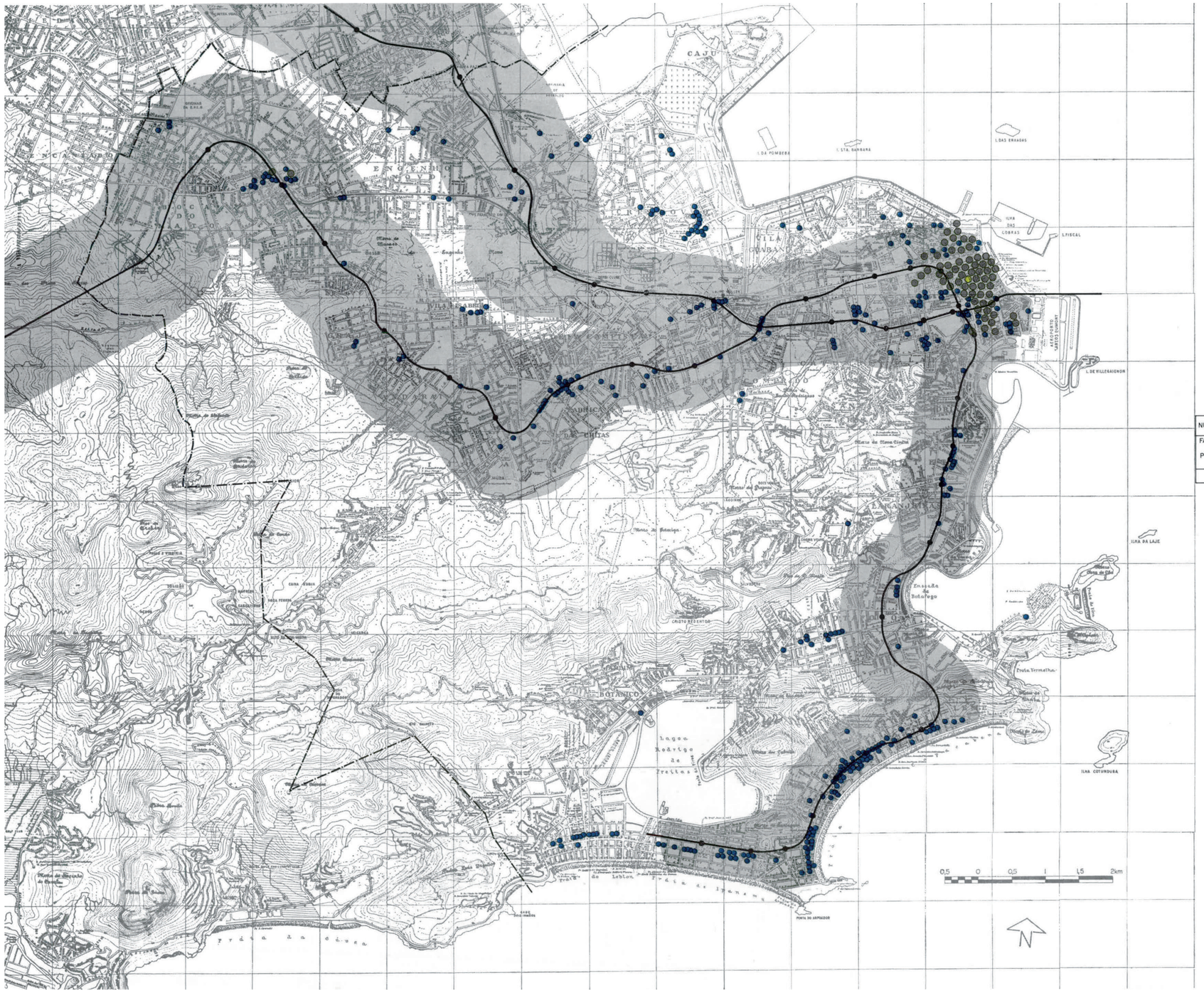
b) Ganho de áreas residenciais e econômicas

Um transporte coletivo moderno e rápido, como é sem dúvida o metrô, deveria interligar o núcleo central do Rio de Janeiro com as suas regiões econômicas periféricas, de tal modo que seja possível desenvolver novas áreas para a habitação e a economia. O isocronograma da Fig. E26 mostra que mesmo a "Linha Prioritária" já vem atender a essa exigência. Dessa figura depreende-se que a área útil disponível para fins econômicos e habitacionais, e que atualmente pode ser coberta em uma hora a partir do ponto central da cidade — i. é, desde o Largo da Carioca —, tem apenas 54,8 km². A situação do Rio de Janeiro entre a montanha e o mar coloca a metrópole, que abriga milhões de habitantes, diante do problema de romper a estreiteza natural à área por meio da técnica moderna. Um nôvo exame do isocronograma (Fig. E26) mostrará a eficiência com que a "Linha Prioritária" se desempenha dessa tarefa. Com efeito, em 1975, do mesmo ponto de partida — o Largo da Carioca — será possível cobrir, em uma viagem total de uma hora, uma área econômica e residencial de 163,3 km². Assim, a "Linha Prioritária" triplica em 1975 a presente "área de uma hora". Dos ganhos de tempos de viagem e de áreas residenciais resultarão possibilidades de desenvolvimento urbanístico e sócio-econômico de extraordinário alcance.



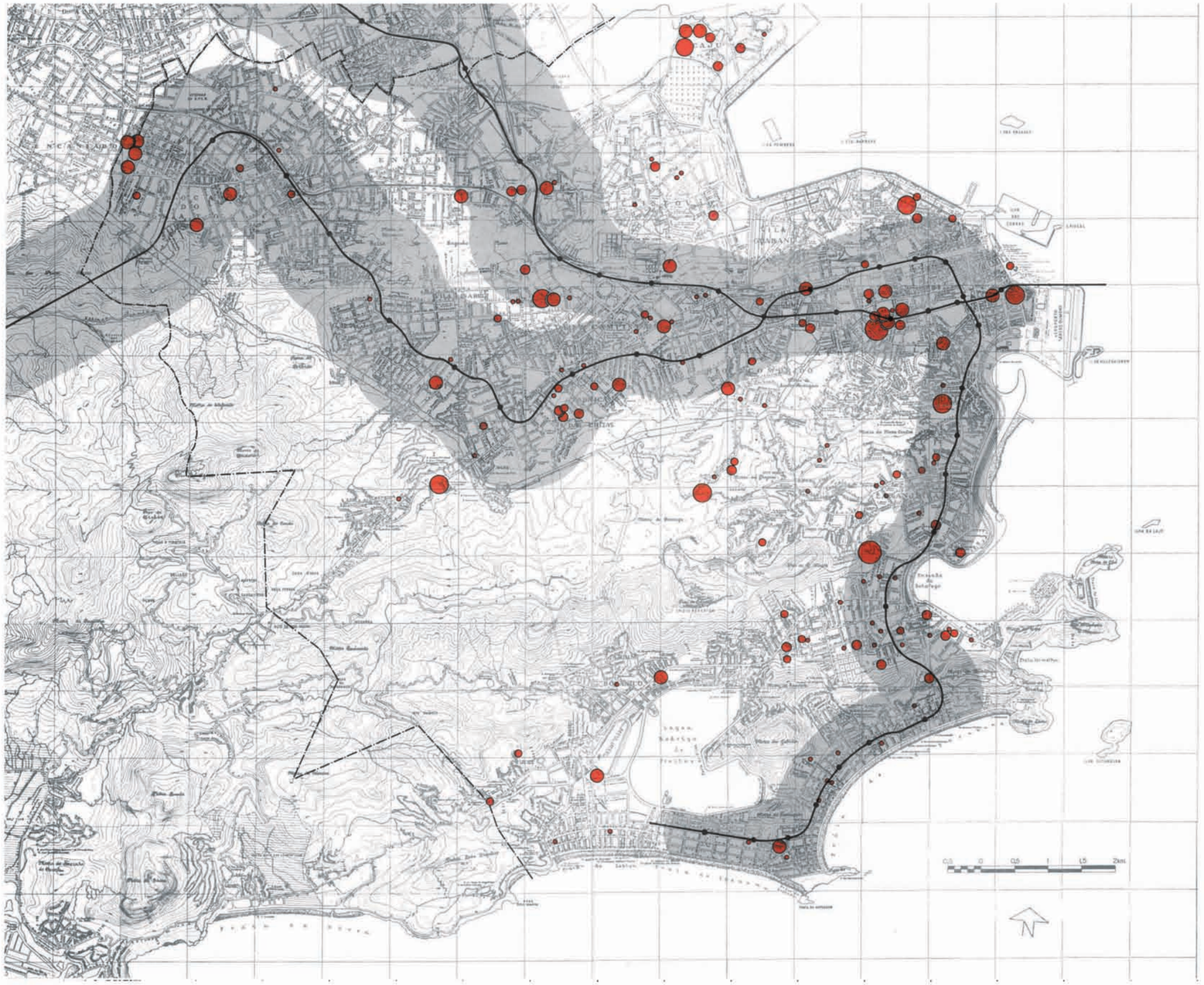
NÚMERO DE ESCOLAS NA: NUMBER OF SCHOOLS IN:		
FAIXA DA LINHA PRIORITÁRIA PRIORITY LINE BAND	FAIXA DA REDE 1990 1990 NET BAND	MICROÁREA
99	163	219

Fig. E 21
Escolas médias e superiores "Micro- área" (1967)



NÚMERO DE BANCOS NA: NUMBER OF BANKS IN:		
FAIXA DA LINHA PRIORITÁRIA PRIORITY LINE BAND	FAIXA DA RÊDE 1990 1990 NET BAND	MICRO-ÁREA
487	576	641

Fig. E 22
Bancos – "Micro-área" (1968)



HOSPITAIS - HOSPITALS

- 1 - 50
- 51 - 100
- 101 - 200
- 201 - 500
- 501 - 1000
- 1001 - 5000

LEITOS - BEDS

NÚMERO DE HOSPITAIS NA: NUMBER OF HOSPITALS IN:		
FAIXA DA LINHA PRIORITÁRIA PRIORITY LINE BAND	FAIXA DA RÊDE 1990 1990 NET BAND	MICROÁREA
69	104	149

Fig. E 23
Hospitais – "Micro-área" (1966)

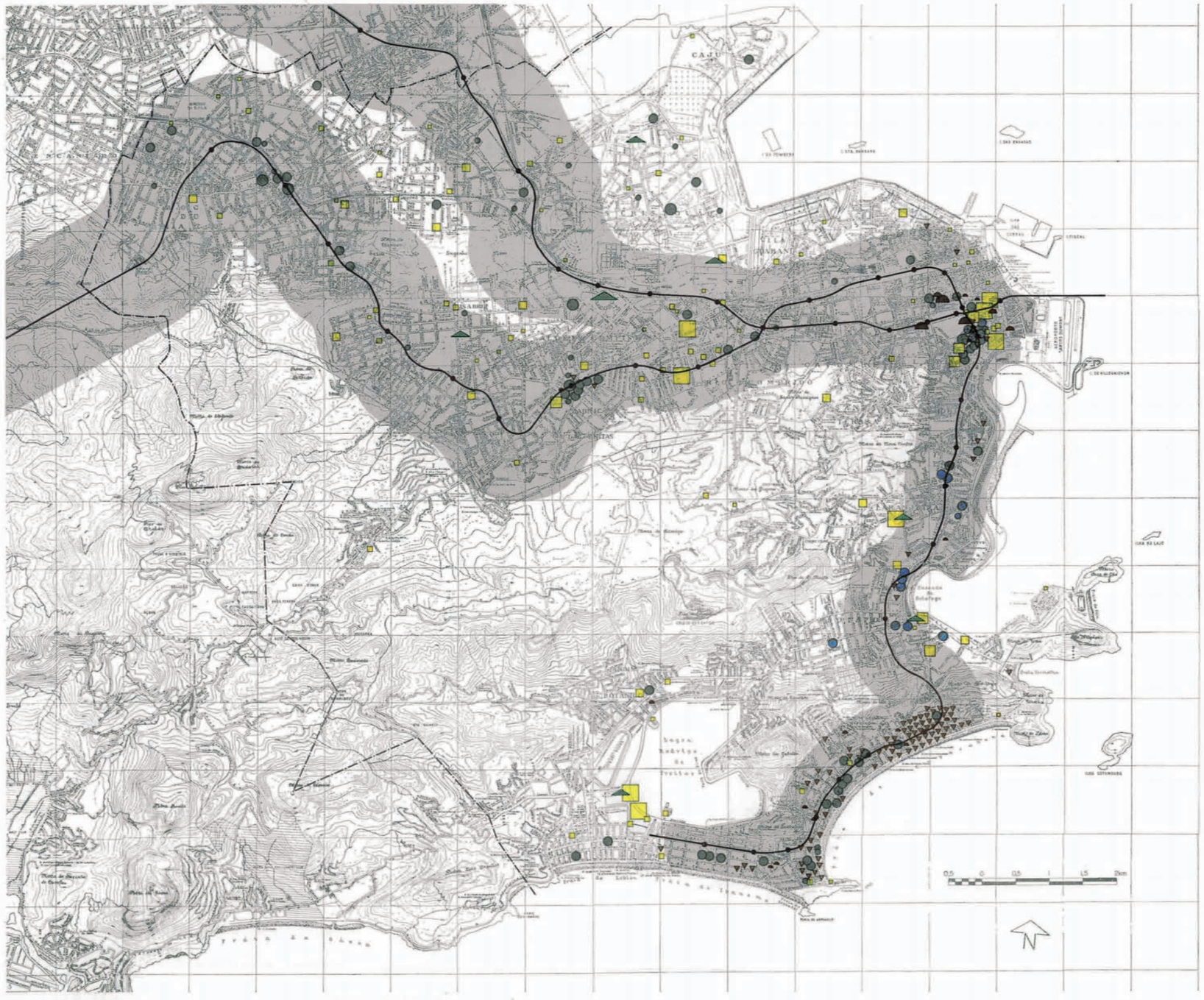
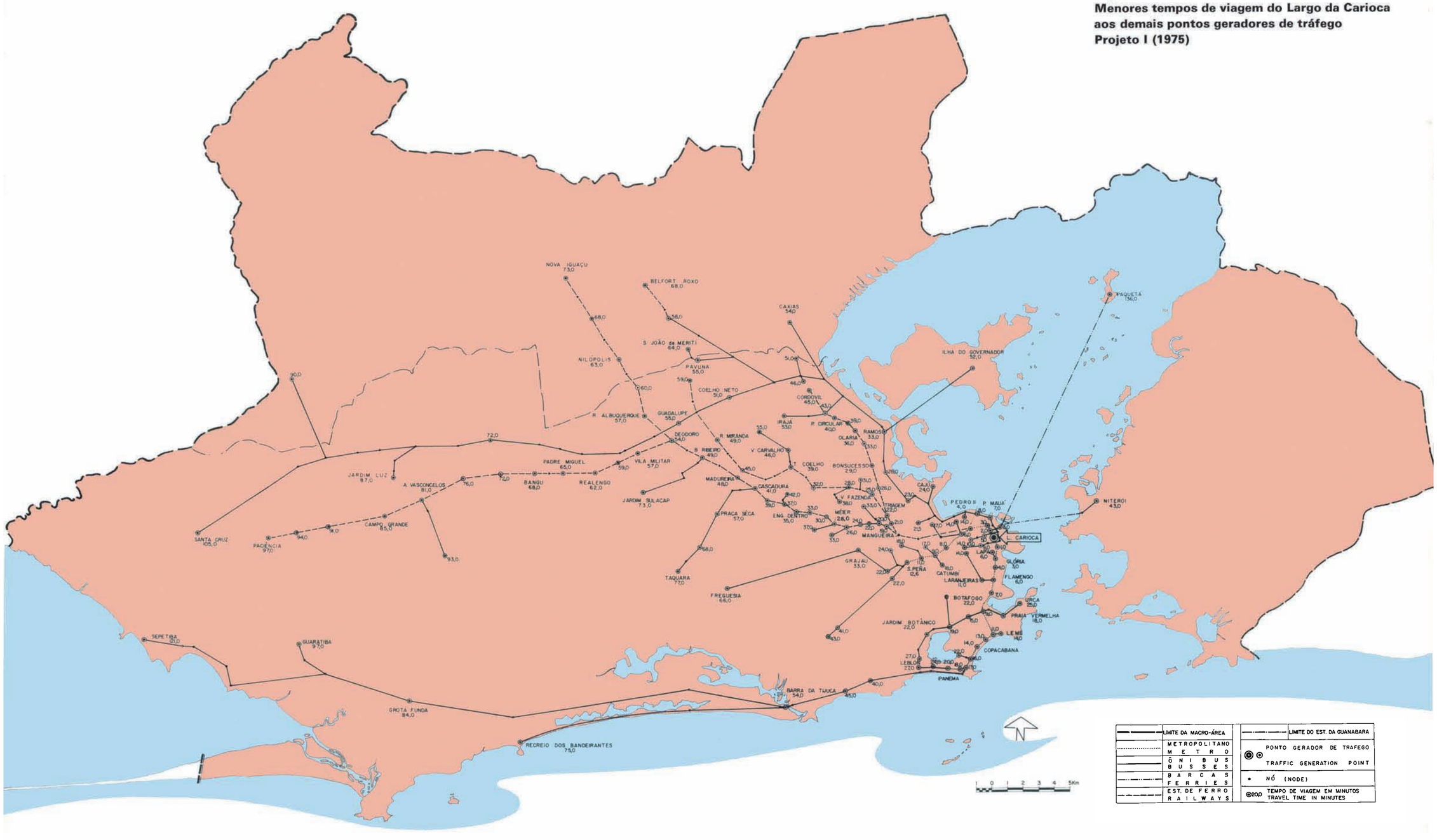


Fig. E 24
Estabelecimentos de recreação "Micro-área" (1964)

Fig. E 25
Menores tempos de viagem do Largo da Carioca aos demais pontos geradores de tráfego
Projeto I (1975)



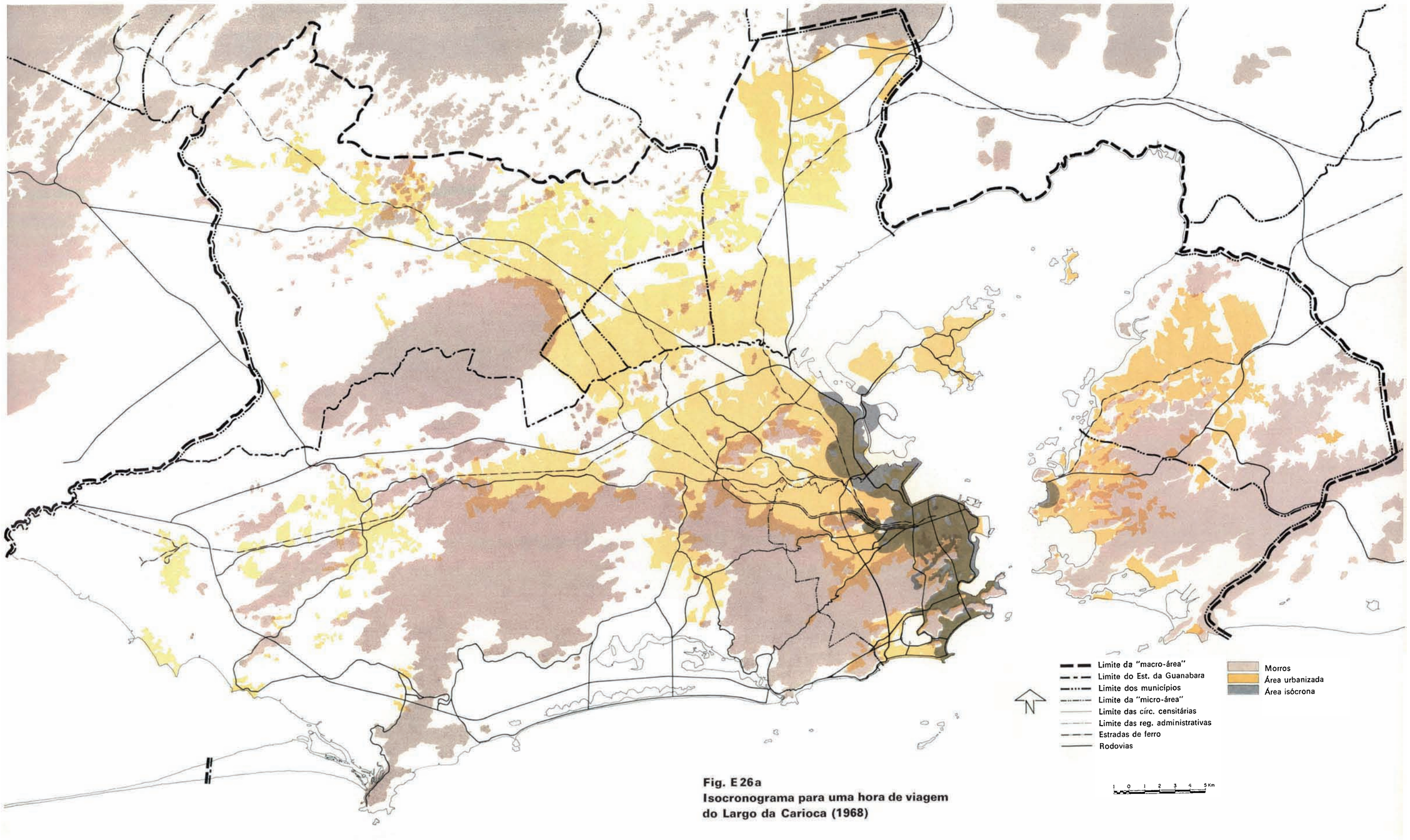


Fig. E 26a
Isocronograma para uma hora de viagem do Largo da Carioca (1968)

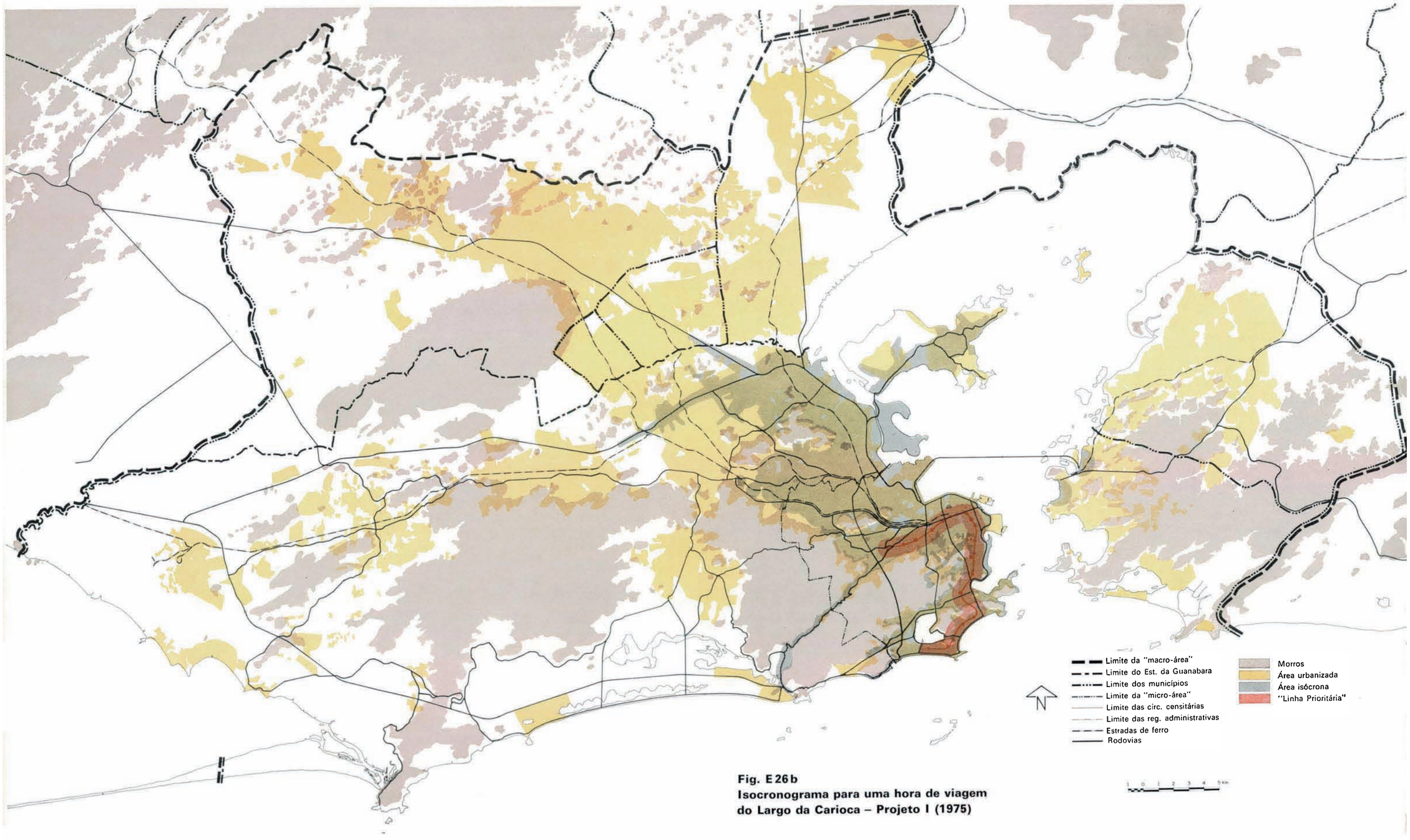


Fig. E 26 b
Isocronograma para uma hora de viagem do Largo da Carioca – Projeto I (1975)

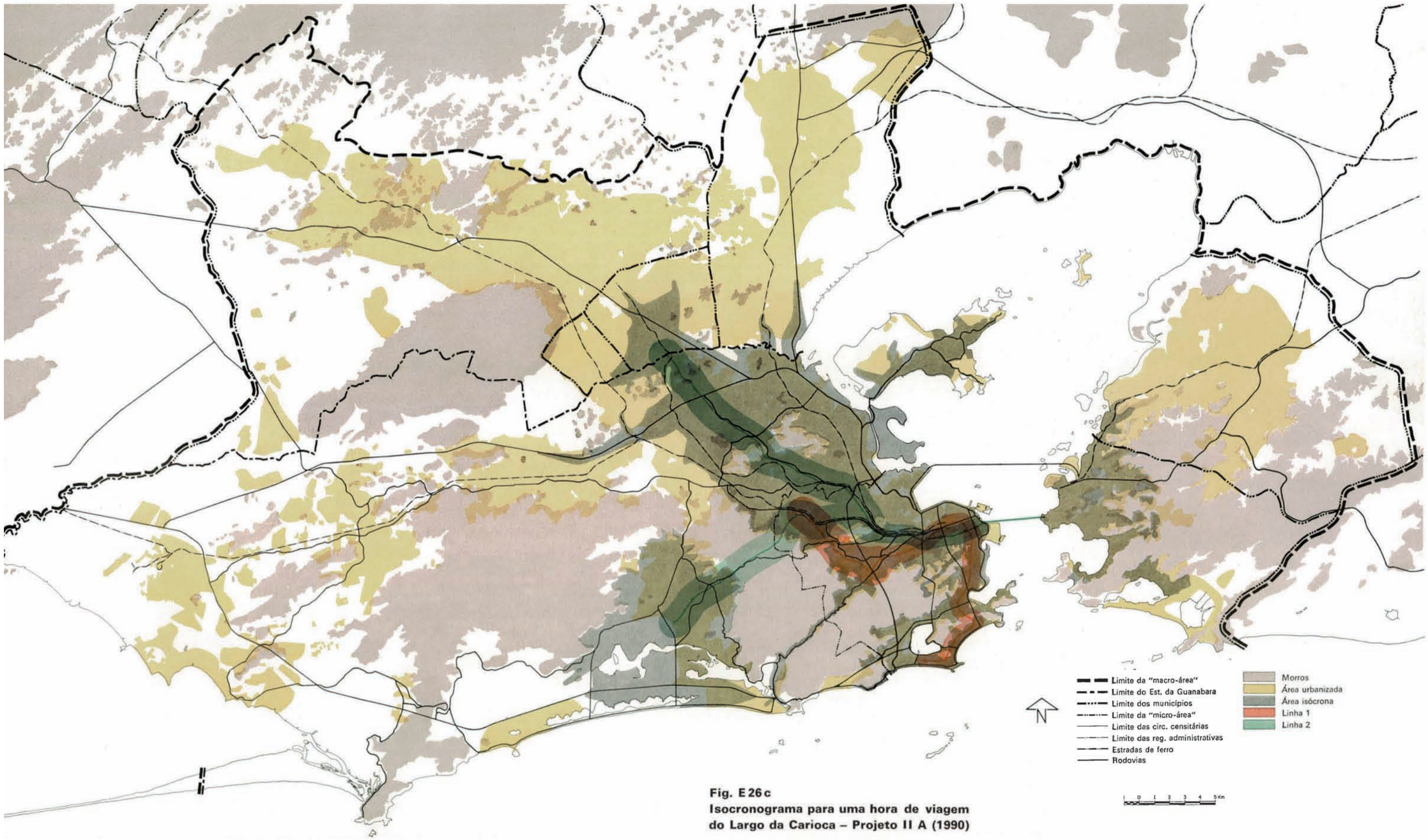


Fig. E 26 c
Isocronograma para uma hora de viagem do Largo da Carioca – Projeto II A (1990)

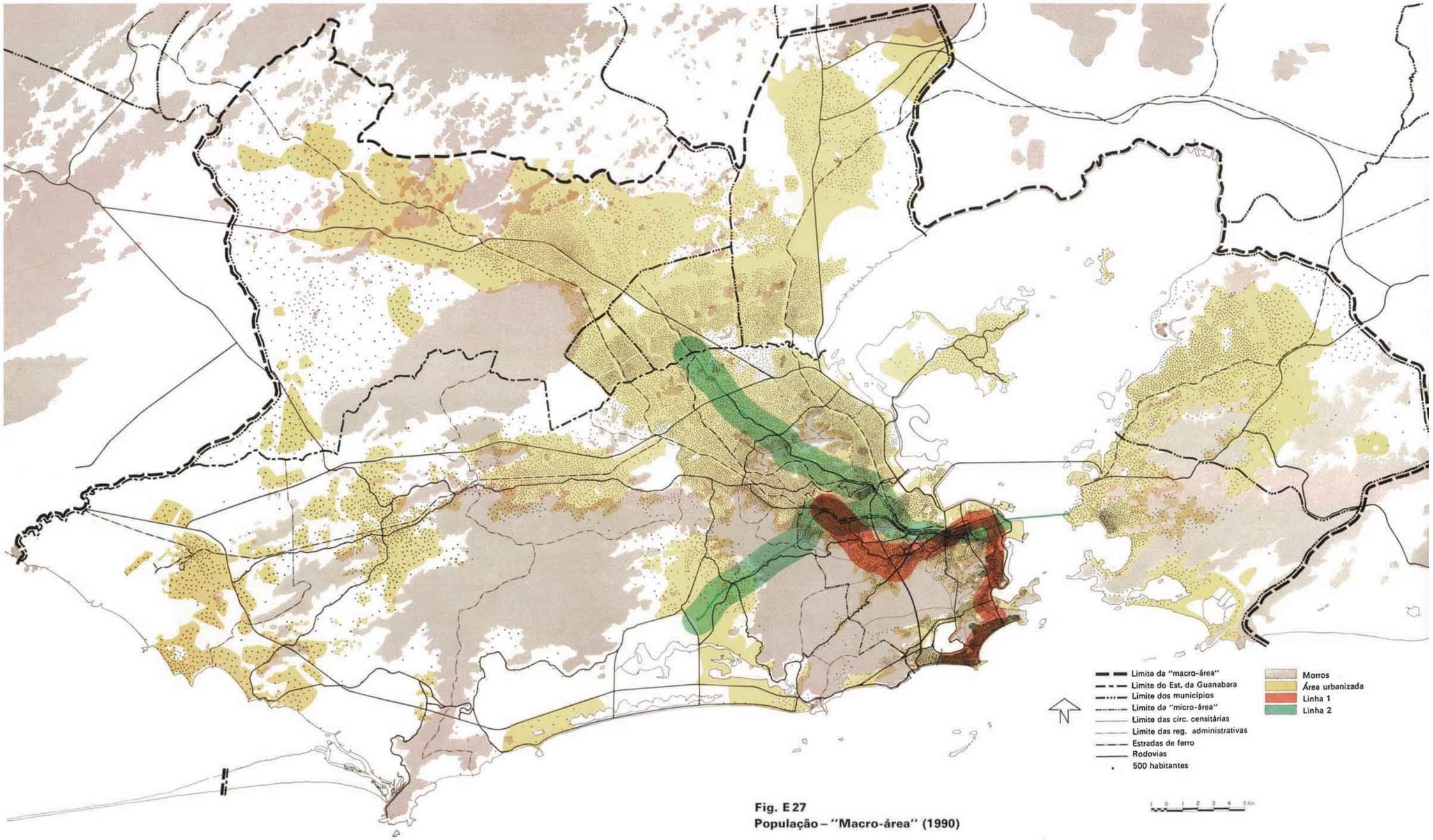


Fig. E 27
População – "Macro-área" (1990)

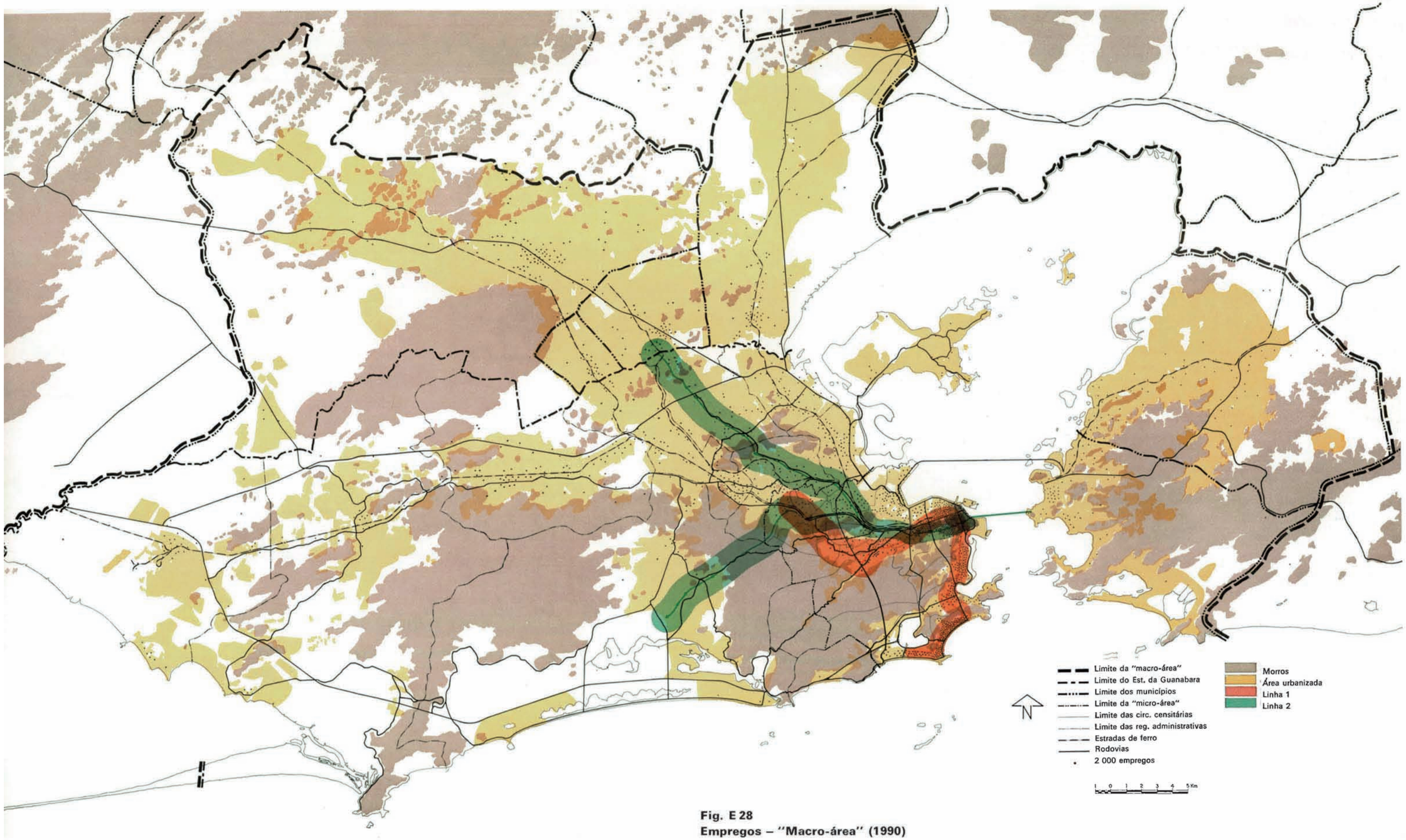


Fig. E 28
Empregos – "Macro-área" (1990)

2. Rêde total de tráfego em 1990 (Projetos II A e II B)

Da mesma forma que para 1975, também a rêde total de tráfego em 1990 é formada pelas rêdes individuais de transporte coletivo então existentes: metrô, estradas de ferro suburbanas e ônibus.
As barcas no entanto, deverão ter desaparecido, substituídas pela linha de metrô Rio-Niterói.
A única ligação por barcas ainda existente será entre a Praça XV e a Ilha de Paquetá.
Essa rêde total de tráfego e o cálculo de seu volume de tráfego serão chamados doravante de Projeto II.
Como para o metrô serão estudadas duas alternativas de rêde — ambas compostas de duas linhas — far-se-á uma distinção entre dois projetos, respectivamente II A e II B. A Rêde II A é mostrada na Fig. E35 e a Rêde II B, resultante de alterações baseadas nos resultados da alocação do tráfego, pode ser vista na Fig. E29 (E2.2).
As rêdes de estradas de ferro suburbanas e de ônibus existentes em 1990 estão descritas em D4.2.

2.1 **Rêde do Metrô (1990)**

2.1.1 Atribuições de uma rêde de metrô em 1990

Como já foi dito em A2.2, qualquer rêde de metrô, de acôrdo com os princípios gerais da política de tráfego vigentes no Estado da Guanabara, deverá apresentar um número suficiente de pontos de contato com o sistema ferroviário suburbano existente, e aliviar ou substituir o tráfego coletivo de superfície no Centro da cidade.
Deverá ainda ajustar-se à evolução da região geo-sócio-econômica cujo centro é a Cidade do Rio de Janeiro.
A Rêde do Metrô deve, portanto:

a) de um lado, através do aproveitamento máximo possível dos meios de transporte existentes, particularmente da estrada de ferro, concorrer para dirimir as atuais crises de tráfego mais urgentes,

b) de outro lado, levar em consideração a futura evolução da área metropolitana e evitar o surto de novas crises de tráfego.

A função mencionada em (a) já será em grande parte atendida pela "Linha Prioritária".
Quanto à função (b), foi julgado necessário, de acôrdo com as prognoses urbanísticas e sócio-econômicas levadas a efeito, o seguinte desenvolvimento de uma rêde de metrô até 1990, tendo em vista sempre as linhas de estradas de ferro existentes:

b 1) Abranger a reserva de área urbanizável mais próxima à Cidade do Rio de Janeiro, i. é, a Baixada de Jacarepaguá, situada a oeste da Serra da Carioca, com 240 km² de superfície.

b 2) Estabelecer uma ligação com a zona industrial em desenvolvimento, situada ao norte da cidade, com aproveitamento do vazio existente entre as duas linhas de estradas de ferro Auxiliar e Leopoldina (EFCB/EFL).

b 3) Estabelecer uma ligação sobre trilhos com as áreas do Estado do Rio de Janeiro a leste da Baía de Guanabara, densamente povoadas e muito próximas do Centro.

Ficou demonstrado que essas metas poderão ser alcançadas com apenas duas linhas que se cruzam.
Para a determinação do traçado dessas linhas recorreu-se novamente, como já efetuado para a "Linha Prioritária", aos mapas executados pela Coordenação de Planos e Orçamento, Seção Geográfica, atualizados e tornados válidos para 1990 (E1.1.2). É nesses "mapas de pontos" que mais fàcilmente se torna visível a irregularidade da distribuição e densidade dos indicadores tais como: população, empregos, etc. (Fig. E27 e E28).

Considerando essas e outras circunstâncias existentes e previsíveis, foi obtido, como resultado do estudo sôbre essas duas linhas (também chamadas Rêde do Metrô (1990)), o traçado descrito em E2.1.2.

2.1.2 Traçado das linhas

O traçado das linhas da Rêde do Metrô (1990) será concisamente descrito a seguir, mas também poderá ser visto nas Fig. E29 e E30.

Linha 1 de Ipanema, na Zona Sul, através do Centro da cidade e da Tijuca, para Jacarepaguá. Entre Ipanema e Tijuca, esta linha corresponde à "Linha Prioritária".
O prolongamento da "Linha Prioritária" além da Tijuca, visando a urbanização das áreas ainda desocupadas do Vale da Tijuca, tem como finalidade principal a formação de um importante ponto de contato com a estrada de ferro suburbana no Méier, infletindo em seguida para sudoeste, a fim de atingir a Baixada de Jacarepaguá. Essa área oferece condições ideais para atender à necessidade de maior expansão das zonas residenciais da Cidade do Rio de Janeiro, em virtude do crescimento de sua população.

Linha 2 de Niterói, a vizinha metrópole fluminense a leste da Cidade do Rio de Janeiro, atravessando sob a Baía de Guanabara, cortando o Centro da cidade em direção à Pavuna, no norte do Estado da Guanabara.
Esta linha irá ligar estreitamente a região Niterói/São Gonçalo com a Cidade do Rio de Janeiro. Dará ainda um bom desenvolvimento de tráfego à área entre as linhas de estradas de ferro Centro/Auxiliar e Leopoldina, iniciando assim nessa região novas formações urbanas, em condições semelhantes às de Jacarepaguá.
Especìficamente, entretanto, formará um elo de ligação importante com as indústrias nos municípios vizinhos do Estado do Rio de Janeiro, que se encontram em acelerado desenvolvimento. Dentro de alguns anos deverá ser examinada a oportunidade de um prolongamento da linha para além da Pavuna.
Finalmente, do mesmo modo que a Linha 1, esta Linha também contribuirá para fomentar o plano urbanístico da Cidade Nova.
Mais tarde poderá se tornar conveniente um prolongamento da Linha 2 para leste, visando ao desenvolvimento da região vizinha a Niterói.
As duas linhas de metrô, em conjunto, atenderão de modo ideal o Centro da cidade, de modo que êste terá seu tráfego de superfície consideràvelmente desafogado. Formar-se-ão igualmente pontos de contato em número suficiente com as estradas de ferro suburbanas.
Uma visão das linhas de desejos de tráfego para 1990 mostra que em futuro mais remoto dever-se-á considerar uma terceira linha entre Jacarepaguá e Penha, passando por Madureira e Irajá. Essa linha facilitará as comunicações entre as zonas industriais em evolução, ao norte, e a nova área de urbanização Jacarepaguá — Barra da Tijuca.
A extensão das duas linhas, medida entre os centros das suas estações terminais é a seguinte:

Linha 1 = 37,077 km,

Linha 2 = 29,790 km.

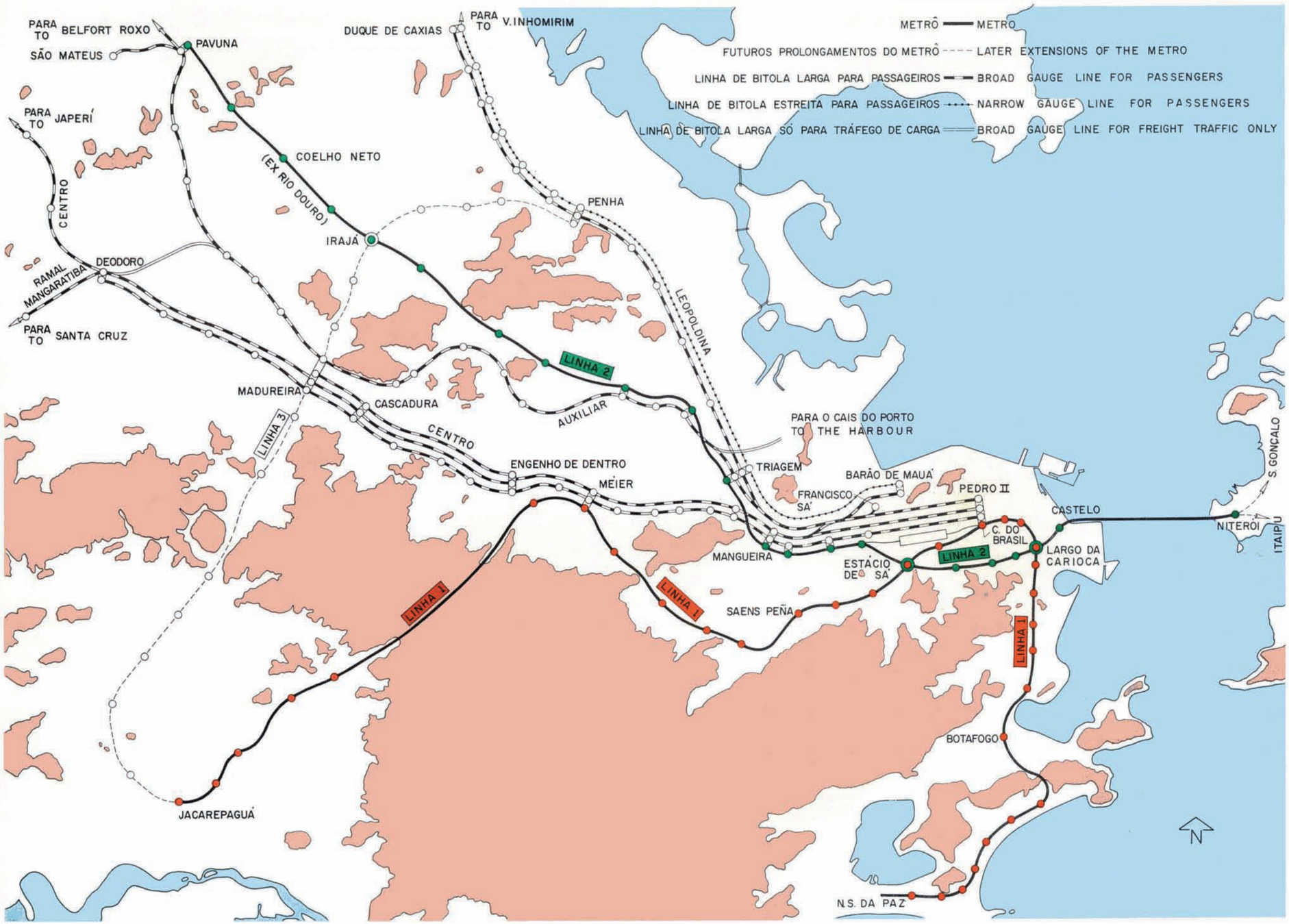
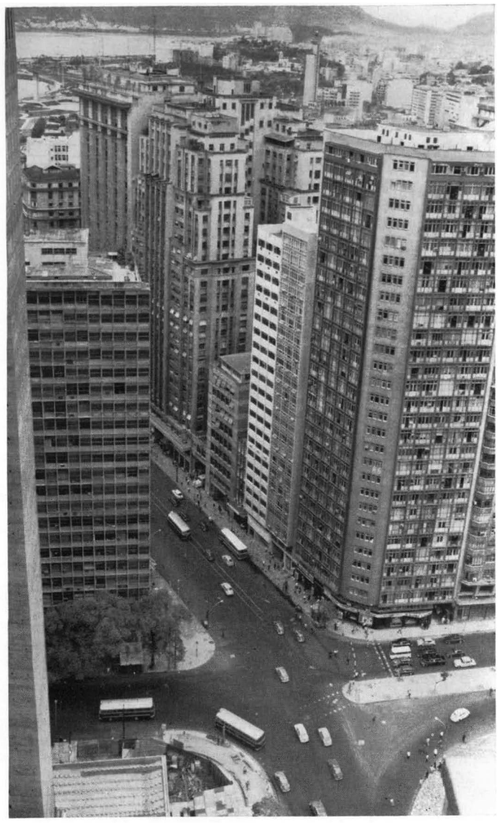


Fig. E 29
Metrô e estradas de ferro – Projeto II B (1990)



Fig. E 30
Planta geral –
Rêde do Metrô (1990)



Largo da Carioca, ponto central da cidade e de cruzamento das Linhas 1 e 2

2.1.3 Interligação das linhas

As Linhas 1 e 2 cruzam-se duas vêzes. Seu ponto de cruzamento a leste se localiza na Estação de dois níveis Largo da Carioca, em pleno Centro da cidade; o ponto de cruzamento a oeste situa-se na estação Estácio de Sá, na região da Cidade Nova, também em dois níveis. Fica assim descentralizado o grande tráfego de baldeação previsível entre as duas linhas. O traçado das vias e demais dados sôbre as operações nessa última estação estão indicados na Fig. E31, item (1).
Essa figura mostra igualmente a localização do conjunto (pátio) das oficinas do metrô, a oeste da Estação D. Pedro II. O conjunto das oficinas fica, pois, situado entre as Linhas 1 e 2, muito próximo a ambas, comprovando sua boa localização (E1.1.7).
A interligação da Linha 1 — tanto sob o ponto de vista de tráfego como de operação — com a Linha 3, que eventualmente será implantada após 1990, poderá ser vista na Fig. E31, item (2). Em princípio a Linha 3 constitui prolongamento da Linha 1. Para evitar que os percursos completos fiquem demasiado longos, foi, contudo, prevista a possibilidade de as composições terem Jacarepaguá como ponto de retôrno para ambas as linhas.
A interligação da Linha 2 com a Linha 3, sob o ponto de vista de tráfego, ocorrerá na Estação de dois níveis Irajá; sob o ponto de vista de operação não foi, por ora, prevista ligação direta.
As linhas do metrô têm pois, em geral, traçados com vias independentes, sendo a interligação, do ponto de vista de tráfego, feita principalmente em estações de dois níveis (Fig. F29).

2.1.4 Distâncias entre estações, tempo de viagem, velocidade média de viagem

Do mesmo modo que para a "Linha Prioritária" (E 1.1.6), também para a Rêde do Metrô (1990) foi preciso determinar a localização das estações e calcular os tempos de viagem entre as estações, a fim de poder fixar os volumes de tráfego (E2.2).

2.1.4.1 Distâncias entre estações

A Linha 1, com uma extensão total de 37,077 km entre os centros das Estações terminais N. S. da Paz e Jacarepaguá, apresenta 33 estações. A Linha 2, que entre Niterói e Pavuna mede 29,790 km, terá 22 estações. As estações de cruzamento foram consideradas como uma unidade para cada linha. As distâncias médias entre as estações são mostradas na Tab. E5.

2.1.4.2 Tempo de viagem; velocidade média de viagem

Os tempos totais de viagem apurados para as duas linhas (E1.1.6.2), bem como as velocidades médias de viagem correspondentes, constam da Tab. E5.
É digno de nota o fato de que, em confronto com a "Linha Prioritária", as velocidades médias elevam-se consideràvelmente devido ao progressivo aumento das distâncias médias entre estações.

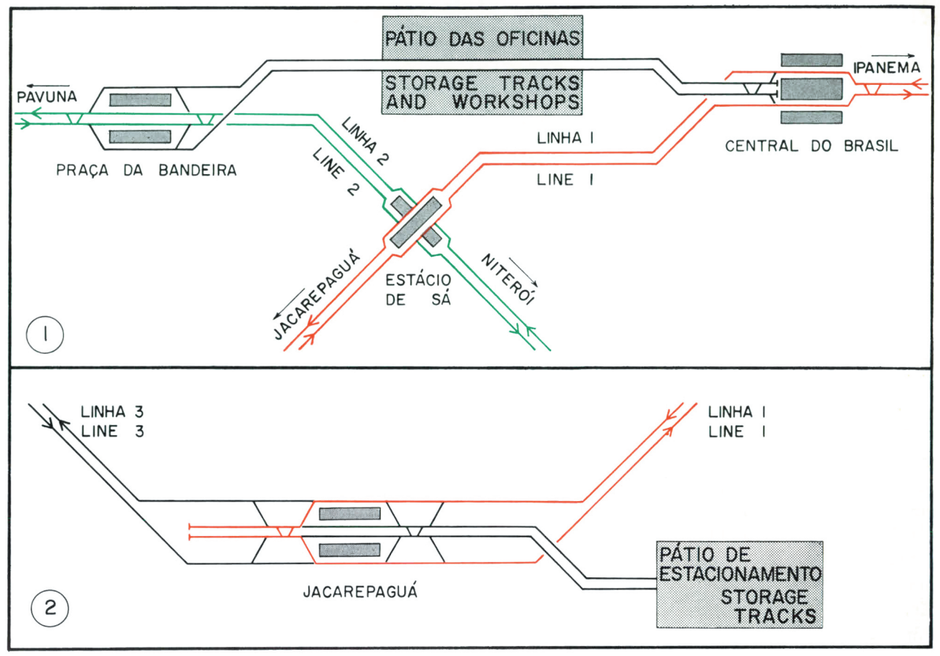


Fig. E 31
(1) Interligação entre Linha 1 e Linha 2
(2) Interligação entre Linha 1 e Linha 3

Tab. E 5
Distâncias entre estações, tempos totais de viagem, velocidades médias de viagem
Projeto I ("Linha Prioritária") e Projeto II B (Rêde do Metrô)

Projeto	Linha	Trecho	Número de estações	Extensão total km	Distância média entre estações km	Tempo total de viagem min	Velocidade média km/h
I (1975)	Prioritária	N. S. da Paz—P. Saenz Peña	22	18,037	0,859	31' 48"	34,032
II B (1990)	1	N. S. da Paz—Jacarepaguá	33	37,077	1,124	55' 30"	40,083
II B (1990)	2	Niterói—Pavuna	22	29,790	1,419	40' 00"	44,685

Tab. E 6
Etapas de construção da Rêde do Metrô (1990)

Etapa de construção	Término da construção	Linha do Metrô	Da Estação	Até a Estação	Número de estações	Distância media entre centros de plataformas km	Distância total entre centros de estações terminais km
I	1975	1	N. S. da Paz	Saenz Peña	22	0,859	18,037
II	1979	2	Triagem	Castelo	11	0,849	8,490
III	1981	1	Saenz Peña	Bôca do Mato	6	1,275	7,651
IV	1983	1	Bôca do Mato	Jacarepaguá	5	2,278	11,389
V	1985	2	Triagem	Pavuna	10	1,675	16,750
VI	1989	2	Castelo	Niterói	1	4,550	4,550
			Total: Rêde do Metrô (1990)		55	1,262	66,867

2.1.5 Etapas de construção

Por motivos técnicos e financeiros a construção da Rêde do Metrô descrita e recomendada provàvelmente se prolongará por aproximadamente dois decênios. Para a "Linha Prioritária", entretanto, deverão ser envidados todos os esforços no sentido de conseguir o término dos trabalhos num prazo curto.
No mais, a construção deverá ser desenvolvida, em primeiro lugar, de conformidade com as possibilidades técnico-econômicas da Guanabara e com as demandas de tráfego.
Como as demandas de tráfego, em regra, não aumentam repentinamente e sim em decorrência do crescimento da população, dos empregos, das matrículas escolares, etc., um desenvolvimento contínuo das obras deverá ser o mais aconselhável. Êsse desenvolvimento contínuo também facilitará o financiamento para a Rêde do Metrô. Ainda por motivos econômicos, será oportuno que os investimentos a serem feitos pelas firmas construtoras e pelos fornecedores, e o "know-how" adquirido durante a implantação, não sejam utilizados apenas por um curto período de construção, mas sim aproveitados durante longos anos. Afinal, sòmente a expectativa de pedidos contínuos poderá tornar interessante a implantação de uma indústria nacional nos diversos setores especializados.
Os motivos apresentados parecem indicar a conveniência de ser elaborado um plano de etapas de construção para a implantação da Rêde do Metrô. Êsse plano deverá atender, além dos pontos de vista já mencionados, ainda os seguintes:

Cada etapa de construção deverá ter como resultado um melhoramento no desenvolvimento do tráfego total.

Cada nova etapa de construção deverá estar diretamente vinculada aos trechos de metrô já construídos, a fim de possibilitar uma operação progressiva, equilibrada e autônoma.

O metrô deverá servir de precursor para grandes projetos urbanísticos. Inversamente, êstes poderão exigir a implantação de uma linha de metrô. Essa influência recíproca deverá ser observada cuidadosamente. A escolha e a sequência das etapas de construção deverão ser adaptadas com flexibilidade às respectivas necessidades.

É mister que as instalações de retôrno, vias de estacionamento, oficinas e, principalmente, também o material rodante, sejam aumentados em proporção correspondente ao desenvolvimento da Rêde do Metrô.

Seguindo as idéias fundamentais acima, no presente estágio dos planejamentos de tôdas as obras públicas, o plano de etapas de construção apresentado gràficamente nas Fig. E32 e E33 parece viável e adequado. Até 1990 são previstas seis etapas de construção, sôbre as quais a Tab. E6 apresenta diversos dados.

Para a elaboração dêsse plano de etapas de construção foram utilizados todos os estudos de técnica de construção empreendidos em relação à Rêde.
Os estudos de técnica de construção para a Rêde não atingiram, contudo, o grau de profundidade de um anteprojeto, tal como era necessário para a "Linha Prioritária". Os estudos técnicos para a Rêde deveriam servir apenas como base para um cálculo aproximado de custos para a determinação da viabilidade econômica.

Assim, com base nos traçados e nas estações desenhadas em um mapa da cidade na escala 1:20 000, e após verificações "in loco" e estimativa das condições e dificuldades existentes no local, foi estabelecido de modo menos profundo o método de construção julgado mais apropriado para cada trecho. A execução e análise de sondagens para o exame do solo das fundações, o estudo das tubulações subterrâneas existentes, etc., foram efetuados ùnicamente na área destinada à "Linha Prioritária".

2.1.5.1 Etapa de construção I

Naturalmente a Etapa de construção I é a "Linha Prioritária". Em E1 foram descritos em detalhe as funções que lhe são atribuídas e o traçado escolhido.
Seu traçado vai de Ipanema à Tijuca, com um desenvolvimento total de 19,754 km. A distância entre os centros das duas estações terminais é de 18,037 km. A linha é subterrânea em tôda a sua extensão, tem 22 estações, e a Estação Central do Brasil estabelece contato com a estrada de ferro.
Para a "Linha Prioritária" foi elaborado um cronograma de construção em separado (Fig. H44), prevendo sua conclusão no final de 1975. No Cap. H poderão ser encontradas explanações mais pormenorizadas a respeito do projeto e da construção da "Linha Prioritária", inclusive o conjunto das oficinas e o Edifício da Administração da Companhia do Metropolitano, e em H5.6.4, algumas explicações sôbre o cronograma da "Linha Prioritária".

2.1.5.2 Etapa de construção II

A Etapa de construção II é a parte da Linha 2 situada no Centro, entre as Estações Castelo e Triagem.
Êsse trecho proporciona alívio adicional ao tráfego de superfície no Centro.
Apresenta ainda os seguintes novos pontos de contato com as estradas de ferro:
com a Linha Centro: Estações São Cristóvão, Dérbi Clube, Mangueira; com as Linhas Auxiliar e Leopoldina: Estação Triagem.
Os contatos com a Linha do Centro sòmente se referem às vias de pequeno percurso. Para a Estação Mangueira a EFCB deveria proporcionar também a possibilidade de um contato com as vias de médio percurso.
Os pontos terminais escolhidos para êsse trecho estão bem localizados do ponto de vista técnico e operacional, para os futuros prolongamentos da linha de Triagem para Pavuna (Etapa de construção V) e de Castelo para Niterói (Etapa de construção VI).

Entre a Estação Castelo e a Estação Praça da Bandeira a linha será subterrânea, cruzando com a Linha 1 em nível inferior nas Estações Largo da Carioca e Estácio de Sá. Para a execução dêsse trecho o método de construção a céu aberto é considerado adequado e econômico.
A Estação Largo da Carioca, por fôrça da localização da "Linha Prioritária", resultou em ponto de entroncamento entre as Linhas 1 e 2. Foi livre a escolha do local para o segundo ponto de entroncamento entre as Linhas 1 e 2, considerado necessário para a descentralização do tráfego de baldeações. Foi considerada como mais adequada a área junto ao Largo Estácio de Sá, pelos seguintes motivos:

a) Êsse ponto de ligação não deveria ficar demasiadamente distante da Estação Largo da Carioca, no Centro, a fim de que se pudesse obter um efeito de equilíbrio o mais favorável possível sôbre o tráfego de baldeação em ambas as estações.

b) A faixa de influência do tráfego no Largo Estácio de Sá, é estreita por motivos topográficos. O enfeixamento das faixas de influência das duas linhas de metrô causado pela estação de dois níveis é, por isso, mais conveniente nesse ponto.

c) A estação de dois níveis no Largo Estácio de Sá proporciona um traçado tal para a Linha 2, que a sua ligação com o conjunto das oficinas poderá ser feita mediante um trajeto curto, a partir da Estação seguinte, Praça da Bandeira, a oeste.

Além da Estação Praça da Bandeira a linha emerge até o nível do solo, onde permanece, sempre paralela ao leito da Linha Auxiliar, até a Estação Triagem. Para êsse traçado os custos de construção são particularmente reduzidos, embora os dispêndios para a aquisição de terrenos sejam mais elevados. A oeste de Mangueira será necessário cruzar a Linha do Centro em nível inferior.

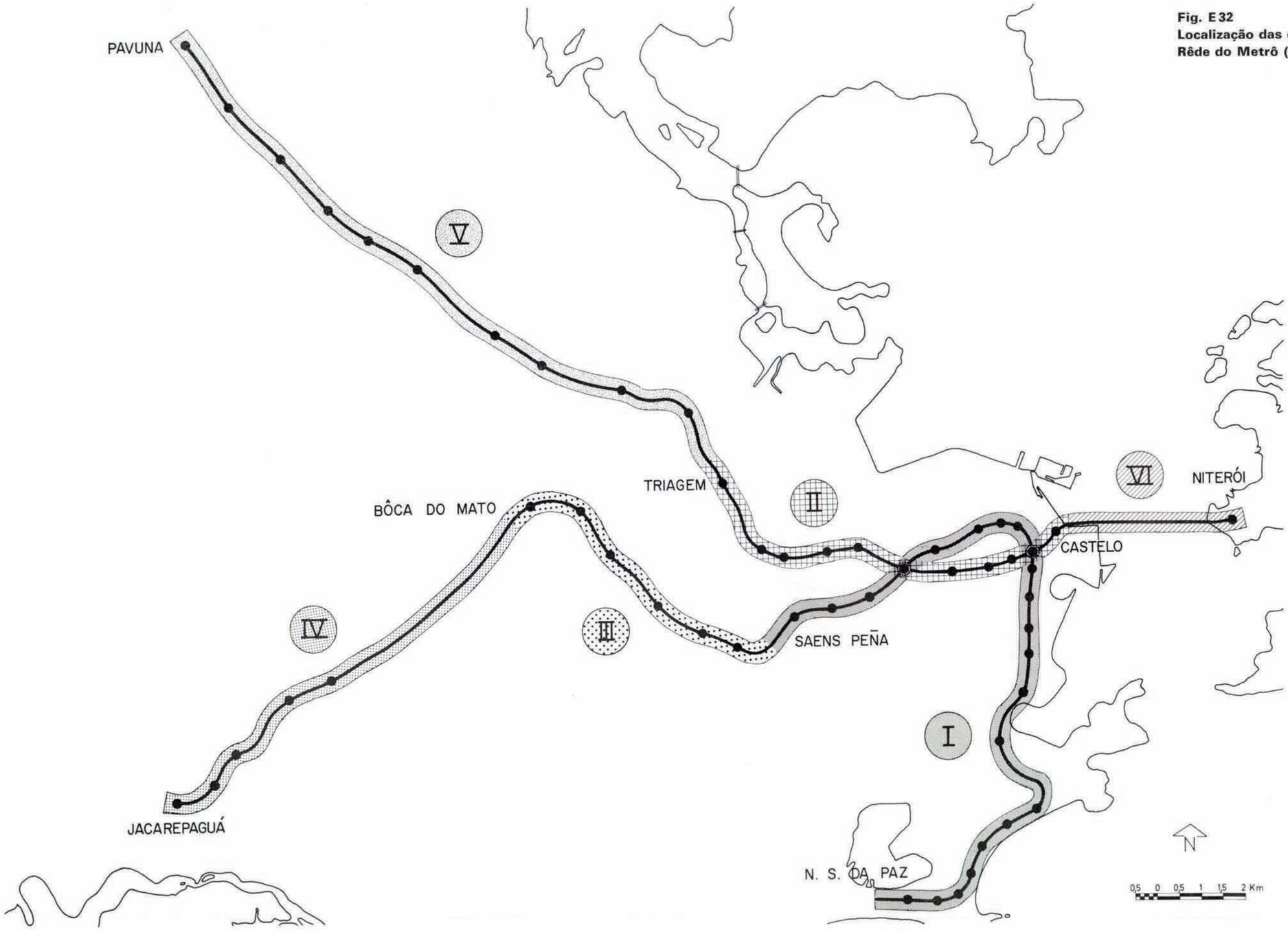
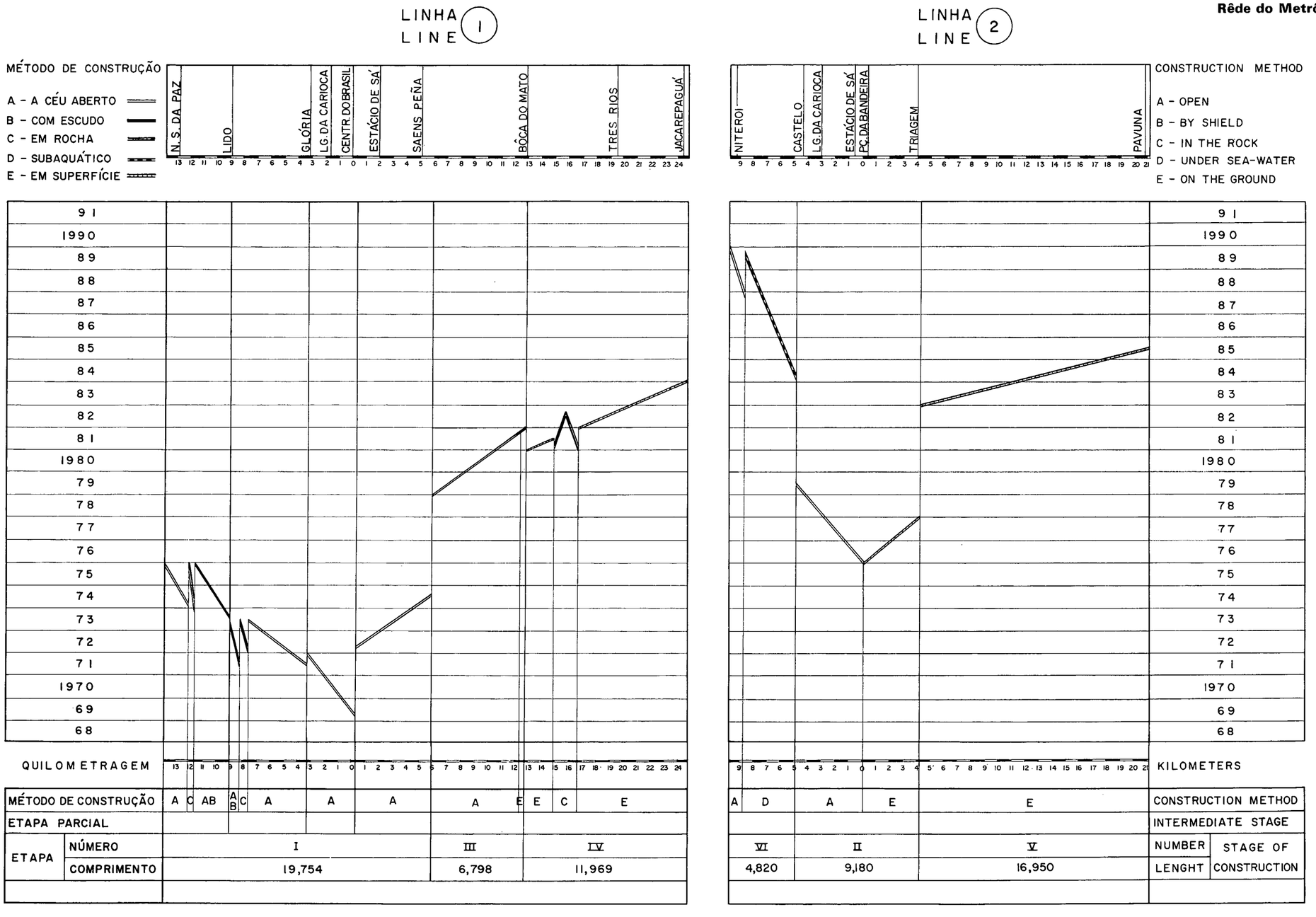


Fig. E 32
Localização das etapas de construção da Rêde do Metrô (1990)

Fig. E33
Cronograma das etapas de construção da Rêde do Metrô (1990)



Na Etapa de construção II foram previstas 7 estações (incluindo as duas com dois níveis) em 5,3 km de trecho em túnel e, nos 3,9 km adjacentes de trecho em superfície, mais 4 estações e uma área de estacionamento. O prazo de construção foi calculado em três anos e meio, a partir de 1976.

2.1.5.3 Etapa de construção III

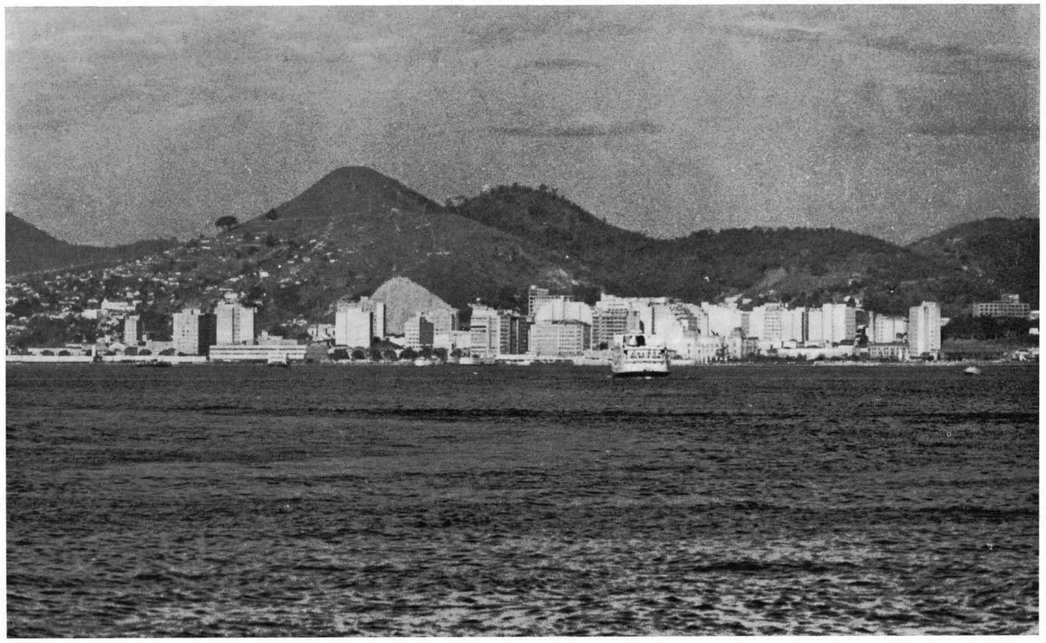
A Etapa de construção III é a continuação da Linha I desde a Estação terminal da "Linha Prioritária" Saenz Peña, via Estação Méier, até a Estação Bôca do Mato. Com a construção dêsse trecho será conseguido, primordialmente, estabelecer um dos pontos de contato mais importantes da Rêde com a Linha do Centro, através da Estação Méier. Como em Mangueira, a EFCB deverá instalar uma plataforma para os trens de médio percurso a fim de que a baldeação não seja exclusivamente entre o metrô e os trens de pequeno percurso.
O trecho será construído em subterrâneo, passando pelo Méier, atingindo sua última estação, Bôca do Mato, já em superfície.
Aparentemente, com exceção de alguns trechos em que é necessário passar sob construções existentes, será possível aplicar o método de construção a céu aberto até cêrca de 1,5 km antes do Méier, sendo alguns trechos em rocha.
No último trecho será necessário perfurar um morro pelo método mineiro. Na área da Estação de metrô Méier será preciso prever uma aquisição mais considerável de terrenos, para a implantação das instalações complementares.
Logo além do Méier, dada a diminuição da densidade de edificações, o metrô poderá abandonar o túnel. A Etapa de construção III termina na Estação Bôca do Mato, primeira depois do Méier. Ao lado dessa estação, projetada em superfície, há ainda atualmente espaço suficiente para a implantação de um pátio de estacionamento, bem situado do ponto de vista operacional. Para a Etapa de construção III foram previstas 5 estações em seu trecho subterrâneo de cêrca de 5,7 km de extensão e, no trecho em superfície de 1,1 km de extensão, 1 estação e vias de estacionamento. O início da construção, cuja duração foi estimada em 3 anos, deverá ter lugar no início de 1979.

2.1.5.4 Etapa de construção IV

A Etapa de construção IV é uma continuação direta da Etapa de construção III, terminando em Jacarepaguá. Sua construção se destina a estimular o interêsse pelo povoamento dessa reserva de área urbanizável do Rio de Janeiro, localizada relativamente próxima ao Centro. É verdade que, se estiver concluída após três anos de construção, como foi previsto, i. é, em fins de 1983, ela não terá ainda aproveitado sua capacidade completa; entretamto, à medida que a urbanização dessa área fôr progredindo, o volume de tráfego aumentará. O início das obras em data posterior possívelmente diminuiria o efeito estimulante previsto, em proporções indesejáveis. Segundo o traçado, o trecho além da Bôca do Mato passa em aclive contínuo sôbre terraplenos, sôbre curto trecho de linha em elevado e em cortes, até penetrar, a cêrca de 80 m acima do nível do mar, em um túnel em rocha com aprox. 1,8 km de extensão. Êsse túnel, que atravessa a Serra dos Prêtos Forros, leva o metrô à orla da Baixada de Jacarepaguá. Após atravessar essa Baixada, (sempre na superfície, em trechos ao nível do solo, em terraplenos e em cortes), a Linha 1 acaba em uma estação terminal ao sul de Jacarepaguá. A Etapa de construção IV têm cêrca de 12,0 km, com 5 estações.
Os trechos em superfície exigem considerável volume de aquisições de terrenos, que deverão ser feitas com antecedência, e em coordenação com os projetos urbanísticos para a região de Jacarepaguá.

2.1.5.5 Etapa de construção V

Dos dois trechos de construção restantes da Rêde do Metrô proposta, pertencentes à Linha 2, dever-se-á executar em primeiro lugar — em vista da evolução do tráfego prevista — o trecho Triagem—Pavuna. Com exceção de algumas retificações, o traçado foi planejado ao longo do leito ainda existente da E. F. Rio d'Ouro, há anos extinta. Nesta região o metrô será um grande ponto de atração para urbanização e povoamento. A Etapa de construção V, toda em superfície, mede 17,0 km de extensão e, além de uma grande área de estacionamento perto da Pavuna, deverá ser dotada de 10 estações.
O início das obras, cuja duração foi estimada em 2,5 anos, está previsto para princípios de 1983.



Niterói vista do Rio

2.1.5.6 Etapa de construção VI

O ponto central desta parte da Linha 2, situada a leste, e que vai da Estação Castelo a Niterói, será um túnel sob a Baía de Guanabara, com aprox. 4 km de extensão — o primeiro túnel submarino no Atlântico Sul. O prazo de construção dessa Etapa, com 4,8 km de extensão, devido ao túnel submarino foi estimado em 6 anos a partir de 1984. O término do túnel, em fins de 1989, deverá coincidir com a época em que a ligação pela Ponte Rio—Niterói, provàvelmente entregue ao tráfego desde 1971, já estará bastante sobrecarregada, e quando um alívio para o tráfego coletivo em massa será provàvelmente indispensável. Essa etapa de construção terá apenas uma estação subterrânea, em Niterói, com algumas possibilidades de estacionamento nas suas imediações.
Está sendo elaborado presentemente por uma comissão especial nomeada pelos Govêrnos dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro um estudo preliminar para o túnel submarino previsto para tráfego sôbre trilhos, em duas vias.

2.2 **Volumes de tráfego na rêde total de tráfego em 1990 (Projetos II A e II B)**

Na alocação dos volumes de tráfego para 1990 foram utilizadas, para as estradas de ferro suburbanas e para os ônibus (para êstes uma rêde generalizada das principais vias públicas), as rêdes descritas em D 4.2, e para o metrô uma rêde com duas linhas, denominada Rêde II A (que posteriormente, como se verá, foi modificada, para se tornar a chamada Rêde II B, que é, afinal, a rêde eleita para o metrô em 1990: a Rêde do Metrô (1990)). Tôdas as hipóteses de rêdes, sobretudo para a rêde de vias públicas para o ano-prazo 1990, bem como as velocidades médias dos diversos meios de transporte que serviram de base para a alocação, poderão ser vistas no esquema da rêde total de tráfego em 1990 — Projeto II A (Fig. E 34).

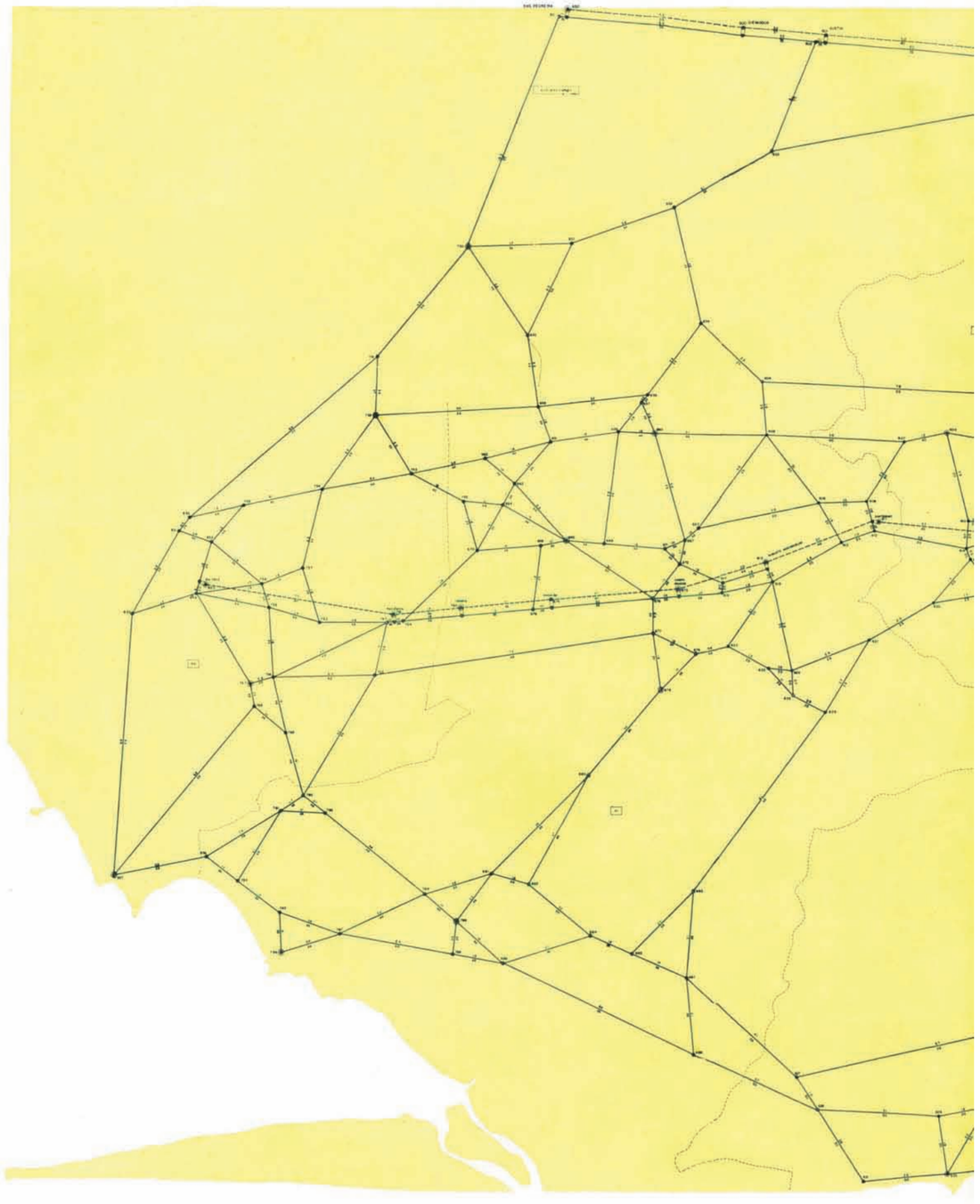
Cumpre frisar novamente que todos os volumes de tráfego calculados no presente Estudo são baseados nas premissas expostas pormenorizadamente nos Cap. A, C e D. Deve ser observado que os volumes de tráfego prognosticados sòmente serão válidos pressupondo-se, entre outras premissas, um convênio tarifário. A conservação do sistema tarifário atualmente em vigor prejudicaria consideràvelmente o valor informativo do modêlo de tráfego que serviu de base para a alocação, colocando em dúvida todo o princípio de alocação para a escolha de traçados, baseada apenas na economia de tempo de viagem.

A qualidade do projeto da rêde total de tráfego (Projeto II A) pode ser julgada através do resultado obtido após a alocação, podendo, no caso, tornar-se necessária uma correção do projeto da rêde. Vê-se, assim, claramente, o caráter iterativo de um "comprehensive traffic study".

No caso presente foi necessária uma correção da Rêde II A.

A rêde corrigida é a Rêde II B, anteriormente tratada e descrita em E 2.1. No que tange ao traçado, falta-lhe, em comparação com a Rêde II A, apenas o trecho Mangueira-Méier. As demais alterações são de natureza operacional. Os resultados das alocações para a Rêde II A serão, pois, na maior parte válidos também para a Rêde definitiva II B. A seguir serão descritos os resultados das alocações a cada uma das rêdes do Projeto II A, apresentados na Tab. E 7, e em seguida, as divergências dos mesmos em consequência da Rêde II B que faz parte do Projeto II B.

Nos passageiros indicados na tabela, como já foi dito, não estão incluídos os do tráfego interno, e sim apenas os do tráfego que atravessa os limites de cada uma das zonas. Não se pode, pois, comparar os números diretamente com os obtidos das estatísticas de tráfego existentes sôbre passageiros das estradas de ferro suburbanas e dos ônibus. Na leitura da tabela dever-se-á ainda considerar, quanto ao número dos usuários do metrô, que a viagem de um passageiro que se serviu de ambas as linhas do



Tab. E 7
Resultados das alocações para o Projeto II A (1990)

Referência	Unidade	Metrô	Estradas de ferro	Ônibus	Barcas	Total
Passageiros/dia útil	1 000		6 748			6 748
Distância média de viagem/passageiro	km		14,0			14,0
Tempo médio de viagem/passageiro	min		29			29
Usuários/dia útil	1 000	5 083	2 599	10 763	29	18 474
Passageiros · km/dia útil	1 000	39 252	25 730	29 060	505	94 547
Distância média de viagem	km	7,7	9,9	2,7	17,5	—
Tempo médio de viagem	min	12,7	18,1	6,2	20,0	—
Passageiros diretos/meio de transporte (passageiros/dia)	1 000	772,7	431,7	165,6	0	1 370

Ponto gerador de tráfego
Nó
Distância em km
Velocidade em km/h
Zona
Metrô
Estrada de ferro
Ônibus e barca

N

Fig. E34
Rêde total de tráfego – Projeto II A (1990)

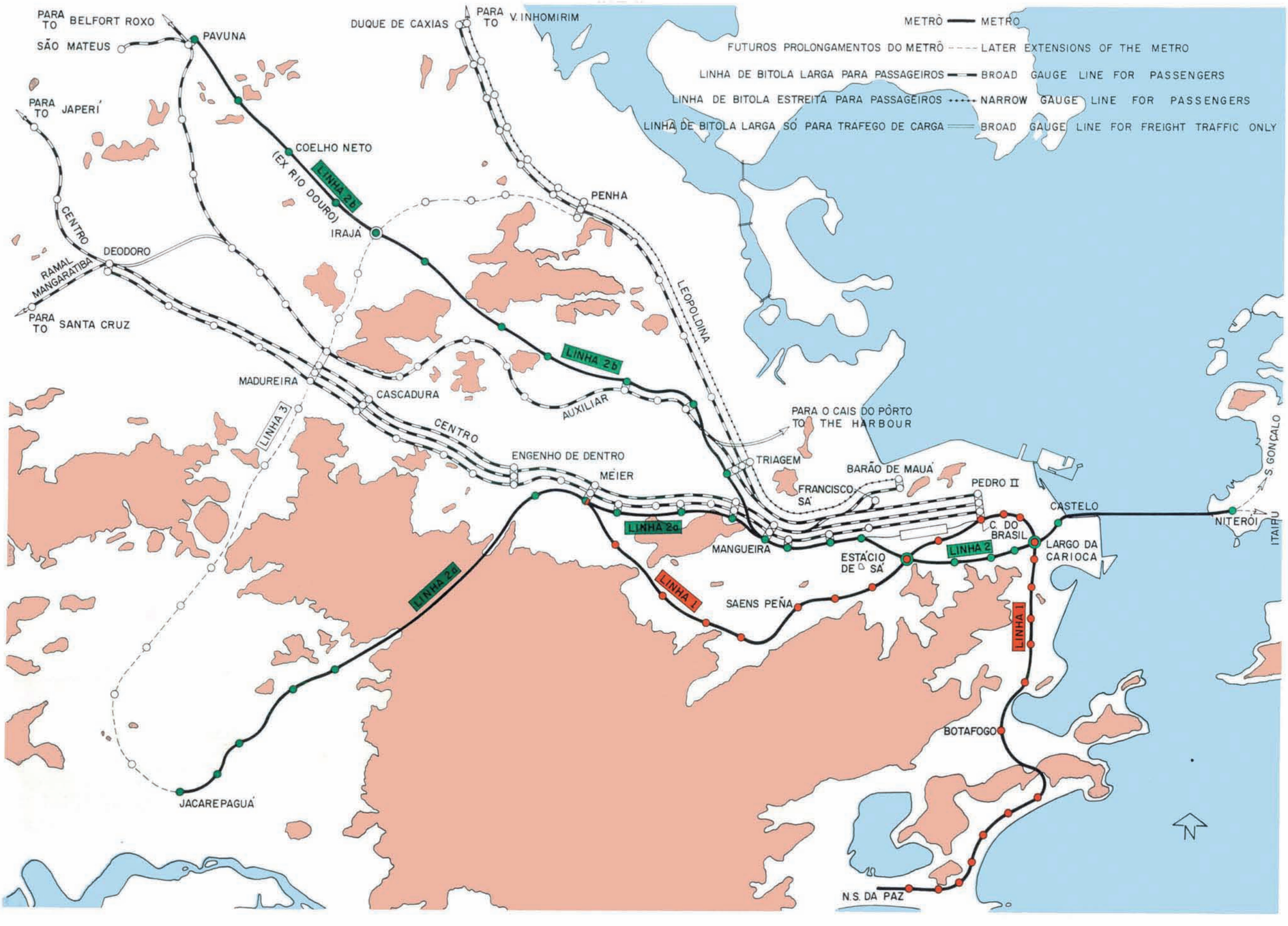


Fig. E35
Metrô e estradas de ferro – Projeto II A (1990)

metrô é computada como equivalente a dois usuários. Quanto ao elevado número de usuários de ônibus, deverão ser observados os esclarecimentos contidos em E1.2.4.

2.2.1 Volume de tráfego na Rêde II A — Projeto II A

A rêde de metrô em que se baseia a alocação para o ano-prazo 1990, chamada Rêde II A, acha-se representada na Fig. E35. É formada pela Linha 1 que vai de Ipanema, via Largo da Carioca, Central do Brasil, Estácio de Sá, até o Méier, bem como pela Linha 2, que vai de Niterói, via Largo da Carioca e Estácio de Sá, até Mangueira, onde se bifurca em dois ramais: para Méier/Jacarepaguá (2a) e para Pavuna (2b).

A alocação à rêde do Projeto II A das 6,7 milhões de viagens diárias em meios de transporte coletivo, calculadas para 1990 na "macro-área", indicou para a Rêde II A os volumes de tráfego constantes das Fig. E36 a E39. Ao todo, no ano-prazo 1990, as Linhas 1 e 2 do Metrô serão utilizadas por 5,1 milhões de passageiros por dia útil, contra 1,6 milhões em 1975, com uma distância média de viagem de 5,3 km na Linha 1 e 9,9 km na Linha 2, ou seja, em média 7,7 km, contra 4,2 km em 1975 (Fig. E40 e E41).

O desempenho de tráfego do metrô em 1990, em comparação com 1975, sofrerá, pois, um aumento de 6,7 milhões de passag·km/dia útil para 5,1 milhões de passageiros·7,7 km = 39,3 milhões de passag·km/dia útil ou, considerando os 311,54 dias úteis por ano mencionados em E1.2, para 39,3 milhões de passag·km·311,54 = 12,2 bilhões de passag·km/ano.

O número de viagens diretas, i. é, de passageiros que numa linha de metrô alcançam seu destino diretamente sem baldeação, passará de 400 000 em 1975 para 772 000 em 1990. Sua participação em relação ao número total de usuários do metrô reduz-se, porém, no mesmo período, de 25% para 15%. Êsse fenômeno, comumente observado em planejamento de tráfego, explica-se pelo fato de que o número de viagens diretas não cresce na mesma proporção que o aumento da rêde. A curva das viagens diretas, aplicada à extensão da rêde, mostra, pois, uma tendência claramente decrescente.

Por meio de um aperfeiçoamento máximo da rêde, que sòmente poderá ser alcançado mediante a repetição bastante frequente das diversas etapas do planejamento, poder-se-á, dentro de certos limites, aumentar a proporção das viagens diretas, o que resultará em um abrandamento do caráter decrescente da curva das viagens diretas acima referida, sem contudo eliminá-lo.

A despeito do aumento da distância média de viagem, da ordem de 80% em 1975, o tempo médio de viagem dos passageiros do metrô em 1990, comparado com o de

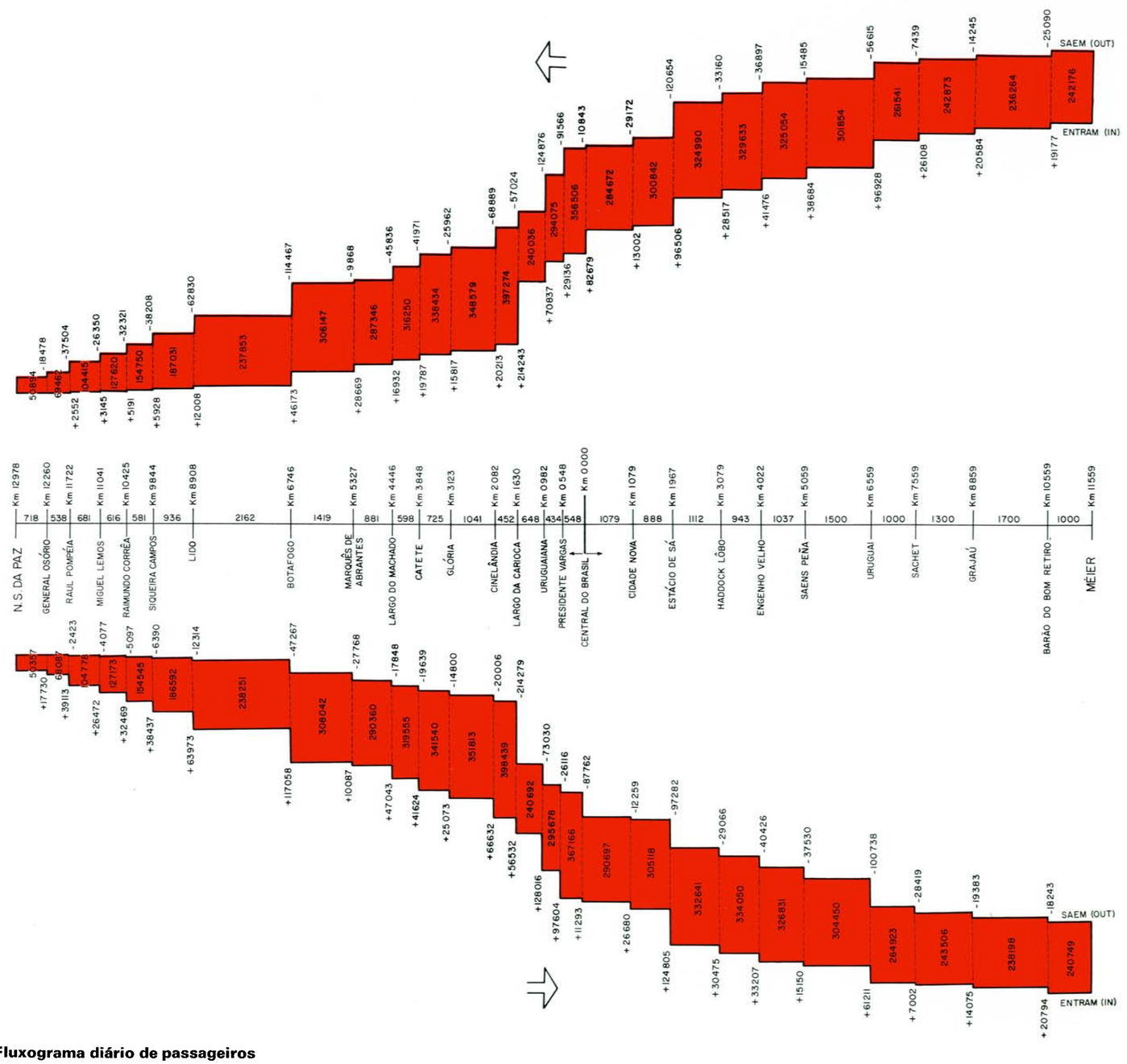


Fig. E36
Linha 1 do metrô – Fluxograma diário de passageiros
Rêde II A (1990)

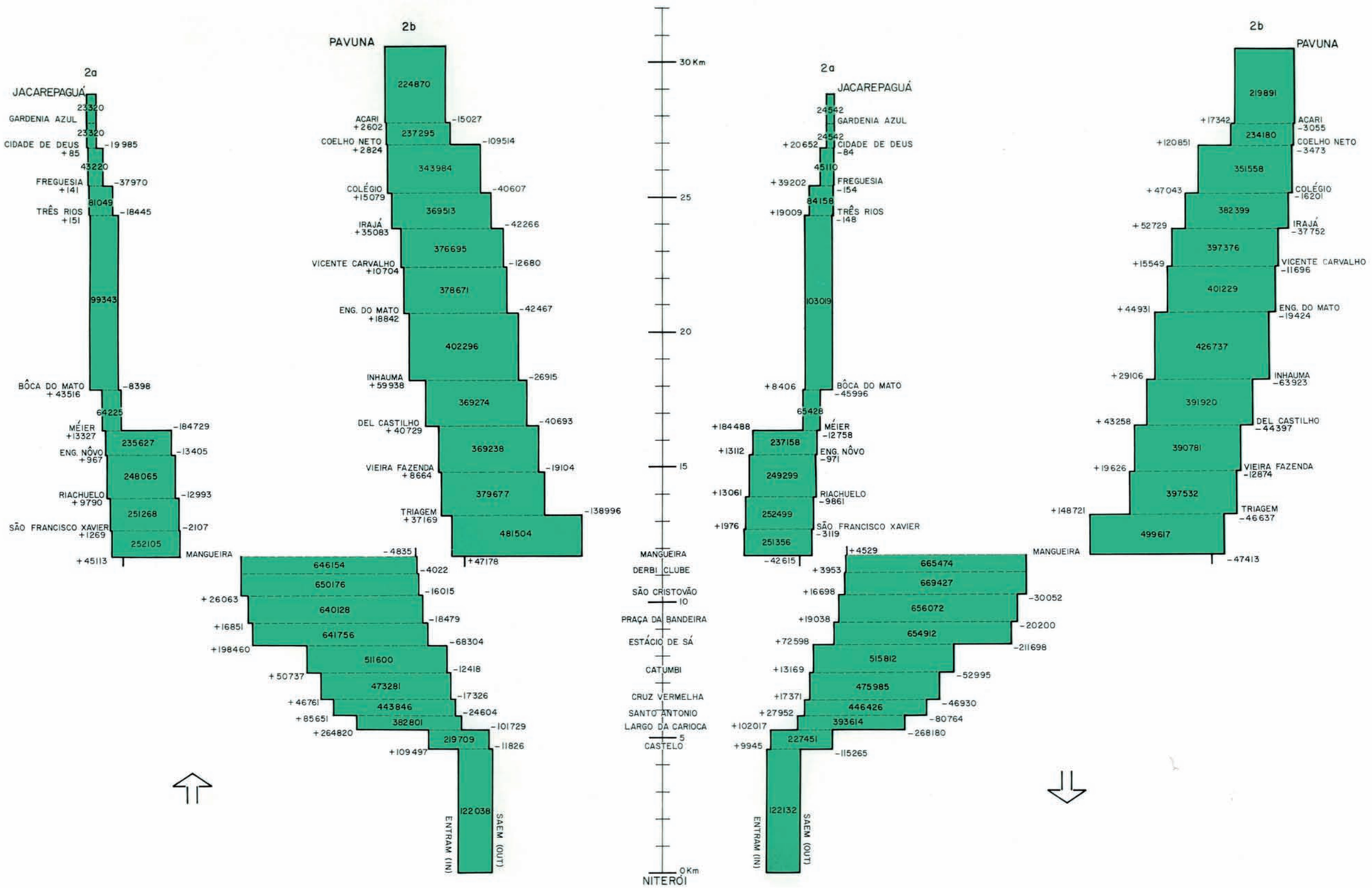


Fig. E37
Linha 2 do metrô – Fluxograma diário de passageiros
Rêde II A (1990)

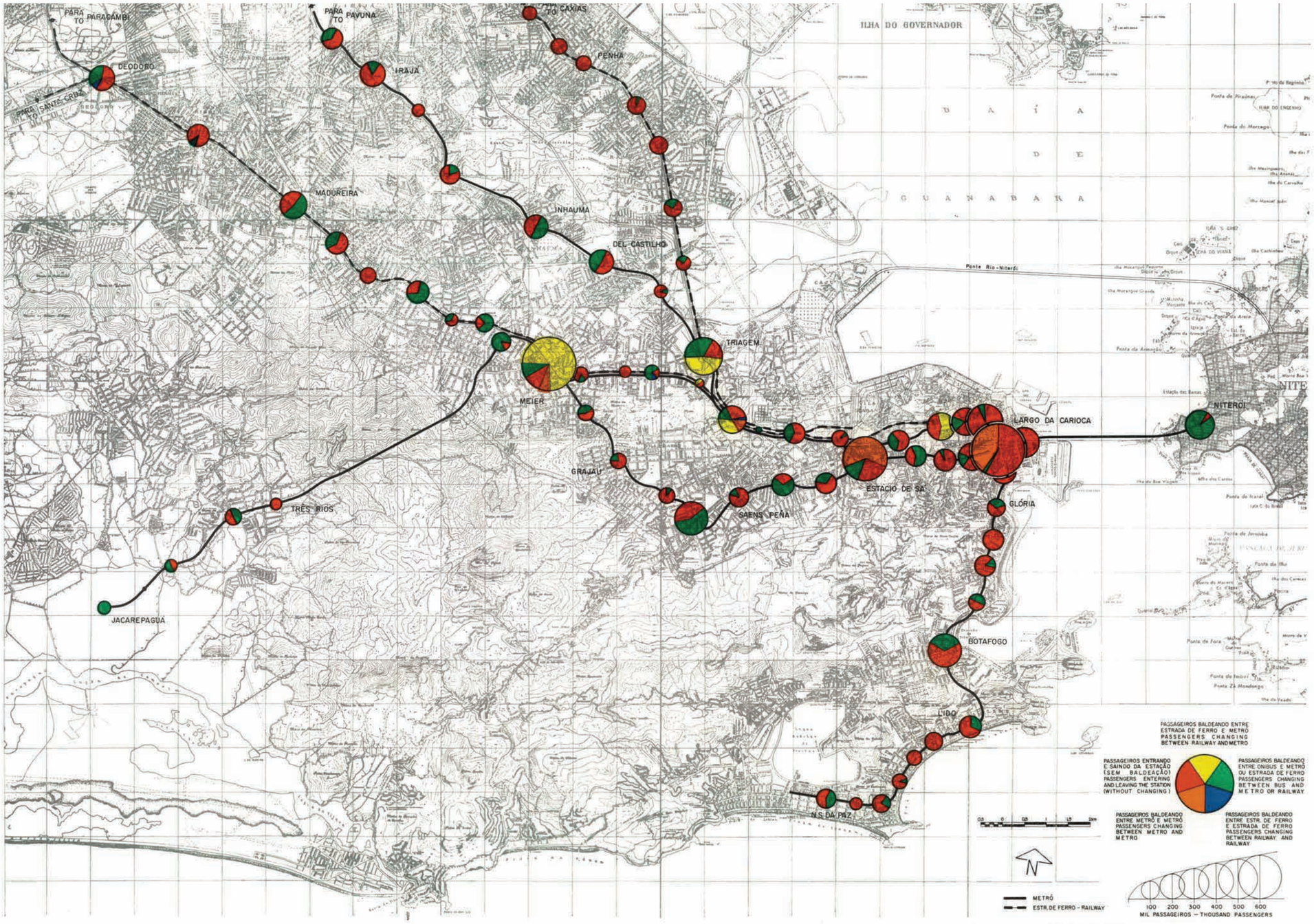


Fig. E 38
Movimento diário de passageiros nas estações Projeto II A (1990)

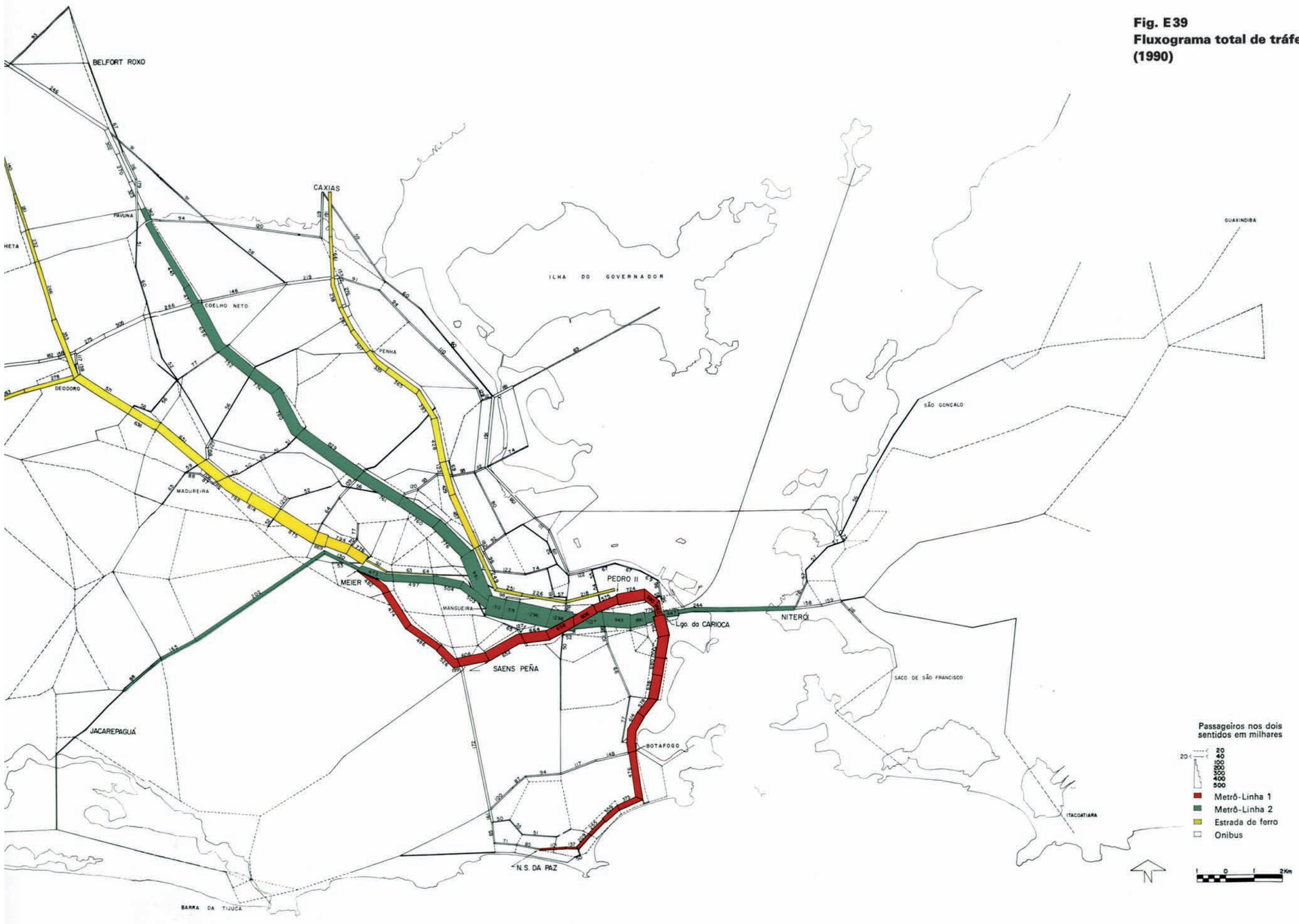
1975, em virtude das maiores distâncias entre paradas na Rêde II A, sofrerá um aumento de sòmente 40%, ou seja, de 9 min para 12,7 min. A velocidade média de viagem dos passageiros do metrô em 1990 será da ordem de 36,4 km/h, i. é, mais de 8 km/h acima da velocidade prevista para a "Linha Prioritária" em 1975. Naturalmente, êsse aumento considerável também influi de maneira positiva na velocidade média de viagem da rêde total de tráfego: em 1990 esta é de quase 29 km/h, o que significa um aumento, em confronto com 1975, de 4 km/h. Em E1.3.2.4 é feita alusão à importância de qualquer aumento da velocidade média de viagem, por menor que seja, em vista do grande número de passageiros. Uma análise dos resultados do processamento de dados para a Rêde II A (Fig. E36, E37 e E39) indica que o volume máximo prognosticado para um trecho de metrô (Central do Brasil — Presidente Vargas) em 1975, com uma média de 414000 passageiros por sentido e por dia, será consideràvelmente ultrapassado em diversos trechos da Rêde II A.

2.2.1.1 Volume de tráfego na Linha 2

O volume máximo de tráfego na Rêde II A se encontra na Linha 2, no trecho São Cristóvão-Maracanã, com uma média de 660000 passageiros por sentido e por dia, o que corresponde, com um índice de 12% para a hora de "rush" (D5.1.1), a um movimento máximo horário de quase 80000 passageiros em cada sentido. Os trechos contíguos, a oeste até Mangueira, e a leste até Estácio de Sá, apresentam volumes apenas ligeiramente inferiores ao volume máximo mencionado. Nas estações Mangueira ou Estácio de Sá, a situação é modificada pela bifurcação da Linha 2 e pela influência da estação em dois níveis Estácio de Sá. O volume aí é reduzido, em cada caso, em mais de 150000 passageiros por sentido e por dia, importando assim em cêrca de 500000 passageiros por sentido e por dia, ou seja 60000 passageiros por sentido na hora de "rush". Os volumes nos demais trechos da Linha 2 continuam diminuindo com maior ou menor intensidade em direção às estações terminais. Verifica-se, todavia, que o ramal 2b, até sua Estação terminal Pavuna, apresenta volumes relativamente elevados, que, entre Triagem e Pavuna, são da ordem de 400000 a 220000 passageiros por sentido e por dia, ou seja 48000 a 26000 passageiros por sentido na hora de "rush". Na direção leste, o volume de tráfego entre as Estações Estácio de Sá e Largo da Carioca permanece ainda relativamente elevado, porém em seguida decresce fortemente, alcançando seu valor mínimo no trecho em túnel submarino entre Castelo e Niterói, com cêrca de 120000 passageiros por sentido e por dia, ou seja 14000 passageiros por sentido na hora de "rush".



Fig. E39
Fluxograma total de tráfego diário – Projeto II A (1990)



O ramal 2a, de Mangueira até Jacarepaguá via Méier apresenta entre Mangueira e Méier um volume relativamente uniforme, com cêrca de 250000 passageiros por sentido e por dia; o volume reduz-se porém ràpidamente até a última estação do ramal para cêrca de 23000 passageiros por sentido e por dia, ou seja 2800 passageiros por sentido na hora de "rush".

2.2.1.2 Volume de tráfego na Linha 1

Os volumes máximos apresentados pela Linha 1 do metrô encontram-se substancialmente abaixo daqueles da Linha 2. Em comparação com o ano-prazo 1975 verifica-se que para a "Linha Prioritária" entre Ipanema e a Tijuca não pode ser previsto aumento uniforme até 1990. Ao contrário, devido ao deslocamento de fluxos de tráfego para a Linha 2, alguns trechos da "Linha Prioritária" ficarão aliviados em confronto com o Projeto I, apesar do aumento do volume total de tráfego, ao passo que outros trechos registrarão aumentos.
A redução do volume de tráfego em relação a 1975 refere-se especialmente ao trecho da "Linha Prioritária" situado entre as Estações Central do Brasil e Largo da Carioca, onde os valôres para 1990 se encontram em parte substancialmente abaixo dos do Projeto I.
No caso do Projeto II A (1990), o maior movimento da Linha 1 situa-se no trecho Cinelândia — Largo da Carioca, com quase 400000 passageiros por sentido e por dia, correspondendo a 48000 passageiros por sentido na hora de "rush". Vêm a seguir os trechos Central do Brasil —Presidente Vargas, com cêrca de 360000 passageiros por sentido e por dia, ou 43000 passageiros por sentido na hora de "rush", e Cinelândia—Glória, com cêrca de 350000 passageiros por sentido e por dia, ou seja, 42000 passageiros por sentido na hora de "rush".
Como era de se esperar, a alocação para o Projeto II A indicou, em relação a 1975, um volume consideràvelmente superior no trecho entre as Estações Central do Brasil e Saenz Peña, o que se explica pela continuação da "Linha Prioritária" até a Estação Méier.

O aumento do volume de tráfego no trecho sul da Linha 1 para Copacabana e Ipanema é relativamente pequeno em comparação com a situação em 1975. Isto se explica pelo aumento relativamente pequeno do contingente populacional em Copacabana no período entre 1975 e 1990, bem como por certos deslocamentos de tráfego devidos à implantação de novas ruas ou ligações por túneis entre Zona Sul e Zona Norte (Fig. E34).

2.2.1.3 Volumes de tráfego nas estações do metrô

Os futuros volumes de tráfego nas estações do metrô para o Projeto II A constam da Fig. E38. Aí estão indicadas as parcelas referentes aos embarques, desembarques e baldeações em relação ao volume diário total de tráfego nas estações. Por embarques se entendem os passageiros cujas viagens têm origem a uma distância próxima das estações e que pode ser coberta a pé. Por desembarques, o mesmo com relação ao destino das viagens.

a) Estação Largo da Carioca

Em comparação com o Projeto I (1975), o valor máximo deslocou-se da Estação Central do Brasil para a Estação Largo da Carioca. Esta última terá em 1990 um volume de tráfego diário de aproximadamente 920000 passageiros com embarques, desembarques e baldeações, predominando os embarques e desembarques, com 60% do volume total.

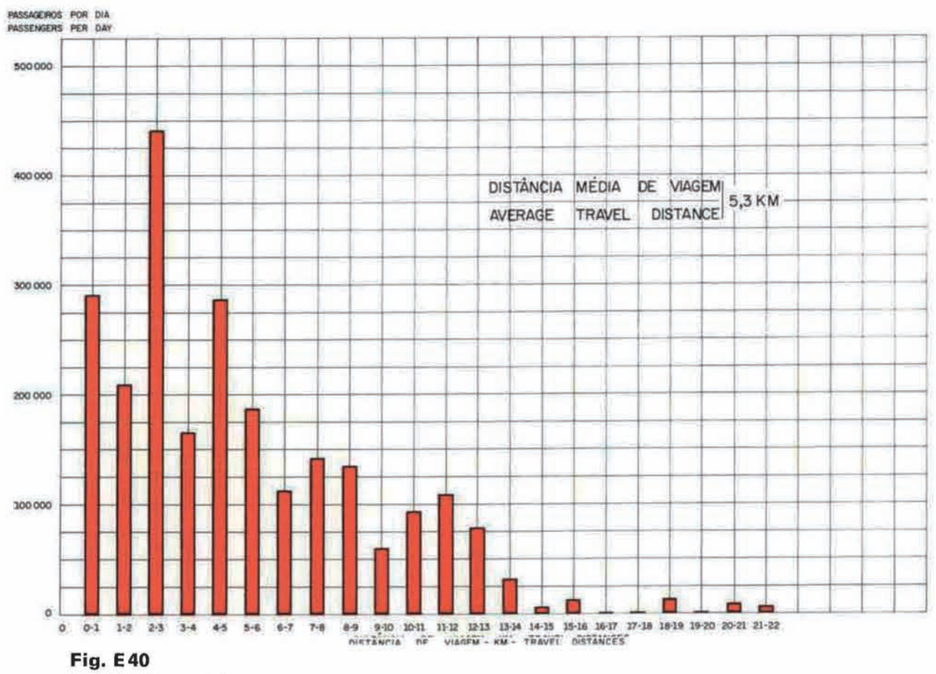


Fig. E40
Linha 1 do metrô
Distribuição das distâncias de viagem – Rêde II A (1990)

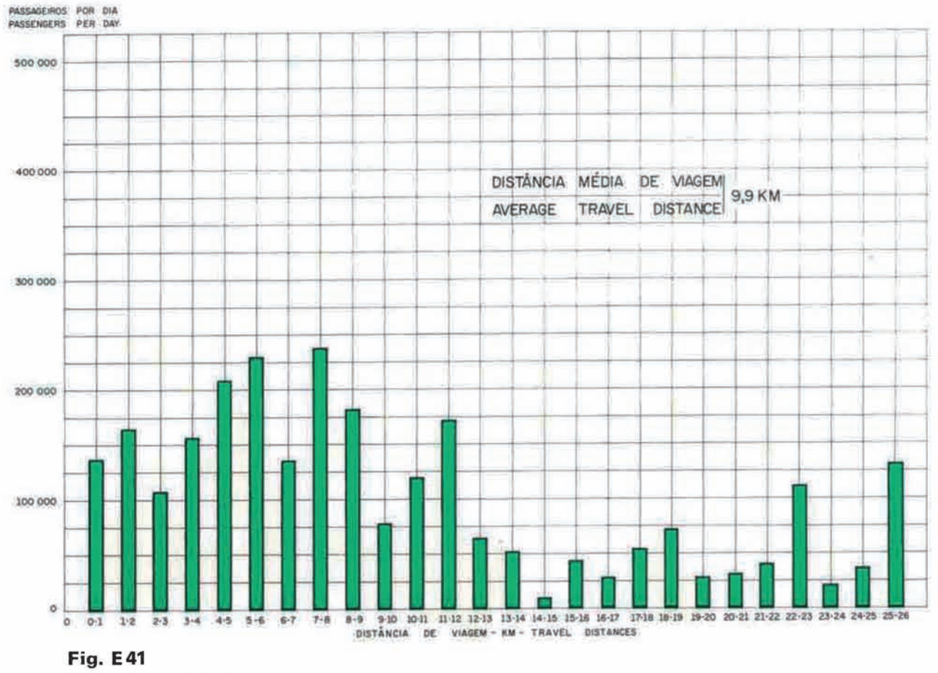


Fig. E41
Linha 2 do metrô
Distribuição das distâncias de viagem – Rêde II A (1990)

A Fig. E42 mostra em detalhe o fluxograma diário, bem como a intensidade dêsses diversos fluxos de tráfego. São notáveis as fortes correntes de baldeação entre as Linha 1 e Linha 2 nas relações Ipanema-Estácio de Sá (100000 passageiros por sentido e por dia), e Niterói-Ipanema (50000 passageiros por sentido e por dia). Cêrca de 70% dos embarques ou desembarques na Estação de dois níveis Largo da Carioca referem-se à Linha 2, o que vem salientar a especial importância dessa linha na Rêde do Metrô. As baldeações entre metrô e ônibus são insignificantes em confronto com as cifras até agora mencionadas. Diàriamente cêrca de 10000 passageiros baldeiam do ônibus para o metrô, e outro tanto do metrô para o ônibus.

b) Estação Méier

Para a estação Méier, que é a segunda estação em volume de tráfego, faz-se necessária uma interpretação especial. Considerando as premissas das alocações já repetidamente mencionadas, a Estação Méier terá em 1990 um volume de tráfego diário de 825600 passageiros. Como se pode verificar pela Fig. E38, êsse valor elevado se explica pelo intenso tráfego de baldeação de 657000 passageiros por dia entre estrada de ferro e metrô. Note-se que essa situação desfavorável, em razão da necessidade de maior capacidade do metrô, poderá ser corrigida fundamentalmente mediante medidas adequadas a serem tomadas por parte da estrada de ferro. O fluxo de baldeação entre a estrada de ferro e o metrô, acima mencionado, origina-se na vantagem de tempo que as duas linhas de metrô oferecem, no Méier, para os passageiros da Linha do Centro. Se no futuro houver um aumento das velocidades médias de viagem, bem como da frequência dos trens da estrada de ferro, será admissível e provável um deslocamento dos fluxos de baldeação para outro ponto de contato entre a estrada de ferro e o metrô. No entanto as alocações indicaram claramente que — ao contrário da situação existente — uma vez concluída uma rêde de metrô enlaçando o Centro da cidade, de qualquer modo, para o tráfego profissional a importância da Estação D. Pedro II, cuja localização é excêntrica em relação ao Centro, tenderá a diminuir. O grande volume de tráfego na Linha 2 demonstrou ainda que muitos passageiros utilizarão esta linha para atingir seus destinos. Pelo fato de a Estação D. Pedro II não ter contato com a Linha 2, os passageiros da estrada de ferro com destinos situados na área de influência da Linha 2 baldearão para o metrô em um ponto de contato anterior, não prosseguindo até D. Pedro II. Os pontos de contato viáveis para essa finalidade são, além da Estação Méier, as estações Mangueira e São Cristóvão. Isso significa que mesmo com uma modificação fundamental das condições atuais da estrada de ferro, o problema de baldeação entre esta e o metrô persistirá, podendo entretanto, mediante providências adequadas, deslocar-se, dentro do trecho Méier-D. Pedro II, da Estação Méier para as outras estações citadas.

c) Estação Estácio de Sá

A Estação Estácio de Sá, que ocupa o terceiro lugar quanto aos volumes de tráfego nas estações, é de importância particular para o tráfego de baldeação. Considerando as premissas do Projeto II A, em 1990 haverá nessa estação diàriamente 608000 embarques, desembarques ou baldeações. À semelhança da Estação Méier, predominarão aqui, com mais de 60%, as baldeações que se realizarão em sua maioria entre as linhas do metrô que aí se cruzam. A Fig. E43 indica o fluxograma diário, bem como a intensidade dos diversos fluxos. É notável a parcela relativamente elevada do tráfego triangular na relação Tijuca-Estácio de Sá-Mangueira, com cêrca de 60000 passageiros por dia, bem como o intenso tráfego de baldeação na relação Mangueira-Estácio de Sá-D. Pedro II, com

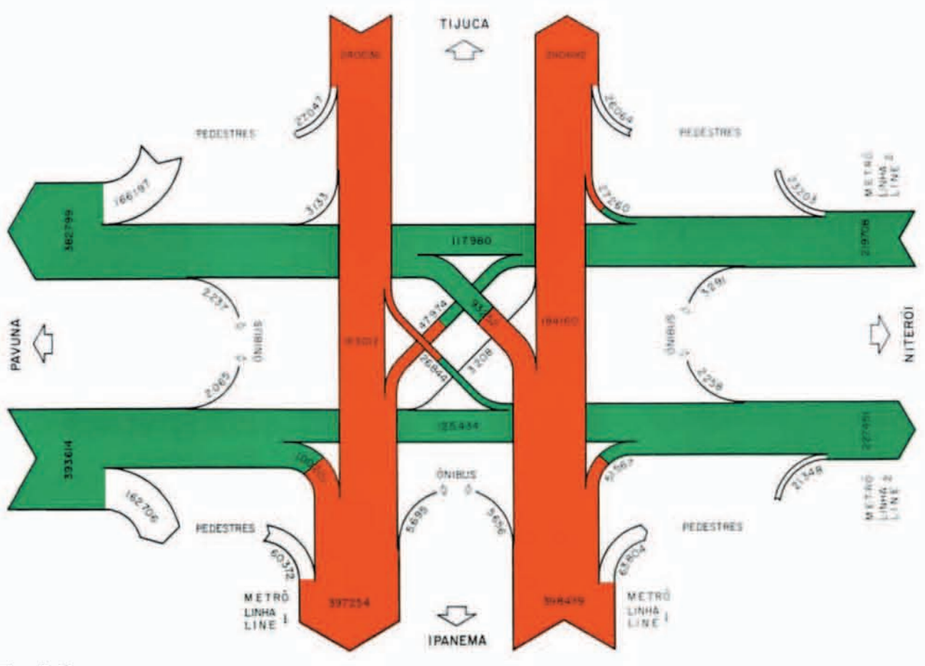


Fig. E42
Estação Largo da Carioca – Fluxograma diário de passageiros
Rêde II A (1990)

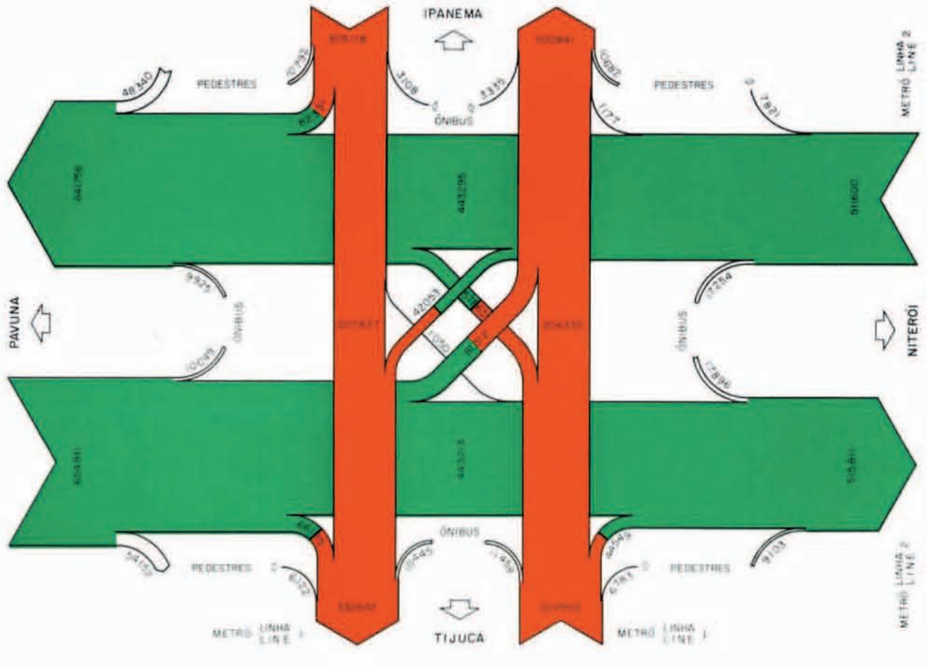


Fig. E43
Estação Estácio de Sá – Fluxograma diário de passageiros
Rêde II A (1990)

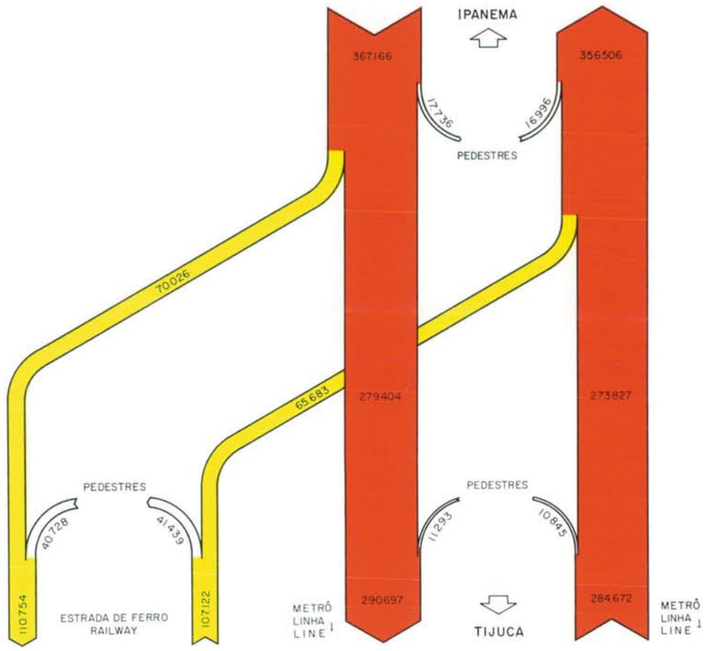


Fig. E44
Estação Central do Brasil
Fluxograma diário
de passageiros
Rêde II A (1990)

aproximadamente 80 000 passageiros por dia. No que se refere ao total de baldeações, a Estação Estácio de Sá fica, pois, em segundo lugar, depois da Estação Méier.

d) Estações Central do Brasil, Botafogo, Pavuna e Coelho Neto

As Fig. E44 a E47 apresentam detalhes sôbre os fluxogramas diários e a intensidade dos fluxos de tráfego nas Estações Central do Brasil, Botafogo, Pavuna e Coelho Neto.
Na Estação Central do Brasil verifica-se que, embora o fluxo de baldeações entre estrada de ferro e metrô continue predominante como antes, o volume de tráfego nessa estação, como já ficou dito anteriormente, diminui sensivelmente em comparação com 1975.

Nas Estações Pavuna e Coelho Neto merecem destaque os grandes fluxos de baldeação entre metrô e ônibus ou entre metrô e estrada de ferro.
No caso da Pavuna, em 1990 haverá baldeações de cêrca de 150 000 passageiros por dia do metrô para o ônibus, e outros 64 000 para a estrada de ferro. Êsse tráfego de baldeação, extraordinàriamente elevado, de 214 000 passageiros por sentido e por dia, deveria motivar, em época oportuna, a execução de pesquisas sôbre uma eventual extensão dessa linha do metrô.
O tráfego de baldeação na Estação Coelho Neto, também bastante intenso (interseção da Linha 2 com a Avenida Brasil), de 90 000 passageiros por sentido e por dia, exige a implantação de uma estação de ônibus de grandes dimensões.

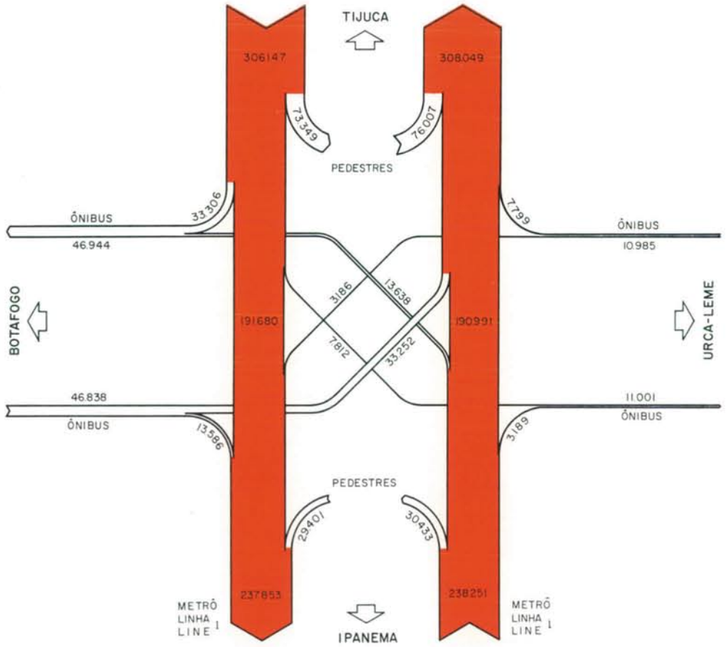


Fig. E45
Estação Botafogo
Fluxograma diário
de passageiros
Rêde II A (1990)

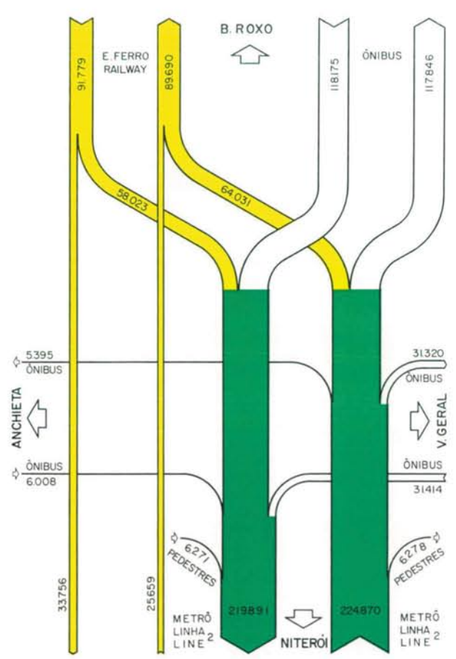


Fig. E46
Estação Pavuna
Fluxograma diário de passageiros
Rêde II A (1990)

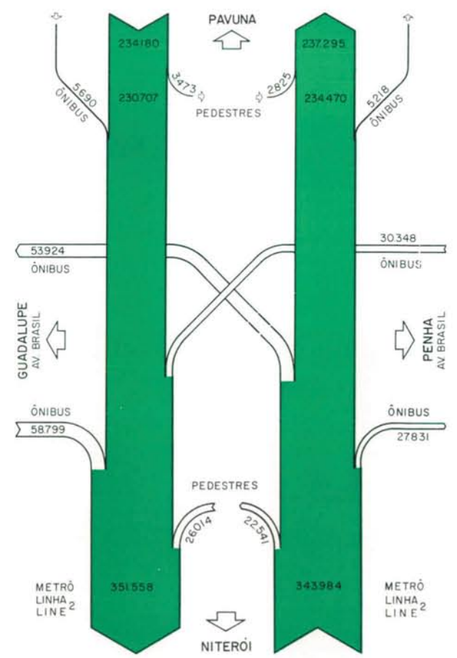


Fig. E47
Estação Coelho Neto
Fluxograma diário de passageiros
Rêde II A (1990)

2.2.2 Volumes de tráfego nas estradas de ferro suburbanas — Projeto II A

O aumento considerável do volume de tráfego nas estradas de ferro, já prognosticado para o Projeto I, prosseguirá até 1990. De acôrdo com as premissas já mencionadas, as alocações para o Projeto II A indicaram que as estradas de ferro na "macro-área" serão utilizadas diàriamente por 2,6 milhões de passageiros, volume que, comparado com a situação atual, é mais de cinco vêzes superior. Considerando, entretanto, os desempenhos de tráfego necessários, verifica-se que êstes, de 13,8 milhões de passag. km por dia em 1968, passarão para apenas 25,7 milhões de passag. km por dia em 1990, i. é, menos do dôbro, o que se explica pela considerável redução das distâncias médias de viagem (Fig. E48 e E49). Êsse confronto torna nìtidamente reconhecível a influência de um convênio tarifário que serviu de base para a alocação e que resultará em uma participação da estrada de ferro na rêde total de tráfego, e na liberação da rêde de ônibus de tarefas que não lhe competem.

2.2.2.1 Volumes de tráfego nos trechos

Os resultados da alocação de tráfego à rêde ferroviária são representados gràficamente nas Fig. E39, E50 e E51. Em confronto com o Projeto I, os volumes são inferiores em 1990, devido à influência do metrô. O valor máximo situa-se no trecho Encantado-Piedade, com 437 000 passageiros por sentido e por dia, ou seja, 52 500 passageiros por sentido na hora de "rush". Os trechos contíguos de ambos os lados, até Deodoro e Méier apresentam todavia valôres igualmente elevados, que só mostram declínio sensível além das estações mencionadas. No trecho de volume máximo em 1975, entre Mangueira e São Cristóvão, haverá em 1990 um volume de apenas 125 000 passageiros por sentido e por dia, o qual, até à Estação D. Pedro II cairá para 109 000 passageiros por sentido e por dia.
Assim a preponderância dêsse trecho ferroviário será consideràvelmente atenuada no Projeto II A, aliviando sensìvelmente a Estação terminal D. Pedro II.
O volume de tráfego da Leopoldina continuará crescendo até 1990, ao passo que a Auxiliar verá sua importância reduzida para o tráfego de passageiros, devido à concorrência do metrô em Pavuna.

2.2.2.2 Volumes de tráfego nas estações

Os volumes de tráfego nas estações ferroviárias também se modificam consideràvelmente em relação a 1975.

Conforme já mencionado, a Estação D. Pedro II perderá importância no Projeto II A. O primeiro lugar passa agora a ser ocupado pela Estação do Méier, cujo alto volume de 720 000 passageiros por dia explica-se pelo tráfego de baldeação entre metrô e estrada de ferro. De acôrdo com as considerações anteriormente feitas, desde que a administração da estrada de ferro tome as medidas adequadas, em conjunto com a Companhia do Metropolitano, é possível que êsse fluxo de baldeações venha a ser deslocado para outra estação da EFCB. Seguem-se-lhe, com grande diferença, as Estações de Madureira com 234 000 passageiros por dia, Triagem com 233 000 e D. Pedro II com 221 000.
Os volumes de tráfego em cada estação acham-se resumidos nas Fig. E50 e E51.

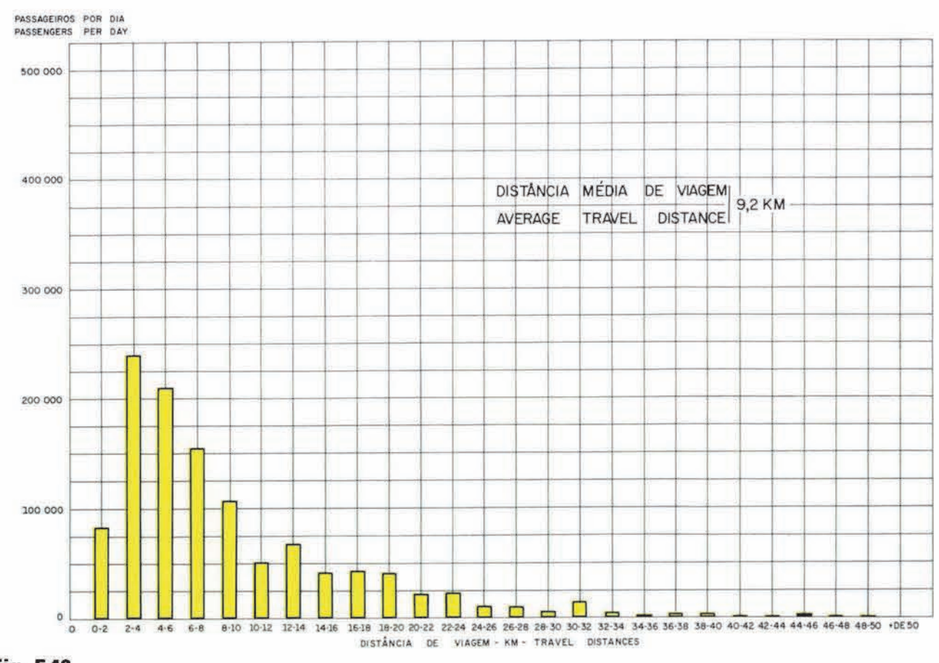


Fig. E48
D. Pedro II–Santa Cruz
Distribuição das distâncias de viagem – Projeto II A (1990)

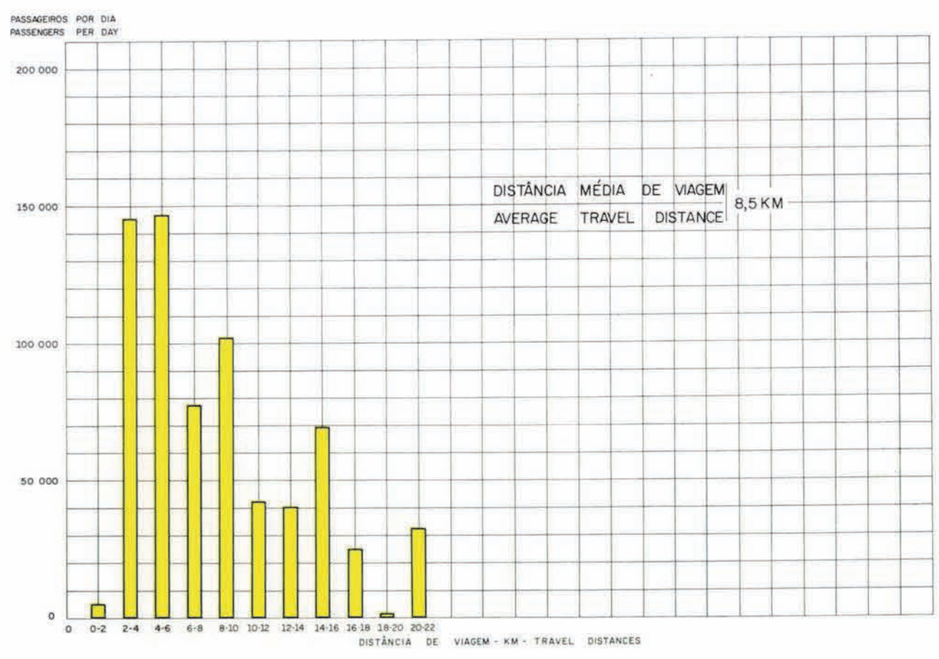


Fig. E49
D. Pedro II–Caxias
Distribuição das distâncias de viagem – Projeto II A (1990)

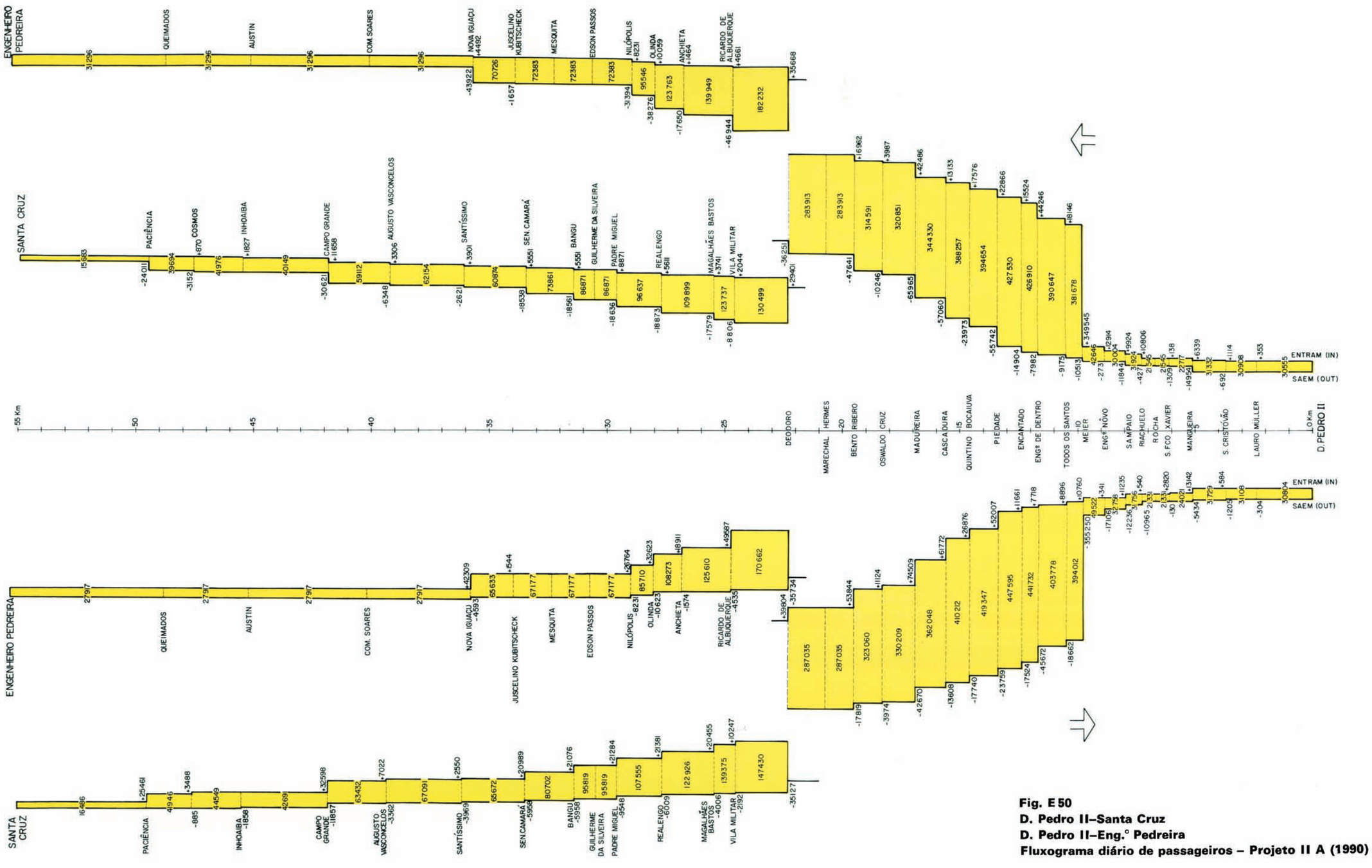


Fig. E 50
D. Pedro II–Santa Cruz
D. Pedro II–Eng.° Pedreira
Fluxograma diário de passageiros – Projeto II A (1990)

2.2.3 Volumes de tráfego na rêde de ônibus — Projeto II A

Os volumes de tráfego na rêde de ônibus apresentados na Fig. E39 encontram-se (como também para o Projeto I) consideràvelmente abaixo dos valôres dos meios de transporte sôbre trilhos. A alocação confirma que a atribuição das funções para os diversos meios de transporte coletivo a que se propõe o Estudo pode ser conseguida com raras exceções. Valôres individuais poderão ainda no futuro sofrer alterações após o estabelecimento definitivo das linhas.
Entre as exceções acham-se alguns trechos da Avenida Brasil que continuarão com elevado volume de tráfego, embora em longos trechos dessa rodovia de tráfego rápido se verifique uma redução pronunciada do fluxo de ônibus em razão da linha de metrô projetada até Pavuna. Os fluxos de ônibus mais intensos encontram-se, agora, na ligação tangencial Deodoro-Coelho Neto-Penha, onde se registram volumes máximos de 150 000 passageiros por sentido e por dia. Êsse tráfego tangencial, de intensidade surpreendente, deveria ser analisado mais detidamente em um estudo de tráfego futuro e eventualmente absorvido por uma terceira linha de metrô, de acôrdo com a indicação tracejada da Linha 3, na Fig. E30.
Os volumes máximos de tráfego na rêde de ônibus situam-se na região ao norte da Pavuna. Trata-se do problema do alto número de baldeações entre metrô e ônibus, já mencionado em relação ao volume de tráfego na Estação Pavuna. Em 1990 o volume máximo de tráfego deveria ser, em alguns trechos, de 160 000 a 180 000 passageiros por sentido e por dia. Antes da implantação dessa linha de metrô o tráfego dessa região deveria ser analisado novamente, efetuando-se um confronto do desenvolvimento real da estrutura dessa região com as prognoses que servem de base para o presente Estudo.

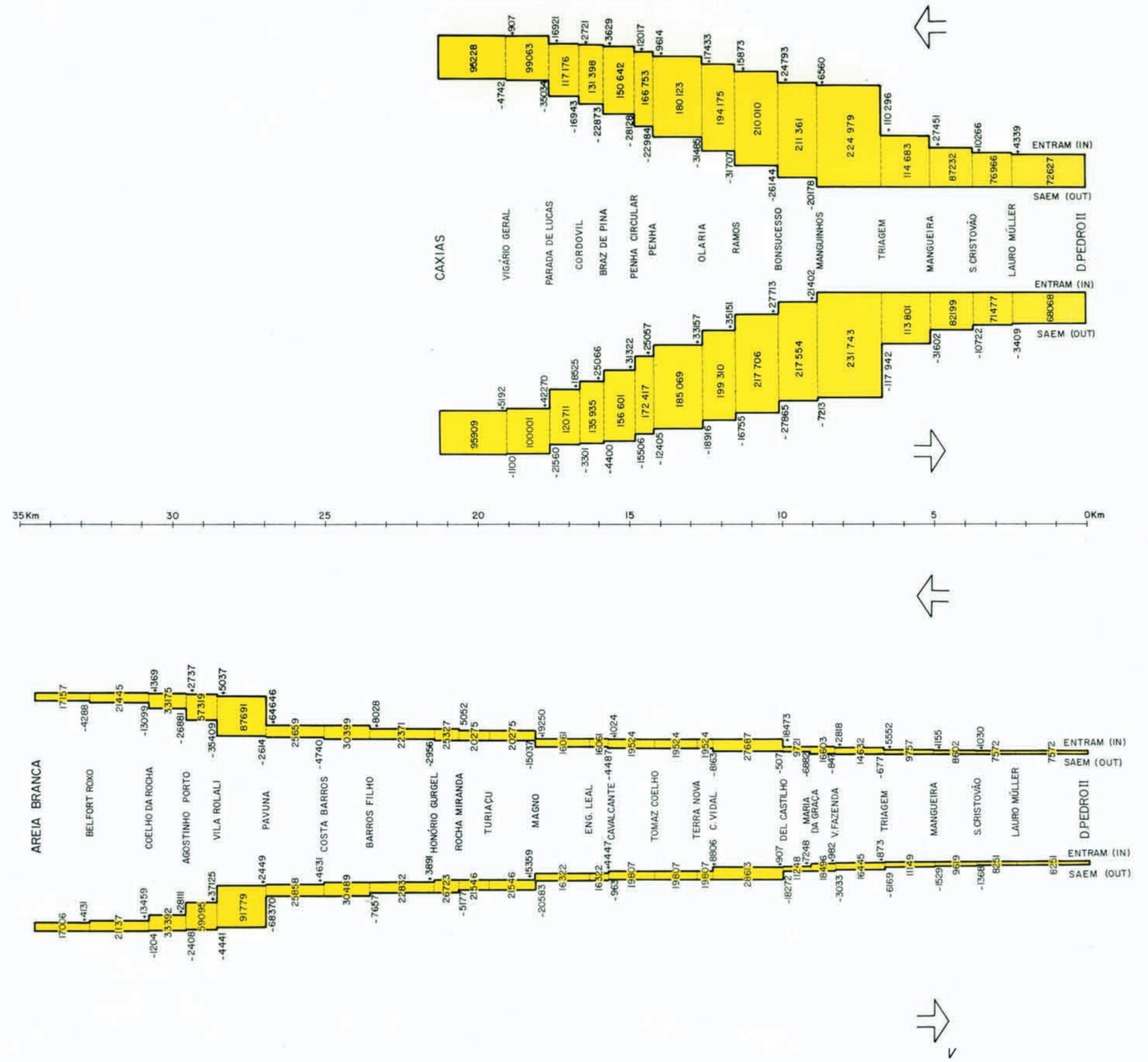


Fig. E 51
D. Pedro II–Areia Branca
D. Pedro II–Caxias
Fluxograma diário de passageiros – Projeto II A (1990)

2.2.4 Modificação da Rêde II A — Projeto II B

O confronto entre o volume de tráfego e a capacidade do metrô, sòmente possível, de acôrdo com o desenvolvimento iterativo do estudo de tráfego, após o resultado das alocações, indicou que no caso da Rêde II A a capacidade de desempenho prática de 64 000 passageiros por sentido e por hora, ou 533 000 passageiros por sentido e por dia, determinada em D 5.3.2, será em vários pontos ultrapassada. Conforme ficou esclarecido em E 2.2.1, o volume máximo do tráfego se concentra no trecho entre São Cristóvão e Maracanã, com 660 000 passageiros por sentido e por dia. Isto significa que o futuro volume de tráfego nesse trecho do metrô chega a quase 130 000 passageiros acima do limite da capacidade de desempenho prática. Todos os demais volumes críticos encontrados nessa região são da mesma ordem de grandeza e ultrapassam a capacidade de desempenho do metrô em cêrca de 100 000 passageiros por sentido e por dia. Acresce que a oeste de Mangueira a linha se bifurca em dois ramais, para Jacarepaguá (2a) e para Pavuna (2b). Isso implica numa redução da capacidade de cada ramal, correspondente à repartição das composições que deverá ser feita. O volume de tráfego calculado excederá, assim, o limite da capacidade de desempenho prática do metrô em ambos os ramais.
Êsse resultado da alocação para o Projeto II A tornou necessária uma modificação da rêde do metrô de acôrdo com as linhas do diagrama da sequência dos trabalhos. A nova rêde do metrô (Rêde II B) é indicada na planta geral (Fig. E30). Esta rêde, cuja implantação é recomendada pelo Grupo de Estudos, distingue-se da Rêde II A pela ausência do trecho Méier-Mangueira, bem como pela alteração daí decorrente do traçado das Linha 1 e Linha 2.
A Linha 1 mantém como antes o traçado de Ipanema até a Estação Méier, seguindo depois pelo traçado do ramal 2a da Rêde II A, até Jacarepaguá.
A Linha 2 continua a percorrer, como na Rêde II A, o traçado de Niterói a Mangueira, seguindo porém, depois, sem bifurcação, ao longo do traçado do ramal 2b da Rêde II A, até Pavuna.
As rêdes de estradas de ferro suburbanas e de ônibus continuam inalteradas.

2.2.4.1 Volumes de tráfego na Rêde II B — Projeto II B

Pela eliminação do trecho do metrô Mangueira-Méier o fluxo atual de passageiros naquele trecho transferir-se-á para a estrada de ferro, de percurso paralelo, ou para a Linha 1. Assim, o alto volume de tráfego do trecho Mangueira-Estácio de Sá será, de qualquer maneira, reduzido. A estrutura modificada da rêde eliminará ainda o problema de capacidade no trecho Mangueira-Pavuna, porquanto aí o metrô apresentará sua capacidade de desempenho prática integral, devido à eliminação da repartição das composições. Todos os volumes aí verificados são inferiores a essa capacidade de desempenho prática integral.
Os valôres quantitativos para os fluxos de tráfego deslocados pela modificação da rêde só poderão ser estabelecidos com exatidão por meio de nova alocação. Considerando sobretudo os problemas de tempo para as alocações (D 1.2.1), foi dispensado o auxílio do computador e fêz-se, apenas, uma estimativa dos volumes de tráfego para o Projeto II B.
O resultado da correção para o trecho da rêde, antes crítico, entre Méier e Estácio de Sá, é representado na Fig. E52. Em consequência de deslocamentos de tráfego, os volumes estimados para êste trecho do metrô situam-se agora sempre abaixo do limite da capacidade de desempenho prática de 533 000 passageiros por sentido e por dia.
Pode-se estimar que os efeitos da modificação da rêde exercerão sua influência até a Estação Largo da Carioca. Por êsse motivo os volumes nos trechos e nas estações entre Méier e Largo da Carioca, indicados para o Projeto II A, só condicionalmente poderão ser transpostos para o Projeto II B. Isto vale especialmente para a Estação Central do Brasil, cujo volume aumentará consideràvelmente devido ao aumento do tráfego ferroviário. Para o dimensionamento desta estação, todavia, deverão, de qualquer modo, ser adotados os volumes de tráfego do Projeto I, consideràvelmente superiores aos volumes dos Projetos II A e II B. É de se supor que para as outras estações as modificações em relação ao Projeto II A sejam diminutas e serão cobertas pelas margens de segurança e pelos dimensionamentos mínimos usuais.
Os dados numéricos referentes aos volumes de tráfego nos trechos e nas estações de metrô do Projeto II B limitam-se, por êste motivo, à Fig. E52; os demais dados deverão ser obtidos das tabelas e figuras do Projeto II A.

2.2.4.2 Volumes de tráfego nas estradas de ferro suburbanas — Projeto II B

A única repercussão da modificação da rêde do metrô sôbre as estradas de ferro suburbanas consiste num considerável aumento de tráfego no trecho Méier — D. Pedro II (para 202 000 passageiros por sentido e por dia) em relação ao Projeto II A. Entretanto êsse trecho tem capacidade suficiente para absorver êsse volume sem maiores dificuldades.

2.2.4.3 Volumes de tráfego na rêde de ônibus — Projeto II B

O volume de tráfego na rêde de ônibus permanece inalterado, i. é, igual ao do Projeto II A.

2.3 **Efeitos da Rêde do Metrô (1990)**

2.3.1 Efeitos urbanísticos

2.3.1.1 Considerações básicas

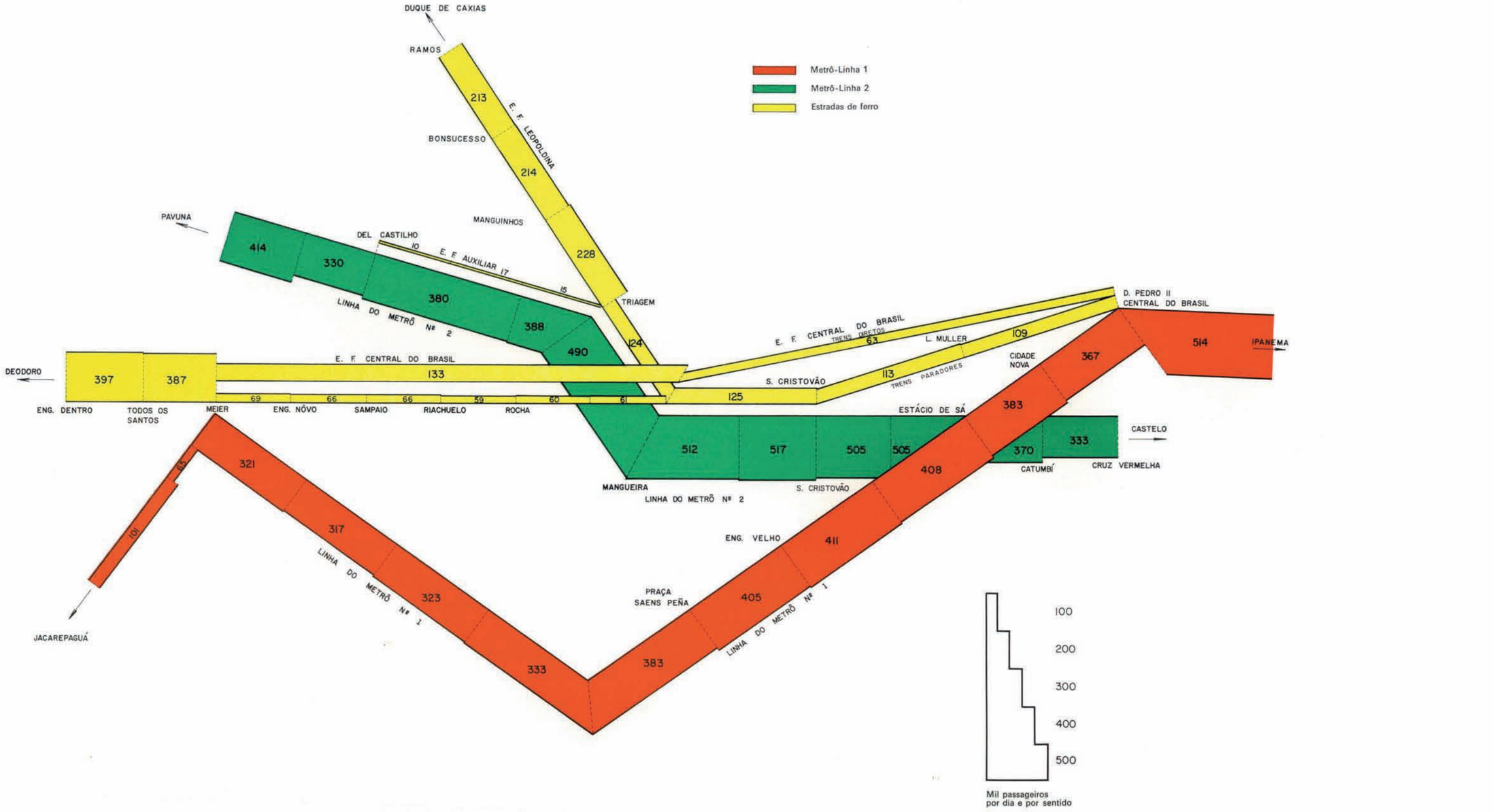
A análise dos efeitos da implantação da Rêde do Metrô sôbre a estrutura urbanística da Cidade do Rio de Janeiro em 1990 requer algumas considerações iniciais:

a) A Rêde do Metrô proposta não foi estudada tão detalhadamente quanto a "Linha Prioritária". Por isso a análise baseia-se em premissas mais rudimentares que a realizada em E 1.3.1. Tratando-se de uma proposta de programa de construção a longo prazo (22 anos), a Rêde do Metrô comporta evidentemente certa flexibilidade. É natural, portanto, que a análise dos efeitos que se farão sentir quando de sua conclusão estude mais a polarização, a estrutura das densidades e o tráfego, do que os efeitos que o aspecto construtivo, particularmente das novas estações, poderá ter sôbre a micro-paisagem urbana.

b) Quanto à relação metrô-estrutura urbana cumpre recordar o papel decisivo que os diversos meios de transporte coletivo tiveram no processo de expansão e uso do solo na Área de Estudo, aspecto êsse amplamente analisado em B 2.1.6. Aqui bastará salientar o fato de que a Zona Sul e a Zona Norte da cidade, bem como os subúrbios, foram-se desenvolvendo em consequência da implantação do bonde ou das estradas de ferro. É portanto natural que na medida em que na Zona Norte e na Zona Sul vier a substituir o ônibus e, no subúrbio, a complementar a estrada de ferro, o metrô venha também exercer grande influência sôbre a futura estrutura urbanística da região.

c) O terceiro aspecto a considerar, preliminarmente refere-se ao crescimento espontâneo da cidade, independentemente do problema de transportes. A prognose formulada em D 2 evidenciou um vínculo íntimo entre o aumento de densidade relativa e as áreas urbanizáveis disponíveis. Êsse fenômeno merece a devida consideração, porquanto uma operação econômica do metrô depende da existência de um número mínimo de passageiros, i. é, de determinada concentração de pessoas numa determinada área. Ora, sabendo-se que grande parte da "macro-área" ainda é fracamente povoada ou mesmo desabitada, pode-se concluir que os

Fig. E 52
Fluxograma de passageiros – Estradas de ferro e metrô
Projeto II B (1990) – Detalhe



efeitos urbanísticos imediatos e significativos limitar-se-ão apenas às áreas cuja densidade demográfica apresentar as condições mínimas para a implantação de uma linha de metrô.

d) Finalmente deve-se levar em consideração também o aspecto da integração da Rêde do Metrô com a rêde de estradas de ferro existentes, observadas as características peculiares a cada um dos dois sistemas, quanto à sua eficiência, a saber: custo, velocidade e confôrto. No presente Estudo partiu-se do princípio de que as estradas de ferro suburbanas ampliarão e aperfeiçoarão seus serviços de tal modo que poderão atender às funções de tráfego a elas atribuídas. É de se esperar, entretanto, que o metrô, supermoderno, prestará melhor serviço a algumas áreas presentemente atendidas pela estrada de ferro, com os correspondentes sintomas de repolarização.

2.3.1.2 Avaliação dos trechos mediante indicadores urbanísticos

O exame da Rêde do Metrô (1990) sob o ponto de vista dos cinco indicadores urbanísticos: sistema de polarização, tráfego e rêde de vias públicas, uso do solo, densidade demográfica e micro-paisagem urbana, indica aquêles que deverão, de imediato, sofrer maiores alterações. Na Tab. E8 será feita a análise, mediante aplicação de um sistema de avaliação, de cada trecho da Rêde correspondente a uma Etapa de construção e da influência que eventualmente possa vir a ter sôbre a estrutura urbanística. Admitindo-se que:

0 represente uma alteração nula ou insignificante,
1 uma pequena alteração,
2 uma alteração regular e
3 uma grande alteração,

ver-se-á que o indicador de maior índice é o tráfego; muito próximo ao sistema de polarização acham-se o uso do solo e a micro-paisagem urbana. A densidade demográfica parece ser o indicador menos afetado, denotando uma relação mais distante com o problema.
Serão enumeradas a seguir algumas das considerações que conduziram à avaliação urbanística dos trechos, reproduzida na Tab. E8:

a) Etapa de construção I: "Linha Prioritária"

Os efeitos urbanísticos decorrentes da implantação da "Linha Prioritária" já foram tratados em E1.3.1.

b) Etapa de construção II: Castelo — Praça da Bandeira — Triagem

O trecho Castelo-Praça da Bandeira por si só, normalmente não deveria causar as alterações indicadas na avaliação da Tab. E8.
Essas alterações estão estreitamente ligadas à Cidade Nova em planejamento, e que é tangenciada por êsse trecho, do mesmo modo que pela "Linha Prioritária". Certamente o metrô virá influenciar a urbanização dessa área. Considerando ainda que aí será localizado o futuro Centro Administrativo do Estado, pode-se afirmar que essa área — a médio prazo —, sob todos os aspectos, sofrerá uma modificação urbanística particularmente acentuada. Ao contrário, o trecho Praça da Bandeira-Triagem, situado ao lado das linhas de estradas de ferro Centro, Auxiliar e Leopoldina, apresentará alterações apenas quanto ao tráfego. Provàvelmente o sistema de polarização (estações) permanecerá inalterado e assim não acarretará modificações essenciais no uso do solo, na densidade demográfica e na micro-paisagem urbana.

c) Etapa de construção III: Praça Saenz Peña — Méier — Bôca do Mato

Essa Etapa certamente virá a integrar a área da Tijuca com os subúrbios da Linha do Centro, criando nôvo equilíbrio entre os pólos dessas áreas. Assim, por fôrça da implantação do metrô, os indicadores tráfego e sistema de polarização apresentarão as alterações relativamente mais intensas. Os demais indicadores não sofrerão, possìvelmente, grandes alterações, excetuando-se talvez a densidade demográfica, em vista do efeito polarizador que a Tijuca e as áreas urbanas adjacentes poderiam exercer sôbre os subúrbios. Isso dependerá da abertura ou não do projetado Túnel Praça Santos Dumont-Rua Uruguai. Se essa obra fôr executada antes de 1990, como consta, neutralizará a atração que o Bairro da Tijuca exerce sôbre os subúrbios, pois certamente o litoral, ao sul, atrairá a população dos subúrbios, de modo que a densidade demográfica da área da Tijuca será como foi prevista em D2 e D3.1.

d) Etapa de construção IV: Bôca do Mato — Jacarepaguá

A Etapa IV causará alterações importantes na estrutura urbanística do Rio de Janeiro. A implantação de uma linha de metrô até a Baixada de Jacarepaguá possibilitará a expansão da cidade para uma nova região. Embora a linha atravesse uma grande área desabitada (a Serra dos Prêtos Forros, entre Encantado e Jacarepaguá), servirá sempre de escoamento do acréscimo da população suburbana para o litoral ainda fracamente povoado. É pois muito provável que se venha a verificar nessa área uma sensível alteração do uso do solo, onde os pequenos sítios e granjas que presentemente aí existem terão que ceder lugar a novas áreas residenciais e a emprêsas de serviços locais, o que concomitantemente alterará a densidade demográfica, o sistema de polarização e a micro-paisagem urbana.
A recente resolução do Govêrno de concorrer para o desenvolvimento urbanístico dessa região vem ao encontro dessas expectativas.

e) Etapa de construção V: Triagem — Pavuna

Na Etapa V o metrô aprove ta o traçado da antiga E. F. Rio d'Ouro, situado entre as Linhas Auxiliar e Leopoldina, vindo a modificar o atual sistema de polarização, sobretudo no tocante à área de influência da Linha Aux liar. Assim, pode-se prever um renascimento dos subúrbios ao longo da Rio d'Ouro (Vieira Fazenda, Del Castilho, Inhaúma Engenho da

Tab. E 8
Efeitos urbanísticos da Réde do Metrô (1990)
Indicadores de 0 a 3

Etapa de construção	Trechos	Uso do solo	Sistema de Polarização	Densidade demográfica	Tráfego e rêde de vias públicas	Micro-paisagem urbana
I	Praça Saenz Peña— Praça N.S. da Paz	1	2	1	3	2
II	Castelo—Praça da Bandeira	2	3	3	3	3
	Praça da Bandeira—Triagem	0	0	0	2	0
III	Praça Saenz Peña—Méier— Bôca do Mato	1	2	1	2	1
IV	Bôca do Mato—Jacare-paguá	3	2	2	2	2
V	Triagem—Pavuna	2	3	1	3	2
VI	Castelo—Niterói	1	0	0	3	1
	Total	10	12	8	18	11

Rainha, Engenho do Mato, Vicente de Carvalho, Irajá, etc.), porém com alterações acentuadas no uso do solo e consequentemente, também na micro-paisagem urbana.

f) Etapa de construção VI: Castelo — Niterói

A ligação Castelo — Niterói, em continuação ao trecho Pavuna — Castelo, leva principalmente à mudança do sistema de tráfego. Até então êsse será desempenhado pelas barcas. É de se esperar que a construção prevista de uma ponte e de um túnel acarretará uma ligeira modificação no uso do solo e na micro-paisagem urbana onde estão situadas as estações terminais das barcas, então desnecessárias, na Praça XV, no Rio, e na Praça Arariboia, em Niterói.

2.3.2 Efeitos sôbre o tráfego

2.3.2.1 População atendida

O metrô atrairá, em primeiro lugar, as camadas da população que, partindo de seus domicílios ou de seus empregos — se possível, de ambos os pontos — possam atingir uma estação de metrô a pé, i. é, sem intervenção de qualquer meio de transporte adicional. Sabe-se por experiência que em meio ao tráfego intenso do Centro o pedestre não se sujeita a longas caminhadas, ao passo que os moradores dos subúrbios e da periferia admitem maiores percursos a pé. Por isso nas considerações a seguir foi estabelecida para cada lado das linhas do metrô, no Centro da cidade uma faixa de influência de 600 m de largura, e nos subúrbios uma faixa de 1000 m.
Para o cálculo da população, dos empregos, etc. existentes em 1990 nas áreas de influência das linhas do metrô, essas faixas de influência foram transferidas para os já mencionados mapas de pontos da Coordenação de Planos e Orçamento, devidamente atualizados e adaptados para se tornarem representativos para 1990.
Constatou-se que em 1990, dos 11,6 milhões de habitantes da "macro-área", 2,6 milhões, ou seja 22%, estarão domiciliados na área de influência imediata da Rêde do Metrô. Grande número de passageiros será transportado de zonas mais afastadas até o metrô por meios de transporte de acesso (estradas de ferro, ônibus, táxi, carro particular), baldeando para o metrô, ou, em sentido contrário, passando dêste, para aquêles transportes de distribuição.
De modo ainda mais intenso, a área de influência imediata do metrô abrange os empregos, que são de importância decisiva para o tráfego profissional e para a intensidade dos "rushs" de tráfego. Em 1990 o Centro da cidade será, em escala ainda maior do que hoje, o centro de gravidade dos empregos.
O metrô atenderá diretamente a 2,2 milhões de empregos, i. é, 54% de todos os empregos na indústria, no comércio e em serviços da "macro-área".
Sendo pràticamente impossível prever a localização, as dimensões e o número das novas construções concluídas até 1990, para os indicadores tratados a seguir, como escolas, bancos, hospitais, etc., foi indicado apenas quantos indicadores dessa natureza há hoje na faixa de influência do traçado do metrô proposto, dentro da "micro-área".
O tráfego escolar contribui sensìvelmente para a elevação do "rush" do tráfego profissional, sobretudo entre 7 e 8 horas da manhã. Os estabelecimentos de ensino médio e superior, na maioria das vêzes só poderão ser atingidos pelos alunos por um meio de transporte coletivo. De acôrdo com a Fig. E21, a "Linha Prioritária" abrange 99 dos 219 estabelecimentos de ensino dessas categorias existentes atualmente na "micro-área", com cêrca de 50% de todos os alunos. Com os trechos adicionais da Rêde do Metrô (1990), situados na "micro-área" serão atendidos mais 65 estabelecimentos de ensino, com 28% do respectivo número total de alunos, de modo que naquela época 79% dêsses alunos terão a possibilidade de utilizar diretamente o metrô.
Os bancos (Fig. E22), que formam outros pontos de origem e destino de tráfego, aglomeram-se densamente na faixa de influência da "Linha Prioritária", com 76% dos existentes na "micro-área". A faixa de influência da Rêde do Metrô (1990) abrangerá 90%, ou seja, 576 do total de 641 bancos.
Uma pesquisa sôbre os hospitais (Fig. E23) indica condições semelhantes. Quase 50% dêsses estabelecimentos, com cêrca de 50% do total de leitos, já se acha na faixa de influência imediata da "Linha Prioritária". Com a Rêde do Metrô, 104 hospitais, de um total se 149 da "micro-área", estarão situados na faixa de influência; a parcela referente aos leitos passa de 46% para 72%.
Finalmente cumpre mencionar ainda os estabelecimentos culturais e de recreação (Fig. E24). Os cinemas, teatros, praças de esportes e outros estabelecimentos semelhantes geram no início e mais ainda ao final de seus espetáculos, verdadeiras torrentes de tráfego. Basta pensar no final de um espetáculo desportivo no Estádio do Maracanã, o maior do mundo, com capacidade para cêrca de 160 000 pessoas, para se ter uma idéia da importância das massas de que se trata. A Fig. E24 mostra os excelentes serviços que a Rêde do Metrô poderá oferecer justamente em tôdas essas ocasiões. A faixa de influência da Rêde abrange pràticamente todos os estabelecimentos de recreação dessa natureza. Os frequentadores do Estádio do Maracanã poderão até escolher entre várias estações das duas linhas de metrô: São Cristóvão, Dérbi Clube, Mangueira e Engenho Velho.
Um problema de caráter especial no Rio de Janeiro é o das favelas (C3.1.8 e C3.2.3). A alteração da estrutura social e econômica de uma metrópole em crescimento vertiginoso impõe a urgente incorporação dos favelados à vida econômica moderna. É verdade que um meio de transporte como o metrô não poderá resolver radicalmente o problema das favelas; poderá todavia contribuir com muita eficiência para sua solução, fornecendo uma possibilidade de transporte rápido e de baixo custo entre as favelas, de um lado, e os centros principais de indústrias, oficinas, armazens, cais do pôrto, comércio e zonas residenciais de outro. Para evitar que as favelas caiam definitivamente para o nível de cortiços, dever-se-á também envidar esforços no sentido de facilitar a seus moradores a frequência a escolas e outros estabelecimentos de ensino, mediante um meio de transporte adequado.
O metrô prestará bons serviços a tôdas essas necessidades de transporte. Um mapa do Estado da Guanabara editado pela Coordenação de Planos e Orçamento (Fig. E53) indica a localização e extensão das favelas em 1960. Êsse mapa abrange as favelas com mais de 1 000 habitantes; o total de seus habitantes somava então 337 600. É provável que nas favelas menores, pue não foram consideradas nesse mapa, haja ainda uma qarte considerável de população. Para 1968 o número total de favelados na Guanabara foi estimado em 683 000 pessoas (C3.1.8).
Dos 337 600 favelados (= 100%) acima mencionados, a faixa de influência imediata do metrô abrangerá:

"Linha Prioritária" (1975):
cêrca de 56 000 favelados = 17%,

Rêde do Metrô (1990):
cêrca de 153 000 favelados = 46%.

Vê-se que em 1990 aproximadamente 50% de todos os favelados poderão alcançar uma estação da Rêde do Metrô a pé. Os outros 50% poderão se fazer transportar até à Rêde do Metrô através de linhas de ônibus de acesso de pequeno percurso, ou pelas estradas de ferro suburbanas.
A implantação de um meio de transporte dessa natureza possibilitará ainda a transferência espontânea de grande parte dêsses favelados para novas zonas residenciais mais afastadas e compatíveis com a sua condição econômica.
O metrô oferece, portanto, também a grande parte das favelas, a ligação a um transporte barato e de grande alcance e, assim, a possibilidade de atingir setores onde haja empregos numerosos e variados.

2.3.2.2 Coordenação com os demais meios de transporte

A "Linha Prioritária" deverá ser utilizada em 1975 por cêrca de 1,6 milhões de pessoas por dia. Em 1990 o número dos passageiros da Rêde do Metrô avoluma-se para cêrca de 5,1 milhões por dia.

Deve-se prever que as influências da Rêde do Metrô sôbre o tráfego total serão da mesma ordem de grandeza. Na "macro-área" tomarão parte no tráfego coletivo as estradas de ferro, os ônibus e o metrô, podendo-se excluir as barcas por constituir em meio de transporte especial. Um confronto entre o aspecto do tráfego em 1975, após a inauguração da "Linha Prioritária", com as condições criadas pela Rêde de Metrô em 1990, resulta na situação ilustrada na Tab. E9.

O tráfego coletivo total verá seu desempenho crescer de dois terços, tanto pelo número de passageiros quanto pelo volume de passag · km. Haverá, entretanto, um deslocamento na participação de cada um dos meios de transporte — estrada de ferro, ônibus e metrô — no tráfego coletivo total: a parcela das estradas de ferro cairá de 18% para 14% quanto ao número de passageiros e de 42% para 27% quanto ao volume de passag · km. A parcela dos ônibus reduz-se, igualmente, com relação aos passageiros, de 67% para 58% e de 46% para 31% no que se refere aos passag · km. Ao metrô, entretanto, caberão 28% dos passageiros em 1990, contra 15% em 1975, e 42% dos passag · km em 1990 contra apenas 12% em 1975. Para isso concorre o aumento da distância média de viagem dos passageiros do metrô para quase o dôbro, já que de 4,2 km passa para 7,7 km.

Após a conclusão da "Linha Prioritária", a cada Etapa de construção do metrô o centro de gravidade do transporte coletivo transferir-se-á cada vez mais dos ônibus e das estradas de ferro suburbanas para o metrô. Os ônibus e as estradas de ferro suburbanas continuarão, entretanto, a constituir elos imprescindíveis no fluxo do tráfego coletivo, tendo-se na devida conta as considerações que se seguem.

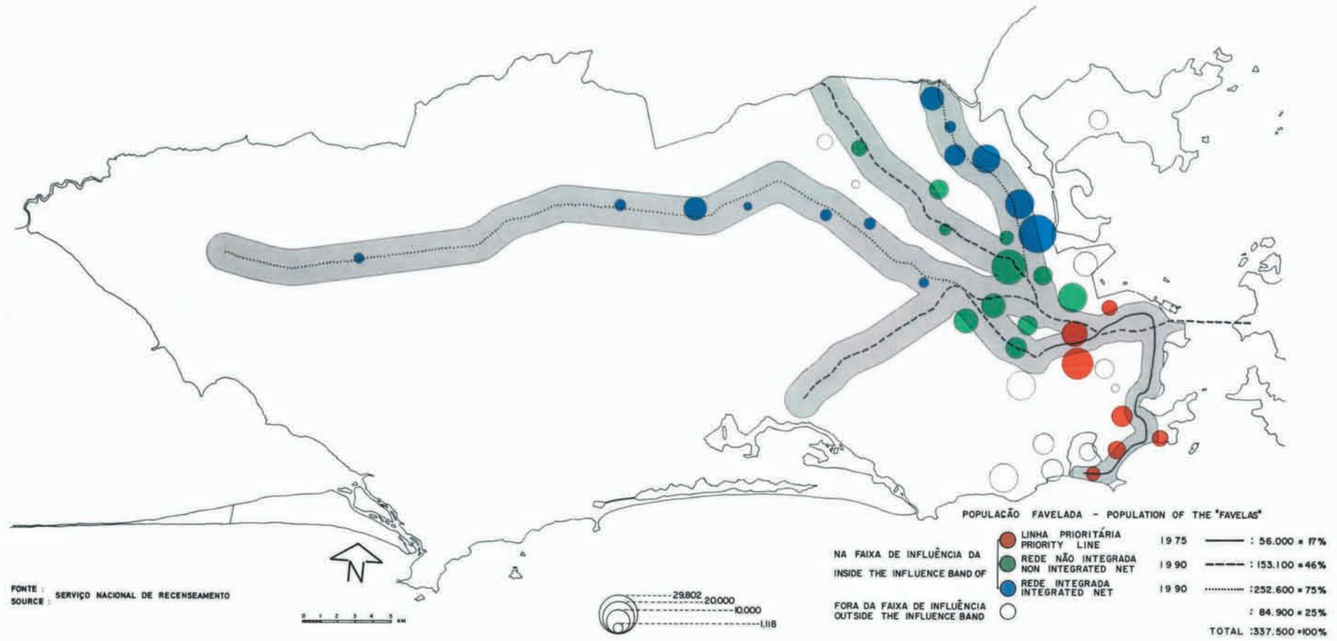


Fig. E 53
População favelada na Guanabara (1960)

Tab. E 9
Repartição do tráfego coletivo diário na "macro-área" (1975—1990)

Meios de transporte	Usuários/dia				Passageiros · km/dia				Distância média de viagem/passageiro	
	1975		1990		1975		1990		1975	1990
	milhões	%	milhões	%	milhões	%	milhões	%	km	km
Metrô	1 593	15	5 083	28	6 698	12	39 252	42	4,2	7,7
Estradas de ferro suburbanas	1 998	18	2 599	14	24 425	42	25 730	27	12,2	9,9
Ônibus	7 294	67	10 763	58	26 259	46	29 060	31	3,6	2,7
Total	10 885	100	18 445	100	57 382	100	94 042	100		

a) Enquanto que na "Linha Prioritária" há sòmente um ponto de contato com as estradas de ferro suburbanas, a Rêde do Metrô (1990) já apresenta nove estações de contato, o que pode ser considerado um número perfeitamente suficiente.

Do ponto de vista de tráfego, esclarecimentos sôbre todos os pontos de contato dessa natureza estão contidos na Tab. E10. Sòmente em relação às vias de médio percurso da Linha do Centro ficarão duas aspirações por concretizar.

Os trens de médio percurso na relação de tráfego D. Pedro II — Santa Cruz/Japeri respondem reconhecidamente pelo volume principal do tráfego de passageiros da Linha do Centro. Não parece, portanto, suficiente que tenham, como se depreende também da Tab. E10, apenas um ponto de contato com o metrô (Linha 1), ou seja, entre as Estações Central do Brasil e D. Pedro II. Seria, portanto, desejável acrescentar em Mangueira uma plataforma para as vias de médio percurso, e assim estabelecer também um ponto de contato com a Linha 2 do metrô.

Dever-se-ia igualmente considerar a construção de uma plataforma correspondente no Méier, com o que as vias de médio percurso teriam mais um ponto de contato com a Linha 1 do metrô. No projeto da Linha 1 cuidou-se de fazê-la tangenciar a Linha do Centro na maior extensão possível. Apesar de tôdas as dificuldades locais deveria ser viável a criação de um nôvo entroncamento importante na altura da Estação Méier. Como indicado em D 4.2.1, a EFCB está planejando suprimir as paradas atuais dos trens de médio percurso entre D. Pedro II e Deodoro, em São Francisco Xavier, Engenho de Dentro, Cascadura e Madureira.

Assim as novas paradas propostas, em Mangueira e no Méier, não viriam reduzir de modo algum a atual velocidade média dos trens de médio percurso. Após a eventual construção de uma Linha 3 do metrô seria todavia necessário restabelecer a parada em Madureira.

Tôdas as estações de contato deverão ser cuidadosamente planejadas e executadas. É preciso contar-se com intenso movimento de baldeações nessas paradas.
A Estação D. Pedro II é de primordial importância, admitindo-se que em 1990 tôdas as linhas das estradas de ferro suburbanas terão aí seu terminal (D 4.2.1.1). Dever-se-á, entretanto, tentar reduzir ao mínimo possível o tráfego de baldeação entre a Estação D. Pedro II e a Estação Central do Brasil do metrô. Para tanto é condição fundamental que todos os outros pontos de contato sejam tècnicamente bem equipados. Assim o tráfego de baldeação na Estação D. Pedro II decrescerá com cada nôvo ponto de contato, em especial com a Estação de contato no Méier.

Cumpre chamar atenção para o fato de que os atuais planos de melhoramentos das estradas de ferro suburbanas deveriam ser reexaminados pelas autoridades competentes no intuito de verificar se, com a implantação de um metrô, poderão continuar na forma prevista ou se serão necessárias modificações para melhor adaptação à nova situação.

b) Tôdas as estações de metrô oferecem a possibilidade de baldeação entre metrô e ônibus. Tais pontos de contato tornar-se-ão urgente necessidade, sobretudo nos pontos iniciais e terminais das linhas de metrô. No caso da Linha 1 êsses pontos serão: a Estação N. S. da Paz em Ipanema, a estação Méier, que é estação de retôrno para aproximadamente dois terços das composições do metrô, e o ponto final dessa linha, em Jacarepaguá, onde as linhas de ônibus serviriam para a distribuição seguindo o progresso da urbanização. Enquanto a Linha 2 ainda tiver seu terminal no Castelo, provàvelmente lá não haverá necessidade de ônibus, visto que todos os pontos importantes do Centro serão fàcilmente acessíveis pelas duas linhas de metrô.

No momento em que a Linha 2 alcançar a margem oposta da Baía de Guanabara, em Niterói, através do túnel submarino, passarão a irradiar-se de lá linhas de ônibus ainda em maior número do que atualmente da Estação das Barcas, sobretudo em direção a São Gonçalo, mas também para tôdas as demais localidades importantes.
As pesquisas de tráfego descritas em E 2.2.1.3 e E 2.2.3 mostraram que na Pavuna, estação terminal norte da Linha 2, é de se esperar um fluxo extraordinàriamente intenso de baldeações entre ônibus e metrô.
O mesmo acontece na estação imediatamente anterior Coelho Neto, ponto de interseção da Avenida Brasil com a Linha 2. Êsses dois fatos poderão impor uma mudança de local da estação terminal da Linha 2.
Uma decisão sôbre essa possibilidade ficará reservada a uma análise parcial posterior, pois ainda não é possível, atualmente, julgar com suficiente segurança as futuras condições de tráfego na periferia da Área de Estudo. A análise dos resultados das entrevistas domiciliares mostra ainda que existe um importante tráfego de ônibus tangencial ao Centro entre Deodoro, Coelho Neto e Penha. Cumpriria examinar ainda devidamente de que modo êsse tráfego seria influenciado por uma Linha 3 do metrô, antes de se tomar em consideração a sua implantação.
Do mesmo modo, logo após a conclusão de cada uma das Etapas de construção será preciso que as estações terminais temporárias sejam servidas por ônibus.
Na Linha 1, trata-se da Estação Saenz Peña, na Tijuca, e na Linha 2 da Estação Triagem.

c) Finalmente deve ser mencionado como importante o ponto de contato entre o metrô e as barcas. Êsse ponto será a Estação Castelo, que atenderá ao movimento de baldeação para Niterói até que o túnel sob a baía traga a solução ideal.
Essa mesma estação fica igualmente bem próxima do Aeroporto Santos Dumont.

Tab. E 10
Estações de contato entre as linhas do metrô e as estradas de ferro suburbanas (1990)

Ponto de contato ntroduzido na Etapa de construção	Estação do Metrô	Linha do Metrô	Estação da estrada de ferro	Linha da estrada de ferro
I	Central do Brasil	1	D. Pedro II	Centro (pequeno e médio percurso), Auxiliar e Leopoldina (1,60 m)
II	São Cristóvão	2	São Cristóvão	Centro (pequeno percurso)
II	Dérbi Clube	2	Dérbi Clube	Centro (pequeno percurso)
II	Mangueira	2	Mangueira	Centro (pequeno percurso; desejável também para as de médio percurso)
II	Triagem	2	Triagem	Auxiliar e Leopoldina
III	Méier	1	Méier	Centro (pequeno percurso; desejável também para as de médio percurso)
V	Del Castilho	2	Del Castilho	Auxiliar
V	Vieira Fazenda	2	Vieira Fazenda	Auxiliar
V	Pavuna	2	Pavuna	Auxiliar
Depois de 1990	Madureira	3	Madureira	Centro (pequeno e médio percurso), Auxiliar
Depois de 1990	Penha	3	Penha	Leopoldina

d) Os contatos entre o metrô e o carro particular surgem principalmente através do sistema "park and ride". Nesse sistema o usuário residente num subúrbio distante do metrô utiliza seu próprio carro para dirigir-se à estação com possibilidades de estacionamento suficientemente próxima, onde deixa seu carro, para viajar até o Centro da cidade por via férrea. Isso desafoga a rêde de vias públicas e as áreas de estacionamento do Centro da cidade.
O problema decisivo é manter livres áreas correspondentes para estacionamento nas proximidades das estações, nos bairros periféricos. A reserva de domínio de terrenos implica em despesas de juros consideráveis, que dificilmente serão cobertas pelas receitas adicionais de tráfego ("outras receitas").
Cabe primordialmente ao Estado — mais que à Companhia do Metropolitano — incumbir-se da solução dêsse problema. Em última análise, o principal beneficiário do sistema "park and ride" é o poder público que será menos onerado com respeito a investimentos no Centro da cidade.
Na Zona Sul e na Tijuca os preços de terrenos já são atualmente tão elevados que nessas áreas o sistema "park and ride" pràticamente não poderá ser considerado. Aí seria preciso construir edifícios-garagem, sobretudo na Estação Botafogo, com sua extensa área de influência transversal ao metrô, mas também nas Estações Largo do Machado, Estácio de Sá (para carros particulares provenientes de Niterói), etc. O Estado deveria, porém, adquirir em tempo terrenos baldios próximos às estações do metrô entre Triagem e Pavuna e ao lado das estações em Jacarepaguá, a fim de poder instalar áreas de estacionamento.

2.3.2.3 Ganho de tempo de viagem e de áreas residenciais e econômicas

a) Ganho de tempo de viagem

A eficácia de um meio de transporte se caracteriza precipuamente pelo fato de economizar tempo e permitir alcançar maiores distâncias. Ambos são função da velocidade média. Esta, por sua vez, poderá ser aumentada pela supressão ou abreviação dos tempos de espera, baldeação e parada, bem como pelo aumento da velocidade de marcha. A Fig. E54 mostra as ligações mais rápidas escolhidas pelo computador entre a Estação de metrô Largo da Carioca e tôdas as demais estações ou paradas geradoras de tráfego. A Tab. E11 indica alguns exemplos de ganho de tempo que a Rêde do Metrô poderá oferecer ao tráfego coletivo em 1990, em confronto com as condições atuais. Portanto, futuramente o passageiro do metrô poderá economizar nessas relações mais da metade de seu tempo de viagem atual.

b) Ganho de áreas residenciais e econômicas

O isocronograma constante da Fig. E26 permite verificar quais os destinos e áreas que será possível abranger com a Rêde do Metrô (1990) dentro de um tempo de viagem total de uma hora, e de quanto essa área terá crescido em relação a 1968 e 1975, respectivamente. Partindo do Largo da Carioca será possível abranger dentro de uma hora, com meios de transporte coletivo, incluindo o metrô a partir de 1975:

1968: 54,8 km² (100%),
1975: 163,3 km² (298%),
1990: 330,3 km² (603%).

Se a influência da "Linha Prioritária" já em 1975 triplica a área abrangida atualmente em uma hora, a influência da Rêde do Metrô (1990) irá sextuplicá-la. Êsse aumento da área residencial e econômicamente útil é de relevante importância para a futura evolução do Rio de Janeiro, pois talvez não exista outra metrópole da mesma importância que — em virtude de sua situação geográfica — disponha de tão pouco espaço nas proximidades do Centro, e que ao mesmo tempo, devido ao seu crescimento, manifeste tamanha avidez de novos espaços.

3. Considerações sôbre um sistema integrado de metrô e estradas de ferro suburbanas (Projeto III – 1990)

Um estudo de tráfego como êste conduz a uma verificação sôbre a possibilidade de integração da rêde de estradas de ferro suburbanas existente com o nôvo meio de transporte, o metrô, não só do ponto de vista tarifário, mas igualmente do ponto de vista operacional e técnico, visando maior eficiência econômica e de tráfego.
Tal pesquisa foi feita, e como resultado é apresentada a seguir uma proposta para uma rêde de metrô ampliada por meio da integração com as estradas de ferro suburbanas. Os efeitos de uma integração dessa natureza sôbre a operação, a organização e o tráfego dêsse sistema passam a ser esboçados em suas linhas gerais.

3.1 Proposta de uma rêde de metrô ampliada pela integração com as estradas de ferro suburbanas

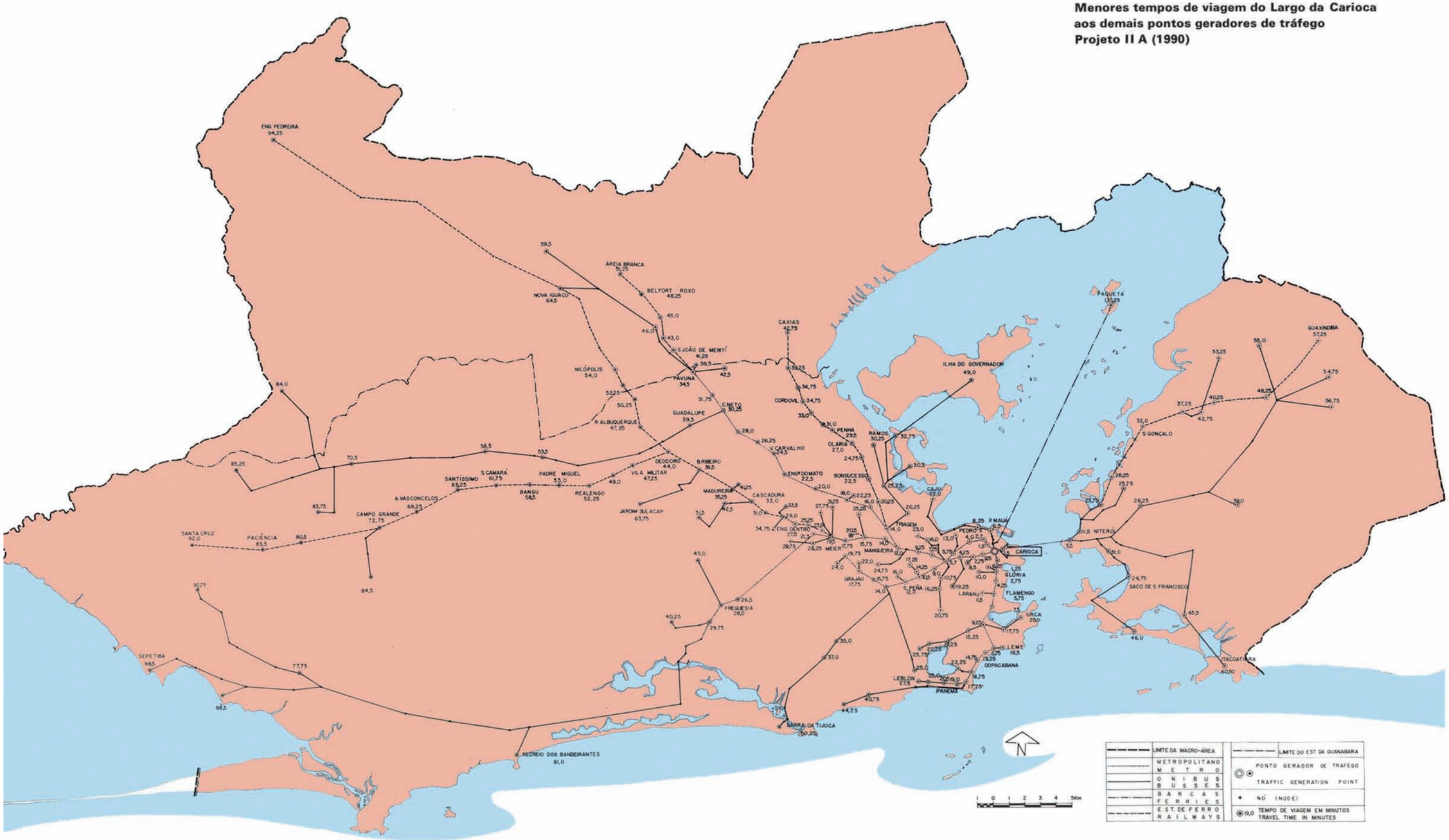
A Rêde do Metrô (1990) (Fig. E30) recomendada no Estudo foi estruturada na suposição de que não seria levada a efeito uma integração técnica entre o metrô e as estradas de ferro suburbanas, mas sim apenas a criação de pontos de contato. Por conseguinte, nas linhas de desejos de tráfego para 1990 (Fig. D3) os

Tab. E11
Comparação dos tempos de viagem: sem metrô (1968) e com metrô (Rêde 1990)

Tempo total de viagem nas horas de "rush" do Largo da Carioca para	Sem metrô (1968) min	Com metrô (1990) min	Ganho de tempo min	%
Méier	60	27	33	55
Jacarepaguá	92	38	54	59
Pavuna	96	42	54	56

Tempo total de viagem = tempo de viagem + tempos de caminhada + tempos de espera

Fig. E 54
Menores tempos de viagem do Largo da Carioca aos demais pontos geradores de tráfego
Projeto II A (1990)



desejos de tráfego expressos para diversas relações não são satisfeitos por um único meio de transporte, devendo o usuário, durante sua viagem, fazer baldeação de um meio de transporte para outro. Caso, como no presente Estudo, seja estabelecido como premissa um convênio tarifário entre os vários meios de transporte, essa mudança de meio de transporte não exigirá nôvo pagamento por parte do usuário, mas certamente lhe tomará mais tempo, causando-lhe desconfôrto. Isso poderá em grande parte ser evitado se fôr franqueado às composições do metrô um acesso direto aos trechos mais importantes das estradas de ferro suburbanas.

Em primeiro lugar, as propostas apresentadas a seguir para possíveis traçados numa rêde tècnicamente integrada, baseiam-se novamente nas atribuições de uma rêde de metrô para o Rio de Janeiro, expostas em E2.1.1.

Com o aproveitamento das linhas das estradas de ferro suburbanas existentes dever-se-ia também procurar tornar a ligação com a região industrial de Belfort Roxo e Caxias ao norte ainda melhor do que já foi conseguido com a rêde recomendada.

Finalmente, deveria ser fomentado o serviço de tráfego para os subúrbios ao longo da Linha do Centro, sobretudo considerando a transformação projetada da zona de Santa Cruz em região industrial.

Com base na Rêde II A, uma rêde integrada de metrô III A (Rêde III A) poderia, pois, apresentar as seguintes linhas:

Linha 1

a) A Linha 1 do metrô, aproveitando as vias de pequeno percurso da Linha do Centro (EFCB), seria prolongada para além da Estação Méier até Deodoro.
b) Outro passo seria o prolongamento da Linha 1 também além de Deodoro até Santa Cruz.
c) Para futuro mais remoto dever-se-ia considerar uma bifurcação da Linha 1 em Deodoro, com o que seria acrescentado ao ramal para Santa Cruz um nôvo ramal para Nova Iguaçu (aproximadamente 1 222 000 habitantes em 1990) e Eng.° Pedreira.

Linha 2

a) O trecho Niterói—Mangueira, com o ramal 2a para Jacarepaguá, continuaria sem alteração, como na Rêde II A.
   O ramal 2b, de Mangueira à Pavuna via Triagem deveria, entretanto (uma vez integrado), ser prolongado até Belfort Roxo pelas vias da Linha Auxiliar. Como o traçado do metrô entre Triagem e Pavuna abrange o trecho entre a Linha do Centro e a Leopoldina (EFL) de uma forma muito melhor e mais uniforme que atualmente a Linha Auxiliar, poder-se-ia examinar a conveniência de suprimir o tráfego de pequeno percurso nessa linha.
b) Finalmente, a Linha 2 do metrô poderia ser integrada com a Leopoldina mediante um terceiro ramal (2c), de Triagem até Duque de Caxias.

As partes centrais da Rêde do Metrô servem principalmente a "micro-área". A integração acima referida, do metrô com as estradas de ferro suburbanas, funde essas partes da rêde com a "macro-área", unindo assim a área metropolitana do Rio de Janeiro, estreitamente, em uma só unidade econômica com um serviço integrado de transporte rápido.

3.2 **Condições técnicas para a integração**

O metrô e as estradas de ferro suburbanas preenchem as importantes condições para uma integração técnica, que são bitola idêntica (1,60 m) e gabaritos-limite suficientemente congruentes.

Outra condição técnica importante, que é um sistema uniforme de tração dos trens, não é contudo preenchida. Os trens suburbanos são operados em parte por locomotivas diesel-elétricas e em parte por locomotivas elétricas alimentadas com corrente contínua de 3 000 V através de uma linha aérea de contato. As composições do metrô, entretanto, conforme recomendado em F1.2.5, deverão ser alimentadas com corrente contínua de 750 V, através de terceiro trilho. Como o sistema de corrente contínua com terceiro trilho é mais conveniente e mais econômico para a operação de um metrô, êste seria pois — consideradas suas limitações técnico-econômicas — a base para uma integração. Tôdas as estradas de ferro suburbanas atualmente providas de linhas aéreas de contato deveriam ser reequipadas.

Embora a indústria eletrotécnica atual esteja em condições de projetar e construir carros motores para vários tipos de corrente, seria contudo extremamente anti-econômico construir e manter trechos com dois tipos de alimentação de corrente, um através de terceiro trilho e outro através de linha aérea de contato.

Já que a integração seria realizada por etapas, os carros motores de corrente contínua da EFCB poderiam ser utilizados, conforme os planos preestabelecidos, até o fim de sua vida útil econômica, e serem pouco a pouco substituídos por composições do metrô. Não haveria, pois, necessidade de substituição antecipada dos carros e tampouco motivo para se temer qualquer ônus para o nôvo sistema, oriundo de depreciação incompleta.

As instalações existentes nas estradas de ferro suburbanas deverão, naturalmente, ser adaptadas tècnicamente para um serviço de transporte rápido, com 100 km/h, e mantidas contìnuamente. Será também necessária a introdução de um sistema de sinalização com sinais na cabina do maquinista, que deveria corresponder, em princípio, ao do metrô, mesmo que não seja necessário prever intervalos entre as composições de 1,5 min em todos os ramais, sendo admissível um aumento dêsse intervalo conforme as necessidades. Passagens de nível deverão ser substituídas, em princípio, por passagens superiores ou inferiores.

Cumpre salientar que de qualquer modo é premente a execução de um programa global de remodelação das estradas de ferro suburbanas.

3.3 **Efeitos da integração**

3.3.1 Efeitos sôbre a operação

Operação da Linha 1

Partir-se-á do princípio de que a Linha 1 do metrô, de Ipanema ao Méier, será equipada para uma capacidade de desempenho correspondente a um intervalo entre composições de 90 s. Isso corresponde a 40 composições por hora e por sentido. A Linha 1, quando de uma posterior ampliação da Rêde do Metrô, poderá ser prolongada até Deodoro com a mesma capacidade de desempenho. No trecho Deodoro — Central do Brasil haverá, então, duas possibilidades de transporte à disposição do usuário: poderá, a partir de Deodoro, viajar pelas vias da EFCB em trens de médio percurso que de modo semelhante ao atual param sòmente em poucas estações — p. ex., Madureira, Cascadura, Engenho de Dentro e Méier — diretamente até a Estação D. Pedro II, numa viagem de 27 min, e lá baldear para o metrô, ou então baldear já no Méier ou em Mangueira; poderá também, já a partir de Deodoro, seguir pelo metrô, que serve tôdas as estações intermediárias, diretamente para o Centro, e daí para a Zona Sul. O tempo de viagem no metrô, de Deodoro até Central do Brasil, seria todavia de 40 min.

O prosseguimento da Linha 1 para além de Deodoro até Santa Cruz também poderá ser projetado para um intervalo entre composições de 90 s; entretanto a correspondente oferta de transporte seria muito superior à demanda. Mesmo que os grandes subúrbios como Bangu (atualmente com 295 630 habitantes) e Campo Grande (atualmente com 187 078 habitantes) cresçam extraordinàriamente, e que Santa Cruz venha a adquirir grande importância de tráfego devido à implantação de um distrito industrial, uma capacidade total de 20 composições do metrô por hora deveria ser suficiente. A outra metade das composições procedentes de Ipanema poderia, então, inicialmente retornar de Deodoro; num futuro mais remoto poderiam eventualmente prosseguir até Nova Iguaçu. Certamente para isto seria preciso a implantação de uma terceira e, possìvelmente, uma quarta via ao lado das duas vias de longo percurso Rio—São Paulo e Rio—Minas ora lá existentes.

Operação da Linha 2

A Linha 2, entre Niteroi e Mangueira, também deveria ser operada com composições a intervalos de 90 s. Na rêde integrada as 40 composições por hora procedentes de Niterói deveriam ser distribuídas nas três direções: Jacarepaguá, Belfort Roxo e Duque de Caxias.
O princípio dessa distribuição deveria tomar por base os futuros volumes de tráfego. Pelo que se pode observar atualmente, a maioria da população dêsses três ramais residirá, também em 1990, ao longo da Leopoldina, em especial em Duque de Caxias, que já hoje conta com 351 258 habitantes. Presumindo que Jacarepaguá (que atualmente tem 178 071 habitantes) será intensamente fomentado como região ideal de desenvolvimento e complementação do Rio de Janeiro, o ramal 2a para Jacarepaguá ocuparia o segundo lugar, logo depois da Leopoldina (ramal 2c), seguido de perto pelo ramal 2b para Belfort Roxo.

Os desempenhos poderiam, portanto, ser distribuídos como segue:

Ramal 2a (Jacarepaguá):
12 composições/h = 300 s de intervalo,

Ramal 2b (Belfort Roxo):
10 composições/h = 360 s de intervalo,

Ramal 2c (Duque de Caxias):
18 composições/h = 200 s de intervalo.

Por motivos operacionais a repartição das composições nos três ramais (ou sua recomposição) não deveria ser efetuada em um único ponto: o ramal 2a deveria se bifurcar em Mangueira, ao passo que os ramais 2b e 2c sòmente o fariam em Triagem.
Em princípio, tôdas as bifurcações deveriam ser feitas mediante a utilização de cruzamentos em níveis diferentes. Para as composições vindas do Centro da cidade basta geralmente equipar as estações de bifurcação com uma única via com plataforma, ao passo que no sentido contrário, normalmente dever-se-ia providenciar sempre, no mínimo, duas vias com plataforma.

Operação conjunta

A rêde do metrô ampliada deverá ser subordinada a uma só execução operacional, cujo instrumento mais importante deverá ser um pôsto de comando central para todo o metrô.
É tão necessário quanto útil que todo o horário do metrô integrado seja estabelecido por um único órgão, ao qual caberá harmonizar todos os desejos de tráfego e tôdas as possibilidades operacionais.
Da disposição da rêde do metrô resultam percursos longos para a circulação dos carros, bem como para o pessoal do tráfego. O número de manobras de retôrno nas estações terminais, que significam tempos improdutivos, serão assim reduzidos a um mínimo. Nas Estações Méier, Mangueira, Triagem e posteriormente também nas estações Deodoro e Penha, deveriam ser possibilitadas transferências dos carros de uma linha para outra. Resultaria daí nos planos de escala, um variegado campo de possibilidades de acoplamentos, com os quais a operação poderia, a qualquer momento, ser adaptada elástica e econômicamente às necessidades do dia ou ao seu desenvolvimento a longo prazo.

3.3.2 Efeitos sôbre a rentabilidade

Uma comparação entre a parte central da Rêde do Metrô (1990) e a rêde de metrô ampliada mostra que, vista como um todo, a integração poderá trazer considerável economia nos investimentos, como vem demonstrado a seguir:

a) Uma integração poderia, p. ex., dispensar a instalação, nos seguintes trechos, de vias separadas para o metrô ao lado das vias da estrada de ferro suburbana, porquanto o metrô poderia utilizar as vias existentes:

   Lauro Mueller — Mangueira: aproximadamente 2,5 km,
   Mangueira — Méier: aproximadamente 4,6 km,
   Mangueira — Del Castilho (Auxiliar): aproximadamente 4,8 km.

b) A supressão do tráfego de passageiros na Linha Auxiliar reduziria suas despesas de manutenção.

c) Os investimentos para os carros motores do metrô seriam menores, pois haveria necessidade de séries maiores. Os custos de fabricação cairiam ainda mais com a demanda relativamente constante, que garantiria aproveitamento uniforme da indústria de material rodante.

d) Tôda redução no montante dos investimentos corresponde a uma economia equivalente nos custos anuais de manutenção e depreciação.

e) Uma rêde de metrô ampliada, implantada e operada uniformemente, com um parque de material rodante adequado, possibilita a manutenção muito econômica e equilibrada do estoque.

3.3.3 Efeitos sôbre a forma de organização

Uma rêde de metrô integrada exige uma forma de organização tôda especial, que deverá abranger todos os participantes, a saber:

a) A União, como proprietária das estradas de ferro (RFFSA), participando dessa organização com uma parte de suas linhas de estradas de ferro suburbanas.

b) A RFFSA para a execução operacional em nome da União.

c) O Estado da Guanabara participando dessa organização com a nova rêde de metrô.

d) O Estado do Rio de Janeiro, que participa da "macro-área" com vários de seus municípios.

e) Os municípios fluminenses situados na "macro-área".

A forma dessa organização terá que ser pautada em dispositivos legais e nos pontos de vista de eficiência e de rentabilidade. É importante que a organização tenha poderes para agir e decidir com autonomia, a fim de poder, a qualquer momento se adaptar com rapidez e elasticidade às situações que se apresentarem.

3.3.4 Efeitos sôbre o tráfego

A integração proporciona ao tráfego as seguintes vantagens:

a) As baldeações entre estradas de ferro suburbanas e metrô serão consideràvelmente reduzidas.

b) As vias públicas serão mais amplamente desafogadas.

c) Renovar-se-á a atração pelo tráfego nas estradas de ferro suburbanas e assim cessará a diminuição de passageiros e de receitas nas mesmas.

d) Na área metropolitana haverá ainda ganho adicional de tempo de viagem e, assim, de maiores áreas residenciais e econômicas.

3.3.4.1 Redução do volume de baldeações

A operação separada do metrô e das estradas de ferro suburbanas implica em enorme movimento de baldeação de passageiros entre êsses dois meios de transporte.
A alocação das entrevistas sôbre origem e destino pelo computador deixa prever, sòmente para 1975, na área da Estação D. Pedro II, um volume diário de 678 663 baldeações entre todos os meios de transporte. Dêsse total, aproximadamente 588 000 serão baldeações entre trens suburbanos e a "Linha Prioritária" do metrô.
Sem integração, registrar-se-á intensa permuta de passageiros nas Estações de contato Méier e Mangueira. Essas baldeações são incômodas e morosas para o usuário; além disso exigem instalações arquitetônicas especiais (galerias de intercomunicação, escadas rolantes).
A integração poupará ao passageiro a baldeação e o tempo perdido com ela; ao meio de transporte, as providências construtivas necessárias.

3.3.4.2 Maior desafôgo das vias públicas

A maior atração por um meio de transporte rápido fomentará a tendência do proprietário de carro particular de não se servir dêste em sua viagem para o Centro, concorrendo assim consideràvelmente para desafogar o tráfego das vias públicas.

3.3.4.3 Atração crescente pelo tráfego nas estradas de ferro suburbanas

Dado o excesso de tráfego nas vias públicas, uma política de tráfego previdente não poderá ficar impassível ante a rápida diminuição do tráfego suburbano nas estradas de ferro. Êsse meio de transporte deverá, antes, ser reativado. O meio mais eficaz para conseguir essa reativação é a melhoria da oferta de transporte, tal como é representada pelo metrô. O tráfego de metrô pràticamente já não impõe tempos de espera, e normalmente transporta o passageiro ràpidamente e sem baldeação até o Centro da cidade. É essa a melhor oferta que se pode fazer ao usuário em uma metrópole com espaço acanhado.

3.3.4.4 Ganho de tempo de viagem e de áreas residenciais e econômicas

Provàvelmente a maior vantagem que uma rêde integrada tem a oferecer ao usuário é o tempo de viagem ganho na região servida pelas linhas suburbanas integradas. A Tab. E12 mostra alguns exemplos. Outros confrontos, também em relação a 1968, são mostrados pela Tab. E13.
O ganho de áreas residenciais e econômicas decorrente da implantação do metrô, sobretudo da rêde ampliada, está demonstrado nos isocronogramas (Fig. E26 e E55). Vê-se assim que já a Rêde do Metrô (1990), não integrada, sextuplica, em comparação com 1968 (sem metrô), a área que pode ser abrangida do Largo da Carioca em uma hora; a rêde integrada, por sua vez, ampliará essa área até 7,5 vêzes.
A rêde integrada apresenta efeitos semelhantes quando se considera o número de habitantes e de empregos abrangidos pela área de influência imediata. A Tab. E14 indica, entre outros dados, que a população abrangida pela Rêde do Metrô (1990) é 3,3 vêzes maior do que pela "Linha Prioritária" (1975) e, pela rêde integrada, até 5,8 vêzes.

3.4 Volumes de tráfego na rêde total de tráfego em 1990 (Projeto III A)

3.4.1 Volume de tráfego na Rêde III A

Para o sistema integrado de metrô e estradas de ferro suburbanas (Fig. E56), descrito anteriormente, foi feita — da mesma maneira que para os Projetos anteriores — uma alocação dos desejos de tráfego prognosticados para 1990.
A finalidade dessa alocação era a apresentação dos volumes de tráfego, bem como o contrôle da proposta da Rêde III A com vistas à suficiência de capacidade dos trechos e das estações.
De acôrdo com a metodologia aplicada no estudo do tráfego, o cálculo dos futuros volumes de tráfego para o sistema integrado sòmente poderá ser realizado em conjunto com a pesquisa de uma rêde total de tráfego. No presente caso essa rêde compõe-se, além do sistema integrado de metrô e estradas de ferro suburbanas já mencionado:

a) da linha de estrada de ferro da EFCB, não integrada, de D. Pedro II até Eng.° Pedreira via Mangueira, Méier, Deodoro e Nova Iguaçu,

b) da linha de estrada de ferro independente em Niterói, e

c) da rêde de ônibus que, para fins de processamento de dados, é simulada levando-se em consideração uma rêde generalizada das principais vias públicas.

Quanto à linha de estrada de ferro até Eng.° Pedreira, admitiu-se que entre D. Pedro II e Deodoro os trens pararão ùnicamente nas Estações de Lauro Mueller, Mangueira, Méier e Madureira, tendo assim caracterís-ticas de trens de médio percurso. Entre Deodoro e Eng.° Pedreira tôdas as estações serão servidas por êsses trens. Tôdas as outras hipóteses de rêdes, mormente da rêde de vias públicas no ano-prazo 1990, bem como as velocidades médias que serviram de base para as alocações aos diferentes meios de transporte, poderão ser encontradas no esquema da rêde total de tráfego em 1990, Projeto III A (Fig. E57).

A alocação ao Projeto III A dos 6,7 milhões de viagens (passageiros) diárias por transporte coletivo, estimadas para 1990 na "macro-área" indicou para a Rêde III A os volumes de tráfego apresentados nas Figs. E58 a E60.

Ao todo o número de passageiros por dia útil, em 1990 nas Linhas 1 e 2 do metrô será de 6,9 milhões, com distância média de viagem de 7,3 km na Linha 1 e 8,9 km na Linha 2, ou seja, em média 8,1 km (Figs. E61 e E62).

O desempenho operacional do metrô aumenta, assim, em confronto com o Projeto II A, de 39,3 milhões de passag · km, para 6,9 milhões de passageiros × 8,1 km = 56 milhões de passag · km por dia útil, ou seja 56 milhões de passag · km × 311,54 = 17,4 bilhões de passag · km por ano.
O número de passageiros diários que alcança seu destino diretamente, sem baldeação, utilizando uma linha de metrô, sobe de 0,77 milhões para 1,40 milhões, o que corresponde, aproximadamente, a 20% do total de passageiros do metrô. Em comparação com o Projeto II A, o número de viagens diretas aumentou consideràvelmente, tanto em valor absoluto quanto em valor relativo, o que vem comprovar a eficiência dessa integração.

É verdade que a redução do tempo médio de viagem dos passageiros do metrô, em comparação com o Projeto II A, é bem insignificante, ou seja de 12,7 min para 12,5 min. Entretanto, não se deve deixar de considerar que a distância média de viagem do metrô terá aumentado simultâneamente de 7,7 km para 8,1 km, tendo a velocidade média de viagem dos passageiros do metrô aumentado ainda mais, elevando-se para 39 km/h.

A velocidade média de viagem na rêde, com 32,5 km/h também está acima do valor correspondente indicado para a Rêde II A; êsse aumento é de 3,5 km/h.

De acôrdo com os critérios até agora mencionados e

Tab. E12
Comparação dos tempos de viagem: sem metrô (1968) e com metrô (Rêde integrada 1990)

Tempo total de viagem nas horas de "rush" do Largo da Carioca para	Sem metrô (1968) min	Com metrô (1990) min	Ganho de tempo min	%
Madureira	73	37	36	49
Deodoro	82	44	38	46
Santa Cruz	121	76	45	37
Belfort Roxo	106	49	57	54
Duque de Caxias	104	40	64	62

Tempo total de viagem = tempo de viagem + tempos de caminhada + tempos de espera

Tab. E13
Tempo de viagem do Largo da Carioca na "Linha Prioritária" (Rêde I) e nas Rêdes II A e III A

Tempo total de viagem do Largo da Carioca para	Rêde I (1975) min	Rêde II A (1990) min	Rêde III A (1990) min
Caxias	54,0	42,7	32,0
Nova Iguaçu	73,5	64,5	56,5
Belfort Roxo	68,0	48,2	41,7
Deodoro	54,0	44,0	36,0
Campo Grande	85,0	72,7	60,0
Santa Cruz	105,0	92,0	72,0
Freguesia	66,0	28,0	30,0
N.S. da Paz	20,0	20,0	20,0
Pavuna	55,0	34,5	34,5

Tempo total de viagem = tempo de viagem + tempos de parada + tempos de baldeação

Tab. E14
População e empregos na zona de influência do metrô (1975–1990)

Referência	População				Empregos			
	"Macro-área" hab	Zona de influência imediata do metrô hab	%	%	"Macro-área" Número	Zona de influência imediata do metrô Número	%	%
"Linha Prioritária" (1975) = 18,04 km	7 491 965	808 000	10,8	100	2 314 520	848 000	36,7	100
Rêde do Metrô (1990) = 66,87 km	11 642 163	2 677 500	22,8	330	4 073 566	2 204 000	54,1	260
Rêde do metrô integrada (1990) = 132,67 km	11 642 163	4 650 000	40,0	575	4 073 566	2 820 000	69,2	333

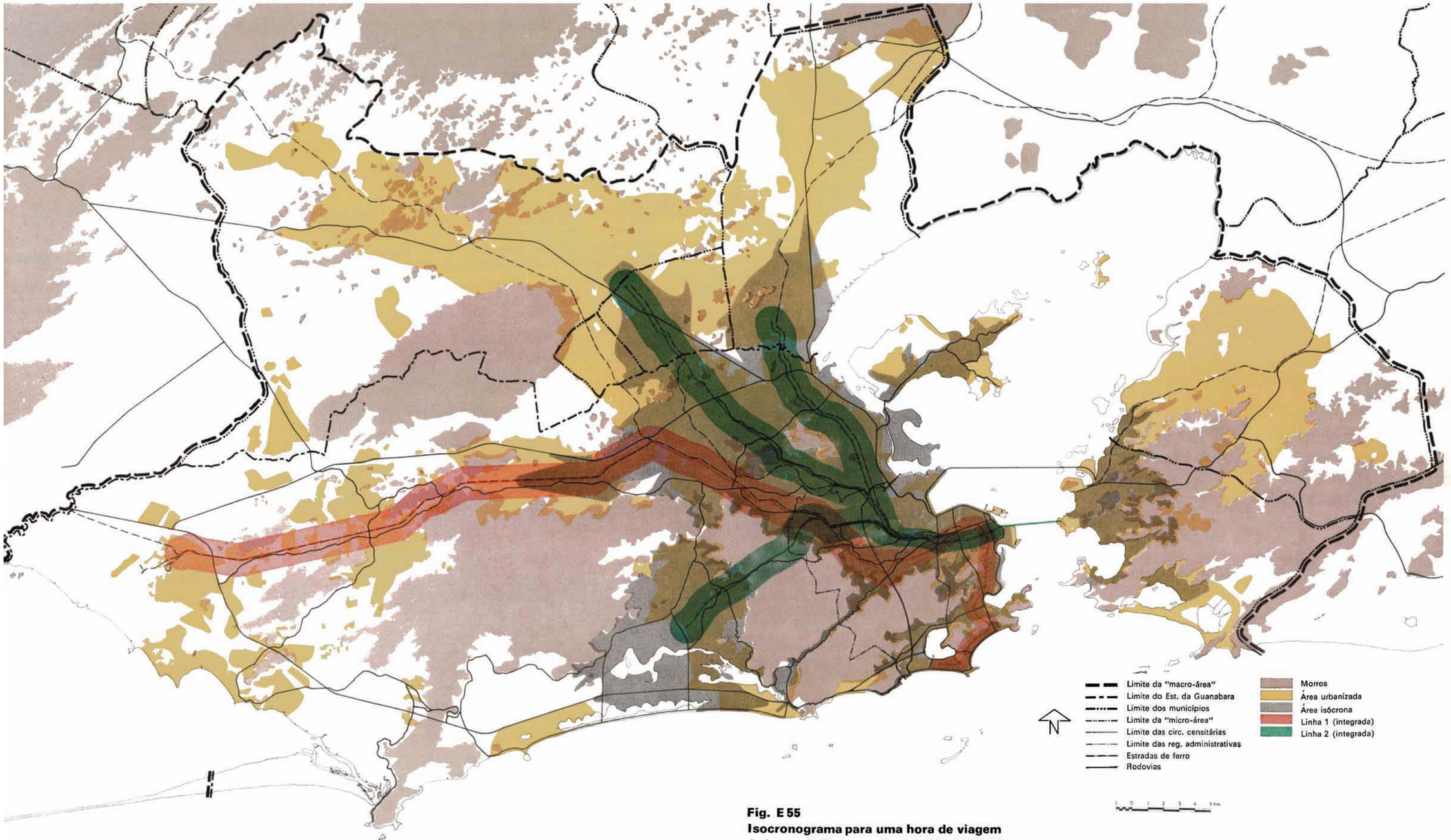


Fig. E 55
Isocronograma para uma hora de viagem do Largo da Carioca – Projeto III A (1990)

fazendo o confronto com o Projeto II A, a Rêde III A oferece, pois, grande número de vantagens decisivas.

3.4.1.1 Volumes de tráfego em cada trecho

Uma análise dos dados individuais da alocação para o Projeto III A, correspondente às Figs. E58 a E60, mostra que o valor máximo de volume de tráfego nos trechos continuou aumentando em comparação com a Rêde II A.
No trecho Mangueira-Maracanã (Linha 2) constatou-se para 1990, considerando a integração prevista, 672 000 passageiros por sentido e por dia. Com um índice máximo de 12%, isso corresponde a 81 000 passageiros por sentido na hora de "rush".
Com um movimento máximo de 640 000 passageiros por sentido e por dia, os trechos dessa mesma Linha 2 que seguem para leste até Estácio de Sá apresentam diferenças para menos bastante insignificantes.
A semelhança que se vê, assim, nesse setor da rêde, com os resultados da Rêde II A, pode ser transposta, também qualitativamente, para os demais trechos de linha. Em princípio as considerações feitas em E2.2.1.1 a êste respeito, são, pois, igualmente válidas para a Rêde III A.
Divergências maiores só são observadas no trecho Triagem-Caxias, cujo volume de tráfego aumentou consideràvelmente por ter sido transformado em trecho para operação de metrô. Outrossim, o trecho Mangueira—Méier indica, em confronto com a Rêde II A, um volume de tráfego consideràvelmente reduzido para o metrô em favor da estrada de ferro que lhe é paralela. Isso reside no fato de que a situação da estrada de ferro muda em relação ao Projeto II A, visto que nesse trecho circulam trens de médio percurso com alta velocidade média.

3.4.1.2 Volumes de tráfego nas estações do metrô

Os futuros volumes de tráfego nas estações do metrô para o Projeto III A podem ser vistos na Fig. E60, que apresenta as parcelas referentes a embarques, desembarques e baldeações em relação ao volume total de tráfego diário nas estações. Por embarques se entendem os passageiros cujos viagens têm origem a uma distância próxima das estações, e que pode ser coberta a pé.
Por desembarques, o mesmo com relação ao destino das viagens.
Também no Projeto III A a Estação Largo da Carioca continua sendo a estação com o maior volume de passageiros. A alocação para o ano-prazo 1990 mostrou um volume um pouco superior a um milhão de passageiros por dia, o que significa um aumento de quase 10% em confronto com os dados do Projeto II A.
Os embarques e desembarques predominam novamente, com 60% do volume total. As relações de baldeações Ipanema—Estácio de Sá e Niterói—Ipanema, já mencionadas no Projeto II A, com 125 000 e 50 000 passageiros, por sentido e por dia, respectivamente, continuam consideràvelmente altas.
A Estação Estácio de Sá, que agora alcançou o segundo lugar em volumes de tráfego, tem importância especial com relação ao tráfego de baldeações. Em 1990, consideradas as premissas do Projeto III A, haverá nessa estação cêrca de 800 000 embarques, desembarques e baldeações. A parcela referente às baldeações, em confronto com o Projeto II A, teve um aumento de 60% para 70%.
A Estação Méier, que anteriormente ocupava o segundo lugar em volume de tráfego, no Projeto III A ficou consideràvelmente desafogada em virtude da modificação da estrutura da rêde. O volume diário de tráfego importa agora em apenas 218 000 passageiros, ou seja, 26 000 passageiros na hora de "rush", que podem ser atendidos neste ponto sem dificuldades.
Comparadas com as duas Estações Largo da Carioca e Estácio de Sá, tôdas as demais estações de metrô apresentam volumes de tráfego muito inferiores. Em terceiro, quarto e quinto lugares acham-se, respectivamente, as Estações Uruguaiana, com 390 000 passageiros por dia, Caxias, com 350 000 e Uruguai, com 320 000.
As demais estações apresentam volumes inferiores a 300 000 passageiros por dia; os volumes de tráfego, bem como a distribuição por embarques, desembarques e baldeações podem ser vistos na Fig. E60.

Os volumes de tráfego nos demais meios de transporte do Projeto III A (1990) encontram-se na Fig. E63.

3.4.2 Volumes de tráfego nas linhas de estradas de ferro não integradas

O volume de tráfego na estrada de ferro sofrerá redução sensível no caso de uma integração dos trechos suburbanos das estradas de ferro com o metrô. Para as duas linhas de estradas de ferro não integradas, a alocação do Projeto III A indicou um volume de 0,82 milhões de passageiros por dia, ou seja, um desempenho de tráfego de 14,7 milhões de passag · km por dia útil. A distância média de viagem por passageiro da estrada de ferro será então de 14,7 milhões: 0,82 milhões = 18 km. Êste valor elevado, em comparação com os valôres obtidos nas alocações anteriores, explica-se pelas características especiais da linha de estrada de ferro para Eng.° Pedreira, cujos trens, entre D. Pedro II e Deodoro, param apenas em Lauro Mueller, Mangueira, Méier e Madureira (Fig. E64).

Os resultados da alocação para o tráfego ferroviário para Eng.° Pedreira estão mostrados gràficamente na Fig. E65. Devido à influência da integração, os volumes de tráfego na linha de estrada de ferro restante são sensìvelmente mais baixos que no Projeto II A.

O valor máximo é de 250 000 passageiros por sentido e por dia, ou seja, 30 600 passageiros por sentido na hora de "rush", no trecho Méier—Madureira; todavia os trechos de linha adjacentes, até Deodoro e Mangueira, apresentam valôres igualmente elevados. Em Mangueira o volume de tráfego no sentido leste sofre uma redução de cêrca de 100 000 passageiros, atingindo na Estação terminal D. Pedro II o valor de apenas 105 000 passageiros por sentido e por dia.
Êste resultado confirma a tendência, já visível no Projeto II A, de que muitos usuários procedentes do norte, dentro da concepção da rêde planejada, deixarão a estrada de ferro o mais tardar em Mangueira, transferindo-se para o metrô, para alcançar diretamente seu destino pela Linha 2. A Estação Mangueira, conjugada para metrô e estrada de ferro, terá pois importância especial, independentemente da escolha da solução definitiva entre as rêdes propostas.

Os volumes de tráfego nas restantes estações, exclusivamente de estradas de ferro, poderão ser vistos na Fig. E60.
Em primeiro lugar encontra-se a Estação D. Pedro II, com cêrca de 213 000 embarques, desembarques e baldeações por dia, ou seja, volume pràticamente igual ao do Projeto II A. A importância da Estação de estrada de ferro Mangueira como ponto de contato entre estrada de ferro e metrô justifica o segundo lugar na ordem dos volumes de tráfego nas estações.

A alocação forneceu para essa estação um volume de aproximadamente 212 000 passageiros por dia, 95% dos quais fazem baldeação entre metrô e estrada de ferro.

O restante compõe-se de embarques e desembarques, bem como de baldeações entre estrada de ferro e ônibus.
Os dados de tôdas as demais estações, bem como o volume de tráfego nos diversos trechos de linha foram compilados na Fig. E65.

3.4.3 Volumes de tráfego na rêde de ônibus

Com raras exceções, os volumes de tráfego na rêde de ônibus (Fig. E63) são consideràvelmente inferiores aos volumes referentes aos meios transporte sôbre trilhos. Embora os altos volumes de tráfego constatados no Projeto II A para os ônibus na região da Pavuna não ocorram no Projeto III A, devido ao prolongamento do Ramal 2b do metrô até Belfort Roxo, os volumes de tráfego na rêde de ônibus continuam pràticamente como no Projeto II A (E2.2.3).

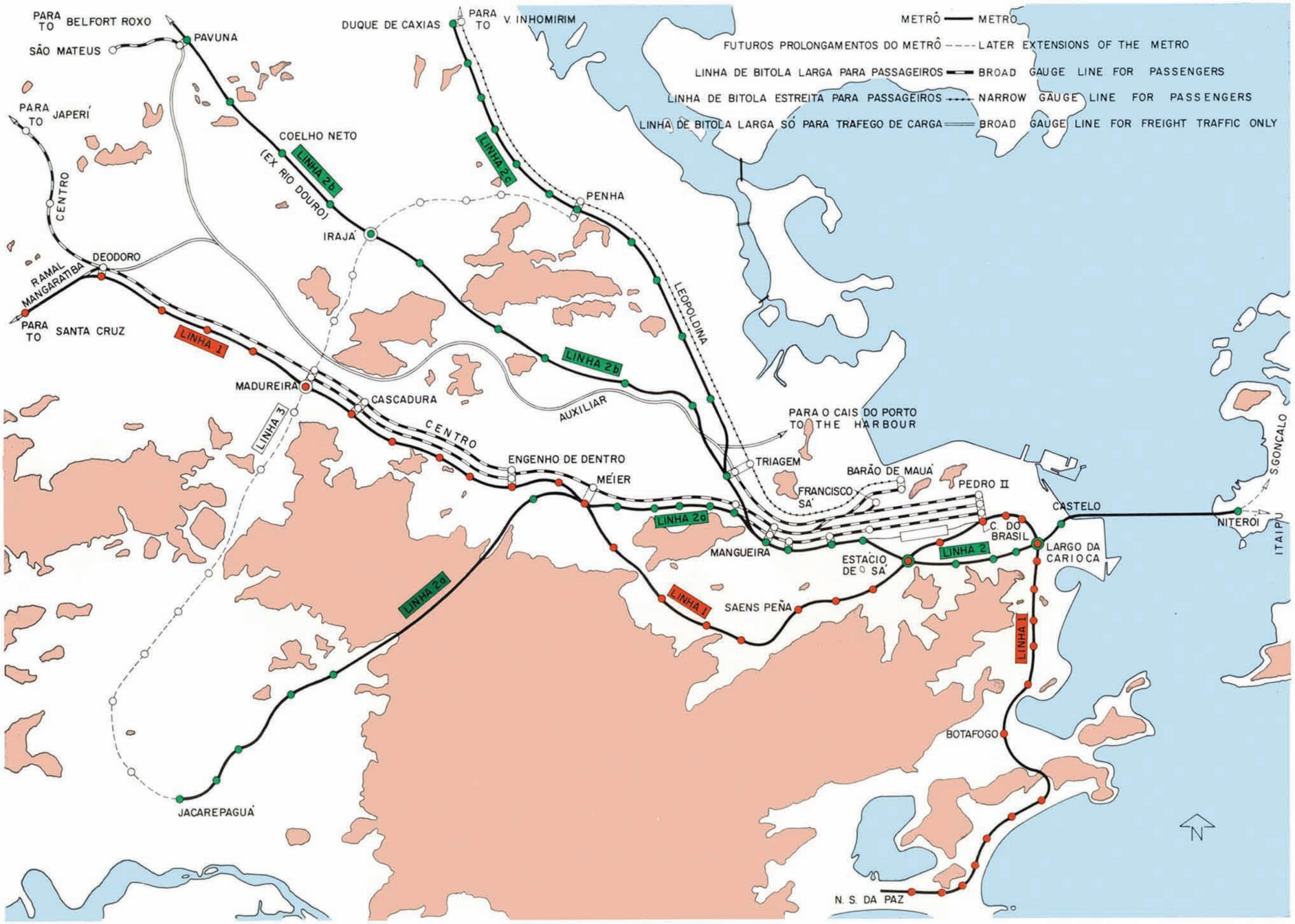


Fig. E 56
Metrô e estradas de ferro – Projeto III A (1990)

3.5 **Projeto III B**

O contrôle da capacidade da Rêde III A demonstrou que, como já acontecera no Projeto II A, a capacidade de desempenho prática do metrô também é excedida em alguns pontos.
Êsse resultado das alocações para o Projeto III A, de acôrdo com as linhas do diagrama da sequência dos trabalhos, conduziu à uma modificação da rêde, que constitui o Projeto III B.
Com base em avaliações quantitativas dos efeitos, é considerada como viável a seguinte rêde de metrô modificada:

Linha 1

A "Linha Prioritária" será prolongada até o Méier, via Saenz Peña, na Tijuca. No Méier ocorrerão as seguintes bifurcações:

Ramal 1 a para Jacarepaguá,

Ramal 1 b até Santa Cruz, via Deodoro pelas vias suburbanas reaparelhadas da Central do Brasil.

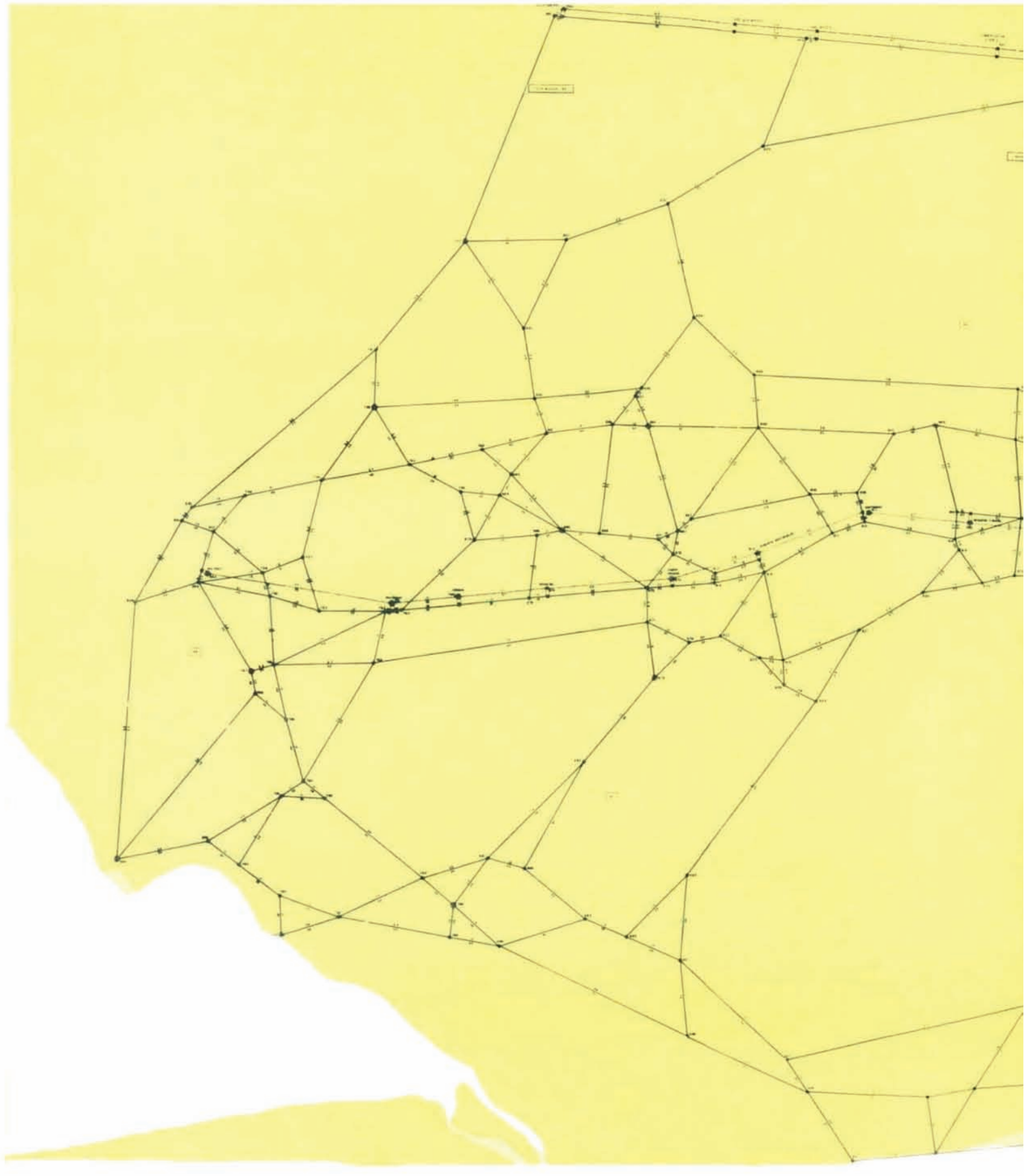
Linha 2

A Linha 2 irá de Niterói até Triagem, via Castelo, Largo da Carioca, Estácio de Sá e Mangueira, seguindo depois para Belfort Roxo, via Del Castilho e Pavuna. Entre Triagem e Del Castilho, bem como entre Pavuna e Belfort Roxo, serão utilizadas as vias suburbanas da Linha Auxiliar, que deverão ser reaparelhadas.

Linha 3

Uma terceira linha deveria ligar D. Pedro II a Duque de Caxias, via Triagem e Penha, pelas vias suburbanas reaparelhadas da Leopoldina.

Dados exatos sôbre o deslocamento dos fluxos de tráfego, bem como sôbre os volumes de tráfego nos trechos e nas estações do metrô poderão ser obtidos mediante uma nova alocação.



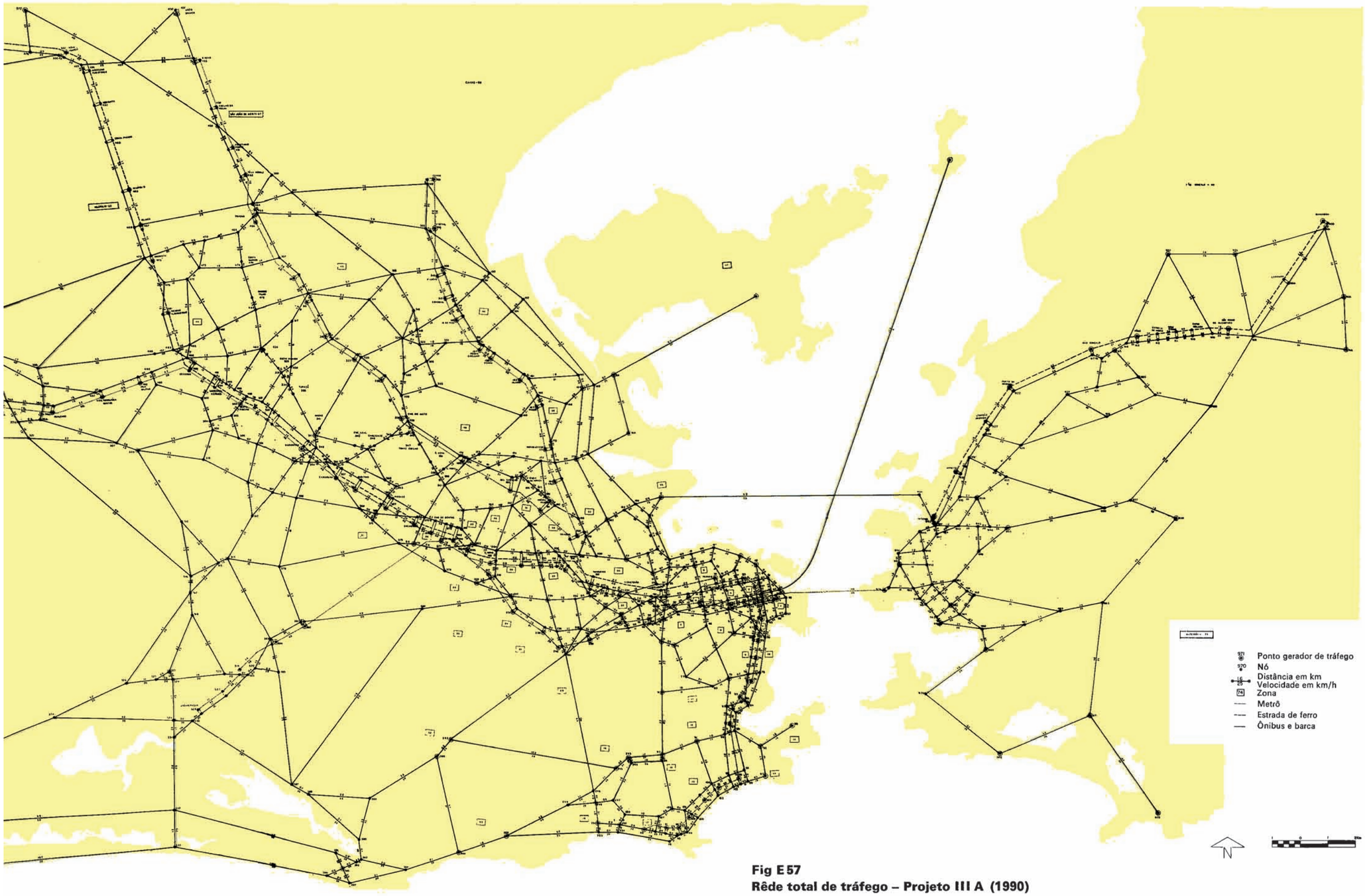


Fig E 57
Rêde total de tráfego – Projeto III A (1990)

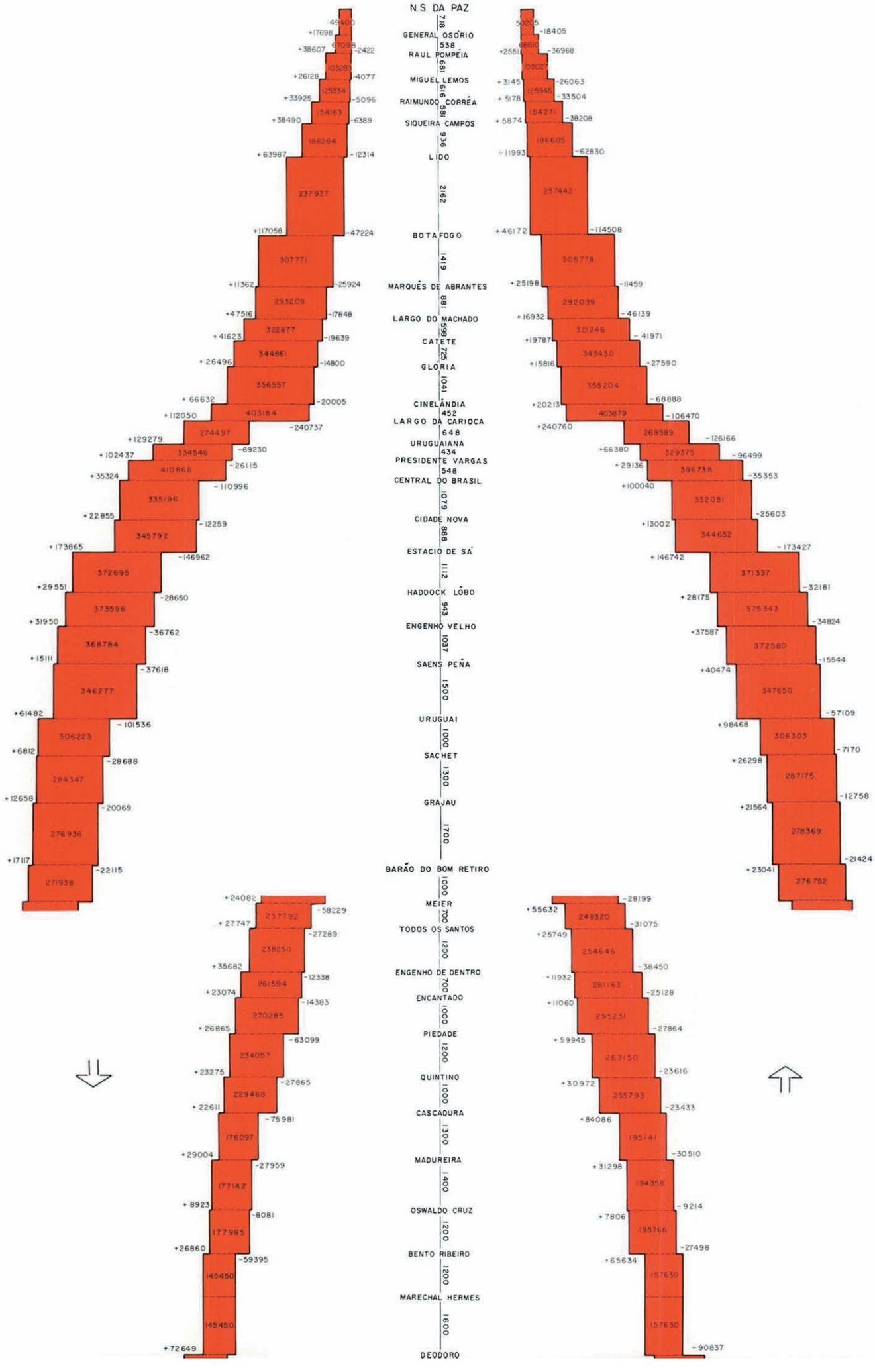
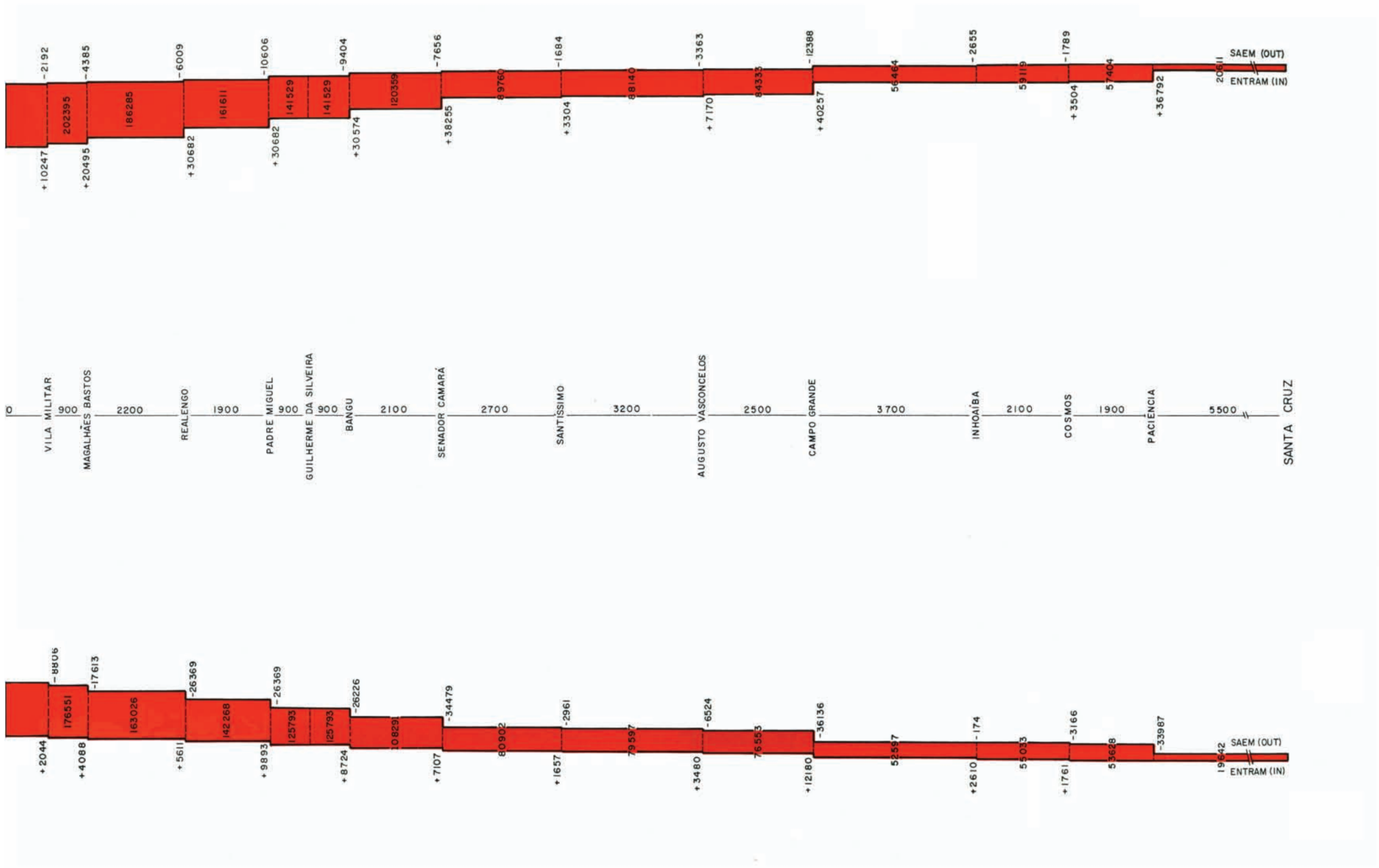

N.S DA PAZ
718
GENERAL OSÓRIO
538
RAUL POMPÉIA
681
MIGUEL LEMOS
616
RAIMUNDO CORRÊA
581
SIQUEIRA CAMPOS
936
LIDO
2162
BOTAFOGO
1419
MARQUÊS DE ABRANTES
881
LARGO DO MACHADO
598
CATETE
725
GLÓRIA
1041
CINELÂNDIA
452
LARGO DA CARIOCA
648
URUGUAIANA
434
PRESIDENTE VARGAS
548
CENTRAL DO BRASIL
1079
CIDADE NOVA
888
ESTACIO DE SÁ
1112
HADDOCK LÔBO
943
ENGENHO VELHO
1037
SAENS PEÑA
1500
URUGUAI
1000
SACHET
1300
GRAJAU
1700
BARÃO DO BOM RETIRO
1000
MEIER
700
TODOS OS SANTOS
1200
ENGENHO DE DENTRO
700
ENCANTADO
1000
PIEDADE
1200
QUINTINO
1000
CASCADURA
1300
MADUREIRA
1400
OSWALDO CRUZ
1200
BENTO RIBEIRO
1200
MARECHAL HERMES
1600
DEODORO

Fig. E 58
Linha 1 do metrô – Fluxograma diário de passageiros
Rêde III A (1990)



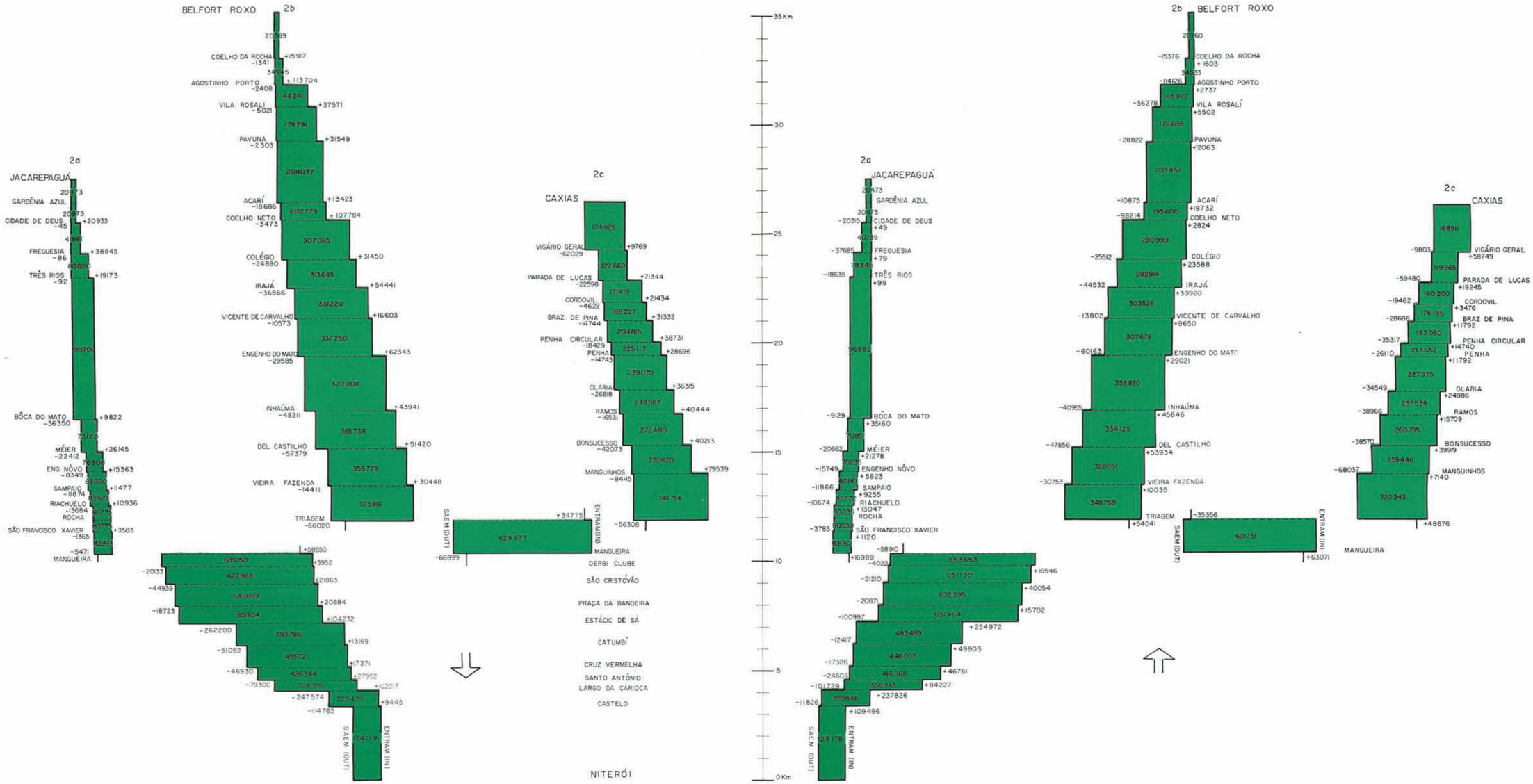


Fig. E 59
Linha 2 do metrô – Fluxograma diário de passageiros
Rêde III A (1990)

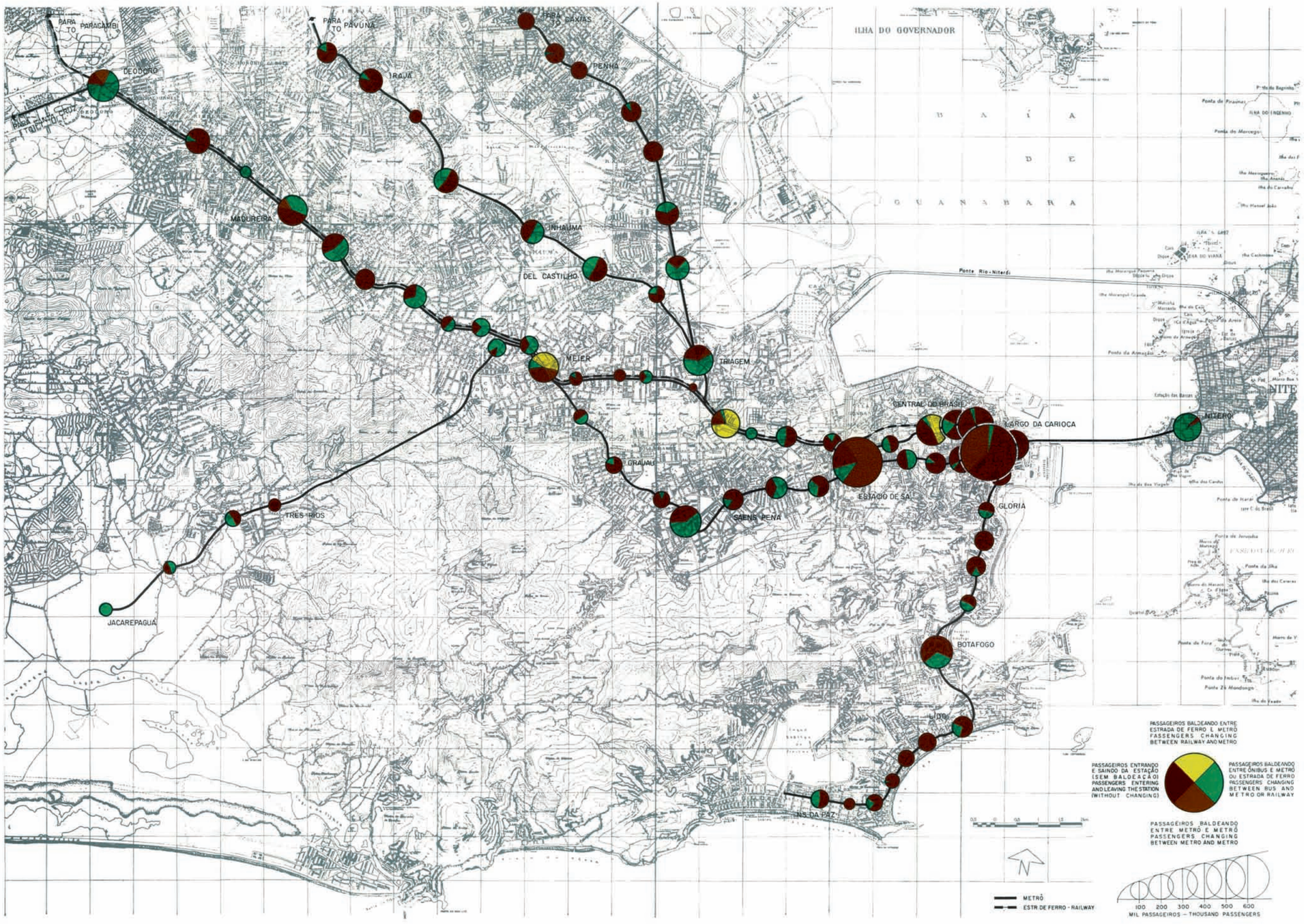
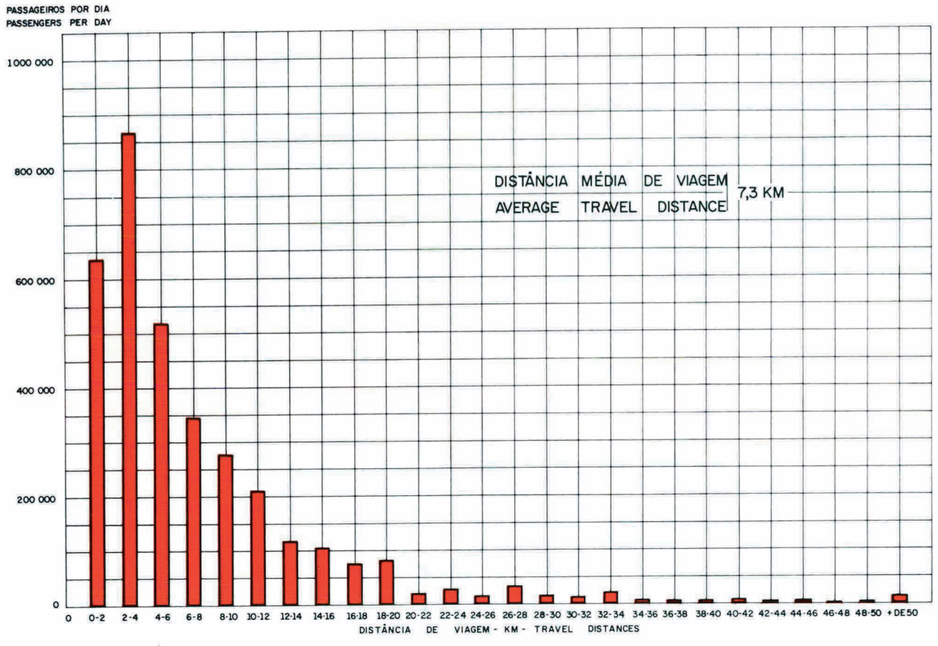


Fig. E 60
Movimento diário de passageiros nas estações Projeto III A (1990)



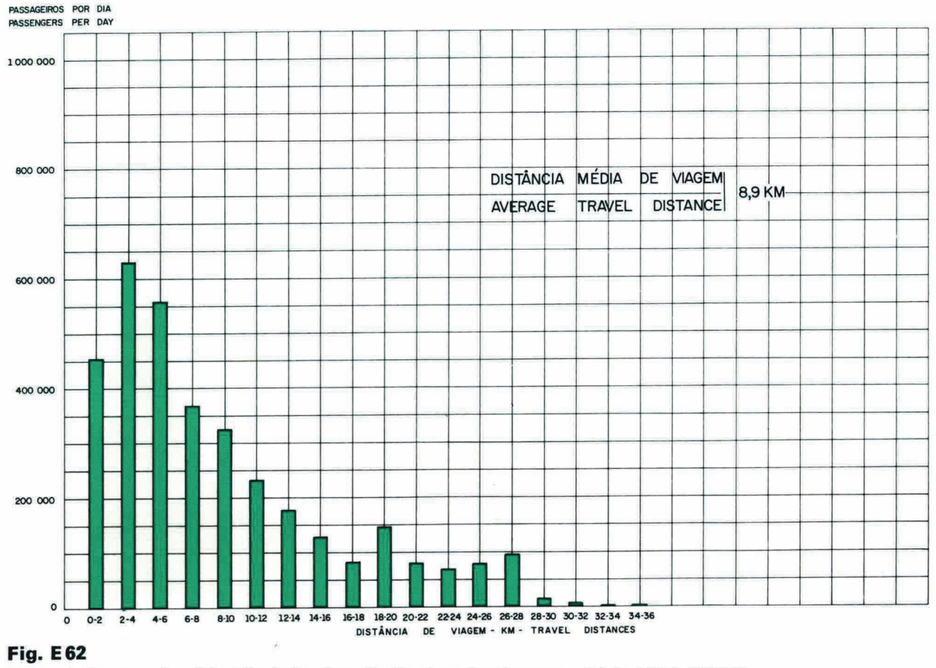


Fig. E 62
Linha 2 do metrô – Distribuição das distâncias de viagem – Rêde III A (1990)

Fig. E 61
Linha 1 do metrô
Distribuição das distâncias de viagem
Rêde III A (1990)

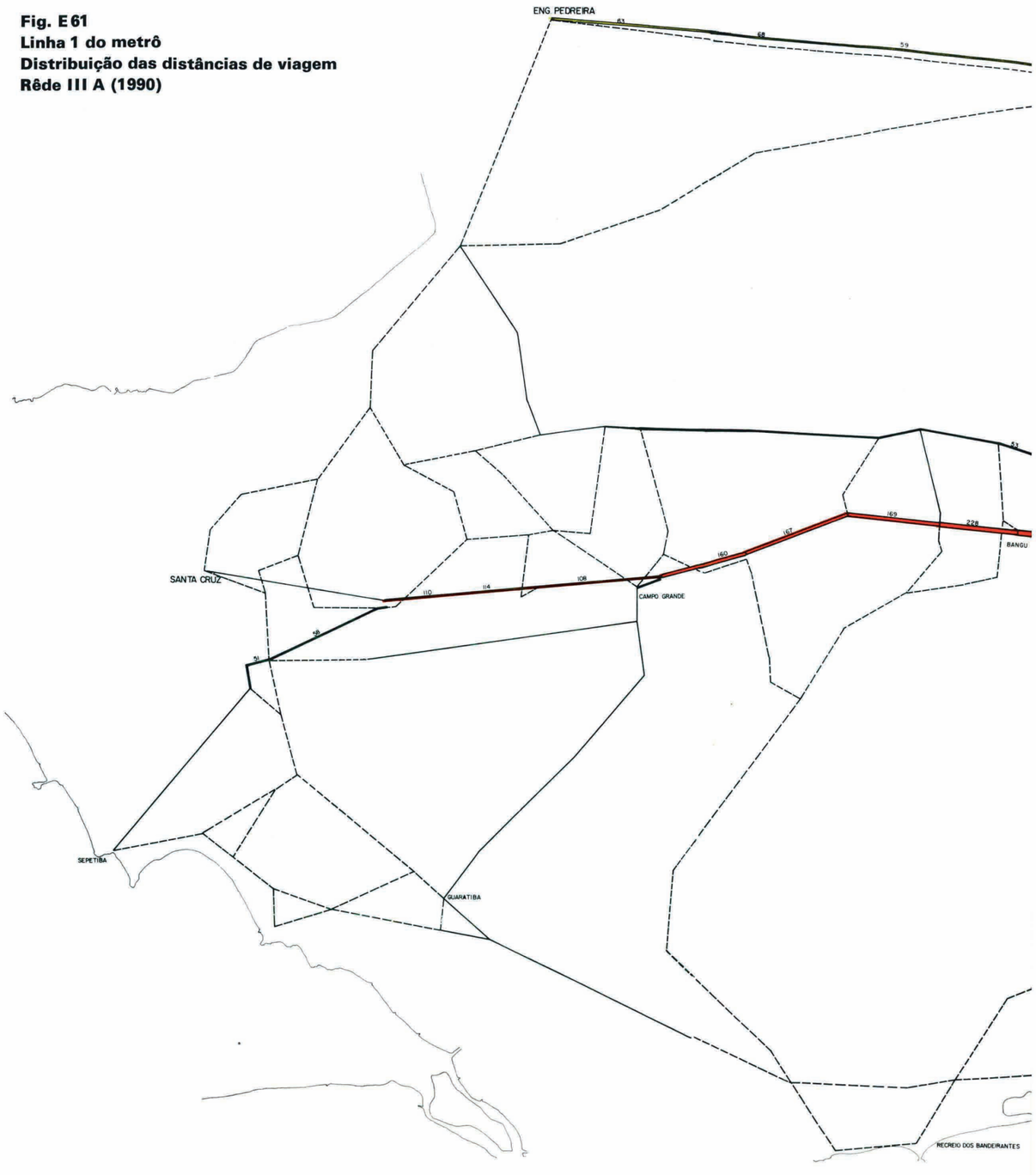
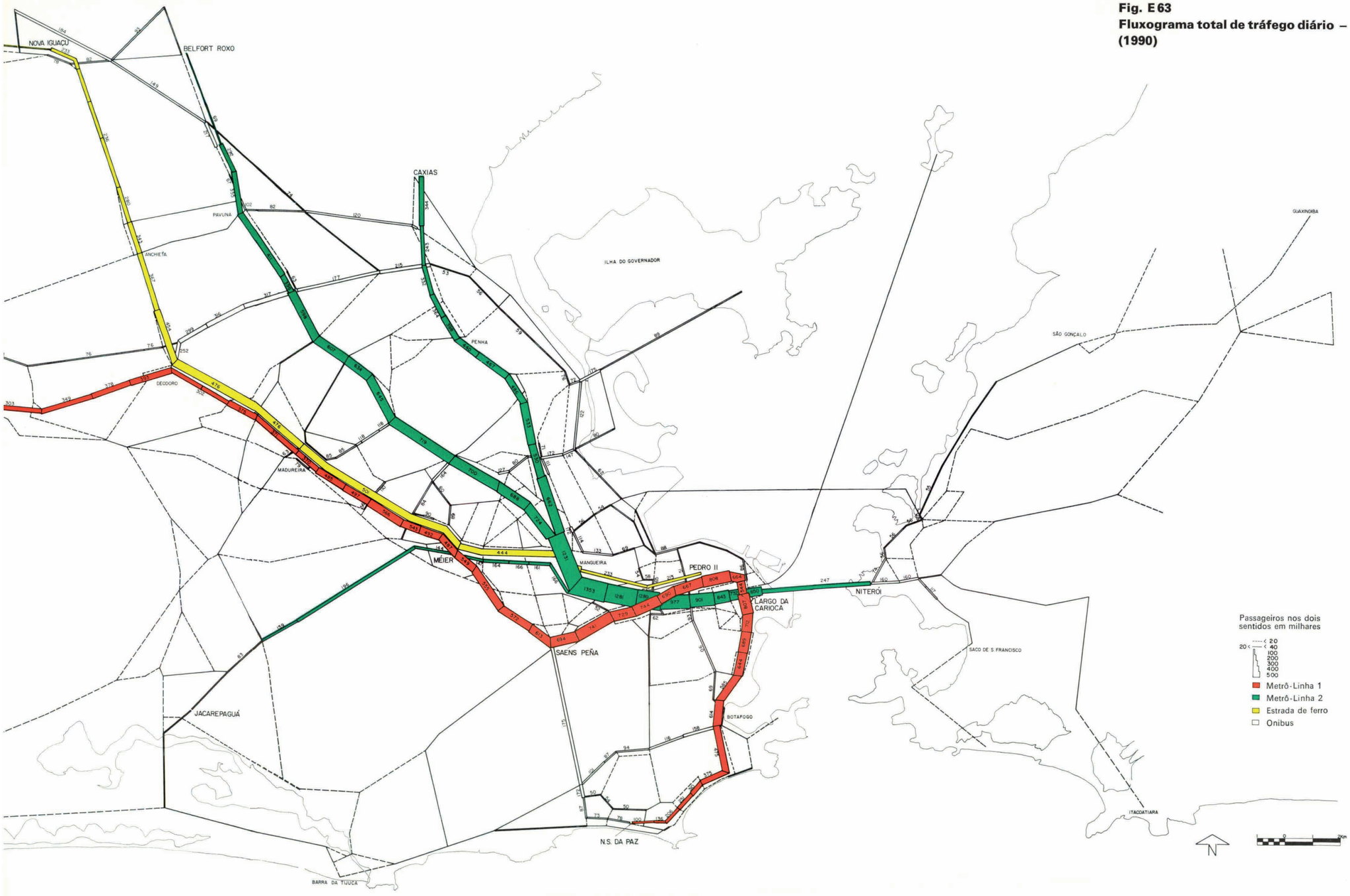


Fig. E 63
Fluxograma total de tráfego diário – Projeto III A (1990)



3.6 **Etapas de construção**

Uma visão aproximada da possível sequência cronológica da construção — independentemente do levantamento dos recursos financeiros exigidos pela obra — poderá basear-se no fato de que em um ano poderão ser concluídos cêrca de 3 km de trecho em túnel ou 4 km de novos trechos em superfície; independentemente, em um ano poderão ser reaparelhados cêrca de 5 km de estradas de ferro suburbanas para se adaptarem ao método operacional do metrô.

Por conseguinte, a rêde de metrô integrada prevista para a área metropolitana do Rio de Janeiro, de aproximadamente 140 km de extensão, dos quais cêrca de 38 km em túnel, 31 km de novos trechos em superfície e 71 km em trechos das estradas de ferro suburbanas a serem reaparelhados, poderia ser implantada dentro dos próximos dois decênios, i. é, até 1990.

A sequência das obras deveria ser pautada pelo crescimento e pela importância econômica das áreas incorporadas.

Além disso, existem, para um futuro mais remoto, as seguintes possibilidades de crescimento orgânico:

Niterói — São Gonçalo	16,0 km,
Niterói — Itaipu	8,0 km,
Jacarepaguá — Madureira	12,8 km,
Madureira — Penha	8,6 km,
Deodoro — Nova Iguaçu (integração)	13,3 km.

3.7 **Recapitulação**

Cumpre frisar que as "Considerações sôbre um sistema integrado de metrô e estradas de ferro suburbanas" aqui apresentadas deverão ser ainda aprofundadas.

Trata-se, por enquanto, apenas de considerações básicas que, no entanto, já indicam que a integração é técnica e econômicamente viável.

Será necessário, portanto, decidir no âmbito da política de transportes se o tráfego coletivo sôbre trilhos na área metropolitana do Rio de Janeiro deverá futuramente ser servido por diversos sistemas mais ou menos independentes ou por um sistema integrado.

A rêde integrada não é de modo algum apenas um prolongamento das partes centrais da Rêde do Metrô

Existe, antes, uma série de diferenças fundamentais entre o metrô não integrado e integrado, que impõem que essa decisão seja tomada com relativa urgência, a fim de evitar, durante a operação normal, obras de reformas dispendiosas e inoportunas, bem como prejuízos financeiros com custos de obras futuras.

Existe, assim, uma série de estações (Mangueira, Triagem, Méier) cuja remodelação depende fundamentalmente da decisão sôbre se o metrô deverá utilizar um novo leito para suas vias, ao lado das vias existentes, ou se poderá circular diretamente sôbre estas últimas.

A Leopoldina, que se acha em remodelação entre Mangueira e Duque de Caxias (16,3 km), não deveria ser equipada com linhas aéreas de contato, e sim, desde logo com terceiro trilho.

A integração do tráfego é uma tendência universal que, com o crescimento das metrópoles e a expansão das regiões urbanas, se acentua a olhos vistos. As principais características dessa integração são a tarifa integrada e a estreita conjugação técnica dos meios de transporte.

Hoje surgem rêdes integradas, entre outras, em Londres, São Francisco, Nova York, Estocolmo, Copenhagen, Hamburgo, Frankfurt/Main e Munique.

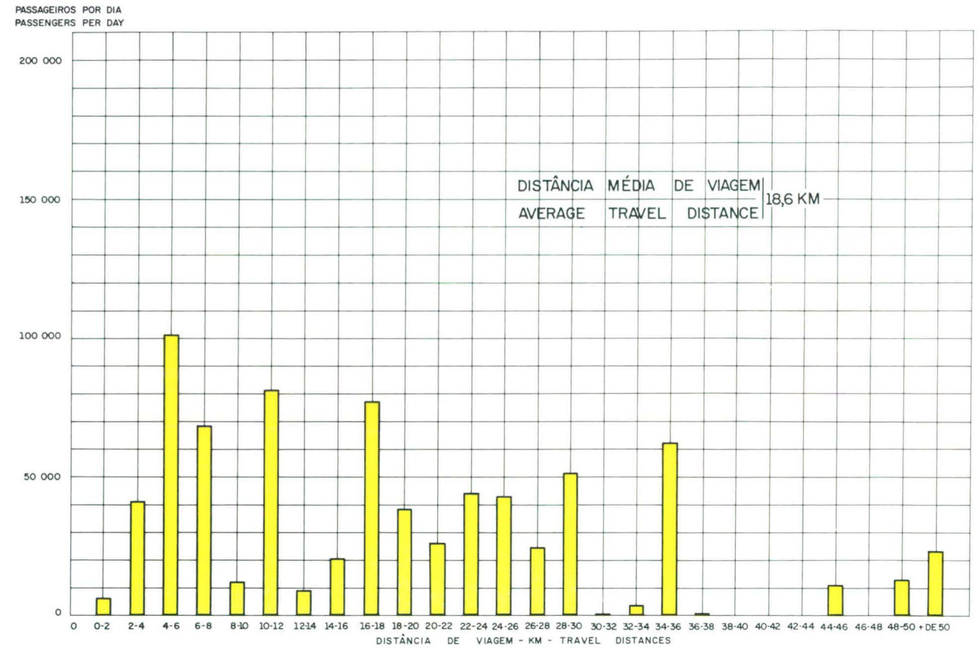
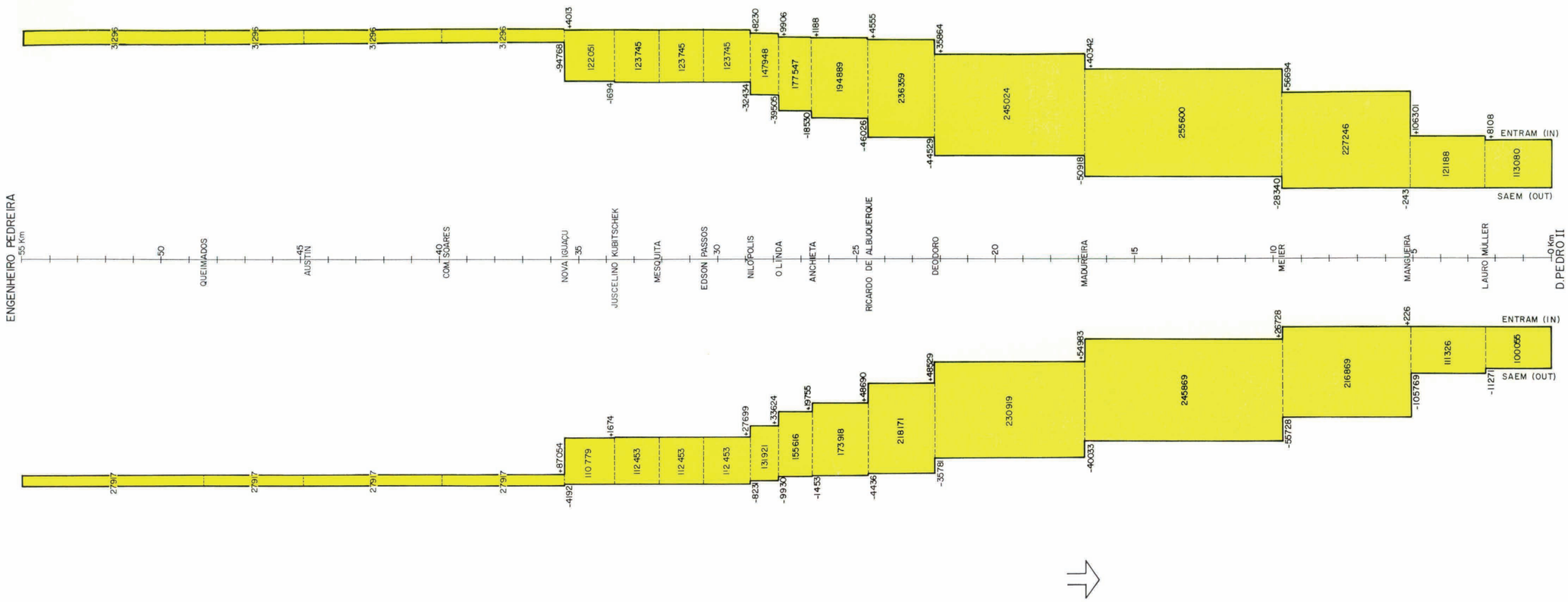


Fig. E 64
D. Pedro II–Eng.° Pedreira – Distribuição das distâncias de viagem – Projeto III A (1990)

A Cidade do Rio de Janeiro sempre conseguiu romper as rígidas limitações impostas por sua difícil situação geográfica. São provas os aterros na Baía de Guanabara, o desmonte de numerosos morros e a de muitos túneis urbanos que atravessam o obstáculo constituído pelo acidentado relêvo da cidade.

A concepção de um metrô integrado seria o passo decisivo para libertar o Rio de Janeiro dos estreitos limites que lhe impõe a natureza.

Fig. E 65
D. Pedro II–Eng.° Pedreira – Fluxograma diário de passageiros – Projeto III A (1990)



F Elementos básicos para o planejamento técnico

1. Sistema de metrô e sistema elétrico

1.1 Sistema de metrô

A escolha do sistema de metrô a ser instalado é determinada em primeiro lugar pela capacidade de desempenho que êsse metrô deverá ter. De acôrdo com D 5.3.2, no Rio de Janeiro, considerando seu desenvolvimento previsto até 1990, dever-se-á contar com cêrca de 64 000 pessoas transportadas por hora de "rush" e por sentido. De acôrdo com D 5.3.3 êsse volume de tráfego exige uma capacidade de desempenho teórica de 80 000 passageiros por hora e por sentido, i. é, uma ordem de grandeza já alcançada hoje pelos maiores metrôs do mundo (Moscou, Nova York).
Atender 80 000 pessoas por hora e sentido significaria efetuar o transporte de 13 300 pessoas cada 10 min, 6 600 pessoas cada 5 min e 2 000 pessoas cada 1,5 min. Só estas cifras já são altamente indicativas para o sistema de metrô a ser escolhido. Soluções técnicas do gênero de carros sôbre colchão de ar, instalações do tipo de tubos pneumáticos utilizados pelos correios, carros com motor linear, soluções essas ainda não suficientemente desenvolvidas até o estágio necessário para sua aplicação operacional, devem, por conseguinte, ser excluídas de antemão. Sòmente devem ser objeto de uma seleção mais restrita sistemas de metrô nos quais composições com capacidade de lotação de 2 000 pessoas possam circular com intervalos de 90 s.
Todos os metrôs hoje em operação são exclusivamente vias férreas, cujos carros são guiados pelos frisos das rodas sôbre vias de dois trilhos. A êsse sistema convencional sôbre trilhos fêz exceção pela primeira vez o metrô de Paris em 1963, introduzindo carros com rodas com pneumáticos que circulam sôbre uma via de concreto ou de aço e que são guiados por outras quatro rodas com pneumáticos instaladas lateralmente em posição horizontal. Contudo, outros sistemas foram também desenvolvidos, tais como os de trens suspensos e os de trens "a cavalete" e que devem igualmente ser objeto de considerações.

1.1.1 Sistema convencional dos metrôs atuais

As características dos sistemas convencionais são:

a) via permanente de estrada de ferro comum (via de trilhos de aço), com leito próprio, em superfície, em túnel ou em elevado,
b) traçado das linhas sem cruzamento,
c) tração elétrica,
d) carros sôbre rodas de aço com friso,
e) mesma altura, do piso do carro e da plataforma das estações, acima do boleto do trilho,
f) portas largas, para operação rápida de desembarque-embarque,
g) instalação de sinalização própria,
h) automatização crescente.

Na Tab. F1 estão reunidas as características técnicas e de tráfego mais interessantes de quase todos os metrôs do mundo. Os metrôs de Londres, Montreal, Nova York e Paris serão objeto de considerações mais pormenorizadas.

1.1.1.1 Metrô de Londres

A atual rêde de metrô de Londres consta de 8 linhas-tronco com um total de 407 km e 282 estações. Transporta em média, cada dia, aproximadamente 2,25 milhões de passageiros. Parcela considerável do transporte coletivo urbano em Londres está a cargo de ônibus e da "British Railways", cuja rêde alcança grandes distâncias nos subúrbios. Nas linhas suburbanas as vias são utilizadas em conjunto pelos trens da "British Railways" e pelo metrô.
A bitola é de 1 435 mm; os trilhos são geralmente soldados em lances de 90 m. A energia, em 600 V corrente contínua, é transmitida por dois terceiros trilhos.
A segurança é garantida por seções de licenciamento automático com sinalização luminosa e bloqueio de marcha, permitindo assim um intervalo de 90 segundos entre composições, o que corresponde a 40 composições por hora. Desde alguns anos, composições comandadas automàticamente por sinais em código vêm trafegando a título de experiência. O maquinista do carro motor pode ler num quadro luminoso os sinais transmitidos à composição. Para comando manual a velocidade máxima permitida é de 40 km/h; caso essa velocidade seja ultrapassada a composição é freada automàticamente.
Pormenores sôbre os carros podem ser vistos na Tab. F1.

1.1.1.2 Metrô de Montreal

Montreal é a cidade do continente americano que mais recentemente foi dotada de um metrô. Sòmente em 1962, quando o número de habitantes atingiu a cifra de dois milhões, foi iniciada a construção de uma rêde de metrô de três linhas, com 26 estações e uma extensão total de 26,2 km. Em 1966 foram inauguradas as duas primeiras linhas. A terceira, que cruza o Rio St. Lorenz, foi posta em serviço em 1967, por ocasião da inauguração da Feira Mundial. Achou-se necessário adotar o sistema de Paris, com carros de rodas com pneumáticos, a fim de poder vencer rampas de 60‰, apesar de, em estradas de ferro comuns, composições com locomotivas subirem rampas de 55‰, com vários quilômetros de extensão.
A via permanente corresponde à do sistema usado em Paris para carros de rodas com pneumáticos. A energia é em 750 V corrente contínua, transmitida pelos trilhos-guia laterais.
Com as unidades motrizes de três carros podem ser formadas composições de nove carros com capacidade de 1 500 passageiros. Com intervalos de 90 s entre composições podem ser transportadas 60 000 pessoas por hora e por sentido.

1.1.1.3 Metrô de Nova York

Com 385 km de extensão, o metrô de Nova York, entre todos os metrôs do mundo, é o que tem maior desempenho de tráfego. Em dias úteis, suas 481 estações registram um movimento de 4,7 milhões de passageiros. Dêstes, 15% viajam na hora de "rush", dos quais mais da metade dirigem-se para a zona comercial de Manhattan, com o respectivo fluxo de retôrno.
Constituem peculiaridade do tráfego os trens expressos que trafegam nas vias internas de linhas de quatro vias. Em linhas de três vias a terceira via é usada pela manhã no sentido para a cidade e à tarde no sentido da cidade. Os trens expressos só param nas estações mais importantes e sua velocidade média de viagem atinge, assim, 32 a 35 km/h, contra 25 a 28 km/h nas composições comuns.
A bitola é de 1 435 mm. A tensão de 600 V corrente contínua é captada na face superior do terceiro trilho, que pesa 75 kg por metro linear.
A segurança é mantida por seções de licenciamento automático com sinalização luminosa e bloqueio de marcha. Desde 1962 vem sendo experimentado um comando automático das composições. Outras experiências em andamento referem-se a equipamentos de intercomunicações destinados a assegurar contato permanente dos maquinistas das composições com os postos de contrôle central, pessoal de serviço nas estações e postos de polícia.
Os carros, com capacidade de até 200 passageiros, têm quatro portas de cada lado. Dois carros acoplados formam uma unidade. São formadas composições de até cinco unidades.

1.1.1.4 Metrô de Paris

A rêde de metrô de Paris, de malha fechada, consta de 15 linhas, com uma extensão de 189 km e 270 estações.
A bitola é de 1 435 mm. A tensão é em 600 V corrente contínua, mas deverá ser mudada para 750 V. A corrente é captada na face superior do terceiro trilho, que pesa 52 kg por metro linear.
A sinalização conserva o sistema usual de seções de licenciamento com sinais luminosos em duas côres, contudo sem bloqueio de marcha.
Em 1963 o metrô de Paris introduziu carros de rodas com pneumáticos em suas linhas 1 e 11.

1.1.2 Sistema de carros sôbre pneumáticos

O desenvolvimento de carros sôbre pneumáticos para o metrô de Paris teve por objetivo o aproveitamento da maior aderência dos pneumáticos em relação às rodas de aço, e a diminuição do nível de ruídos relativamente alto dos antigos carros de metrô. A Fig. F1 mostra o princípio básico do aparelho de rodagem e da superfície de rolamento do carro que foi pôsto em circulação em Paris pela primeira vez em 1949. O aparelho de rodagem é constituido por um truque com quatro rodas com pneumáticos para tração. A direção do carro é assegurada por quatro rodas com pneumáticos antepostas horizontalmente às rodas de tração. São comprimidas

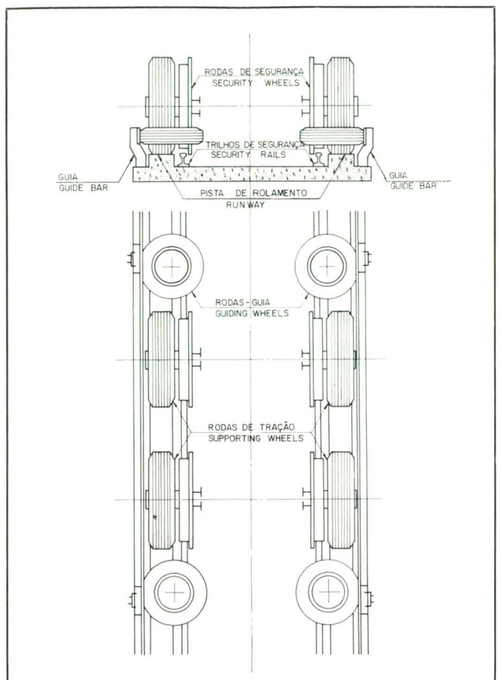


Fig. F1
Esquema de um truque com rodas com pneumáticos

contra os trilhos-guia laterais, afim de evitar solavancos tanto na marcha em linha reta quanto ao entrar nas curvas. Paralelamente às rodas de tração existem rodas de aço com frisos, atuando como rodas de segurança. Sua função é dupla: como roda de segurança, em caso de estouro de um pneu das rodas de tração, e para assegurar a direção do carro nos aparelhos de mudança (ou chaves) de via.
Torna-se por isso necessária a instalação de superfície de rolamento dupla:

primeiramente, a via de concreto, de madeira especial ou de vigas de aço, perfil I, para as rodas com pneumático,

em segundo lugar, a via comum de trilhos de aço para as rodas com frisos.

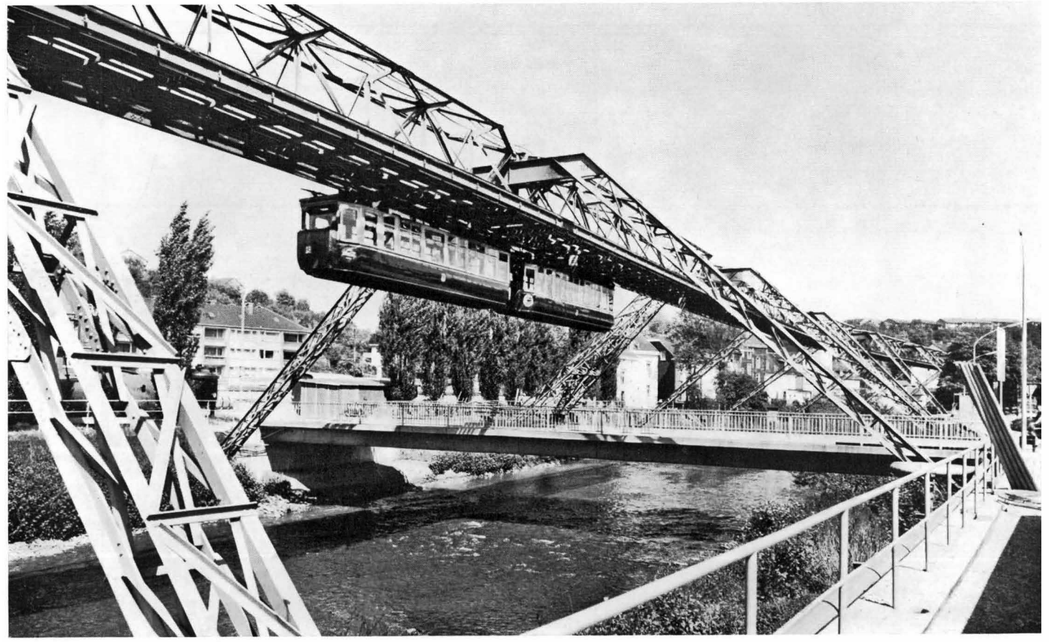
Pertencem ainda à superfície de rolamento os trilhos-guia laterais que servem também de terceiro trilho para a transmissão de energia. Êstes devem ser interrompidos na região das chaves de via para dar passagem livre ao carro. Neste caso, como já foi dito, as rodas de segurança assumem a direção do carro. Para êste fim as vigas de rolamento são, nesta região, rebaixadas de cêrca de 6 mm. Assim as rodas de segurança tocam os trilhos de segurança e assumem a direção do carro.
O pêso da composição continua a repousar sôbre as rodas com pneumáticos.
A distância média entre as superfícies de rolamento das rodas de tração é de 2 440 mm. No intuito de reduzir o arrastamento nas curvas e o consequente desgaste dos pneus, foi instalada uma transmissão diferencial semelhante à de um caminhão. Os motores de tração estão situados no sentido do eixo do carro e acionam as rodas por meio de um curto eixo cardan e do diferencial.
A caixa do carro corresponde à de um carro de metrô comum.

1.1.3 Sistema de trens suspensos

Na Europa o exemplo mais conhecido de um trem suspenso é o de Wuppertal que está em serviço desde 1901. Uma variante mais moderna é o trem suspenso de monotrilho (''skyway'') no Texas, construído ùnicamente para fins experimentais. O aparelho de rodagem dêsse carro é constituído de oito rodas com pneumáticos; 16 rodas com pneumáticos garantem lateralmente a direção. No caso de estourar um dos oito pneus, a sustentação é feita por rodas de emergência de aço. Trens suspensos semelhantes foram construídos também no Japão.
O trem suspenso em monotrilho tem a desvantagem de estar sujeito a fortes balanços, particularmente quando há ventos laterais, o que reduz o confôrto dos passageiros além de exigir um vão livre relativamente grande.

O trem SAFEGE (''Société Française d'Études et de Gestion d'Entreprises'') procura eliminar êsses defeitos.
O carro SAFEGE está suspenso por dois truques com pneumáticos. Cada truque possui quatro rodas verticais de suporte e de tração e quatro rodas horizontais que se apoiam lateralmente sôbre as pranchas-guia e se encarregam da direção do carro. Paralelamente às rodas de tração e suporte estão dispostos discos de aço que garantem a sustentação do carro em caso de estourar um dos pneus. Os trilhos estão instalados dentro de uma viga ôca, aberta em sua face inferior a fim de permitir a ligação entre o truque e a caixa do carro. Essa viga pode ser de aço ou de concreto armado.
As instalações das chaves de via são complicadas e dispendiosas. São acionadas por um dispositivo eletro-hidráulico. A alimentação de corrente é efetuada por um quinto e sexto trilho.
A caixa do carro e seu interior não obstruído por elementos embutidos correspondem aos do carro de metrô comum.
O trem SAFEGE teve até hoje duas aplicações: o trecho experimental construído em 1960 em Chateauneuf-sur-Loire (França) e o trem de diversões em Nagoya (Japão) construído em 1964.

Trem suspenso de Wuppertal



Tab. F1
Caracteristicas dos principais sistemas de transporte rápido no mundo

País			EE.UU.					Canadá		Argentina	Japão			Alemanha			Áustria	Dinamarca
Cidade			Nova York	Chicago	Boston	Philadelphia	Cleveland	Toronto	Montreal	Buenos Aires	Tóquio	Osaka	Nagoya	Berlim	Hamburgo	Munique	Viena	Copen-hagen
Ano do início da operação		Unidade	1867 Elevado 1904 Subterrâneo	1892 1943	1901	1907	1955	1954	1966	1913	1927	1933	1957	1902	1907 Metro RRT 1912 Subterrâneo	1968	1898 Vapor 1924 Elétrico	1896
População metropolitana	No ano do início	$\times 10^6$	4,05	3,40	0,55	1,55	1,46	1,12	2,26	1,21	6,22	2,45	1,42	1,89	1,08	1,13	1,92	
	1968	$\times 10^6$	14,10	7,00	3,17	4,63	1,99	1,99	2,26	7,17	18,40	3,15	2,00	3,30	2,30	1,13	2,00	1,20
Extensão da rêde	Total	km	385	272	38	47	24	24	26,2	28	86,7	32,3	14,8	101,5	81,8	13,6	26,5	66
	Túnel	km	220	29	15,2	29,0	—	20,4	26,2	28	80,6	32,3	14,8	73,6	25,0	9,4	7,0	—
Número de linhas		—	32	6	4	4	1	2	3	5	6	4	1	11	6	1	4	4
Distância média entre as estações		m	800	850	1 200	930	1 700	670	1 000	530	950	1 180	1 340	860	849	750	1 060	—
Passageiros por dia útil		$\times 10^3$	4 700	400	580	510	60	580	530	1 750	2 350	840	100	720	540	—	340	—
Passageiros transportados por ano		$\times 10^6$	1 370	114	≈90	68	17,4	136	—	400	880	443	78	281	167,1	—	77,2	25
Velocidade	Máxima	km/h	80	85	88	88	—	80	80	80	100	70	76,5	70	70	80	80	100
	Média	km/h	32—35	38	41,8	29	45	27,4	35	25	32,6	39	32,3	35	28,4	35	30	—
Número de trens por hora		—	34	30	26	25	24	26	40	30	30	27	20	30	24	40	30	—
Composição de trens	Menor unidade	Carros	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2—3	2	2	2
	Trem máximo	Carros	10—12	8	6	6	6	8	9	5	6	7	6	8	8—9	6	6—9	8
Lotação máxima por trem		pass.	2 000	1 400	1 060	1 140	1 000	1 800	1 500	1 000	900	800	700	1 200	1 060	1 446	940	—
Capacidade por hora e via		pass.	68 000	42 000	27 000	28 500	24 000	47 000	60 000	30 000	45 000	20 000	21 000	36 000	25 000	57 800	28 000	—
Aceleração máxima		m/s^2	1,25	1,43	1,12	1,35	—	1,10	1,34	—	0,98	—	0,84	1,2	1,25	1,3	1,25	—
Frenagem	Motorizados	m/s^2	1,35	1,35	1,35	1,35	—	1,35	1,35	—	0,98	—	1,12	1,2	1,25	1,0	1,20	—
	Total	m/s^2	1,5	—	1,55	1,38	—	—	2,15	—	—	—	1,13	—	—	1,4	—	—
Bitola		mm	1 435	1 435	1 435	1 435/1 581	1 435	1 495	Pneu/1 435	1 435	1 067/1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435
Pêso do trilho		kg/m	50	50	50	50	—	50	Pneu	50	50	50	50	41	37	49	36	—
Rampa máxima		%	—	3,0	5,0	5,0	—	3,45	6,3	4,0	3,5	3,5	3,3	4,0	5,0	4,0	3,0	—
Raio mínimo de curva		m	107	105	120	50	—	—	183	80	194	120	125	300	76	270	130	—
Comprimento da plataforma		m	240	152	105	110	90	152	152	106	120	120/180	100	120	125	120	50	—
Tensão do sistema de contato	3º trilho	V	600	600	600	600	—	600	750	600	600	750	600	750	750	750	—	—
	Fio trolei	V	—	—	—	—	600	—	—	1 100/1 500	1 500	—	—	—	—	—	750	1 650
Comprimento do carro		m	18,35	14,70	21,20	16,87	14,78	22,67	17,20	16,70	18,00	18,00	15,00	15,85	2×13,50	18,57	10,70	19,66
Largura do carro		m	3,05	2,85	3,11	2,77	3,15	3,15	2,51	3,13	2,80	2,89	2,50	2,65	2,50	2,90	2,24	3,12
Altura do carro		m	3,63	3,66	3,80	3,90	3,58	3,66	3,66	2,60	3,65	3,75	3,36	3,42	3,34	3,55	3,20	3,70
Área do piso		m^2	54	43,5	62	43,5	—	71,9	39,2	28,3	50,5	52,2	37,5	37,5	2×34,1	46,2	50,0	—
Número de portas em cada lado do carro		—	4	2	4	3	2	4	4	4	4	3	3	3	2×2	3	2×2	3
Largura das portas		m	1,28	—	1,28	—	—	1,14	1,30	0,92	1,30	1,30	1,10	1,21	1,40	1,30	1,30	—
Número de passageiros por carro	Sentados	Pass.	54	48	74	56	52	60	40	40	52	48	46	36	2×41	49	20	65
	Total	Pass	200	175	210	176	195	250	160	150	250	230	115	210	2×133	241	72	—
Material predominante da caixa		—	Aço	Aço + alum.	Aço	Aço inox.	Aço	Alum.	Aço	Aço	Alum.	Aço	Aço	Alum.	Aço	Alum.	Aço	—
Distância entre pivôs do truque		m	13,42	—	15,60	11,57	16,40	16,45	11,12	11,00	13,80	—	10,00	9,50	8,20	12,00	12,00	13,37
Base rígida dos truques		mm	2 083	—	2 100	2 032	2 088	2 083	1 600	2 200	2 100	—	1 800	2 100	2 100	2 100	2 170	2 500
Número de motores por carro		—	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	4
Potência horária do motor		Kw	75	74	74	74	41	94	116	115	100	90	41	135	80	180	—	145
Pêso do carro vazio	Motorizado	t	31,84	21,3	26,2	22,1	—	27,0	27,2	31,8	32,0	35,0	21,6	49,3	2×17,75	23,4	27,5	45,0
	Reboque	t	—	—	—	—	—	—	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	26,3
Relação tara/área		kg/m^2	670	455	515	570	—	365	-695	—	570	680	575	480	540		760	—
Relação tara/comprimento		kg/m	1 820	1 300	1 520	1 580	—	1 185	1 660	—	1 600	1 970	1 440	1 160	1 300	1 300	2 100	—

País			Espanha		Franca	Itália		Grã-Bretanha			Noruega	Portugal	U. R. S. S.			Suécia	Holanda	Hungria
Cidade			Madrí	Barcelona	Paris	Roma	Milão	Londres	Glasgow	Liverpool	Oslo	Lisboa	Moscou	Leningrado	Kiew	Estocolmo	Rotterdam	Budapest
Ano do início da operação		Unidade	1919	1926	1900	1955	1966	1863 Vapor 1890 Elétrico	1897	1903	1966	1959	1935	1955	1960	1933	1967	1896
População metropolitana	No ano do início	$\times 10^6$	0,75	0,84	3,67	1,65	1,56	2,80	0,69	0,74	0,50	0,82	4,14	2,82	1,10	0,50	1,00	0,72
	1968	$\times 10^6$	2,60	2,70	7,75	2,46	2,56	10,30	1,89	1,39	0,52	1,35	8,48	3,83	1,30	1,90	1,00	2,15
Extensão da rêde	Total	km	40,0	26,1	189	11	14,5	407	10,5	19	35,5	8,5	131,2	34,8	13,4	62,9	7,5	3,7
	Túnel	km	37,0	16,9	160	5,9	14,5	158	10,5	8	8,6	8,5	113,4	26	9,4	22,6	3,1	3,2
Número de linhas		——	6	3	15	1	1	8	1	2	3	1	7	2	1	5	1	1
Distância média entre as estações		m	550	560	520	1 100	600	1 400	700	——	850	780	1 400	1 300	1 400	940	850	370
Passageiros por dia útil		$\times 10^3$	1 520	650	4 000	——	600	2 250	90	——	——	——	3 000	300	100	470	——	——
Passageiros transportados por ano		$\times 10^6$	455	245	1 200	19	44,7	668	27	——	26	20	1 476	80	35	170	33	——
Velocidade	Máxima	km/h	——	70	70	80	80	70	——	——	80	60	90	65	75	80	70	40
	Média	km/h	23	26,7	24,2	37,3	30,4	32	22	——	——	29,5	38	40	38	31	35	19
Numero de trens por hora		——	24	26	34	20	40	30	20	——	30	24	40	30	30	36	20	30
Composição de trens	Menor unidade	Carros	2	2	2	2	2	4	2	——	2	2	2	2	3	3	2	2
	Trem máximo	Carros	4	3—4	5—6	3	6	8	2	——	6	4	7	6	3	8	8	2
Lotação máxima por trem		pass.	——	700	900	500	1 250	1 500	200	——	1 000	800	2 000	1 000	750	1 250	1 100	1 020
Capacidade por hora e via		pass.	——	18 000	30 000	10 000	50 000	45 000	4 000	10 000	3 000	20 000	80 000	30 000	22 500	45 000	22 000	2 400
Aceleração máxima		m/s^2	——	1,2	1,35	1,25	1,5	0,66	——	——	1,0	0,9	1,12	1,3	1,3	1,1	0,82	——
Frenagem	Motorizados	m/s^2	——	——	1,43	0,84	1,5	1,08	——	——	1,3	1,2	1,32	——	——	1,1	0,95	——
	Total	m/s^2	——	——	——	——	2,5	——	——	——	1,35	——	——	——	——	——	1,2	——
Bitola		mm	1 445	1 674/1 435	Pneu/1 435	1 435	1 435	1 435	1 200	——	1 435	1 435	1 524	1 524	1 524	1 435	1 435	1 435
Pêso do trilho		kg/m	45	50	75	46,5	50	47	40	——	35,7	50	50	50	50	43,2	46	53
Rampa máxima		%	4,1	4,3	4,0	3,5	3,0	3,3	6,25	——	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0
Raio mínimo de curva		m	90	120	75	195	200	400	200	——	200	100	250	400	400	200	200	40
Comprimento da plataforma		m	90	90	90	156	105	110/135	36	——	110	70	160	160	100	145	120	25
Tensão do sistema de contato	3º trilho	V	——	1 500	600/750	——	750	600	600	——	750	750	825	825	825	650	750	——
	Fio trolei	V	600	1 260/1 300	——	1 500	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	550
Comprimento do carro		m	14,30	16,50	14,39	19,10	17,50	16,10	12,45	——	17,50	16,0	19,20	19,0	19,0	17,40	2×14,50	11,07
Largura do carro		m	2,20	3,32	2,40	3,04	2,85	2,94	2,34	——	3,20	2,70	2,70	2,70	2,70	2,80	2,68	2,35
Altura do carro		m	3,49	3,83	3,49	3,61	3,50	3,65	2,69	——	3,65	3,45	3,70	3,70	3,70	3,72	3,65	2,60
Área do piso		m^2	34,3	46,2	36	59	47,8	43,3	29,4	——	56	44,5	52	52	52	46	2×34,5	14,4
Número de portas em cada lado do carro		——	4	4	4	4	4	2×2	2	——	3	3	4	4	4	3	1+2	4
Largura das portas		m	——	1,20	1,30	1,25	1,28	0,68+1,36	——	——	1,25	1,40	1,30	1,30	1,30	1,20	0,65+1,30	0,93
Número de passageiros por carro	Sentados	Pass.	36	33	24	48	27	58	42	——	63	44	44	82	44	50	2×40	42
	Total	Pass.	150	193	160	240	213	188	93	——	170	200	264	250	264	150	2×138	170
Material predominante da caixa		——	Aço	Aço	Aço	Alum.	Aço	Aço + alum.	Aço	——	Aço	Aço	Aço	Aço	Aço	Alum	Aço	Aço+mad
Distância entre pivôs do truque		m	——	10,50	10,00	11,00	11,10	18,84	——	——	11,00	10,8	13,00	13,00	13,00	11,00	10,00	8,00
Base rígida dos truques		mm	——	2 100	1 540	2 800	2 300	2 300	——	——	2 170	2 400	2 500	2 500	2 500	2 300	2 200	1 200
Número de motores por carro		——	4	4	4	4	4	4	4	——	4	4	4	4	4	4	6	2
Potência horária do motor		Kw	74	100	105	88,5	90	60	44	——	98	90	66	66	88	81	56	46,5
Pêso do carro vazio	Motorizado	t	36,0	37,0	22,2	40,5	32,8	27,8	17,0	——	29,7	36,5	32,0	32,0	32,0	23,5	2×19,75	16,5
	Reboque	t	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
Relação tara/área		kg/m^2	1 050	805	615	700	665	720	580	——	530	820	——	——	——	510	580	——
Relação tara/comprimento		kg/m	2 540	2 250	1 470	2 120	1 880	1 900	1 370	——	1 690	2 200	——	——	——	1 380	1 380	——

1.1.4 Sistema de trens "a cavalete"

O exemplo mais conhecido é o trem ALWEG (do nome do inventor, Axel Wenner-Gren). A superfície de rolamento consiste em uma viga ôca de concreto, com via de rolamento no tôpo e duas vias de cada lado para as rodas de direção e estabilização (Fig. F2). Como as rodas correm diretamente sôbre a face superior da viga de concreto, é preciso que esta seja construída com muita precisão e com superfícies muito regulares (vigas de concreto protendido pré-moldado, com os dispositivos necessários à instalação do terceiro trilho e outras tubulações). A viga de concreto apoia-se sôbre colunas espaçadas de cêrca de 20 m.
As chaves de via podem ser ultrapassadas, em linha reta, com velocidade total. Foram desenvolvidos dois tipos de construção de chaves de via: em arco e poligonais. As chaves em arco possuem uma viga de caixão flexível de aço ou metal leve. Na chave poligonal a viga de desvio é uma viga articulada constituída por numerosas partes rígidas de viga, que formam entre si e com as vigas adjacentes pequenos ângulos. A via torna-se assim poligonal, de modo que a velocidade máxima permitida é de 12 a 20 km/h. As chaves poligonais são menos dispendiosas que as chaves em arco. A manobra das chaves demora cêrca de 10 s para ambos os tipos.
O aparelho de rodagem do trem ALWEG é constituído de rodas com pneumáticos de tração e direção. O pêso do carro é suportado pelas rodas de tração montadas no truque. As rodas direcionais que abraçam lateralmente a viga de rodagem asseguram a direção do carro e garantem a sua estabilidade sôbre a viga contra as grandes fôrças laterais resultantes da pressão do vento e da fôrça centrífuga. Para atuar contra movimentos basculantes, as rodas direcionais são pressionadas contra a viga com uma compressão de aproximadamente 30% da carga vertical.
As bases gerais de construção dos carros ALWEG correspondem às dos carros de estradas de ferro. Sua configuração construtiva é, entretanto, consideràvelmente dificultada pela altura do aparelho de rodagem e pela reduzida capacidade de suporte das rodas com pneumáticos. No intuito de dar ao carro maior estabilidade, as partes superiores das rodas de suporte ficam embutidas no compartimento dos passageiros, impedindo a livre movimentação dos mesmos.

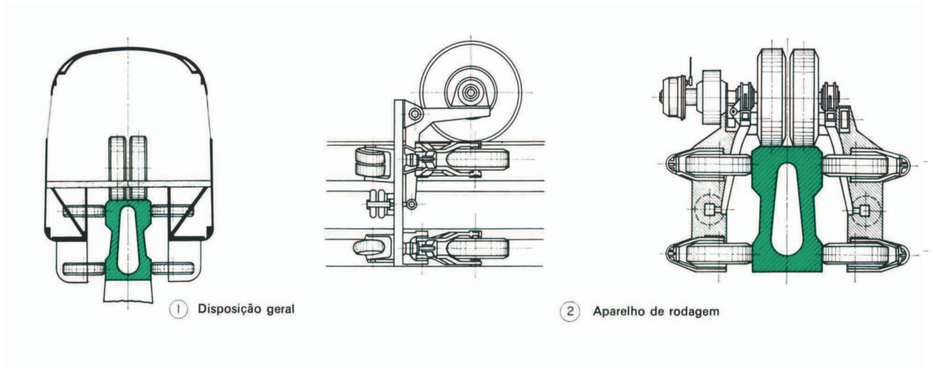
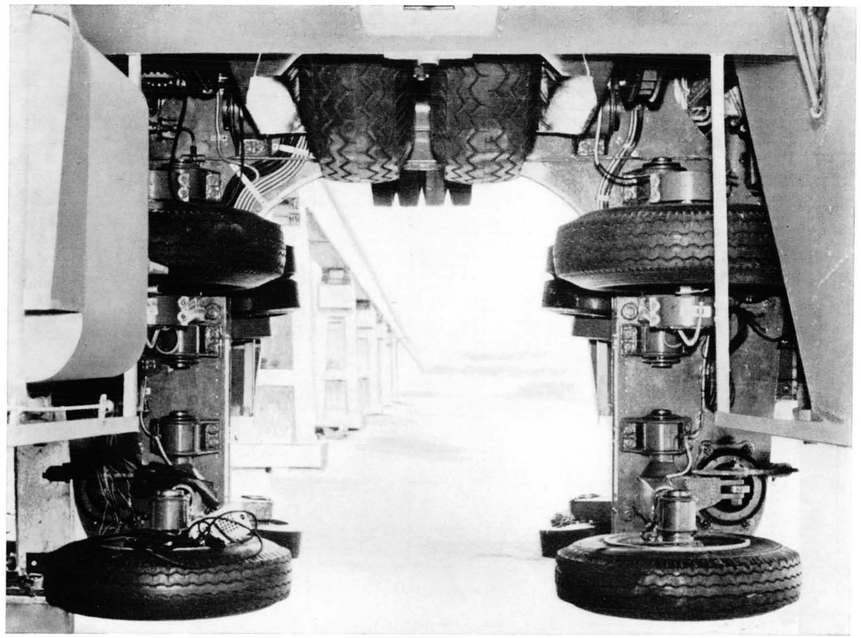


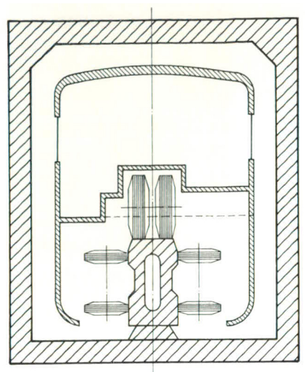
Fig. F2
Trem Alweg

Trem ALWEG

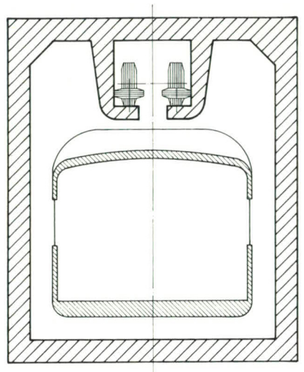


Aparelho de rodagem do trem ALWEG

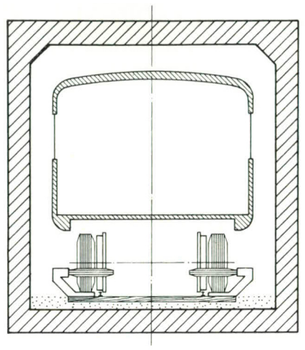




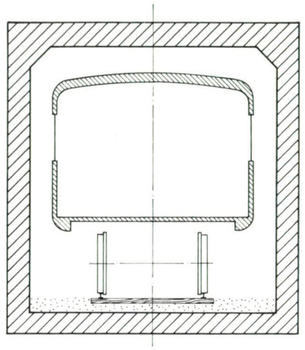
Sistema Alweg



Sistema Safege



Sistema Paris
Sôbre rodas com pneumáticos



Sistema convencional

Fig. F3
Comparação de gabaritos-limite

1.1.5 Sistemas dos traçados

As linhas dos atuais metrôs têm, em sua maioria, traçado em túneis (subterrâneo), eventualmente em elevado, sôbre estruturas de apoio de concreto ou aço e, em parte, em superfície com leito próprio.

Em subterrâneo o traçado das linhas não interfere no tráfego de superfície, evita qualquer ruído ao ar livre e só raramente exige grandes alterações do panorama urbano. Pode, mesmo em áreas densamente construídas, ajustar-se aos principais fluxos de tráfego e admite qualquer modificação nas instalações do tráfego de superfície. Os investimentos para a construção são maiores que nos de trens em elevado, embora os custos totais por ano obtidos em um cálculo de rentabilidade não apresentem percentuais tão altos quanto naqueles. Um trem em elevado, num centro de cidade densamente construído como o do Rio de Janeiro, só pode seguir um traçado fora dos fluxos principais de tráfego, afastando-se assim de sua finalidade que é o de oferecer um meio de transporte essencialmente urbano. Para os pilares da via elevada deveria ser deixada livre nas ruas uma faixa que no futuro não poderia ser usada para o tráfego fluente. A demanda de áreas para curvas e estações se equipararia, em muitos pontos, aos custos mais elevados da construção civil em subterrâneo.

Trens em elevado, além de bloquearem a visão, aumentam o nível do ruído do tráfego, mesmo evitando o emprêgo de estruturas de aço para os apoios. São atingidos particularmente as moradias e locais de trabalho situados nos andares em nível com a via. Na Europa recomenda-se, por isso, uma distancia mínima de 35 m entre o eixo da via e os edifícios mais próximos, e nos EE.UU. uma distância de 50 m. Manter livre ou abrir uma rua com, portanto, no mínimo, 70 a 100 m de largura, representa uma imobilização de capital de tal ordem em terrenos que, sòmente por esta razão já se poderia perder, em grande parte, a, pràticamente, única vantagem do trem em elevado sôbre o trem subterrâneo, qual seja a de menores investimentos. Merecem atenção especial os estudos aprofundados de "Manchester Rapid Transit Study" [24].

Como prova, entretanto, de que êsses custos mais baixos não compensam as desvantagens do trem em elevado, que contrariam os modernos princípios de tráfego, podem ser citadas as cidades de Berlim e Paris, onde, não obstante existirem, construídos há dezenas de anos, trechos urbanos de metrô em elevado e em subterrâneo, se constroem, atualmente, novas linhas de metrô, exclusivamente em subterrâneo.

A via férrea com leito próprio ao nível do solo justifica-se sempre que haja tanto espaço para o leito da via e para as estações, que não tragam delimitações ao tráfego de superfície. Essas condições existem, muitas vêzes, na periferia da cidade. A via férrea de superfície exige maior espaço que o trem em elevado. Sendo, entre tôdas, a de menor custo, a via férrea de superfície deve ser preferida sempre que as condições de espaço o permitam.

1.1.6 Análise crítica dos sistemas

Tôdas as vias férreas destinadas ao transporte rápido coletivo, desde as mais antigas até as mais recentemente construídas (exceto Montreal) e as que ainda se encontram em construção, utilizam, como elemento de direção dos carros, rodas de aço com friso sôbre via de dois trilhos (p. ex., Munique, Rotterdam, São Francisco, São Paulo). A técnica dos carros e da via é a mesma de tôdas as estradas de ferro do mundo. Tratando-se de construir um metrô, só se justificaria a recomendação de sistema diferente, se êste apresentasse vantagens comprovadas do ponto de vista técnico, operacional e econômico.

1.1.6.1 Influência dos custos de construção

Os custos de construção do metrô em subterrâneo dependem do gabarito exigido para a passagem dos carros. A Fig. F3 mostra os gabaritos-limite exigidos pelos quatro sistemas de metrô em subterrâneo, objetos de F1.1.1 a F1.1.4.

Os trens "a cavalete" e os trens suspensos exigem ambos o mesmo gabarito, sempre maior, porém, que o exigido pelos outros dois sistemas. Os custos da superfície de rolamento, das complicadas chaves de via, dos depósitos e das oficinas dêsses dois sistemas são igualmente maiores que no sistema convencional e no sistema com carros sôbre rodas com pneumáticos. Neste último a superfície de rolamento é mais cara do que a via permanente dos trens convencionais sôbre trilhos. Não resta dúvida, portanto, que o sistema convencional sôbre trilhos exige os menores custos de construção.

1.1.6.2 Custos dos carros

Só se dispõe de dados seguros sôbre custos para carros do sistema convencional sôbre trilhos e do sistema sôbre pneus, portanto de construções comprovadas que, mercê da grande experiência acumulada em serviço, são executadas nas indústrias de muitos países. Tal experiência não existe sôbre os carros, numèricamente muito reduzidos, dos outros sistemas. Tipos de construção especial ou carros a serem ainda desenvolvidos para o transporte coletivo não poderão oferecer, certamente, custo inferior ao dos carros do sistema convencional.

1.1.6.3 Custos de energia

Os custos de energia, que são proporcionais a seu consumo, dependem diretamente do pêso dos carros e da

resistência à marcha. O maior consumo é proveniente do trabalho de aceleração. É verdade que na desaceleração a energia é devolvida em forma de calor; não diminui, porém, os custos. Nos carros sôbre pneus, dada a compressão da borracha, o trabalho exigido para vencer a resistência à marcha é perto de dez vêzes maior do que com rodas de aço. Os carros do sistema convencional sôbre trilhos, que certamente são mais leves que os equivalentes de outros sistemas, apresentam, por conseguinte, o menor consumo de energia.
Deve-se ainda notar que, em trechos subterrâneos, tôda energia elétrica fornecida aos carros é transformada em energia calorífica que aquece o túnel. Considerando as elevadas temperaturas externas de verão no Rio de Janeiro deve-se procurar reduzir, na medida do possível, a energia calorífica transmitida através dos carros aos túneis e às estações, a fim de manter em níveis razoáveis os gastos com a ventilação.

1.1.6.4 Custos de manutenção e reposição

Para o sistema convencional sôbre trilhos existem dados seguros sôbre custos de manutenção e reposição, tanto dos carros quanto da via permanente. Para os demais sistemas, com exceção do trem suspenso de Wuppertal, não há dados sôbre a durabilidade dos carros e das superfícies de rolamento, nem tampouco sôbre as despesas de manutenção corrente. Pode-se contudo admitir que os custos de manutenção e reposição do sistema convencional sôbre trilhos de maneira nenhuma serão superiores aos dos demais sistemas.

1.1.6.5 Desempenho operacional

O transporte de aproximadamente 80 000 pessoas na hora de "rush", por sentido, implica em desempenhos operacionais que, atualmente, mesmo os metrôs convencionais ainda não alcançam. Composições com capacidade de lotação de 2 000 pessoas devem circular com intervalos de 90 s. Ainda assim, segurança e pontualidade devem ser garantidas. São necessários tempos de viagem reduzidos e, consequentemente, altas acelerações e desacelerações que, aliás, por motivos de confôrto, tiveram seus limites admissíveis fixados em 1,4 a 1,5 m/s².
Com o sistema convencional sôbre trilhos já são alcançados intervalos de 90 s entre composições, o que não acontece com os demais, que até hoje não foram construídos para desempenhos operacionais tão elevados.
Quanto ao comportamento operacional os carros convencionais sôbre trilhos e os de rodas com pneumáticos podem ser equiparados. Com relação aos ruídos produzidos, os carros de rodas com pneumáticos não oferecem vantagens sôbre os modernos carros de rodas de aço, nos quais são aplicados todos os processos possíveis de amortecimento acústico, o que, aliás, foi comprovado por medições [25].

1.1.7 Recomendações sôbre o sistema de metrô a ser adotado

Confrontando todos os pontos de vista acima mencionados, pode ser recomendado para o Metrô do Rio de Janeiro o seguinte:

a) em zona urbana densamente construída, traçado do metrô em subterrâneo; na periferia da cidade ou em prolongamentos para subúrbios, traçado em superfície sôbre leito próprio, eventualmente em elevado,

b) via de dois trilhos, conforme o sistema convencional de todos os metrôs,

c) operação com carros motores de construção convencional com rodas de aço com friso.

Esta recomendação se baseia na larga experiência acumulada por todos os metrôs do mundo com altos desempenhos operacionais.

1.2 **Sistema elétrico**

1.2.1 Disponibilidade de energia elétrica

A energia elétrica necessária para o metrô pode ser obtida de usina própria a ser construída, ou então de uma rêde pública de suprimento com capacidade suficiente.

1.2.1.1 Energia de usina própria

A construção de uma usina própria aumentaria os investimentos para a construção do metrô. Os terrenos necessários para a usina só poderiam ser adquiridos fora da cidade e a energia teria que ser levada até à Rêde do Metrô através de um sistema de transmissão próprio. Nas proximidades do Rio de Janeiro não existem recursos hidráulicos disponíveis, devendo ser prevista uma usina elétrica térmica, com turbinas a vapor ou a gás. Dadas as peculiaridades de operação do metrô, com uma paralização noturna quase total durante 3 a 4 h, o aproveitamento da usina resultaria bastante desfavorável. A carga de pico alcançaria quase o dôbro da carga média diária e as horas de utilização não passariam de 3 000 anuais, muito pouco em relação à potência da usina a ser instalada. Êsse regime desfavorável de aproveitamento elevaria sobremaneira o preço do kWh gerado que, em consequência, custaria no mínimo 25% mais caro do que o kWh produzido pelas grandes usinas elétricas da rêde pública de geração. Apesar de já fazer parte do preço do kWh não se pode deixar de mencionar os custos de administração para a garantia de funcionamento da usina elétrica. Se existe disponível uma rêde pública de suprimento de energia elétrica com capacidade suficiente, não se pode recomendar a geração de energia em usina própria.

1.2.1.2 Fornecimento de energia pela Light

A Light — Serviços de Eletricidade S.A. — fornece energia elétrica a todo o Estado da Guanabara, a seis municípios do Estado de Minas Gerais e a 25 municípios do Estado do Rio de Janeiro. Com uma potência disponível de 850 MW e com a operação conjunta atualmente em execução com emprêsas elétricas vizinhas, o suprimento de energia ficaria assegurado.

A Light transmite às estações receptoras energia em alta tensão de 345, 230 e 132 kV. O sistema de 132 kV constitue uma rêde de cabos e uma rêde radial com pelo menos dois circuitos aéreos independentes ao qual podem ser ligados os grandes consumidores.

O preço da energia elétrica depende da tarifa regulamentada através da portaria 84 de 27 de Abril de 1967 do Departamento Nacional de Águas e Energia e do decreto 59 414 de 25 de Outubro de 1966. Essa tarifa compõe-se dos seguintes elementos:

tarifa básica: de acôrdo com o consumo de energia e com a demanda mensal,

impostos e tributos: Impôsto Único,
Empréstimo Compulsório,
Quota de Previdência Social.

Uma redução de 80% sôbre a tarifa básica é concedida para fornecimento de energia elétrica para transporte coletivo. Pode também ser pleiteada a isenção do Impôsto Único e do Empréstimo Compulsório. Assim o preço por kWh a ser pago à Light seria de aproximadamente US$ 0,0024 com isenção de impostos e de US$ 0,0100 sem isenção de impostos.
Em resumo, pode-se dizer que o fornecimento de energia pela Light é tão seguro quanto por usina própria, sendo ainda mais barato.

Recomenda-se: energia elétrica fornecida pela Light, na tensão de 132 kV, 60 Hz.

Esta tensão não pode ser aproveitada diretamente para a operação do metrô. Deve ser abaixada e, caso os carros não sejam movidos por corrente alternada trifásica, deve ainda ser convertida em outro sistema de corrente. Como sistema de corrente para os carros pode-se escolher: corrente alternada 60 Hz ou menos, ou corrente contínua.

1.2.2 Sistema de corrente alternada trifásica

1.2.2.1 Transmissão de energia ao carro

No sistema de corrente alternada trifásica a transmissão da energia aos carros deve ser feita através de três condutores. Usando-se como condutores os trilhos, são necessários mais dois condutores, que podem ser linhas aéreas de contato, ou terceiros trilhos.
A linha aérea de contato têm a vantagem de admitir suprimento em tensões de 4 kV ou mais (pelas razões expostas em F1.2.4.1, para mais de 1,5 kV, a adoção de terceiro trilho não pode ser considerada), mas apresenta o inconveniente, para metrôs com trechos de linha em túnel, de exigirem gabarito-limite maior do que com a instalação de terceiro trilho. A linha aérea de contato dupla, assim como o terceiro trilho duplo, exigem o dôbro de custos de instalação da linha aérea de contato singela ou do terceiro trilho singelo e necessitam, para manutenção e conservação, no mínimo o dôbro de despesas. Maiores probabilidades de perturbações em comparação com instalações simples, sobretudo nas chaves de via, dificultam as operações com linha aérea de contato duplo ou com terceiro trilho duplo.

1.2.2.2 Carros motores para corrente alternada trifásica

O motor simples e robusto de corrente alternada trifásica só pode ter aplicação adequada para os carros se, através de inversores de corrente, forem reguladas simultâneamente a tensão captada e a frequência para regulação da velocidade. Êste processo, porém, é complexo e oneroso e mais sujeito a perturbações que os outros sistemas.
O sistema de corrente alternada trifásica não oferece nenhuma vantagem sôbre outras soluções possíveis. Não existindo também, naturalmente, experiências prolongadas através de anos de operação, o sistema de corrente alternada trifásica não pode ser recomendado.

1.2.3 Sistema de corrente alternada monofásica

O sistema de corrente alternada monofásica apresenta grande vantagem pelo fato de a energia elétrica, em altas tensões de 15 a 25 kV, poder ser transmitida aos carros através de uma simples instalação de linha aérea de contato. Assim, altas potências podem ser transmitidas a longas distâncias, em média de 70 a 80 km, em corrente de $16\,^2/_3$ Hz, ou 40 a 50 km, em 50 Hz. Acontece que, em rêdes de metrô, não se faz transmissão de altas potências a longas distâncias.
A corrente alternada trifásica é fornecida em 60 Hz. Não seria lógico converter a corrente alternada trifásica para

uma frequência mais baixa, por exemplo para 50 Hz ou $16^2/_3$ Hz através de instalações complexas e onerosas e sujeitas a perturbações.
Caso o metrô seja operado com corrente alternada monofásica de 60 Hz proveniente da rêde de corrente alternada trifásica de 60 Hz, mesmo que a carga seja distribuída entre as três fases em pontos de separação de fases situados na linha aérea de contato ou na instalação do terceiro trilho, ocorrerão na rêde trifásica grandes cargas assimétricas com repercussões sôbre todos os consumidores da rêde trifásica. Pontos de separação de fases no terceiro trilho devem ser transpostos com o impulso da marcha, com os carros desligados, sem captação de energia. Com longas unidades de tração isto pode criar grandes dificuldades.

1.2.3.1 Transmissão de energia ao carro

No sistema de corrente alternada monofásica a energia pode ser transmitida por uma linha aérea de contato simples ou por uma instalação de terceiro trilho, já experimentadas por muitas ferrovias. A linha aérea de contato tem a vantagem de poder ser construída para tôdas as tensões e custar menos que a instalação do terceiro trilho, exceção feita para trechos em túnel. Acontece que para as distâncias de um metrô são suficientes tensões que podem ser transmitidas com segurança por terceiro trilho (até 1,5 kV). Para o retôrno da corrente elétrica são utilizados os trilhos de tração. Terceiros trilhos acham-se em uso, em larga escala, em estradas de ferro e em metrôs. Já existem construções aperfeiçoadas que muito raramente apresentam falhas de funcionamento. Os custos de manutenção do terceiro trilho são menores que os da linha aérea de contato. No uso da corrente alternada monofásica não há necessidade de precauções quanto a correntes de fuga que poderiam causar corrosão eletrolítica em instalações próprias ou alheias.

1.2.3.2 Carros motores para corrente alternada monofásica

Os carros de corrente alternada usam motores de tração de corrente alternada ou pulsativa.
O motor de tração de corrente alternada é mais pesado e de tamanho maior que o de corrente mista e, portanto, mais caro. Acresce que a frequência da rêde de 60 Hz traz dificuldades para a comutação, com consequente aumento no custo de manutenção. Para motores com comutador de 60 Hz não se dispõe de experiência suficiente.
O motor de corrente mista exige retificação prévia da corrente monofásica recebida. A velocidade pode ser regulada, seja por comando de amplitudes através de transformadores graduados com comutador de derivações sob carga, seja por "chopper control" através de retificador de comando por tiristores. Ambos os processos são utilizados em carros motores de estradas de ferro. O segundo processo, mais complicado, é aplicado em pequeno número de carros e apresenta um período de experiência reduzido. As fortes distorções das curvas da corrente provocadas pelo "chopper control" podem exigir a adoção de medidas preventivas contra interferências de harmônicos em outras instalações (como por exemplo nos sistemas de telefones e de sinalização).
Comparado com o de corrente contínua, o carro de corrente alternada pesa sempre mais, por ter motores de tração e equipamentos para a regulação de velocidade mais pesados e também mais caros. Mesmo a regulação sem perdas não compensa essas desvantagens. O maior pêso implica, especialmente em metrôs com os frequentes arranques, em consumo de energia consideràvelmente maior que as perdas de regulação de carros de corrente contínua. Pela disposição do freio elétrico como freio de regeneração poder-se-ia compensar o maior consumo de energia dos carros de corrente alternada, e mesmo recuperar parte dessa energia.
No motor de corrente alternada com comando de amplitude o freio de regeneração é ainda exequível com gastos razoáveis e foi também comprovado operacionalmente. Torna-se mais complexo e oneroso, no caso de adoção de motores retificadores e motores de corrente pulsativa. Cêrca de 25 a 30% da energia dispendida para aceleração poderiam ser devolvidos à rêde. Rêdes de corrente alternada estão sempre em condições de receber essa energia, o que não acontece nas rêdes de corrente contínua. Esta parcela de energia aliviaria também o sistema de ventilação, pois as composições não irradiariam essa energia em forma de calor.
As vantagens da corrente alternada monofásica que se apresentam nas estradas de ferro de longo percurso, tanto no suprimento de energia quanto nos carros motores, desaparecem para o caso de metrô. Particularmente, não podem ser aproveitadas no suprimento de energia, de maneira que, em comparação com o sistema de corrente contínua, o sistema de corrente alternada monofásica não pode ser recomendado.

1.2.4 Sistema de corrente contínua

No sistema de corrente contínua a corrente alternada trifásica em alta tensão recebida diretamente da rêde pode ser transformada e retificada em instalações fixas, as subestações, obtendo-se a tensão apropriada para os carros motores. Isto traz a vantagem de que a rêde alimentadora de corrente alternada recebe, da parte do metrô, uma carga simétrica. Em razão de seus motores de tração e demais equipamentos elétricos, nos carros de corrente contínua a tensão máxima permitida é de 3 000 V. A UIC (Union Internationale des Chémins de Fer), na ficha técnica 610 V, estabeleceu valôres normativos obrigatórios para as tensões nominais de alimentação de rêdes de estradas de ferro. O "Committee Mixed" (CMT = Comissão Mista Internacional para Equipamentos Elétricos Ferroviários) da IEC ("International Electrotechnical Commission)", a que pertencem representantes da UIC e IEC, aprovou as tensões padronizadas prescristas na ficha técnica da UIC, publicando-as no Boletim n.° 48 da IEC. As tensões aí padronizadas, admissíveis para vias férreas de corrente contínua, são as seguintes:

600 V, 750 V, 1 200 V, 1 500 V, 2 400 V e 3 000 V.

Para vias férreas a serem construidas recomenda-se, entretanto, expressamente, a escolha entre

750 V, 1 500 V e 3 000 V.

As demais tensões só foram enumeradas em atenção a vias férreas de existência mais antiga.

1.2.4.1 Transmissão de energia ao carro

A energia em corrente contínua, do mesmo modo que a corrente alternada monofásica, pode ser transmitida por uma linha aérea de contato ou por um terceiro trilho.
As observações feitas em F1.2.3.1 valem também aqui.
O retôrno da corrente se processa pelos trilhos de tração.
No sistema de corrente contínua tornam-se, porém, necessárias certas precauções contra correntes de fuga, a fim de evitar a corrosão eletrolítica em instalações próprias ou de terceiros. As despesas decorrentes são, entretanto, reduzidas.

a) Tensão de regime de 3 000 V

A tensão de regime de 3 000 V supõe uma linha aérea de contato. A instalação do terceiro trilho para essa tensão ocuparia muito espaço e seria, mesmo em trechos de linha subterrâneos, mais cara que a linha aérea de contato. Em razão de detritos sôbre as instalações e do alto índice de umidade relativa do ar no Rio de Janeiro, seriam frequentes os curtos-circuitos no terceiro trilho, com prejuizos consequentes, que perturbariam sensìvelmente os serviços. Não obstante o número de subestações exigidas para a tensão de 3 000 V ser menor do que para tensões mais baixas, a economia resultante não compensaria os custos mais elevados de uma linha aérea de contato em trechos subterrâneos ou da instalação do terceiro trilho.
A tensão de regime de 3 000 V não pode, portanto, ser recomendada para um metrô com trechos subterrâneos.

b) Tensão de regime de 1 500 V

Êste regime de tensão pode ser aplicado em instalações de terceiro trilho, em trechos de linha subterrâneos. No Rio de Janeiro o único motivo que poderia ser aventado para a não adoção do regime de tensão em 1 500 V seria o alto índice da umidade relativa do ar.

c) Tensão de regime de 750 V

Esta tensão, em confronto com a de 1 500 V, apresenta a desvantagem de exigir pràticamente o dôbro do número de subestações alimentadoras e de exigir um terceiro trilho muito mais pesado para conduzir uma corrente de intensidade dobrada. Em consequência, os custos de instalação do sistema de 750 V são superiores aos da instalação do sistema de 1 500 V. Em contrapartida, os riscos de curtos-circuitos no terceiro trilho são reduzidos.

d) Tensão de regime de 600 V

Metrôs mais antigos operam ainda com tensão de regime de 600 V. Além de se tratar de um regime de tensão que, de acôrdo com a IEC, não deve mais ser recomendado, a tensão de 600 V amplia em perto de 20% as desvantagens do sistema de 750 V em confronto com o de 1 500 V.
No sistema de corrente contínua, a escolha só pode ser feita entre 1 500 V e 750 V. A qual destas duas deve ser dada a preferência, depende do tipo de carro escolhido.

1.2.4.2 Carros motores para corrente contínua

Os carros para corrente contínua recebem, como motor de tração, o motor de corrente contínua com ligação em série, que é simples e de construção aperfeiçoada.
Com êstes motores pode-se obter as vantagens de maior aproveitamento de espaço e de pêso, de preço reduzido e de elevada capacidade operacional para o setor de desempenho a ser considerado com tensões de 600 a 1 000 V. Condições análogas vigoram para os outros equipamentos elétricos. Para os carros de 1500 V, o espaço e o pêso exigidos, e portanto também o preço, são maiores do que para os carros de 750 V. Isto é comprovado também pelo Professor Patrassi em uma pesquisa de abril de 1964 [26], onde êle constatou que o custo dos equipamentos elétricos de um carro motor de 750 V atinge apenas cêrca de 74% do custo correspondente para um carro de 1 500 V. O pêso mais elevado de um carro motor de 1 500 V provoca ademais custos operacionais mais altos, em razão do maior consumo de energia. Em metrôs o consumo específico de energia é superior a 100 Wh/tkm.
Admitindo-se que o carro motor de 1 500 V tenha apenas uma tonelada de pêso a mais, e que por ano sejam rodados 120 000 km, já assim, cada carro motor terá 12 000 kWh de consumo a mais por ano. Também isto é demonstrado pelo Professor Patrassi na citada pesquisa. Constata que quanto maior fôr o número de carros motores colocados em serviço tanto maior é a percentagem de economia nos custos operacionais proporcionada pelo carro motor de 750 V em confronto com o de 1 500 V.

A velocidade do carro motor de corrente contínua é ainda hoje regulada exclusivamente através de resistências intercaladas, comutador de derivação sob carga e regulação de campo. Em razão da forte aceleração, as perdas de energia nas resistências de partida são muito reduzidas. Mesmo assim, são também feitas experiências com "chopper control" ou comando por impulsos, no qual se aplicam tiristores. Contudo, sôbre êste processo de regulação da velocidade de carros motores de corrente contínua, não se dispõe de experiência suficientemente longa.
Um exame das tensões de serviço utilizadas em metrôs já em operação (Tab. F1) mostra que quase tôdas as tensões adotadas situam-se abaixo de 1000 V. Por essa razão, para carros motores de um metrô a ser construído, com trechos de linha em subterrâneo, considera-se a tensão de regime de 750 V como a mais conveniente.

1.2.5 Sistema de corrente recomendado

Pelo exposto, não podem ser recomendadas, como sistema de corrente para o Metrô do Rio de Janeiro, nem a corrente alternada trifásica nem a corrente alternada monofásica, impondo-se, sem restrição, o sistema de corrente contínua.
Recomenda-se:

a) sistema de corrente contínua, com tensão de regime de 750 V,

b) energia fornecida pela Light, trifásica em alta tensão, a ser transformada e retificada em subestações próprias do metrô,

c) transmissão de energia aos carros através de terceiro trilho; retôrno da corrente pelos trilhos de tração.

2. Dimensões dos carros, gabarito dinâmico e gabarito-limite

2.1 Dimensões dos carros

2.1.1 Capacidade de lotação e disposição interna

O número de passageiros previstos para a hora de tráfego mais intenso e o menor intervalo possível entre composições determinam a capacidade de lotação que deve ter uma composição de metrô. Segundo o que foi exposto em F1.1, o volume máximo de tráfego a ser tomado por base é de 80 000 passageiros por hora e por sentido. Com 40 composições por hora cada composição deve, portanto, ser capaz de transportar 2 000 passageiros. É usual, em trens rápidos urbanos e em metrôs, colocar-se à disposição, para o grande volume de passageiros, além de alguns lugares sentados, um número tão grande quanto possível de lugares de pé, a fim de conseguir grande capacidade de lotação por carro.
Uma relação de aproximadamente um para cinco entre lugares sentados e lugares de pé é considerada suficiente, segundo a experiência acumulada por muitas emprêsas de metrô, dentro da flutuação do volume de tráfego. Neste caso pode-se tomar por base oito pessoas de pé por metro quadrado. Nos carros dos trens suburbanos da Central do Brasil o número de lugares de pé por metro quadrado é calculado atualmente em 8,8.
Os carros de metrô devem, mesmo no caso de grande afluência de passageiros, permitir uma rápida operação de desembarque-embarque nas estações, a fim de possibilitar tempos de parada de 30 s e menos. Isto impõe portas numerosas e largas, áreas de entrada espaçosas e nenhum degrau entre o piso do carro e a plataforma.
A planta de um carro de metrô pode ser repartida em diversas unidades básicas iguais. Cada unidade básica disporá de uma área de entrada, ou área de embarque, e de uma parcela dos lugares sentados e lugares de pé.
A Fig. F4 mostra diversas alternativas de tais unidades básicas, adotadas por muitos metrôs.
Do ponto de vista de confôrto dos passageiros sentados, os bancos transversais devem ser preferidos aos longitudinais; entretanto, essa disposição não é ideal quanto ao aproveitamento do espaço para passageiros de pé. Nas alternativas 1 a 3 da Fig. F4 as portas em frente uma da outra formam uma área de embarque isolada. Nesta solução os passageiros sentados não são incomodados pelos que embarcam e desembarcam, o que frequentemente acontece em maior ou menor grau no caso de portas alternadas (alternativas 4 a 6 da Fig. F4).

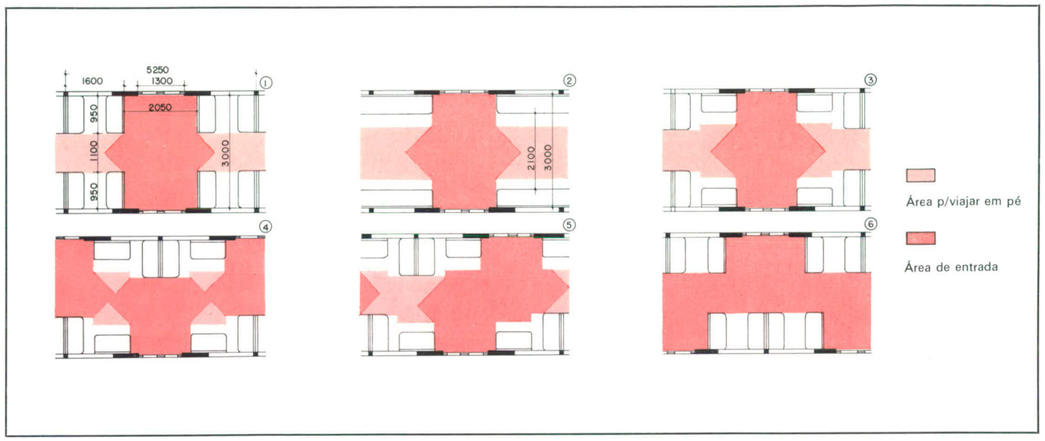
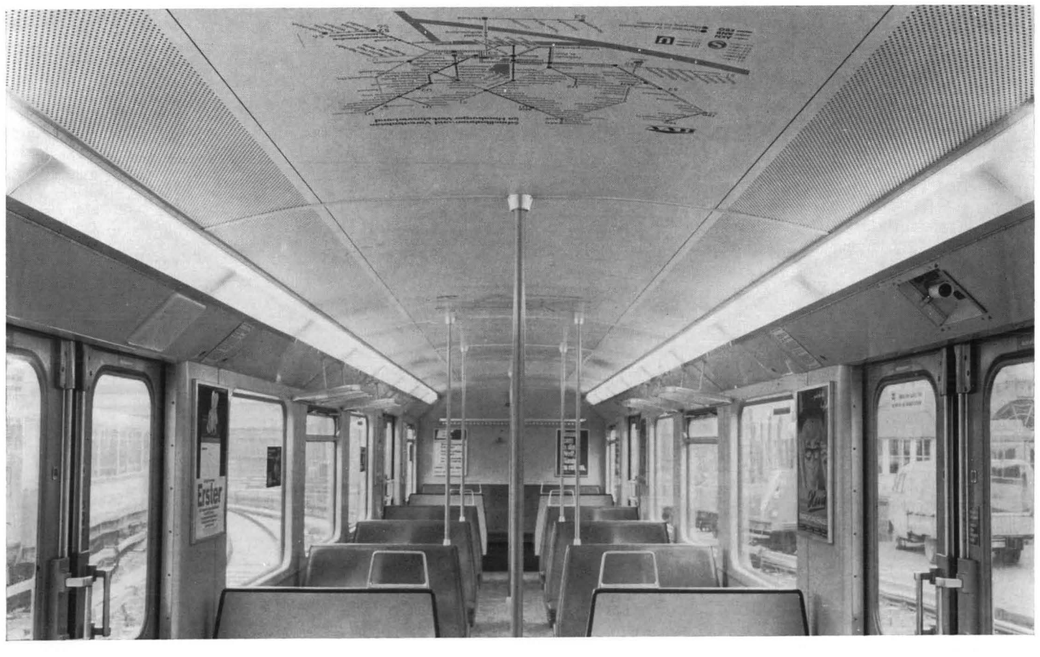


Fig. F4
Disposição de assentos em composições de metrô

Carro com assentos transversais



Uma pesquisa realizada em Estocolmo revelou que os bancos transversais são preferidos pelos passageiros. Assim para o Metrô do Rio de Janeiro só pode ser recomendada a unidade básica com bancos transversais e portas opostas, conforme a Fig. F4 - alternativa 1.

2.1.1.1 Dimensões da unidade básica

a) comprimento

O comprimento da unidade básica compreende os comprimentos da área de entrada e de duas divisões. Nestas, além das medidas usuais dos bancos, deve haver espaço suficiente para as pernas dos passageiros. Com base em comparações com outros metrôs, bem como nas dimensões usuais em estradas de ferro brasileiras, recomenda-se para cada divisão de dois bancos o comprimento de 1 600 mm.
O comprimento da área de embarque é determinado pela largura das portas. Pelo menos duas pessoas e, em caso de grande afluência, até três pessoas deveriam poder embarcar ou desembarcar simultâneamente. Com base em outros metrôs e em estudos recentes, recomendam-se portas de 1 300 mm de largura, podendo-se contar com a passagem de 1,4 a 1,5 passageiros por segundo. Revelaram-se úteis pequenos nichos em cada lado da porta, com espaço suficiente para uma pessoa. Com êsses nichos a área de embarque aumenta para 2 050 mm e, por conseguinte, a unidade básica terá um comprimento de 5 250 mm.

b) largura

A largura da unidade básica, ao contrário do que acontece com o comprimento, não pode ser escolhida livremente. Ela deve atender ao gabarito-limite e ao gabarito dinâmico do carro que, entre outros fatôres, dependem da bitola da via, do comprimento do carro e dos raios mínimos das curvas a serem percorridas (F2.2.) e para os quais há certos limites estabelecidos. Numa primeira aproximação pode-se tomar como base 3 000 mm como largura interna da unidade básica. Para os assentos recomenda-se a largura de 475 mm, o que satisfaz mesmo altas exigências de confôrto. Para alcançar a proporção desejada entre lugares sentados e lugares de pé, admitem-se no máximo quatro assentos na largura, o que corresponde a dois bancos de 950 mm cada um. A largura restante do corredor de 1 100 mm é suficiente para, entre dois passageiros de pé, poder passar cômodamente um terceiro. A Fig. F4 - alternativa 1, mostra as dimensões recomendadas para a unidade básica.

2.1.1.2 Capacidade da unidade básica

Com base nas recomendações precedentes a unidade básica comporta 16 lugares sentados. Para lugares de pé a área disponível é de 9,67 m², dos quais 6,15 m² correspondem à área de entrada. Com oito passageiros de pé por m² a unidade básica comportará 77 lugares de pé, ou seja 93 passageiros ao todo. Isto dá uma relação de 1:4,8 entre lugares sentados e lugares de pé.

2.1.2 O carro do metrô

2.1.2.1 Comprimento do carro

Uma composição deverá comportar 2 000 passageiros, devendo ter, por conseguinte, no mínimo 22 unidades básicas. Para melhor possibilidade de divisão é conveniente estabelecer um número par de carros na composição. Assim uma composição com a capacidade desejada poderia ser formada por:

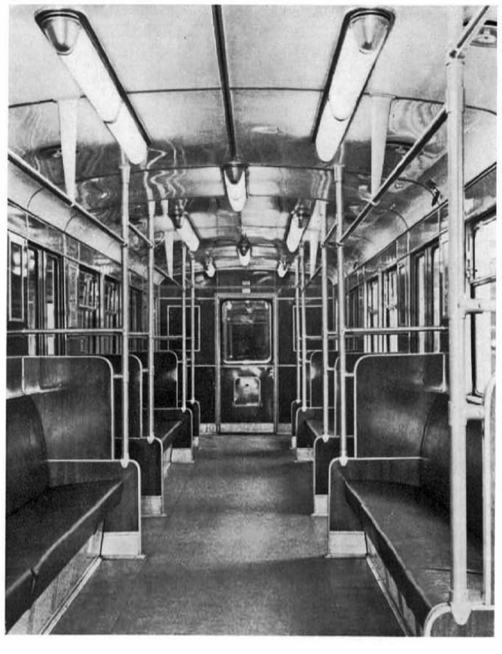
a) quatro carros, cada um com seis unidades básicas,

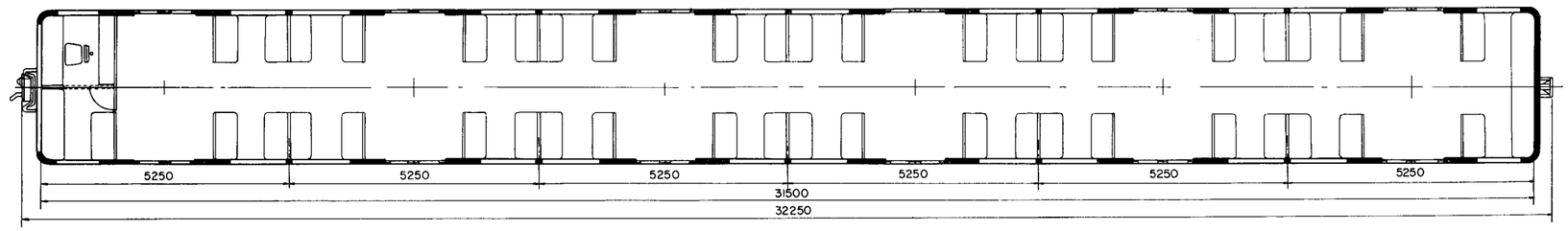
b) seis carros, cada um com quatro unidades básicas,

c) oito carros, cada um com três unidades básicas.

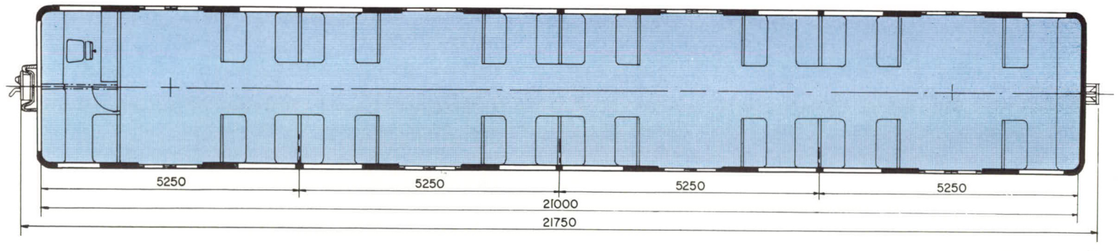
A Fig. F5 mostra a disposição interna dêsses três tipos de carro.
O carro de seis unidades básicas (Fig. F5 - alternativa 1) teria um comprimento de 32 250 mm e já por essa razão não pode ser considerado.
O carro de quatro unidades básicas (Fig. F5 - alternativa 2) teria um comprimento de 21 750 mm. Êste

Carro com assentos longitudinais

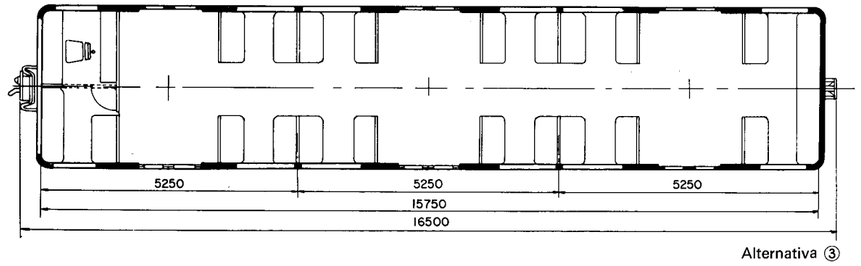




Alternativa ①



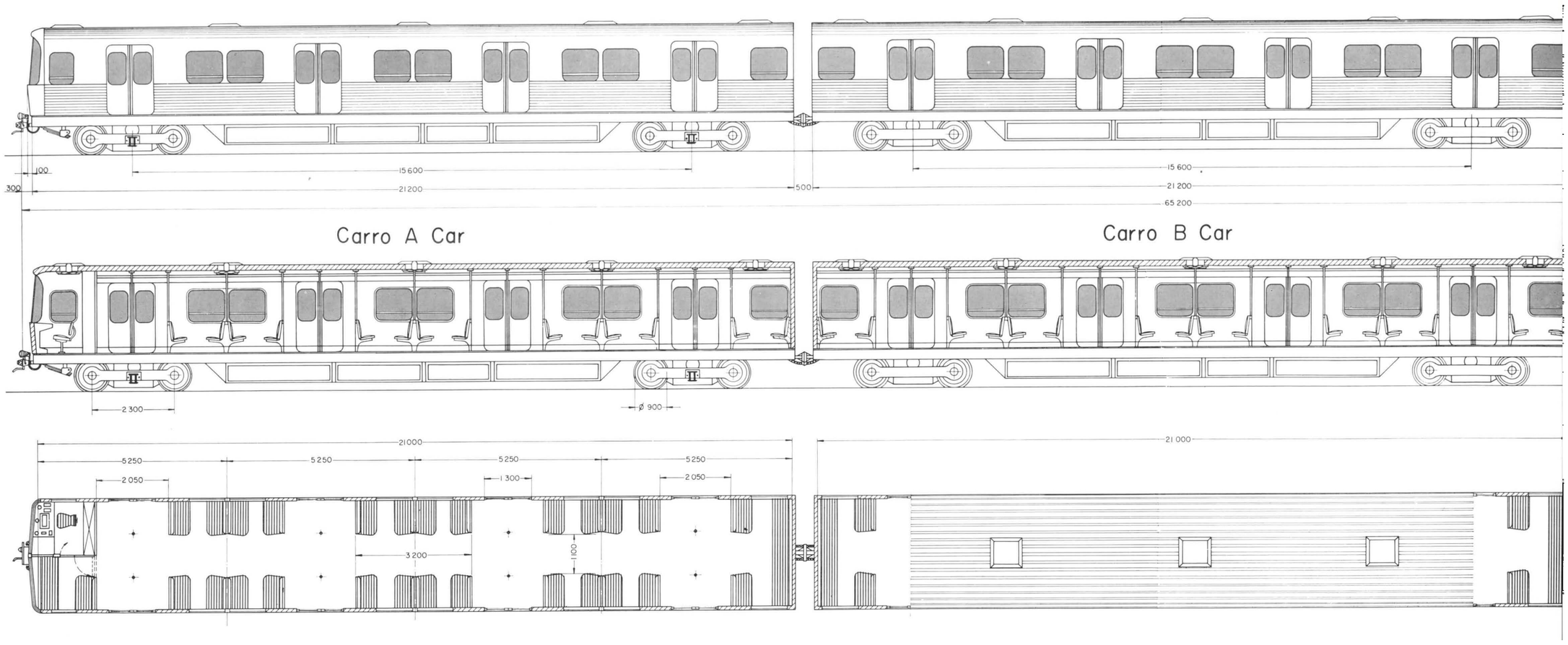
Alternativa ②



Alternativa ③

Alternativa	①	②	③
Comprimento total do carro	32 250	21 750	16 500
Número de carros por composiçao	4	6	8
Comprimento da composiçao	129 000	130 500	132 000
Número de passageiros por carro	540	354	261

Fig. F 5
Tipos de carro de metrô



comprimento é amplamente adotado nos metrôs; p.ex. os novos carros de Toronto e São Francisco (Tab. F1). Os carros de três unidades (Fig. F5 — alternativa 3) teriam um comprimento de 16 500 mm, o que corresponde à dimensão de muitos carros modernos de metrôs europeus. Convém, entretanto, lembrar que na Europa os carros são frequentemente construídos em substituição a carros velhos. Era, assim, necessário adaptá-los às plataformas existentes, aos perfis dos túneis e aos raios mínimos das curvas.

Uma composição de oito carros necessitaria de 16 truques, — a menos que se tratasse de truques "Jakobs" — enquanto a composição de seis carros necessita de apenas 12.

Um truque para um carro de 21 750 mm de comprimento pesa pràticamente o mesmo que um truque para um carro de 16 500 mm. Com um pêso mínimo de 6,0 t por truque isso representa, numa composição de oito carros, um aumento de pêso de 24,0 t, em confronto com a composição de seis carros. Além disso, a composição de seis carros tem quatro engates centrais a menos, o que representa uma redução de pêso de cêrca de 1,0 t. Também na instalação elétrica pode haver uma redução de pêso. Embora carros maiores exijam instalações de maior potência, pode-se contar com uma redução suplementar de pêso da ordem de 2,0 t por composição. Ademais, seis caixas de carro pesam menos que oito, porquanto são eliminadas algumas paredes intermediárias, janelas de vidro e equipamentos, como p.ex., cabines de maquinista. Mesmo sem considerar êstes últimos itens, a composição de oito carros de 16 500 mm de comprimento pesa, no mínimo, 27,0 t a mais do que a de seis carros de 21 750 mm.

Um truque custa aproximadamente US$ 20 000; quatro a menos por composição representam portanto US$ 80 000. Acrescente-se ainda cêrca de US$ 8 000 para quatro engates centrais e US$ 100 000 para equipamentos elétricos. Assim, uma composição de seis carros de 21 750 mm custa cêrca de US$ 188 000 a menos que uma composição de oito carros de 16 500 mm.

O pêso maior da composição de oito carros causa maior demanda de energia, aumentando assim as despesas. Com um consumo específico de 110 Wh/tkm a composição de oito carros, num percurso médio anual de 120 000 km, gasta 356 000 kWh/ano a mais que a composição de seis carros.

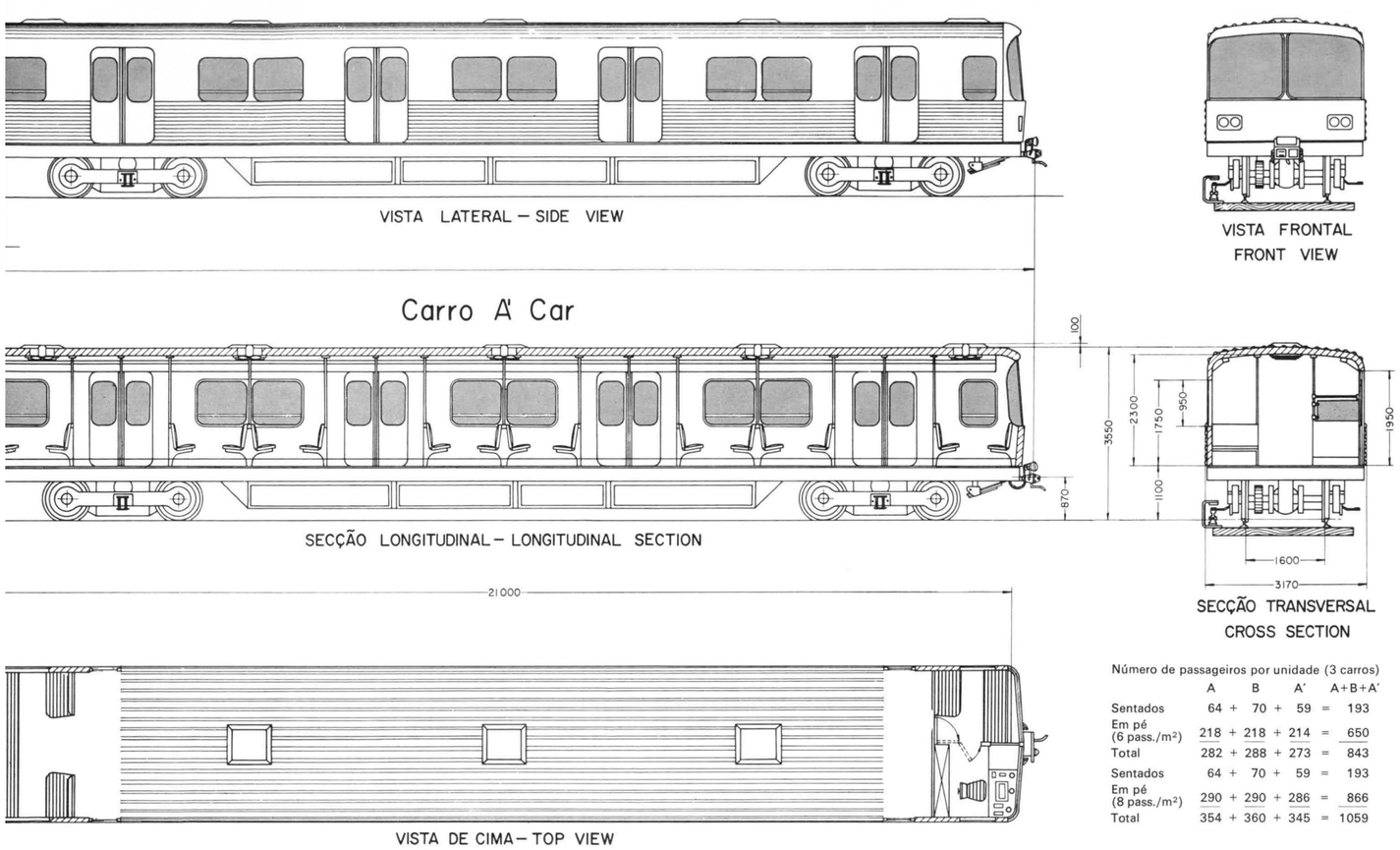
Também os custos de manutenção da composição de seis carros são menores que os da composição de oito carros devido ao menor número de truques.

Considerando tôdas as razões técnicas e econômicas, recomenda-se para o Metrô do Rio de Janeiro uma composição de

6 carros de 21 750 mm de comprimento cada um.

2.1.2.2 Largura do carro

Na escolha da largura dos carros deve-se considerar que os mesmos devem ser transportados, sem maiores dificuldades, da fábrica até à Rêde do Metrô. Por outro lado, o gabarito-limite do túnel é determinado de acôrdo com a largura dos carros. Em F2.1.1.1 a largura da unidade básica tinha sido fixada em 3 000 mm. Partindo desta base, e admitindo uma espessura de 85 mm para as paredes laterais, o que é suficiente para portas corrediças, chega-se a uma largura do carro de 3 170 mm. Esta largura enquadra-se na mesma ordem de grandeza de metrôs modernos semelhantes (Tab. F1). Assim, os



Número de passageiros por unidade (3 carros)

	A		B		A'		A+B+A'
Sentados	64	+	70	+	59	=	193
Em pé (6 pass./m²)	218	+	218	+	214	=	650
Total	282	+	288	+	273	=	843
Sentados	64	+	70	+	59	=	193
Em pé (8 pass./m²)	290	+	290	+	286	=	866
Total	354	+	360	+	345	=	1059

Fig. F6
Unidade tripla do metrô

carros do metrô de Oslo têm uma largura de 3 200 mm, os dos metrôs de Toronto e de Cleveland 3 150 mm e os carros do metrô de São Francisco deverão ter a largura de 3 050 mm.
Pesquisas realizadas revelaram que no Brasil as estradas de ferro que servem aos eventuais fornecedores de carros apresentam um gabarito-limite suficiente para transportar carros de metrô com essa largura. Pode-se, assim, recomendar uma

largura de carro de 3 170 mm.

2.1.2.3 Altura do carro

A altura do carro depende, entre outras coisas, da altura do piso acima do tôpo do boleto do trilho. Considerando metrôs modernos existentes, recomenda-se a altura de 1 100 mm para o piso do carro.
O recinto dos passageiros deverá ter altura livre acima da cabeça e volume de ar suficientes. Seguindo novamente o exemplo de outros metrôs, recomenda-se a altura de 2 300 mm. O volume de ar por passageiro, de 0,51 m^3 para 6, ou de 0,40 m^3 para 8 passageiros de pé por m^2 corresponde perfeitamente aos valôres de carros semelhantes de outros metrôs.
Considerando uma espessura de 150 mm para o teto do carro e 100 mm para o capelo de ventilação no teto, pode-se recomendar uma

altura de carro de 3 650 mm

acima do tôpo do boleto.

2.1.3 A unidade da composição

Em F2.1.2.1 foram expostos os motivos pelos quais se recomenda a composição de seis carros. Por motivos técnicos e operacionais a composição é normalmente formada por várias unidades menores.
Operacionalmente é vantajoso, nas horas de pouco tráfego, optar por uma composição menor, em vez de aumentar os intervalos entre as composições.
Tècnicamente a subdivisão da composição apresenta a vantagem de, caso ocorra um defeito em um carro, ser possível retirar da circulação apenas a unidade danificada e não a composição inteira. A necessidade de carros de reserva será menor, reduzindo também o investimento.
Outras vantagens consistem, eventualmente, na possibilidade de reunir equipamentos de serviços auxiliares (compressores de ar, transformadores de luz, etc.).
A menor de tôdas as unidades é o carro isolado. Pode-se, entretanto, reunir dois ou três carros para formar uma unidade independente. Na Rêde do Metrô do Rio de Janeiro são previstas ramificações nos subúrbios. Mesmo nas horas de "rush" bastarão, muitas vêzes, composições menores para atender à demanda naqueles trechos finais. Recomenda-se, portanto, a unidade de três carros como a melhor solução para as condições do Rio de Janeiro.
Uma cabina de maquinista deve ser prevista em cada extremidade da unidade de três carros. A fim de proporcionar ao maquinista uma visão perfeita da via, deve êle ter à sua disposição tôda a largura do carro. Entretanto perde-se com isso uma preciosa área de passageiros. Propõe-se que, como já executado em outros metrôs, estando a cabina ocupada, uma porta estabeleça uma separação da área de passageiros em tôda a largura do carro. Estando a cabina desocupada, vira-se a porta e libera-se a metade da largura do carro para passageiros sentados. A Fig. F6 mostra a unidade de tração de três carros resultante das recomendações acima. As Fig. F7 e F8 apresentam sugestões para os aspectos externo e interno dos carros.

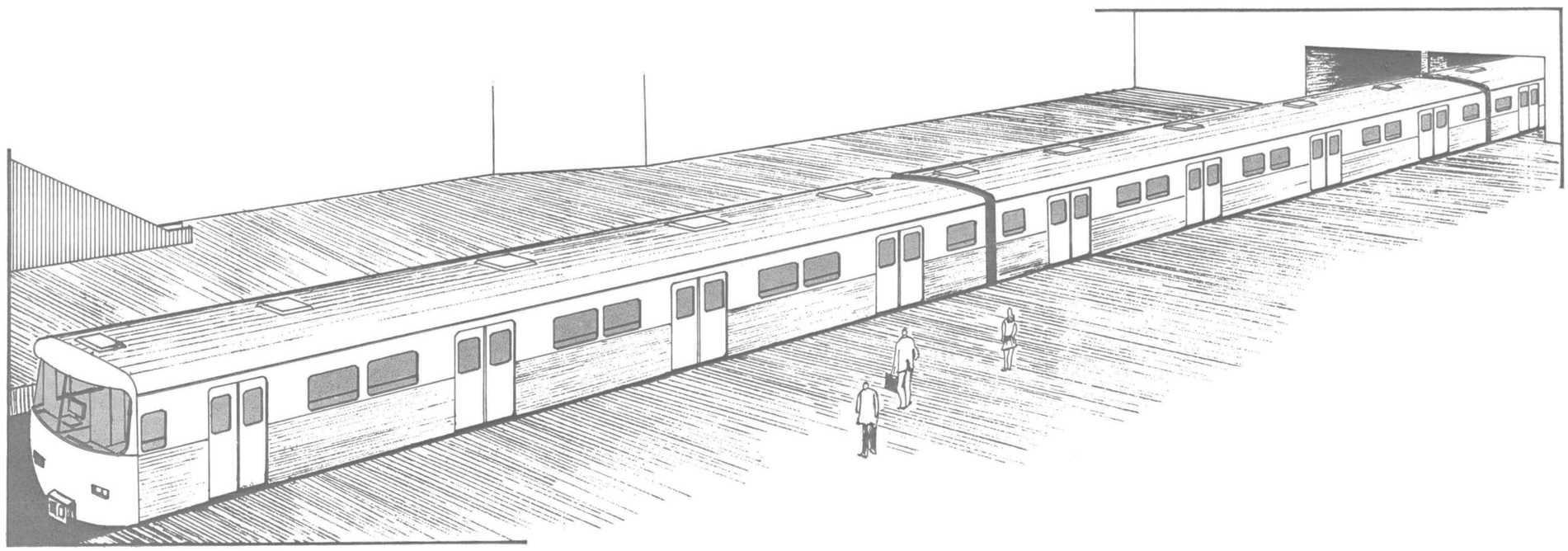


Fig. F 7
Vista externa da composição do metrô

2.1.3.1 Capacidade de lotação da composição

Com as dimensões recomendadas para os carros e com a disposição sugerida para as cabines de maquinista obtêm-se para cada carro as seguintes capacidades de lotação:

Com 8 pessoas de pé por m²:

carro com a cabine de maquinista ocupada (A')	345 passageiros,
carro com a cabine livre (A)	354 passageiros,
carro sem cabine (B)	360 passageiros.

Com 6 pessoas de pé por m²:

carro com a cabine de maquinista ocupada (A')	273 passageiros,
carro com a cabine livre (A)	282 passageiros,
carro sem cabine (B)	288 passageiros.

Portanto, uma composição de 6 carros poderá transportar:

com 8 pessoas de pé por m²	2 127 passageiros,
com 6 pessoas de pé por m²	1 695 passageiros.

Com 40 composições por hora e por sentido poderão ser transportados, no máximo, 85 080 passageiros.

Contudo, visto que a capacidade exigida é de

80 000 passageiros por hora e por sentido

ter-se-á no projeto de carro escolhido, no caso menos favorável,

7,24 pessoas de pé por m².

2.1.4 Características dinâmicas de tração das composições do metrô

Uma das características da atração que um metrô moderno exerce é a velocidade média de viagem. Esta depende da velocidade máxima dos carros motores, da sua capacidade de aceleração e de frenagem, bem como das distâncias entre estações. Os mesmos fatôres, entretanto, definem também os custos operacionais, donde a necessidade de cálculos comparativos bastante precisos entre velocidade média de viagem a ser oferecida e rentabilidade operacional.

2.1.4.1 Aceleração

Muitos são os motivos que levam à escolha da capacidade de aceleração tão alta quanto possível para a composição do metrô:
Em primeiro lugar deve-se considerar que, havendo pequenas distâncias entre as paradas, a velocidade média de viagem depende decisivamente da capacidade de aceleração.
Em segundo lugar há possibilidade de adotar menores intervalos entre composições quando trechos de linha ocupados, p. ex., nas estações, são liberados ràpidamente para as composições seguintes pela partida rápida das composições.
Em terceiro lugar é possível trafegar economizando energia, quando o tempo de viagem previsto entre duas paradas permite abreviar, por meio de alta aceleração, o tempo de consumo de energia. Se, p. ex., numa distância média de 860 m entre estações (distância média entre as estações da "Linha Prioritária") com igual tempo de viagem, for aplicada, em lugar de uma aceleração de partida de 1,35 m/s², apenas uma aceleração de 1,1 m/s², o consumo específico de energia se eleva de 81 Wh/tkm para 116 Wh/tkm, com um aumento, portanto, de 44%. Existem, porém, certos limites para a capacidade de aceleração. Por um lado não se deve utilizar um coeficiente de aderência muito alto entre roda e trilho, a fim de evitar bloqueio e deslizamentos das rodas de tração.
Não estando previstos dispositivos especiais de contrôle, o coeficiente de aderência, tanto na aceleração como na desaceleração, só deveria ser utilizado até o limite máximo de 0,15. Assim sendo, a aceleração não deve ser superior a 1,5 m/s².
Por outro lado não se deve pôr em risco os passageiros de pé quando das partidas das composições. Isso depende menos da intensidade da aceleração que de sua variação por unidade de tempo, i. é, do solavanco (d^2v/dt^2). Testes realizados em metrôs e experiências de laboratório demonstraram que as acelerações de partida até 1,4 m/s² podem ser suportadas pelos passageiros se simultâneamente a intensidade do solavanco não ultrapassar o valor 0,7 m/s³.
Com base nas considerações acima, recomenda-se como limite de aceleração de partida 1,35 m/s² e para o solavanco 0,7 m/s³.

2.1.4.2 Velocidade máxima

Havendo pequenas distâncias entre as paradas a velocidade média de viagem depende consideràvelmente da aceleração de partida; ao contrário, com grandes distâncias entre as paradas, depende mais da velocidade máxima possível.
De acôrdo com o exposto em E1.1.6 e E2.1.4, a Rêde do Metrô proposta para o Rio de Janeiro apresenta ambas as características. Distâncias relativamente pequenas são previstas para as linhas do perímetro urbano, e grandes para as áreas externas. As distâncias

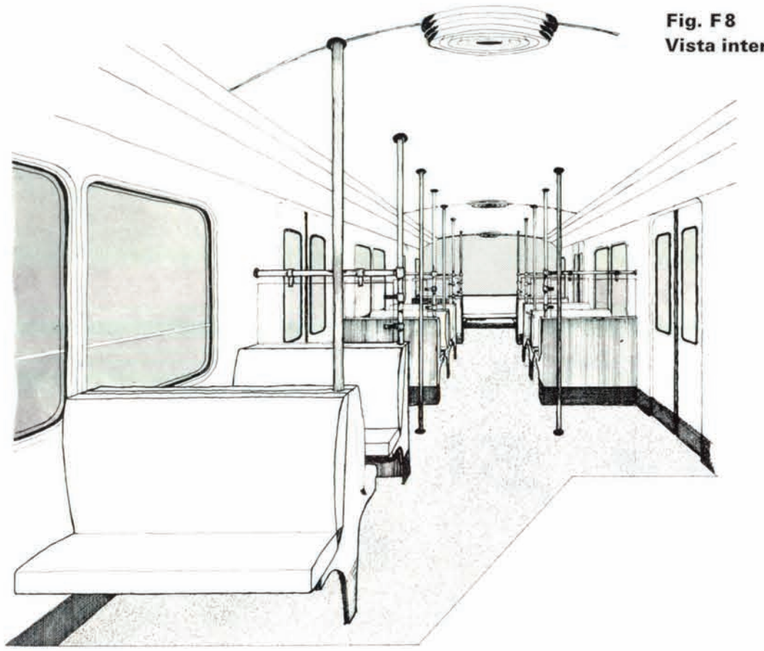


Fig. F8
Vista interna do carro do metrô

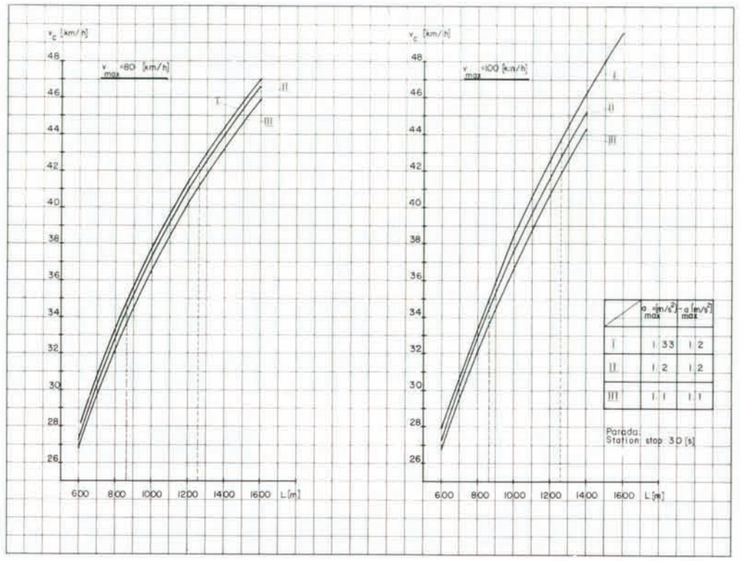


Fig. F9
Diagrama de velocidade média de viagem

médias correspondentes são de 860 m para a "Linha Prioritária" e de 1 260 m para a Rêde do Metrô.
Algumas estações da Rêde do Metrô estão distanciadas dois quilômetros e mais. Mesmo na "Linha Prioritária" a distância máxima é de 2 162 m.
Nos carros motores de corrente contínua a aceleração máxima de partida é mantida até aproximadamente 30% da velocidade máxima, antes de se passar, através de regulação do campo dos motores de tração, para o setor de potência constante com uma redução progressiva da fôrça de aceleração, à medida que aumenta a velocidade.
Como mostra a Fig. F 9, a partir de distâncias entre paradas de aproximadamente 1 000 m, uma velocidade máxima alcançada começa a influir cada vez mais nas velocidades médias (com 30 s de parada nas estações). Contudo, tendo em vista o espaço exigido pelos motores de tração bem como seu pêso, não se deve adotar velocidade máxima mais alta do que a rêde, nas condições previstas, poderia suportar. Por essa razão, para as composições do metrô, recomenda-se

velocidade máxima de 100 km/h.

2.1.4.3 Desaceleração

Para frenagens rápidas, i. é, frenagens que são usadas tão sòmente em eventos imprevistos ou em caso de perigo, recomenda-se não ultrapassar a desaceleração máxima de 1,5 m/s². Contudo a desaceleração média não deve ser superior a 1,3 m/s².
Nas frenagens operacionais, com base nos valôres usuais para metrôs, recomenda-se como

mais alta desaceleração média: 1,2 m/s².

Também nas frenagens o solavanco não deve ser superior a 0,7 m/s³.
Com êstes índices recomendados para desaceleração e solavanco, o confôrto dos passageiros não será afetado pela frenagem.

2.2 **Gabarito dinâmico e gabarito-limite**

O gabarito dinâmico do carro determina o espaço que o carro ocuparia sob as condições mais adversas, considerados todos os desgastes que venham a ocorrer no carro e na via permanente. Nesse gabarito são considerados, portanto, todos os dados construtivos do carro.
Possíveis imperfeições construtivas e irregularidades no traçado da via são considerados na fixação do gabarito-limite. Êsse gabarito indica o espaço que deverá ser conservado livre de qualquer elemento construtivo ou outro.

2.2.1 Gabarito dinâmico do carro

O gabarito dinâmico do carro constitui a base para a fixação do gabarito-limite. Conforme a posição da corda na curva, haverá um gabarito dinâmico para cada raio de curva. Para que, em um trecho subterrâneo do metrô, o alto custo de construção possa ser mantido em limites razoáveis, largura e altura do túnel devem ser tão reduzidas quanto possível.
Nesse sentido é necessário que o perfil do túnel se adapte amplamente ao gabarito-limite. Êste alarga-se na mesma proporção em que o raio de curva diminui. Pode-se adaptar contìnuamente a parede do túnel ao gabarito-limite, que é então variável (o que com os modernos carros de fôrmas não representa qualquer problema), ou então fixar determinados campos de curvatura, em cada um dos quais é mantida uma largura constante de túnel.
No presente Estudo é mostrada a segunda possibilidade, tomando-se por base os dois seguintes limites de curvatura:

a) raio de curva de 6 500 m e mais, até a linha reta (via sem superelevação),
b) raios de curva de 300 m até 6 500 m.

Gabaritos-limites devem, assim, ser calculados para R = 6 500 m e para R = 300 m.
Para cálculos do gabarito dinâmico do carro tomam-se por base as dimensões geométricas do carro e da via, bem como os movimentos dinâmicos do carro. As dimensões geométricas podem ser encontradas na Fig. F6. A seguir serão relacionados os dados básicos para o cálculo do gabarito dinâmico do carro.

2.2.1.1 Dados básicos (Fig. F6)

Comprimento total da caixa do carro	$L_c = 21{,}2$ m
Distância entre os pivôs	$a = 15{,}6$ m
Altura do carro sôbre TB (tôpo do boleto)	$H = 3{,}65$ m
Projeção da caixa do carro (do pivô à extremidade do carro)	$l = 2{,}8$ m
Largura da caixa do carro	$B = 3{,}17$ m
Distância entre os eixos do truque	$p = 2{,}3$ m
Deslocamento máximo da caixa do carro com relação ao centro da via devido ao jôgo transversal no molejo da suspensão secundária e do eixo e ao jôgo nos mancais	$q = \pm 0{,}030$ m
Máximo deslocamento lateral possível da caixa do carro com relação ao centro da via devido ao jôgo entre o friso da roda e o trilho = meio jôgo da bitola	$\sigma = 0{,}024$ m

Bitola máxima = 1 620,0 mm, segundo EFCB
Bitola mínima = 1 571,9 mm, segundo AAR.
Jôgo da bitola = 2σ = 48,1 mm

Distância entre as superfícies de contato das rodas de um mesmo eixo b_1 = 1,6+0,069 — $b_1 = 1{,}669$ m

Superelevação máxima na curva — $s_i = 0{,}170$ m

Aceleração lateral máxima não compensada — $\varphi = 0{,}85$ m/s²

Coeficiente de inclinação do carro, onde η_s é o ângulo quasistático de oscilação, δ o ângulo da superelevação da via (seg. normas da UIC). O valor N = 0,25 foi estabelecido empiricamente e deverá ser mantido pelo carro mediante disposição adequada da suspensão — $N = \frac{\eta_s}{\delta} = 0{,}25$.

2.2.1.2 Distância entre o teto do carro e a linha superior do seu gabarito

A linha superior do gabarito dinâmico do carro depende dos movimentos verticais da suspensão. Êsses movimentos são constituídos pela flexão da suspensão, provocada pela variação da carga e pelos movimentos dinâmicos durante a marcha.
Com suspensão convencional admite-se que a altura do piso do carro vazio fique 80 mm acima do nível do carro lotado. Para o movimento dinâmico deve-se contar com um acréscimo de choque de no máximo 40%, i. é, 32 mm adicionais na flexão da suspensão. Assim, a flexão total vertical da suspensão passaria a ser 80 + 32 = 112 mm. A fim de considerar ainda a elevação da face externo do carro devido ao movimento de oscilação conta-se com 150 mm. A linha superior do gabarito dinâmico do carro situa-se assim a 3 800 mm acima do TB.

2.2.1.3 Deslocamento Y_i do centro do carro para o lado interno da curva

O deslocamento máximo Y_i calcula-se para o centro do carro ($n = \frac{a}{2}$) pela fórmula:

$$Y_i = \frac{a \cdot n - n^2}{2R} + (\sigma + q) + \frac{p^2}{8R}.$$

Para R = 6 500 m, Y_i = 59,0 mm,
para R = 300 m, Y_i = 157,9 mm.

Para raios de curva R < 300 m,

$Y_i = 178{,}3$ mm para R = 250 m,
$Y_i = 209{,}3$ mm para R = 200 m,
$Y_i = 260{,}9$ mm para R = 150 m.

2.2.1.4 Deslocamento Y_e das extremidades do carro para o lado externo da curva

O deslocamento máximo Y_e das extremidades do carro calcula-se pela fórmula:

$$Y_e = \frac{a \cdot l + n^2}{2R} + (\sigma + q)\frac{2b + a}{a} - \frac{p^2}{8R}.$$

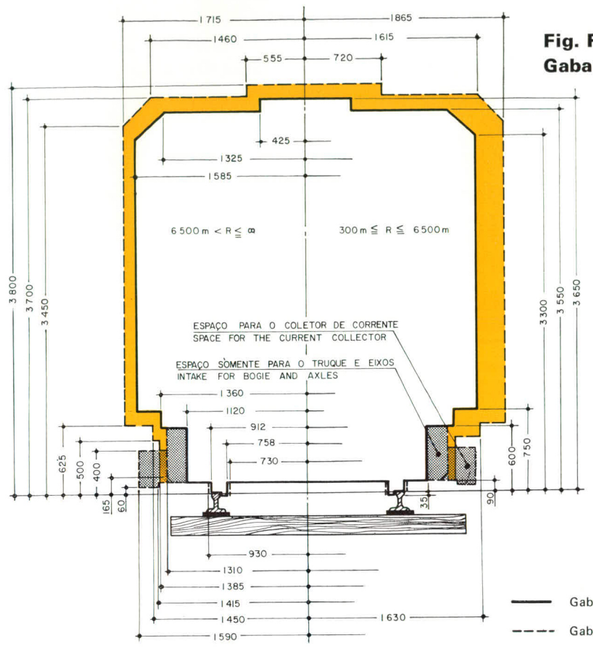
Para R = 6 500 m, Y_e = 77,4 mm,
para R = 300 m, Y_e = 157,2 mm.

Para raios de curva R < 300 m,

$Y_e = 173{,}8$ mm para R = 250 m,
$Y_e = 199{,}2$ mm para R = 200 m,
$Y_e = 241{,}1$ mm para R = 150 m.

2.2.1.5 Deslocamento Y_s da caixa do carro em virtude do ângulo quasistático de oscilação

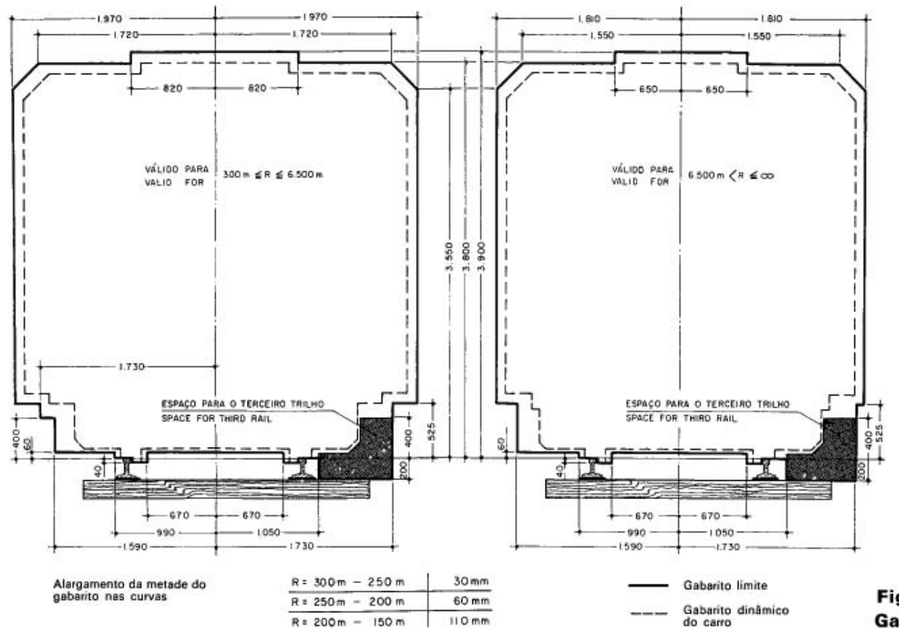
Um carro parado em via superelevada, ou em movimento com a superelevação apenas parcialmente compensada, inclina-se em relação ao eixo vertical da via. O ângulo depende da construção do carro e da disposição da suspensão. É determinado pelo coeficiente de inclinação do carro N. Como o centro de oscilação do carro encontra-se normalmente a cêrca de 0,5 m acima do tôpo do



Gabarito estático do carro

Gabarito dinâmico do carro

Fig. F10
Gabaritos estático e dinâmico do carro



Alargamento da metade do gabarito nas curvas

R = 300 m – 250 m	30 mm
R = 250 m – 200 m	60 mm
R = 200 m – 150 m	110 mm

Gabarito limite

Gabarito dinâmico do carro

Fig. F11
Gabarito-limite

boleto, o cálculo de deslocamento de qualquer ponto do carro, na altura h acima do TB é feito pela fórmula:

$$Y_s = N \cdot \frac{S}{b_1} (h - 0{,}5) \ [m].$$

No cálculo do deslocamento oscilatório da caixa do carro, oriundo da oscilação quasistática, para uma curva de R = 300 m, na fórmula deve ser colocado em lugar de S, o valor Si = 0,170 m (correspondente à superelevação máxima) para um deslocamento para o lado interno da curva, e Se = 0,145 (correspondente à aceleração lateral máxima não compensada $\varphi = 0{,}85\ m/s^2$) para um deslocamento para o lado externo da curva. "Se" é uma superelevação equivalente à aceleração lateral não compensada, e é calculado mediante a fórmula:

$$Se = \frac{\varphi \cdot b_1}{g}.$$

2.2.1.6 Deslocamento Y_d da caixa do carro em virtude do ângulo de oscilação dinâmico

O ângulo de oscilação dinâmico provém dos impulsos que resultam do jôgo entre roda e trilho. Sua dimensão não pode ser calculada antecipadamente, sendo necessário admitir um valor empírico.
Para um coeficiente de inclinação do carro N = 0,25 e sua velocidade máxima 100 km/h, poder-se-á, no caso de conservação normal da via, contar com um ângulo de oscilação dinâmico máximo de $\varphi = 0{,}80° = 0{,}014$. Para o centro de oscilação a 0,5 m acima do tôpo do boleto, o deslocamento da caixa do carro em virtude do ângulo de oscilação dinâmico é calculado, para os diversos pontos de altura h, pela fórmula:

$$Y_d = 0{,}014 \ (h - 0{,}5) \ [m].$$

2.2.1.7 Cálculo do gabarito dinâmico do carro

Somando-se todos os deslocamentos verificados a cada metade da largura do carro obter-se-á metade da largura do gabarito dinâmico do carro.
A Fig. F10 mostra o gabarito dinâmico do carro, calculado de acôrdo com as explanações precedentes.

2.2.2 Gabarito-limite

Aos valôres obtidos para o gabarito dinâmico do carro somam-se ainda os valôres provenientes de medidas inexatas da via permanente e modificações da posição dos trilhos durante os intervalos entre os serviços de manutenção.

2.2.2.1 Acréscimos verticais

Para inexatidões de assentamento e deslocamentos verticais: 100 mm.

2.2.2.2 Acréscimos horizontais

Para o deslocamento lateral da via e para o deslocamento elástico dos trilhos: 30 mm,
para inexatidões horizontais na via permanente: 30 mm.
Em variações para mais ou para menos na superelevação:

para R = 300 m:

com h = 3,45+0,10 = 3,55 m acima do TB 36 mm,
com h = 3,70+0,10 = 3,80 m acima do TB 38 mm.
com h = 3,80+0,10 = 3,90 m acima do TB 39 mm;

para R = 6500 m:

com h = 3,55 m acima do TB 18 mm,
com h = 3,80 m acima do TB 19 mm,
com h = 3,90 m acima do TB 19 mm.

2.2.2.3 Acréscimos horizontais totais à metade do gabarito dinâmico

Para R = 300 m:

com h = 3,55 m acima do TB 96 mm ≃ 100 mm,
com h = 3,80 m acima do TB 98 mm ≃ 100 mm,
com h = 3,90 m acima do TB 99 mm ≃ 100 mm;

para R = 6500 m:

com h = 3,55 m acima do TB 78 mm ≃ 80 mm,
com h = 3,80 m acima do TB 79 mm ≃ 80 mm,
com h = 3,90 m acima do TB 79 mm ≃ 80 mm;

2.2.2.4 Acréscimos adotados

Como a construção não deveria ser executada com perfil assimétrico, a metade do gabarito dinâmico será baseada nos valôres mais elevados correspondentes, i.é, arredondados do lado interno da curva. A Fig. F11 mostra o gabarito-limite estabelecido de acôrdo com as explanações precedentes.
Para raios de curva R < 300 m, a metade da largura do gabarito-limite deverá ser acrescida do valor correspondente ao aumento do deslocamento na curva em questão em relação ao deslocamento numa curva de R = 300 m.

2.2.3 Gabarito da construção

O gabarito-limite (Fig. F11) foi calculado considerando-se todos os fatôres pertinentes ao carro e à via permanente. Deverá sempre ter sentido vertical em relação à linha que liga os dois tôpos de boleto. Assim sendo, o perfil da construção deverá ainda considerar a posição inclinada na via superelevada e quaisquer tolerâncias eventualmente consideradas como necessárias para a construção (F4).

3. Elementos do traçado e via permanente

3.1 **Traçado**

O projeto preliminar da linha consiste inicialmente de uma determinação aproximada do traçado. A linha definitiva resultará do traçado exato das vias. O que determina êsse traçado são a bitola, os raios de curva com a correspondente superelevação e rampas de superelevação, as curvas de transição, a inclinação das vias bem como a velocidade das composições.

3.1.1 Bitola

Sendo adotada no Brasil em quase tôdas as linhas de estradas de ferro e usada também pela EFCB, que terá conexão com a linha do metrô, a bitola recomendada é a de 1 600 mm, com uma tolerância de 3 mm para menos, e 20 mm para mais, medida nas faces internas dos boletos dos trilhos, até 14 mm abaixo do tôpo do boleto (E3.2).

3.1.2 Raios de curva

Na fixação do traçado das curvas cumpre não limitar, por raios demasiadamente reduzidos, a velocidade que, de acôrdo com os diagramas de marcha (G 2.2), as composições podem desenvolver em cada um dos trechos de linha. Evidentemente isto só pode ser recomendado, por motivos econômicos, para viagens dentro do horário normal, i. é, com parada em cada estação. Não se aplica a composições que passam pela estação sem parar. Nos trechos de linha, raios de curva de menos de 300 m deveriam ser, tanto quanto possível, evitados; com menos de 250 m, absolutamente rejeitados. Nas plataformas os raios de curva não deveriam ser inferiores a 500 m a fim de não reduzir a visibilidade e para que o espaço entre o piso da porta do carro e a borda da plataforma não seja grande demais.
Linhas secundárias não deveriam ter raios abaixo de 150 m.

3.1.3 Superelevação e rampas de superelevação

3.1.3.1 Superelevação

No trajeto por uma via em curva agem sôbre o carro e sôbre os passageiros fôrças centrífugas, ou seja, acelerações laterais em sentido paralelo ao piso do carro. Tendo em vista o confôrto dos passageiros, essa aceleração lateral não deve ser superior a 0,85 m/s².

A fim de compensar total ou parcialmente a aceleração lateral, o trilho externo da curva é superelevado em relação ao trilho interno. A aceleração lateral pode então ser calculada pela seguinte fórmula:

$$r = \frac{V^2}{13\,R} - 9{,}81 \cdot \frac{h}{e},$$

onde r = aceleração lateral [m/s²],
R = raio da curva [m],
V = velocidade [km/h],
h = superelevação [mm],
e = distância entre os centros dos boletos [mm].

Da equação acima pode-se derivar as seguintes fórmulas necessárias para o traçado, com bitola de 1 600 mm, emprêgo do trilho brasileiro TR-57 e com aceleração lateral máxima de 0,85 m/s²:
Superelevação mínima h_{min}:

$$h_{min} = \frac{13{,}1\ V^2}{R} - 145\ [mm].$$

Velocidade máxima admissível V_{max} com superelevação:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{R}{13{,}1} \cdot (h + 145)}\ [km/h].$$

Velocidade máxima admissível V_{max} sem superelevação (h = 0):

$$V_{max} = 3{,}3 \cdot \sqrt{R}\ [km/h].$$

A aceleração lateral de uma composição parada em uma curva com superelevação do trilho externo, será

$$r = -\frac{h}{171}\ [m/s^2].$$

Estando um carro parado, não há vibrações e, assim, a parcela restante de aceleração lateral proveniente da inclinação do carro (v. equação no início de F 3.1.3.1), não se faz sentir tão desagradàvelmente. Neste caso poderá prevalecer um valor mais elevado que 0,85 m/s² para a aceleração lateral. Admitindo-se para a mesma o valor de 0,98 m/s², a superelevação máxima admissível h_{max} será então de:

$$h_{max} = 170\ [mm].$$

Com esta superelevação calcula-se a velocidade máxima admissível V_{max}:

$$V_{max} = 4{,}9 \cdot \sqrt{R}\ [km/h].$$

A viagem se processa da maneira mais agradável para o passageiro quando a ação da aceleração lateral não se faz sentir, i. é, quando r = 0.
Neste caso a superelevação será:

$$h = \frac{13{,}1 \cdot V^2}{R}\ [mm],$$

que corresponde a uma velocidade de:

$$V = \sqrt{\frac{h \cdot R}{13{,}1}}\ [km/h].$$

Num mesmo trecho duma linha de metrô as composições mantêm normalmente a mesma velocidade, conforme demonstra o diagrama de marcha. A fim de alcançar um máximo de confôrto na viagem, as superelevações são calculadas com base nas velocidades constantes do diagrama de marcha.
Nas plataformas não se deveria admitir superelevação superior a 65 mm. Superelevações inferiores a 20 mm não deveriam ser construídas.

3.1.3.2 Rampas de superelevação

A superelevação é obtida por uma rampa de superelevação, ou seja através da variação linear da elevação do trilho exterior. A superelevação planejada deve alcançar sua altura máxima no início da curva.
Na rampa de superelevação os dois trilhos não se encontram em um plano, mas em uma superfície cônica. As alterações das cargas nas rodas e a aceleração de subida daí provenientes não podem exceder certos limites.
O comprimento l da rampa de superelevação deve ser, na medida do possível, de:

$$l = \frac{V \cdot h}{100}\ [m]$$

com V em km/h e
h em mm.

Não deverá ser menor que:

$$l_{min} = \frac{0{,}6 \cdot V \cdot h}{100}\ [m]$$

ou, com V inferior a 50 km/h:

$$l_{min} = 0{,}3 \cdot h\ [m].$$

Entre duas rampas de superelevação deve haver um setor de via sem superelevação ou com superelevação constante, de um comprimento mínimo de:

$$l_{min} = \frac{V}{10}\ [m]\ (V\ em\ km/h).$$

Em caso de curvas reversas é vantajoso usar rampas cruzadas. O comprimento da rampa cruzada deve ser:

$$l = \frac{m \cdot (h_1 + h_2)}{1\,000}\ [m].$$

3.1.4 Curvas de transição

Tendo em vista a aceleração lateral a curvatura deve corresponder em cada ponto da via à superelevação existente. Por conseguinte, em rampas de superelevação retas, também a curvatura da via deve aumentar em progressão linear. Esta condição será preenchida por clotoídes. O comprimento da curva de transição é assim igual ao comprimento da rampa de superelevação correspondente.
No caso de sequência direta de duas curvas com raios R_1 e R_2, a diferença das acelerações laterais não deve ultrapassar 0,85 m/s², i. é,

$$\frac{V^2}{13\ R_1} \pm \frac{V^2}{13\ R_2} \leq 0{,}85\ [m/s^2]$$

com V em km/h e
R em m.

O sinal + é para curvas reversas e o sinal — para curvas compostas. A velocidade máxima admissível será:

$$V_{max} = 3{,}3 \cdot \sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \pm R_2}}\ [km/h].$$

Na passagem direta de uma reta ($R_2 = \infty$) para uma curva com raio R, a velocidade máxima admissível será:

$$V_{max} = 3{,}3 \cdot \sqrt{R}\ [km/h].$$

Retas intermediárias devem ter o comprimento mínimo de:

$$l_{min} = \frac{V}{10}\ [m]\ (V\ em\ km/h).$$

Para reduzir os serviços de manutenção é conveniente que na região das chaves de via se admita apenas 0,69 m/s² como diferença entre as acelerações laterais.

3.1.5 Inclinação da via

As vias destinadas ao estacionamento de composições poderão ter rampas máximas de 2,5‰. Fora das estações permite-se uma inclinação máxima de 40‰.
Mudanças de rampa devem ser normalmente concordadas através de curva de concordância com raio de:

$$R = \frac{V^2}{4}\ [m]\ (V\ em\ km/h),$$

obedecidos, entretanto, os seguintes valôres:
geral $R_{min} = 500$ m,
nas rampas de superelevação bem como em agulhas de chave de via em baixadas $R_{min} = 1\,000$ m,
em agulhas de chave de via em lombadas $R_{min} = 5\,000$ m.

Fig. F12
Trilhos

		Alemanha	França	Grã-Bretanha	Brasil	EE. UU.
		67 / 14 / 149 / 125	65 / 15,5 / 153 / 140	70 / 16 / 159 / 140	69 / 16 / 168 / 140	73 / 19 / 186 / 152
Designação		S49 (1958)	SNCF 50	BR 109	TR 57	USA 140
Pêso kg/m		49,4	50,7	54,4	56,9	69,4
Seção transversal (cm^2)		63,0	64,5	69,3	72,6	88,4
Momento de inércia (cm^4)	em relaçao ao eixo horizontal	1819	2019	2346	2731	4088
Momento resistente (cm^3)	em relaçao ao eixo horizontal	240	281	279	295	415

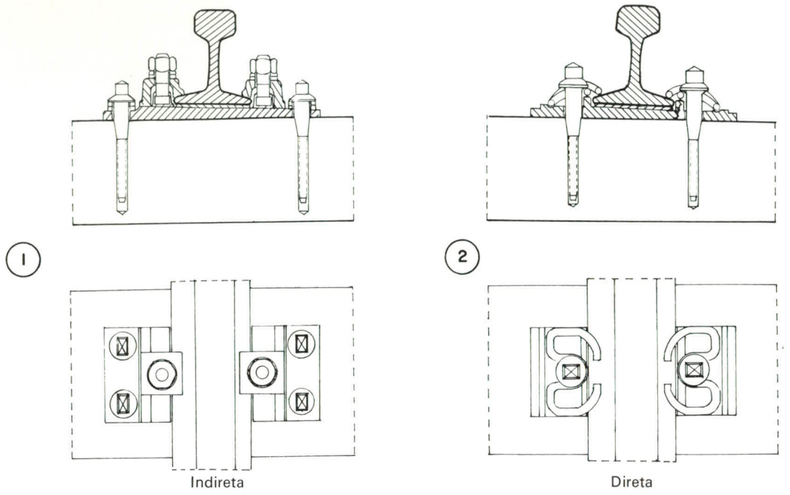


Fig. F13
Fixação dos trilhos

3.2 **Via permanente**

Sob a denominação via permanente entende-se a via e seu leito. A via é formada, em primeiro lugar, pelos trilhos e chaves de via.

3.2.1 Trilhos

A Fig. F12 mostra os perfis de trilhos utilizados em diferentes países. A operação do metrô se caracteriza pelo intenso movimento de composições. O boleto do trilho sofre por isso um desgaste relativamente elevado apesar da pequena carga axial de 14 a 15 t. Escolhendo-se um trilho de perfil grande pode-se dilatar o prazo para substituição dos trilhos.
Com relação ao material distingue-se entre:

aço normal,

aço de têmpera natural,

aço com superfície temperada,

trilhos compostos.

Nos trilhos compostos, o boleto é de aço de alta qualidade, enquanto que o patim é de aço normal. Trilhos compostos não são considerados devido ao seu elevado preço. Os trilhos brasileiros de aço normal possuem uma resistência à tração entre 56 e 60 kg/mm^2. Essa resistência pode ser considerada suficiente.
Para o Metrô do Rio de Janeiro podem, portanto, ser recomendados trilhos brasileiros de aço normal.
Em razão do acima citado forte desgaste do boleto, recomenda-se ainda a adoção do trilho TR-57, o de maior perfil atualmente fabricado no Brasil e utilizado pelas estradas de ferro.

3.2.1.1 Junção dos trilhos

A junção dos trilhos pode ser feita com talas ou por soldagem. Na soldagem contínua dos trilhos suprimem-se as talas e os dormentes de junta, reduzindo-se assim as despesas de assentamentos da via; os trilhos têm duração maior e evita-se a — de outra forma — frequente operação de soca do lastro das juntas. A viagem torna-se também mais confortável e poupa-se o material rodante.
A soldagem contínua dos trilhos aumenta a tendência de deformação da via a altas temperaturas. A deformação no plano vertical raramente ocorre e sòmente em circunstâncias excepcionais, graças ao contrabalanceamento exercido pelo pêso dos trilhos. A deformação dos trilhos no plano horizontal, em via permanente de lastro de pedra britada, opõe-se a resistência oferecida pelo lastro na cabeça dos dormentes. Esta resistência ainda pode ser muito ampliada por meio de contrafortes de segurança. Também o momento de inércia horizontal do engradado da via é determinante para a segurança contra a deformação horizontal dos trilhos.
No caso presente, em razão da grande seção transversal e da larga bitola escolhidas, êsse momento de inércia é relativamente grande.
Os trabalhos de soldagem, sobretudo para trilhos não assentados em trechos de túnel, devem ser executados a temperaturas ambientes ou dos trilhos tais, que as tensões de compressão com as mais altas temperaturas previsíveis para o trilho sejam, em valôres absolutos, aproximadamente iguais às tensões de tração com as mais baixas temperaturas previsíveis para o trilho. Na Europa e principalmente na Alemanha, a soldagem contínua dos trilhos deu muito bom resultado, não obstante dever contar-se, para trilhos assentados em superfície, com diferenças de temperatura bem maiores (de até 90° C) que para os trilhos do Metrô do Rio de Janeiro. Pode-se, pois, recomendar sem reservas o emprêgo da solda contínua dos trilhos para o Metrô do Rio de Janeiro.
Para a solda das juntas dos trilhos dispõem-se dos seguintes processos:

a) solda térmite ou aluminotérmica,

b) solda eléctrica por resistência ou a gás com pressão,

c) solda a arco voltaico,

d) solda autógena.

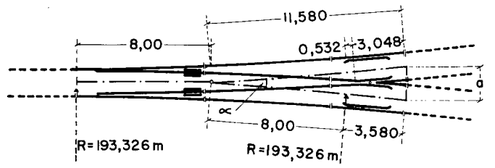
Os dois últimos processos não se recomendam porque não garantem uma emenda com as características exigidas.
A solda elétrica por resistência e a solda a gás com pressão implicam na aquisição de equipamento especializado que seria antieconômico para o Metrô do Rio de Janeiro.
A solda térmite é um processo aprovado há muitos anos em mais de 30 países. Recomenda-se, portanto, o emprêgo de um processo dêste tipo ou semelhante com fôrmas de solda pré-fabricadas.

3.2.1.2 Fixação dos trilhos

A fixação dos trilhos tem por função transmitir os esforços externos e internos dos trilhos para o leito da via.
A fixação dos trilhos por tirafundos sôbre dormentes de madeira embasados em leito de lastro com intercalação de placas de apoio é mostrada na Fig. F13. Para uma imobilização permanente dos tirafundos convém intercalar um elemento elástico entre a cabeça do tirafundo e a placa de apoio.
Quando os tirafundos servem exclusivamente para prender a placa de apoio ao dormente, diz-se que a fixação dos trilhos é indireta; quando servem ao mesmo tempo para a fixação do trilho, diz-se que a fixação é direta (Fig. F13).
Ambos os processos de fixação dos trilhos estão sendo usados. A fixação indireta é preferida em trechos de tráfego intenso com carga axial elevada e altas velocidades. Quando não se empregam dormentes de madeira sôbre um lastro de pedra britada como apoio para a fixação dos trilhos, torna-se necessário o emprêgo de camadas elásticas a fim de amortecer os ruídos e melhorar a elasticidade da fixação dos trilhos.

Fig. F14
Chaves de via

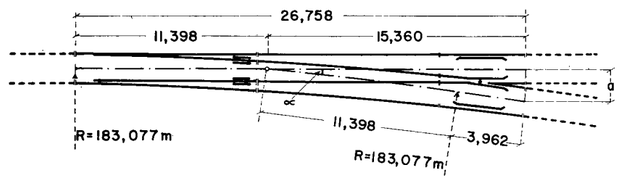
As dimensões dos jacarés coincidem com as formas brasileiras



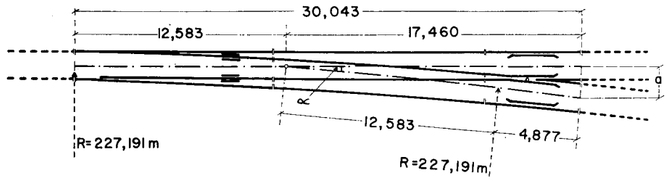
ESTE DESENHO DESCREVE UM DESVIO CURVO, COM CURVAS DIVERGENTES

THE DESIGN SHOWS A CONTRA CURVED SWITCH

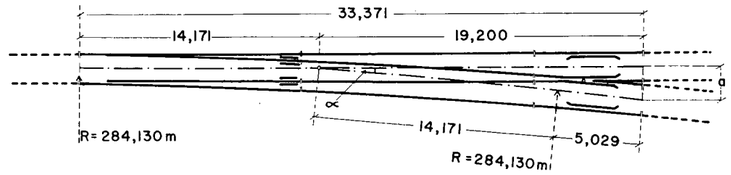
1:6
R= 193,326m
∝= 10,513694 g
a= 1,910 m



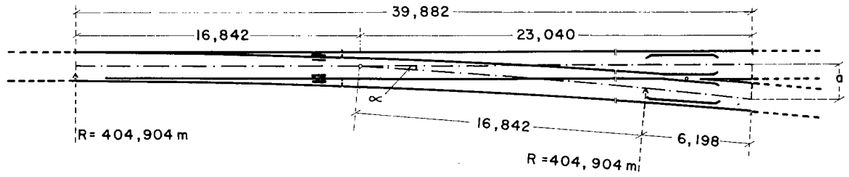
1:8
R= 183,077m
∝= 7,916686 g
a= 1,909 m



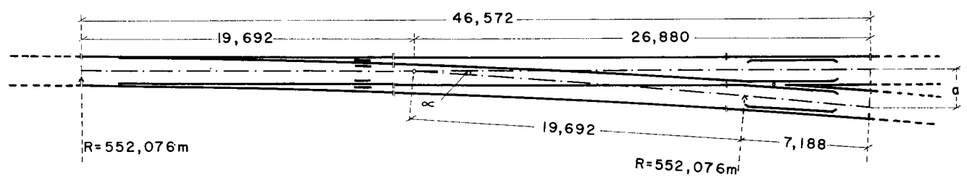
1:9
R= 227,191m
∝= 7,044657 g
a= 1,931 m



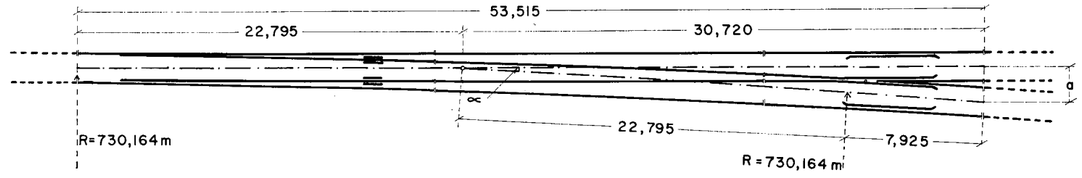
1:10
R= 284,130m
∝= 6,345104 g
a= 1,913 m



1:12
R= 404,904m
∝= 5,292935 g
a= 1,915 m



1:14
R= 552,076m
∝= 4,539574 g
a= 1,916 m



1:16
R= 730,164m
∝= 3,973703 g
a= 1,917 m

3.2.2 Aparelhos de mudança (ou chaves) de via

3.2.2.1 Chaves de via retas

Característica distintiva das chaves de via é sua abertura. O centro da chave de via é o ponto de interseção do eixo da via tronco com a tangente do eixo da via-ramal. Os dois formam os lados do ângulo de desvio α, cuja tangente é denominada abertura da chave de via, como p. ex. 1:10.

Teòricamente seria certo levar as agulhas até o começo da chave. Mas com isso as agulhas terminariam em ponta tão fina que se quebrariam fàcilmente.

No Brasil, até hoje, têm sido feitas agulhas remontadas. Nesta o corpo da agulha não tangencia a contra-agulha, mas fica sobreposta à mesma. Sob o ponto de vista dinâmico de marcha, isso constitui um inconveniente, pois na passagem pelas chaves de via só permite velocidades reduzidas. É melhor que, a partir de um certo ponto, a ponta da agulha se aproxime da contra-agulha ao longo de uma tangente ao arco de curvatura. As agulhas articuladas retas, frequentemente usadas no Brasil, são desfavoráveis sob o ponto de vista de conservação e por motivos dinâmicos da marcha. Melhor são as agulhas flexíveis, cuja ponta é, no final, fresada na forma de um perfil normal, soldando-se um trilho normal à agulha. Conforme já foi exposto, o arco de curvatura deve estender-se, teòricamente, desde o começo da chave até à junta, antes do jacaré. De ambos os lados do jacaré encontram-se patas de lebre que devem absorver a carga das rodas junto às pontas do jacaré, visto que aí o jacaré não oferece ainda a necessária resistência. No Brasil, até agora os jacarés têm sido feitos em monobloco. Não há nenhuma objeção a fazer quanto à manutenção dêsse processo. Por isso nas chaves de via adequadas e apresentadas na Fig. F14 foram tomadas por base as medidas dos jacarés adotados no Brasil. Para racionalização dos custos de produção e para restringir o estoque de reposição, dos sete tipos de chaves de via retas, apenas poucos deveriam encontrar aplicação.

Recomenda-se a adoção dos três tipos de chave de via seguintes:

Chave	Raio R	$V_{máx}$ admissível
1:8	183,078 m	40,6 km/h
1:10	284,127 m	50,5 km/h
1:14	552,078 m	70,5 km/h

3.2.2.2 Chaves de via curvas

Chaves de via curvas impõem-se quando se torna necessário intercalar uma chave em alguma via curva. Sendo R o raio da chave não curva, portanto 1/R sua curvatura e $1/R_1$ a curvatura da via tronco, o raio da via ramal será:

$$R_2 = \frac{R \cdot R_1}{R \pm R_1}.$$

A soma de R e R_1 vale para chaves convergentes e sua diferença para chaves divergentes.

3.2.2.3 Material das chaves de via

Como material para chaves de via, dada sua alta solicitação, recomenda-se o emprêgo de aço de têmpera natural com uma resistência mínima à tração de 90 kg/mm². Caso não se possa obedecer a esta recomendação, deveriam ser submetidas a um tratamento de têmpera superficial pelo menos as peças de chave de via que estão mais sujeitas ao desgaste (jacaré, agulhas, etc.).

3.2.3 A via e seu leito

As considerações subsequentes referem-se especialmente ao leito de via em trechos de túnel.

3.2.3.1 Via sôbre lastro de pedra britada

Em leito de lastro a via é fixada em dormentes de madeira ou de concreto, mais raramente em dormentes de aço; o lastro deve ter no mínimo 25 a 30 cm de espessura entre o piso do túnel e a face inferior do dormente.
Para dormentes de madeira deve-se escolher material de elevada dureza e com suficiente elasticidade, com pouca tendência ao fendilhamento e apodrecimento.
Quando adotado o dormente de concreto armado torna-se necessária uma camada elástica adicional cuidadosamente escolhida, na fixação dos trilhos. Para suficiente separação entre o terra da via e o terra do túnel e, no caso de a sinalização se servir de circuitos de via, quando o dormente é de concreto armado e não de madeira, são necessárias providências no sentido de um perfeito isolamento elétrico.
Para a fixação do apoio dos terceiros trilhos, cada 4.° ou 5.° dormente deve ser mais comprido.
Dormentes mais compridos são mais baratos quando de madeira do que quando de concreto armado, pois, na fabricação de peças pré-fabricadas, a divergência de padrão acarreta maiores despesas.
Sob o ponto de vista técnico será difícil dizer qual dos dois tipos de dormentes deva ser preferido. A decisão dependerá provàvelmente dos custos de fabricação e de assentamento.
Muitos metrôs no mundo usam o lastro de pedra britada para o embasamento dos dormentes. Esta solução é recomendada pelos seguintes motivos:

Quaisquer inexatidões de construção do piso do túnel e recalques diferenciais do túnel podem ser fàcilmente corrigidos pelo lastro de pedra britada.

Quaisquer modificações numa superelevação são sempre de fácil execução.

Há boa elasticidade e amortecimento de ruídos.

Usando dormentes de madeira são dispensáveis quaisquer providências adicionais para o isolamento elétrico.

3.2.3.2 Via sem lastro

Em trechos subterrâneos de linhas de metrô existe a possibilidade de se dispensar o lastro no leito da via, apoiando a via, ou os trilhos, direta ou indiretamente sôbre o piso do túnel. Muitos metrôs executaram por vêzes linhas inteiras ou apenas alguns trechos experimentais de vias sem lastro. Existem várias soluções técnicas, sendo que em algumas são ainda usados os dormentes, enquanto que em outras os trilhos são assentados sôbre blocos ou placas de concreto, ou de outro material.



Via com dormentes embasados em concreto

a) Dormentes embasados em concreto

Neste caso, dormentes de madeira ou concreto são embutidos no concreto do piso do túnel. A forma especial do dormente de concreto formado por dois blocos de concreto interligados por uma barra de aço, é usada no método de construção "Sonneville".

b) Blocos isolados em base de concreto

Em vez de embutir na base de concreto dormentes inteiros, podem também ser embutidos apenas blocos isolados de madeira ou concreto.

c) Via de placas de concreto

Nesse tipo de infraestrutura, os trilhos são fixados em grandes placas de concreto. Em metrôs, até hoje êste sistema só foi empregado quando havia necessidade de medidas especiais para reduzir os ruídos e as trepidações, p. ex., a fim de proteger edificações de grande valor ou adjacentes ao túnel.

d) Fixação direta

Neste processo os trilhos são fixados diretamente sôbre o piso do túnel adequadamente preparado. O piso do túnel assegura a manutenção da bitola.
O grande número de tipos de construção executados, de vias sem lastro, deixa supor que devem existir vantagens nesse processo. Em primeiro lugar vem a diminuição da altura necessária do túnel, em 300 a 350 mm, que reduz os custos de construção do túnel. Por outro lado, porém, o assentamento da via requer mais trabalho e, portanto maiores despesas, o que também deve trazer uma compensação na forma de menores custos de manutenção da via. Até o presente, porém, faltam ainda provas concludentes a respeito.
Possíveis êrros na altura ou largura quando do assentamento da via são de correção mais difícil do que na via sôbre lastro. Tal dificuldade existe igualmente quando se faz necessário remediar uma resistência muito baixa à transmissão elétrica. Medições de intensidade de ruídos feitas em trechos experimentais no Metrô de Hamburgo revelaram que o nível de ruídos é mais alto, em tôdas as frequências, para dormentes de concreto embasados em concreto do que para dormentes sôbre um lastro de pedra britada.

3.2.3.3 Leito recomendado

Atualmente predomina em tôdas as estradas de ferro, o uso do trilho fixado sôbre dormentes assentados em lastro de pedra britada. Em metrôs existe, para trechos em túneis, por motivos econômicos, a possibilidade de empregar tipos de construção de via permanente sem lastro a fim de reduzir a altura do túnel, podendo-se ainda prever menores custos de manutenção para êsses tipos de via permanente. Um confronto conclusivo não é ainda possível, pois os trechos até hoje executados são de comprimento reduzido e há pouca experiencia operacional.
Na área das chaves de via, em razão dos choques que aí se produzem, de qualquer maneira é altamente recomendável que os dormentes sejam assentados sobre lastro de pedra britada.

Recomenda-se, como melhor solução técnica, assentar o engradado da via sôbre lastro contínuo, mesmo nos trechos em túnel. Sómente um profundo estudo comparativo de custos poderia conduzir a abandonar tal solução, caso ficasse demonstrado que um dos citados tipos de construção de via permanente sem lastro fôsse mais econômico.

4. Seções transversais típicas

4.1 **Definições**

Em F2.2 foram calculados os gabaritos-limite para as curvas de R = 300 m e R = 6 500 m, deduzidos do gabarito dinâmico dos carros. Êsses gabaritos deverão ser sempre considerados perpendiculares em relação à linha que liga os dois topos de boleto de uma via. Se em casos isolados especiais o raio fôr inferior a 300 m, o gabarito deverá ser alargado, em ambos os lados, de acôrdo com as medidas estabelecidas na Tab. F2.
Êsses gabaritos-limite levam em consideração todos os fatôres pertinentes ao carro e à via permanente, mas não as influências de possíveis recalques e de possíveis imperfeições construtivas.
Essas influências serão levadas em consideração pela seção transversal típica, na qual, além disso, é estabelecida a localização do terceiro trilho, das passarelas de serviço e de emergência, das saídas de emergência, das drenagens, dos apoios centrais do túnel e outros, de tal modo que de maneira nenhuma seja possível a saliência de qualquer elemento sólido nos gabaritos-limite. Dependendo do traçado dos trechos da linha em elevado, em nível, em corte ou em subterrâneo, será preciso projetar diferentes seções transversais típicas.
Tôdas as seções transversais típicas descritas a seguir poderão servir a diversos sistemas de metrô, não estando limitadas a nenhum sistema especial.

4.2 **Trechos em elevado**

Para maior economia não haverá necessidade de considerar, para trechos em elevado, gabaritos-limites de larguras diferentes.
Será, portanto, usado como base o gabarito-limite mais largo obtido para R = 300 m.
Nas vias duplas de trechos em elevado, a justaposição de dois dêsses gabaritos-limite resulta na distância entre eixos das vias de 3,94 m. Com raios de menos de 300 m, deverão ser adicionados os alargamentos indicados na Tab. F2.
A inclinação do gabarito-limite correspondente à superelevação máxima do trilho, de 170 mm, já foi levada em consideração.
Dependendo da largura disponível para a construção e da altura da via elevada sôbre o terreno, pode-se considerar os tipos de construção apresentados a seguir.

4.2.1 Trechos sôbre terrapleno com taludes

Quando há espaço suficiente, pode-se assentar os trilhos sôbre um terrapleno com talude (Fig. F15).

4.2.2 Trechos sôbre terrapleno entre muros de arrimo

Se o espaço disponível fôr insuficiente, pode-se formar o terrapleno entre muros de arrimo. O respaldo do muro de arrimo pode ser então construído como duto para cabos, cuja cobertura servirá de passagem para o pessoal de serviço, e para os passageiros em caso de interrupções de serviço. A largura da passarela de serviço e de emergência fora do gabarito-limite, deve ser, no mínimo de 0,70 m. Os terceiros trilhos são instalados entre as vias (Fig. F15).

4.2.3 Trechos sôbre viadutos

Quando é menor ainda o espaço disponível na superfície, como p. ex., apenas uma avenida, ou quando outras razões obrigam a construir em plano elevado, pode-se construir o trecho em questão sôbre pilares, i. é, fazer o trecho correr sôbre vigas de aço ou de concreto armado, sustentadas por apoios dispostos a distâncias convenientes.
Na Fig. F16 está representada uma solução com emprêgo de vigas pré-fabricadas protendidas, com cêrca de 25 m de comprimento, cujo pêso admite a montagem com o auxílio de carros-guindastes ou similares.
Se forem previsíveis recalques mais pronunciados nos apoios, deve-se tomar medidas construtivas para permitir o reerguimento correspondente das vigas.

Tab. F2
Alargamentos do gabarito-limite para R < 300 m

Raio da curva m	Alargamento de cada lado mm
300—250	30
250—200	60
200—150	110

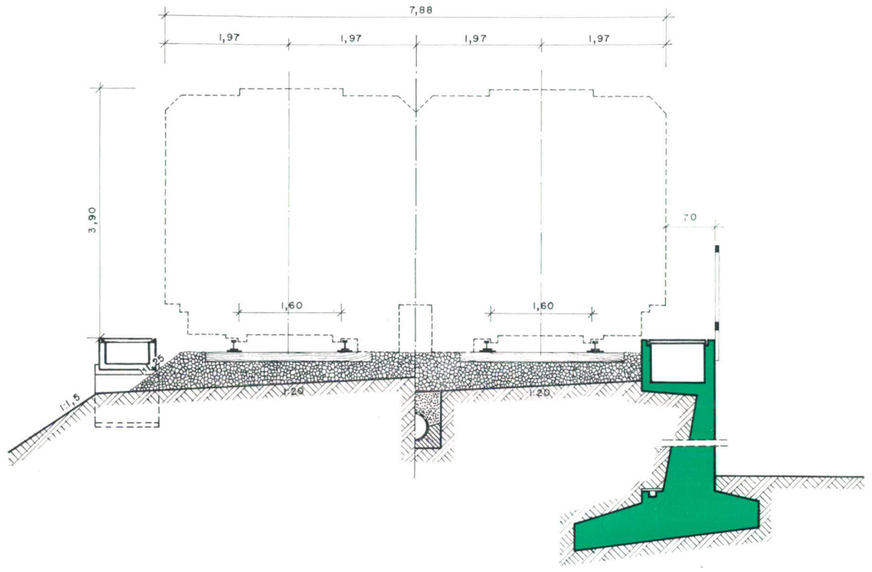


Fig. F15
Trecho em elevado sôbre terrapleno com taludes ou entre muros de arrimo

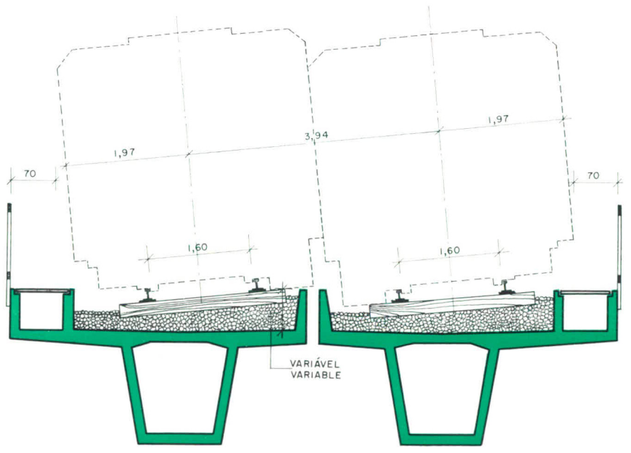
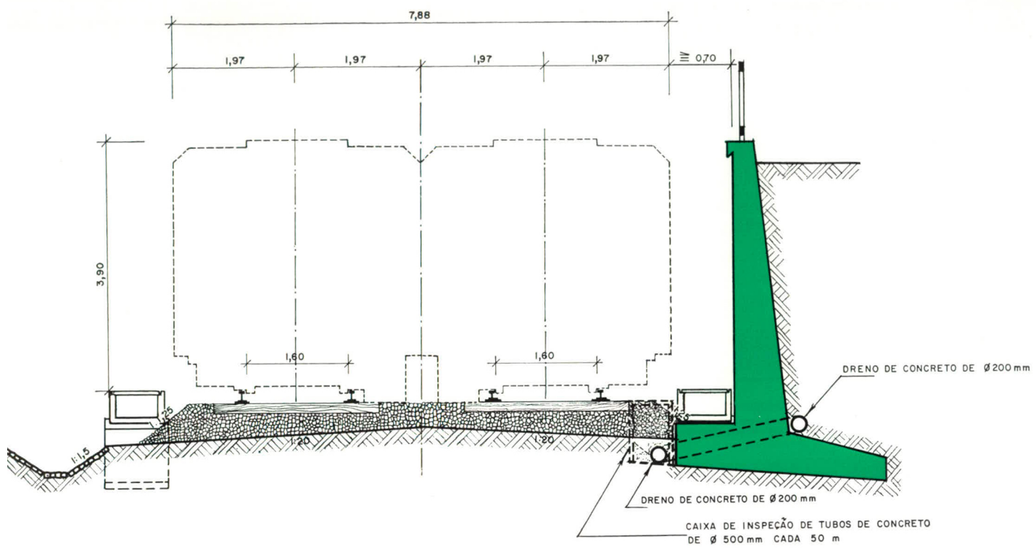


Fig. F16
Trecho em elevado sôbre viaduto



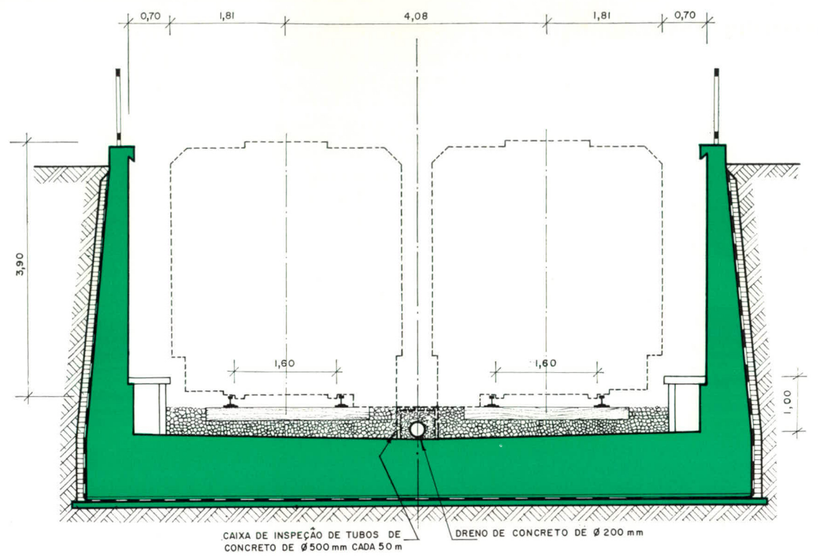


Fig. F17
Trecho em nível, em corte com muro de arrimo e em corte com berço de concreto

4.3 **Trechos em nível e em corte**

4.3.1 Trecho em nível

A distância entre eixos das vias duplas de trechos em superfície é a mesma dos trechos em elevado, ou seja 3,94 m. Os terceiros trilhos são igualmente instalados entre as vias. Fora das canaletas necessárias para o escoamento das águas pluviais devem ser previstas cêrcas para impedir o acesso ao leito da linha de pessoas estranhas ao serviço.

4.3.2 Trecho em corte

Nos trechos em corte pode ser estabelecida a ligação direta com o terreno existente através de um talude ou muro de arrimo localizado externamente às canaletas de escoamento das águas pluviais (Fig. F17 – à esquerda).
Quando o trecho se encontra na região do lençol freático a seção transversal deverá ser construída em forma de berço de concreto armado (Fig. F17 – à direita). Esta construção aplica-se especialmente nas transições dos trechos em superfície para trechos em subterrâneo (rampas).

Por motivos de economia, neste método de construção as paredes laterais deveriam se adaptar, na medida do possível, aos gabaritos-limite exigidos.
A seção representada aplica-se tanto nos trechos retos como nas curvas com raio $R \geqq 6\,500$ m. A distância entre os eixos das vias resulta da justaposição de dois gabaritos-limite. Seguindo-se um túnel com apoios centrais, a distância entre vias deverá ser adaptada em consequência.
Se a rampa ficar situada em curvas com $6\,500 \text{ m} \geqq R \geqq 300$ m, a distância entre os eixos das vias aumenta para 4,71 m, levando-se em conta o espaço ocupado pelos apoios centrais seguintes. Êste caso não está ilustrado nas figuras; os gabaritos são os constantes da Fig. F19.
Os dutos para cabos devem ser cobertos (p. ex., com placas pré-fabricadas de concreto armado ou pranchões de madeira), para servirem de passarelas de emergência.

4.4 **Trechos subterrâneos construídos segundo o método a céu aberto ou semi-aberto**

4.4.1 Influência das tolerâncias construtivas, recalques e apoios centrais

Para o túnel de construção a céu aberto ou semi-aberto propõe-se a adoção de um quadro rígido de concreto armado, de seção retangular, com parede divisória provida de aberturas ou de uma fila de apoios centrais. Êste tipo de túnel permite construção mais rápida e econômica.

Conforme já foi citado em F 2.2.1, estabeleceram-se, neste Estudo, para os trechos subterrâneos dois gabaritos-limite, a saber:

um estreito, para trechos retos e trechos em curva com $R \geq 6\,500$ m (I) e outro, largo, para curvas com $6\,500\text{ m} \geq R \geq 300$ m (II).

Tomou-se como base a existência de passarelas de emergência externas. No dimensionamento das respectivas seções transversais típicas (Fig. F 18 e F 19) foram consideradas as tolerâncias construtivas e de recalques, sendo que ao lado dos apoios centrais se admitiu uma tolerância de 30 mm de cada lado, mas nenhuma ao lado das passarelas. Para ambas as seções típicas foi previsto o mesmo pé-direito de 4,85 m, no qual se admitiu uma tolerância construtiva de 30 mm para o teto, além de um acréscimo de 120 mm para compensar eventuais recalques diferenciais. As imprecisões construtivas do piso do túnel devem ser compensadas no lastreamento do leito da via.

Se, em virtude de uma rua estreita ou por outra razão qualquer, fôr necessário reduzir ao mínimo a largura do túnel, há um meio possível, que consiste em eliminar a construção da fila de apoios centrais.

De qualquer modo, nas áreas de desvios, os apoios centrais terão que ser eliminados.

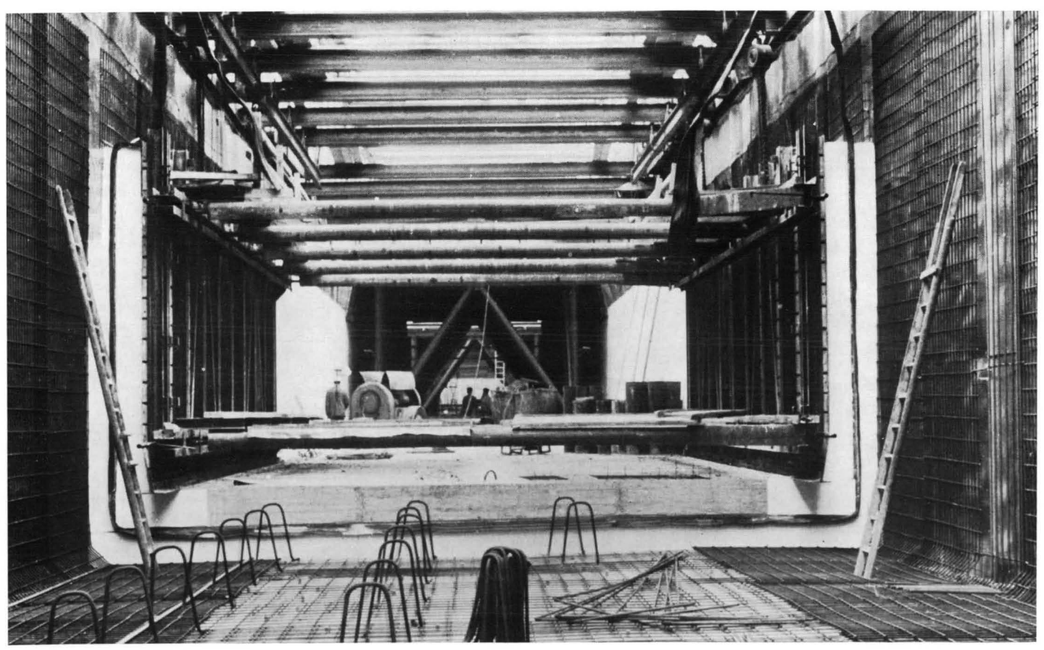
A distância livre entre os apoios centrais deveria ser escolhida de tal maneira que durante a conservação da linha dormentes possam ser aí depositados.

4.4.2 Influência de dutos para cabos, terceiros trilhos, passarelas e saídas de emergência

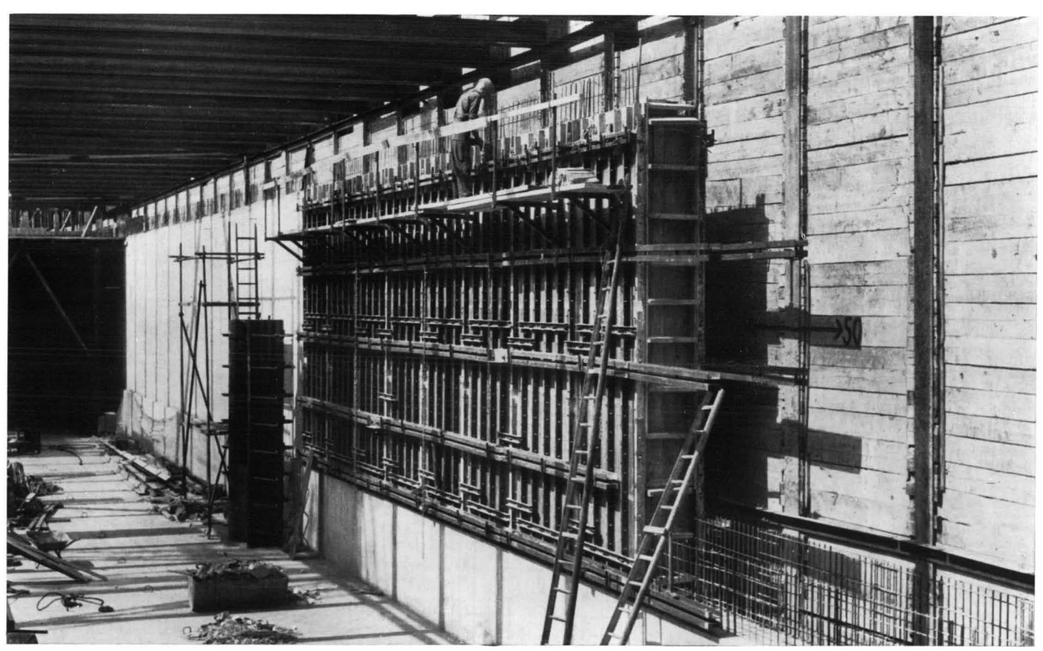
Ao longo das paredes laterais do túnel dispõem-se os dutos para os cabos, cujas coberturas devem ter 0,70 m de largura e servir de passarelas de serviço e de emergência.

É possível, também, construir a passarela de emergência no centro do túnel. É verdade que neste caso a continuação do tráfego na linha desimpedida representará

Piso e paredes de túnel de via dupla



Fôrmas pré-montadas



maior risco para os usuários da passarela de emergência. Entretanto, em compensação, esta solução permite economizar na construção do túnel, dada a possibilidade de se reduzir sua largura. Outrossim, a maior facilidade de acesso permite consertos nos truques de carros que ficarem parados na via, sem necessidade de suspensão do tráfego na outra via. Os cabos deverão, nesta construção, ser fixados nas paredes.
As passarelas não devem ser construídas com muita altura, a fim de que o pessoal de serviço possa escapar ràpidamente da zona de perigo quando se aproximar uma composição. Os passageiros que em casos de interrupção de serviço tenham que sair da composição, deverão sentar-se no piso do carro e descer para a passarela. Acima da passarela deverá haver uma altura livre de 2,00 m. No trajeto entre duas estações as passarelas de emergência não deveriam cruzar a via, mormente nas áreas de chaves de via com terceiro trilho contínuo. Sempre que fôr possível, o terceiro trilho deverá ser instalado no lado oposto ao da passarela.

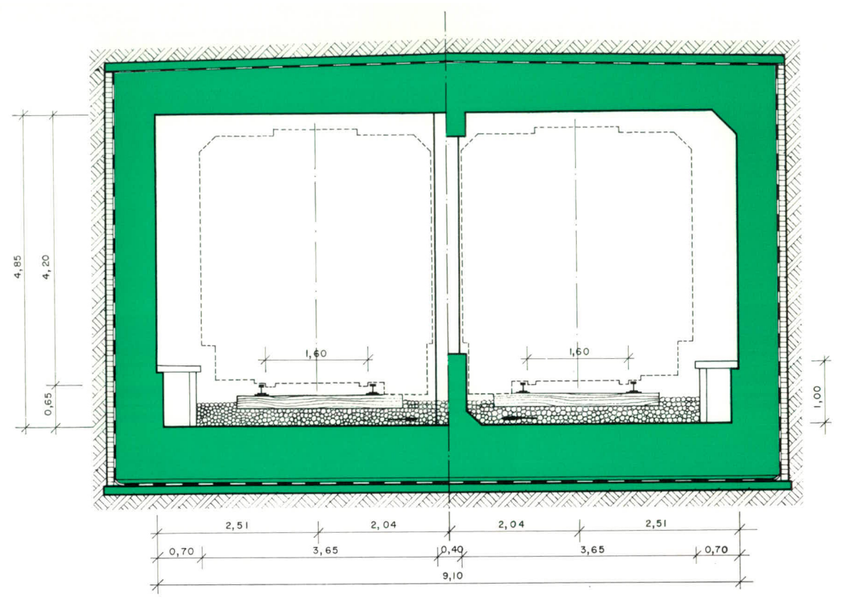
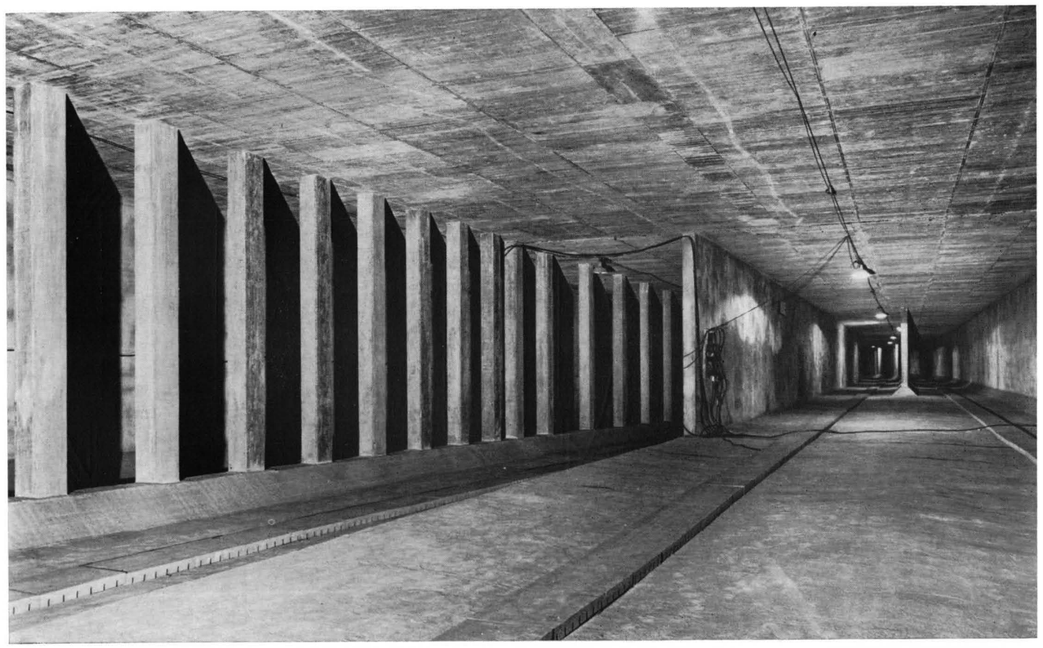


Fig. F18
Túnel executado pelo método a céu aberto, em curvas de 6 500 m $\leq$ R $\leq \infty$

Bifurcação de duas linhas em túnel; área de chaves de via, sem apoios centrais



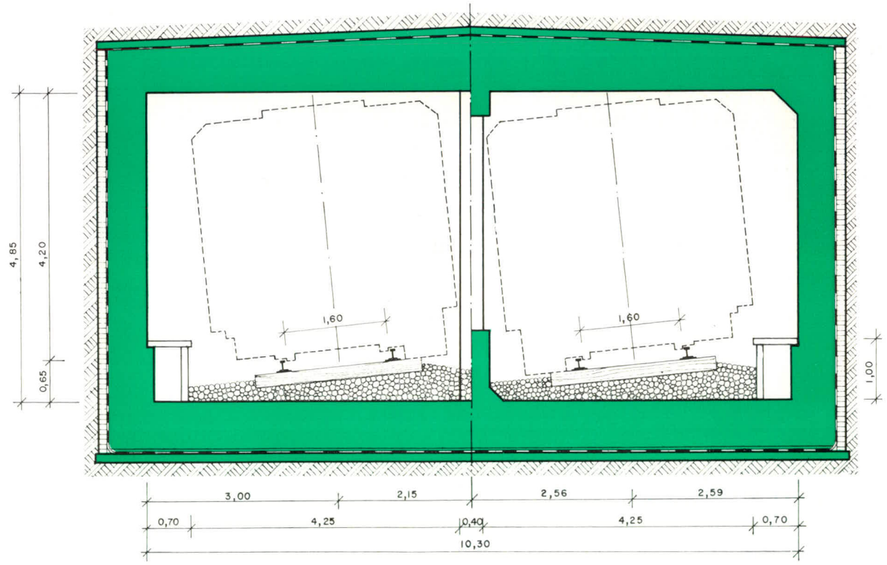


Fig. F19
Túnel exectuado pelo método a céu aberto, em curvas de 300 m $\leq$ R $\leq$ 6 500 m

4.5 **Túneis construídos segundo o método de escudo**

Existem túneis para uma e duas vias que são construídos pelo método de escudo. O túnel de escudo para via dupla, além de outras exigências, requer uma profundidade maior. Trata-se aqui apenas do túnel de escudo para via simples (Fig. F20). Visto que o diâmetro do escudo permanece invariável durante o trabalho, deve ter as dimensões correspondentes ao gabarito-limite mais desfavorável, i. é, para a curva de menor raio previsto no projeto. Para levar em conta as diferenças no alinhamento do eixo da via durante a perfuração do túnel, deve-se acrescentar 15 cm a êsse diâmetro teórico.
Por fora do gabarito-limite deve ser prevista a passarela de emergência de 0,70 m de largura. Esta largura poderá ser reduzida na região da cabeça e dos pés. O espaço abaixo da passarela pode ser utilizado para a instalação de cabos.
As passarelas de emergência devem ser colocadas de tal maneira que estabeleçam uma ligação para a plataforma da estação mais próxima sem necessidade de atravessar as vias. No mais, aplica-se o que foi dito neste sentido em F4.4.

4.6 **Túneis construídos segundo o método mineiro**

Também para êste tipo de túneis prevalecem, em geral, as considerações feitas em F4.4. Aqui não existem apoios centrais. Segundo a constituição da rocha, foram representadas duas modalidades para a abertura de túneis na rocha, que levem em consideração uma tolerância construtiva de 10 cm.
A Fig. F21 mostra a construção em rocha sã; a Fig. F22, em rocha alterada. Caso se apresente uma forte infiltração de água que demande impermeabilização, a seção interna deverá ser aumentada na espessura correspondente à camada interna de concreto necessária para conter a pressão da água.
Para o caso de via simples, encontra-se na Fig. F23 a seção transversal típica para curvas com um raio $R \geqq 300$ m.

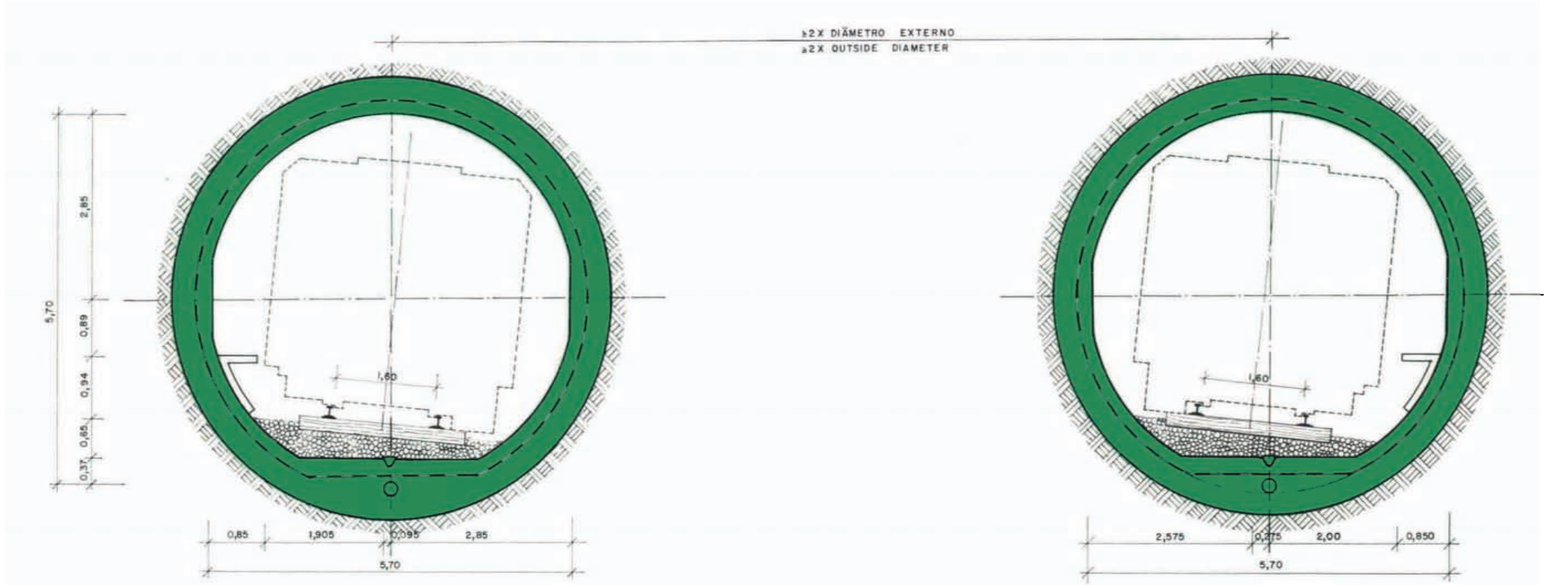


Fig. F20
Túnel de uma via executado com escudo em curvas de 300 m $\leq$ R $\leq$ 6 500 m

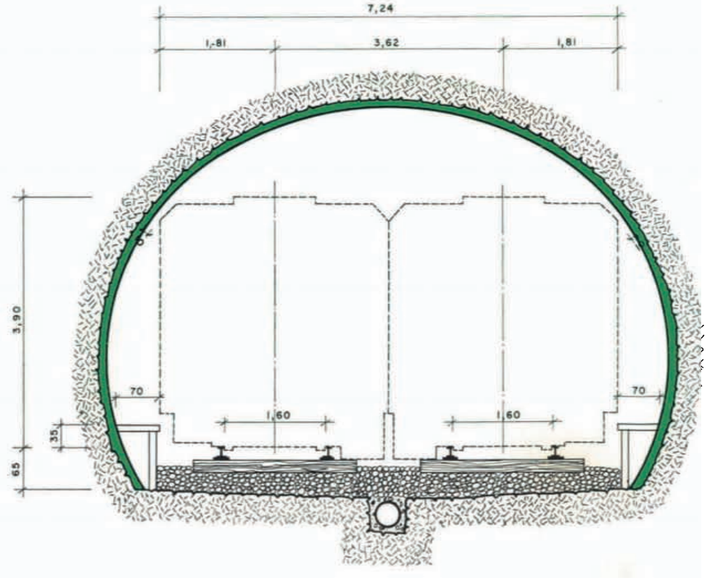


Fig. F21
Túnel de duas vias em rocha sã em curvas de 6 500 m $\leq$ R $\leq \infty$

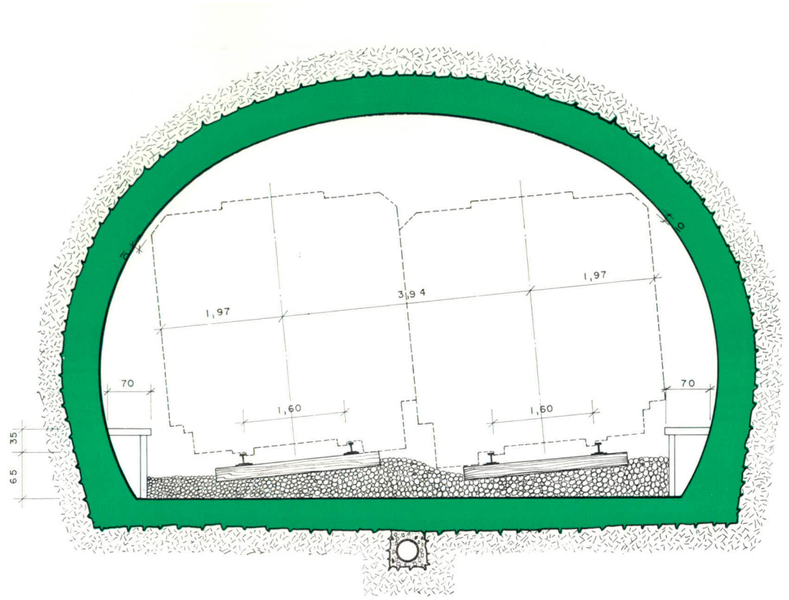


Fig. F 22
Túnel de duas vias em rocha alterada em curvas de 300 m $\leq$ R $\leq$ 6 500 m

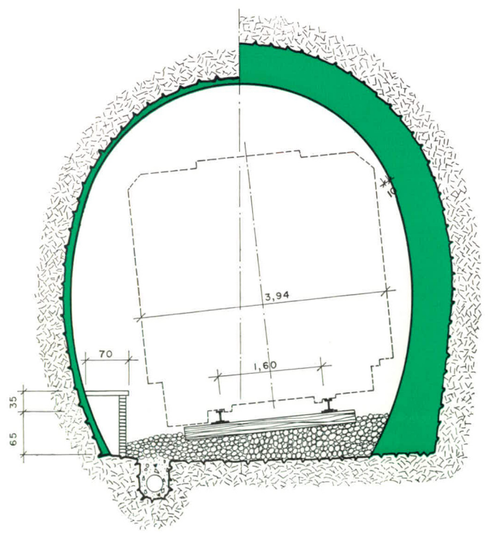


Fig. F 23
Túnel de uma via em curvas de 300 m $\leq$ R $\leq \infty$

5. Configuração das estações de metrô

As estações de metrô têm a desempenhar funções operacionais e de tráfego.
Sua configuração deve ser tal que essas funções se desenvolvam de maneira ótima. Do ponto de vista operacional são importantes, nesse sentido, um desenvolvimento claro dos traçados das vias, a disposição e a apresentação adequadas das instalações operacionais necessárias e das plataformas, as quais constituem o importante elemento de ligação entre os passageiros e seu meio de transporte. É naturalmente necessário considerar os problemas de construção civil e arquitetônicos e as possibilidades de sua solução, as quais são, por sua vez, influenciadas pelas funções de tráfego das estações. Dentre estas funções encontra-se, em primeiro lugar, a de conduzir o passageiro com segurança, e pelo caminho mais curto, da via pública para o meio de transporte sôbre trilho, e de volta novamente para a via pública.

5.1 Influência dos traçados das vias na solução das funções operacionais

De acôrdo com a finalidade operacional atribuída a uma estação, serão considerados os seguintes tipos de estações:

estações intermediárias (com e sem instalações suplementares),

estações terminais,

estações de contato,

estações de dois níveis,

estações de bifurcação,

estações de cruzamento,

estações de serviço ou conjunto das oficinas.

Os traçados das vias devem ser desenvolvidos de acôrdo com as finalidades operacionais.

5.1.1 Estações intermediárias

As estações intermediárias sem instalações suplementares têm sòmente plataformas ao lado das vias de linha contínua; não existem ligações por meio de chaves de via.
Nas estações intermediárias com instalações suplementares existem desvios e desvios-travessões para desviar composições de uma via da linha para a outra.
Os desvios servem para o estacionamento de composições avariadas, para desviar do tráfego equipamentos pesados de manutenção da via permanente, ou como via de retôrno no raleamento normal do horário. Uma composição avariada deve ser retirada ràpidamente da via contínua para o desvio, restringindo ao mínimo os reflexos negativos sôbre a fluência do tráfego.
Os trabalhos de manutenção da via permanente quase só podem ser feitos à noite, durante as em geral poucas horas de cessação de tráfego. Por isso o transporte de ida e volta do equipamento pesado de manutenção da via permanente não deve exigir tempo longo. Os desvios das estações intermediárias, nas quais o equipamento pesado pode ficar estacionado para ser utilizado durante a noite, evitam seu transporte noturno a longas distâncias até o local de serviço.
A fim de adaptar o serviço operacional ao tráfego das áreas externas, frequentemente menos intenso que o tráfego no Centro, os desvios das estações intermediárias possibilitam o retôrno de composições, aumentando assim o intervalo entre composições nos trechos finais de cada linha.

Os desvios podem situar-se (Fig. F24):

a) ao lado da linha contínua itens (1) e (3),

b) entre as duas vias da linha itens (2) e (4),

c) aquém ou além da área das plataformas itens (1) e (2),

d) na área das plataformas itens (3) e (4).

O antigo costume de instalar o desvio exclusivamente ao lado da linha contínua constitui, com curtos intervalos entre as composições, solução desfavorável, porque, em razão dos pontos de estrangulamento marcados com um círculo nos itens (1) e (3) da Fig. F24, as composições na contravia devem ser freadas em muitas viagens.

Para instalações subterrâneas a disposição de desvios na área das plataformas acarreta maiores despesas do que sua disposição aquém ou além dessa área. Acresce ainda que, quando a linha se situa em região edificada, tem-se, não raro, dificuldades especiais na acomodação suplementar de um desvio na área das plataformas, já por si muito larga. Apesar de ser menos vantajoso sob o ponto de vista operacional em metrôs, os desvios são, por isso, instalados mais frequentemente aquém ou além da área das plataformas e entre as duas vias da linha.

Tendo em vista as manobras de retôrno normal das composições, os desvios devem ser construídos além das plataformas, partindo do Centro da cidade.

A fim de possibilitar o tráfego em linha singela nos trechos de linha entre estações intermediárias, devem ser previstos desvios-travessões, também chamados desvios de ligação para a contravia (Fig. F24 item 2- à direita).

O tráfego em linha singela ou de contramão pode tornar-se necessário quando por qualquer irregularidade não possa ser utilizada a via normal, ou também para prolongar o tempo necessário para reparos na respectiva via permanente.

Os desvios-travessões podem também ser utilizados para a redução do horário normal, sempre que não fôr muito curto o intervalo entre as composições. Por isso é conveniente que os desvios-travessões sejam sempre instalados aquém das plataformas de cada estação, partindo do Centro da cidade.

5.1.2 Estações terminais

As estações terminais devem possibilitar o retôrno das composições. Além disso, várias composições devem poder ficar estacionadas, a fim de que possa aí ser iniciado o tráfego pela manhã, antes que cheguem as primeiras composições provenientes do conjunto das oficinas. Esta medida é particularmente vantajosa porque o maior fluxo de passageiros nas primeiras horas da manhã se verifica principalmente da periferia para o Centro da cidade. Devem, portanto, ser instaladas vias de retôrno e de estacionamento.

Em vista da necessidade eventual de um futuro prolongamento da linha será conveniente instalar os desvios na direção dêsse prolongamento. A fim de possibilitar rápidas manobras de retôrno e operação em linha singela sem troca de composições, recomenda-se sejam as estações terminais projetadas como estações intermediárias, como mostrado na Fig. F24-item (2).

5.1.3 Estações de contato

Trata-se de estações onde há contato entre duas linhas de metrô, sem que as composições possam passar de uma linha para a outra.

5.1.4 Estações de dois níveis

Pontos de cruzamento de duas linhas de metrô, sem possibilidade de uma composição passar de uma linha para a outra, são em geral construídas em dois níveis. As plataformas das duas linhas não se situam no mesmo plano. Distinguem-se estações de dois níveis em forma de X, T ou L (Fig. F25-itens (1) a (3)), de acôrdo com a situação relativa das plataformas.

5.1.5 Estações de bifurcação

Sempre que uma linha deva se desdobrar em duas em uma estação, será construída uma estação de bifurcação. Conforme a disposição das vias das linhas na área das plataformas, distingue-se entre: operação por linha e operação por sentido simétrica ou assimétrica.

Na operação por linha a disposição recíproca das vias das duas linhas permanece a mesma também na área das plataformas. Em razão dos curtos intervalos entre as composições, o cruzamento em nível de vias de duas linhas é operacionalmente inaceitável. Com operação por linha, de acôrdo com a Fig. F25-item (4), êste princípio obriga a uma distância relativamente grande entre chaves de via.

Na operação por sentido as vias de ambas as linhas na área das plataformas são dispostas simétrica (Fig. F25 item (5)) ou assimètricamente (Fig. F25 item (6)), com relação ao eixo da estação. Do ponto de vista operacional os dois sistemas são equivalentes.

5.1.6 Estações de cruzamento

Caso numa estação de cruzamento as composições devam poder passar de uma linha para a outra, pode essa estação ser construída, à semelhança das estações de bifurcação, para operação por linha ou por sentido. Para operação por linha, sobretudo quando devem ser evitados cruzamentos em nível, impõe-se um prolongamento demasiadamente grande da estação. A Fig. F26 mostra exemplos de traçados das vias para operação por sentido simétrica e assimétrica.

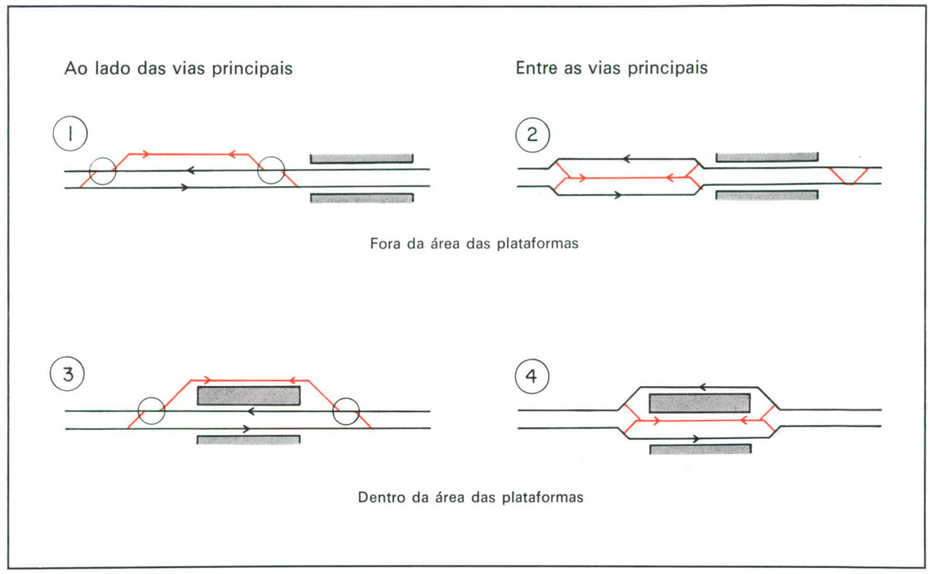
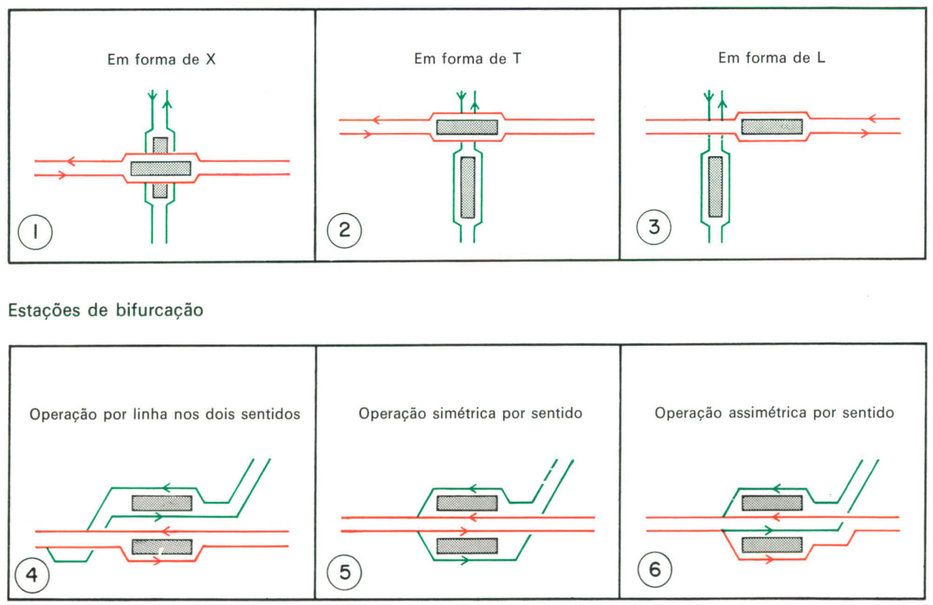


Fig. F24
Desvios nas estações intermediárias

Fig. F25
Configuração de estações



Estações de cruzamento

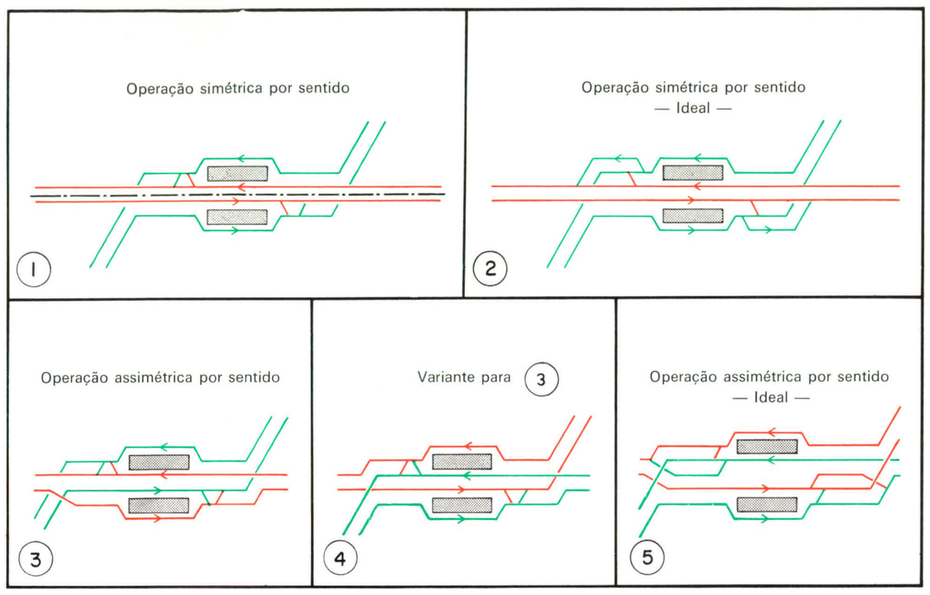


Fig. F 26
Configuração de estações

5.1.7 Estação de serviço ou conjunto das oficinas

A estação de serviço é destinada sómente a fins operacionais e, portanto, não ao atendimento de passageiros. Aí as composições são colocadas em estacionamento e manutenção. Os traçados das vias para estações de serviço devem ser, em cada caso, adaptados às respectivas condições locais.

5.2 Plataformas

5.2.1 Número e disposição das bordas da plataforma

Com os curtos intervalos de 90 s entre composições não é possível estabelecer períodos variáveis de parada nas estações em função do volume de tráfego.
A composição parada numa estação por tempo maior que o normal constitui um obstáculo à composição seguinte. Pode-se reduzir os tempos de parada nos últimos trechos de uma linha, mas então a duração das paradas não mais poderia ser aumentada até a estação terminal. Nas viagens para o Centro, entretanto, é necessário que desde a estação inicial seja mantido, em cada estação, o tempo de parada necessário nas estações do Centro da cidade. Com base nos tempos de parada usuais em trens rápidos urbanos deve-se contar, no Rio, com paradas de 30 s. Isto quer dizer que, mesmo nas estações de maior movimento, a operação desembarque-embarque deve se processar no espaço de 30 s.
De acôrdo com F 2.1.2.1, recomenda-se a adoção de uma composição de 6 carros, cada um com 4 unidades básicas. De cada lado de uma composição há 24 portas, cada porta dando passagem a 1,4 passageiros por segundo. Com uma parada de 30 s, poderão, assim, embarcar e desembarcar da composição, no máximo,

$$1{,}4 \times 30 \times 24 = 1\,008 \text{ passageiros.}$$

Caso, p. ex., nas horas de "rush" se deva contar em uma operação de desembarque-embarque, com mais de 1 008 passageiros por composição, ou seja mais de 40 320 passageiros por hora em uma borda de plataforma, para essa via deverão, então, ser previstas duas bordas de plataforma. Com esta medida se atende também, aliás, à sempre desejável solução de separação dos fluxos de desembarque e embarque, destinando-se a borda de uma das plataformas para o embarque, e a borda da outra para o desembarque (solução espanhola). Para indicar aos passageiros o lado de desembarque e no intuito de esvaziar parcialmente a composição antes de iniciar-se o embarque de novos passageiros, serão abertas primeiro as portas do lado de desembarque e sòmente alguns segundos depois, as portas do lado de embarque. Convém seja destinado para o desembarque o lado da composição em que, ao longo de tôda a linha, se realiza a maioria dos desembarques.
Nas estações de uma linha dupla, onde uma única borda de plataforma é suficiente para o embarque e desembarque de cada via, pode-se construir, seja a plataforma entre as vias da linha (plataforma interna), seja uma plataforma de cada lado da linha dupla (plataformas externas). A escolha desta ou daquela solução depende das condições locais. As plataformas externas admitem um traçado retilíneo das vias. Nas plataformas internas é necessário o afastamento das vias, a fim de conseguir a entrevia necessária na área da plataforma. Do ponto de vista construtivo da via permanente, a plataforma interna apresenta, assim, certas desvantagens.
Do ponto de vista de construção civil, a plataforma externa é também, até certo grau preferível. O afastamento das vias, necessário no caso das plataformas internas, dá lugar a um corpo de túnel mais largo, e por conseguinte, mais caro. É verdade que se podem aproveitar os espaços resultantes para a construção de compartimentos operacionais, mas, em geral, êstes podem ser construídos de outro modo com despesas menores. Ocorre ainda que nas plataformas externas os eventuais futuros aumentos de comprimento são mais fáceis de executar que nas plataformas internas.
Sob o ponto de vista operacional, as plataformas externas têm a desvantagem de necessitarem cada qual um despachador de composições, desvantagem essa que, eventualmente, pode ser eliminada instalando-se aparelhos de televisão em uma das plataformas. Ao fluxo de passageiros predominante para embarque ou para desembarque, conforme a hora do dia, a plataforma interna oferece maior área de piso do que a plataforma externa.
Após a ponderação das vantagens e desvantagens acima apontadas, recomendam-se, de preferência, plataformas externas. Plataformas internas são recomendadas sòmente para estações que se limitem com túneis de uma única via construídos pelo método de escudo, pois por motivos construtivos, deve-se manter entre os dois túneis uma distância mínima, correspondente aproximadamente a um diâmetro do escudo. A entrevia resultante é suficiente para a instalação de uma plataforma interna. Constituem casos especiais as estações onde são necessárias duas bordas de plataforma para cada via.

5.2.2 Dimensões da plataforma

5.2.2.1 Altura da plataforma

A altura da plataforma depende da altura do piso do carro. De acôrdo com F 2.1.2.3, o piso do carro deve ficar 1,10 m acima do tôpo do boleto. Mesmo com suspensão pneumática da caixa do carro, a altura do piso deverá, de acôrdo com a lotação do carro, sofrer uma variação de alguns centímetros através da suspensão dos eixos. Acrescentam-se, ainda, as tolerâncias admitidas para desgaste das rodas e do tôpo do boleto. Para evitar um degrau para cima no desembarque, recomenda-se para a plataforma a altura de 1,05 m acima do tôpo do boleto.

5.2.2.2 Comprimento da plataforma

O comprimento da plataforma resulta do comprimento da composição de 6 carros proposta, que, conforme a Fig. F 6, em F 2.1.3, é de $2 \times 65{,}20 = 130{,}40$ m. Admitindo certa tolerância necessária para a frenagem de parada da composição, recomenda-se para a plataforma o comprimento de 136,00 m. Com uma distância de 2,45 m entre as extremidades da composição e os cantos externos da primeira e da última porta, respectivamente, resulta uma tolerância para a frenagem de parada de $\frac{1}{2} \cdot (136{,}00 - 130{,}40) + 2{,}45 = 5{,}25$ m em cada extremidade.

5.2.2.3 Largura da plataforma

A fim de determinar a largura das plataformas, tomam-se por base as seguintes considerações:

a) Admite-se que no momento em que a composição dá entrada na estação já se encontram na plataforma todos os passageiros que querem embarcar na primeira composição. Não será necessário considerar o afluxo de passageiros durante a operação de embarque.

b) Da mesma forma, não será levado em conta o escoamento dos passageiros desembarcados.

c) Não serão consideradas as partes da plataforma ocupadas por compartimentos de serviço e lojas, já que o disposto em a) e b) deixa uma margem para êsses fins.

d) As composições trafegam a intervalos regulares.

e) Quando se trata de plataforma interna as composições procedentes de ambos os sentidos param simultâneamente.

f) Na borda da plataforma que fica voltada para a via deve ser descontado, como faixa de segurança, 0,65 m da largura útil da plataforma. Nos demais limites da plataforma o desconto deve ser de 0,25 m.

g) A taxa de ocupação da plataforma não deve ultrapassar o valor de 1,5 pessoas/m².

Recomenda-se para as plataformas as seguintes larguras mínimas: plataformas externas: 4,00 m; plataformas internas: 9,00 ou 8,00 m, conforme a disposição das escadas. Nas extremidades das plataformas internas a largura mínima de 7,00 m pode ser considerada suficiente.

5.2.3 Compartimentos da estação

Nas estações devem ser previstos compartimentos para o desenvolvimento do tráfego e da operação, bem como para as instalações elétricas e mecânicas, inclusive de sinalização e telecomunicações. A dimensão de cada compartimento dependerá sobremaneira das condições locais das estações. As áreas exigidas, mencionadas a seguir para os diversos compartimentos, terão apenas valor indicativo.

5.2.3.1 Distribuição de energia elétrica e instalações mecânicas

As subestações retificadoras que fornecem a energia às composições devem ser instaladas, sempre que possível, em uma estação. Recomenda-se uma construção em dois andares, para a qual serão necessários aprox. 300 a 450 m² de área.
Para o fornecimento de fôrça e luz às estações, deverão ser previstos os seguintes compartimentos:

	Área necessária
a) sala para distribuição de alta tensão	28 a 40 m²,
b) sala dos transformadores	25 a 30 m²,
c) sala para distribuição de baixa tensão	40 a 45 m²,
d) sala geral de comando local para: disjuntores do terceiro trilho, bombas, escadas rolantes e iluminação	12 a 15 m²,
e) sala de comando dos ventiladores	26 a 30 m².

Nas estações de cruzamento, a área indicada para os citados compartimentos pode sofrer um acréscimo de 50 a 70%. Os compartimentos deverão ser contíguos e dispostos na ordem acima apresentada. A fim de evitar o perigo de interferências recíprocas, provenientes de cruzamentos de cabos, em tôdas as estações os compartimentos devem ficar situados no mesmo lado da linha. Deve-se ainda observar que o compartimento dos transformadores, em vista do transporte para instalação ou retirada dos mesmos, deve ser acessível pelo lado da via.

Para a elevatória das águas servidas deve ser previsto um compartimento de 10 a 15 m².

5.2.3.2 Sinalização, comando remoto e telecomunicações

As dimensões dêsses compartimentos dependerão do sistema das vias na estação, se com ou sem chave de via. Devem ser previstos os seguintes compartimentos:

	Área necessária com chaves de via	Área necessária sem chaves de via
a) sala de telecomunicações	12 m²	10 m²
b) sala das baterias	20 m²	16 m²
c) sala dos comutadores	20 m²	20 m²
d) sala dos relés	30 m²	

Nas estações sem chaves de via a sala dos comutadores e a sala dos relés podem ser reunidas em um único compartimento. Os compartimentos deverão ser contíguos e dispostos na ordem acima apresentada. Por motivos de economia de cabos seria conveniente sua colocação em frente aos compartimentos das instalações de distribuição de energia, do outro lado das vias.

5.2.3.3 Outros compartimentos

O número e tamanho dos compartimentos necessários para os serviços operacionais baseiam-se na importância da respectiva estação. De acôrdo com a disposição das plataformas, serão necessários um ou dois compartimentos para os despachadores. Nas estações com cabina local de manobras, os dispositivos de comando de sinalização ficarão alojados num dos citados compartimentos de despachadores. A sala dos relés ficará de preferência situada junto ao compartimento do despachador.
Devem ainda ser previstas:
uma ou mais salas para assistência médica e pronto-socorro,
uma sala para o pessoal da venda de passagens,
uma sala para os maquinistas, em se tratando de uma estação terminal,
uma sala para o pessoal da fiscalização, que só se torna necessária nas estações de maior importância,
uma pequena sala para o pessoal de limpeza e seu material, com aprox. 8 m² de área.
Será ainda de utilidade um compartimento de aprox. 20 m² para depósito de material de conservação, equipamentos e algumas peças de reposição, e onde possam ser feitos pequenos trabalhos de manutenção simples.

5.3 Exigências construtivas para as estações

5.3.1 Estações em superfície

5.3.1.1 Estações ao nível do solo

Não há nenhuma diferença entre uma estação de metrô ao nível do solo e uma estação de estrada de ferro normal correspondente. O acesso às plataformas não requer o trânsito sôbre a via. Se o traçado da linha estiver localizado num corte torna-se necessária a construção de uma ponte sôbre as vias com escadas de acesso, se possível na metade do comprimento da plataforma. Por outro lado, se o traçado se encontrar ao nível do solo, o passageiro terá que vencer uma diferença mínima de altura, caso o acesso à plataforma seja feito por uma passagem inferior.
Frequentemente as passagens inferiores ou superiores servem concomitantemente ao trânsito público da rua. Caso haja grandes diferenças de nível a vencer e intenso tráfego, deve-se providenciar a instalação de escadas-rolantes. Visando a uma economia de mão-de-obra, as instalações de bloqueio das plataformas deverão ser centralizadas na passagem inferior ou superior. As plataformas devem ser pavimentadas com material cerâmico, pedra, concreto ou asfalto.
Para a Rêde do Metrô (1990) estão previstas vinte estações em superfície, nenhuma das quais, entretanto, em elevado.

5.3.1.2 Estações em elevado

Sempre que possível as estações em elevado deveriam ter plataformas laterais para evitar um alargamento da linha, desvantajoso do ponto de vista urbanístico e técnico.

O destaque dêsse tipo de estação no panorama exige, todavia, uma boa configuração arquitetônica mediante o emprêgo de um tipo de construção leve.
As plataformas deveriam ser providas de paredes externas laterais e cobertas em tôda a sua extensão.

5.3.2 Estações subterrâneas

5.3.2.1 Estações construídas pelo método a céu aberto ou semi-aberto

Nas estações subterrâneas prevalecem decisivamente os fatôres construtivos.

a) Apoios centrais

Com vistas a uma economia nos custos, as estações deveriam sempre possuir uma fila de apoios centrais, mesmo que êsses sejam considerados desvantajosos do ponto de vista arquitetônico. As plataformas internas apresentam, de qualquer maneira, ao longo de seu eixo longitudinal, instalações tais como compartimentos operacionais, lojas, bancos, etc., de modo que uma

Pôsto do despachador



fila de apoios não perturba muito. O emprêgo de estruturas de concreto protendido capazes de dispensar os apoios centrais é geralmente uma alternativa muito dispendiosa.

b) Protensão do concreto

A execução do concreto protendido encontra dificuldades técnico-operacionais devido às condições quase sempre limitades na cava de construção.
Deve ser evitado o emprêgo de aços de protensão de pequeno diâmetro, visto que a corrosão, devido, p. ex., à influência de correntes de fuga, poderia exercer efeitos particularmente rápidos e funestos.
Acresce que, em casos de distúrbios (ataques aéreos) um teto de túnel mais delgado e muito extenso oferece menos proteção à população.

c) Estabilização contra empuxo vertical

Se o nível freático fôr alto ou variável, deve-se comprovar, nos cálculos, que o fator de segurança contra o empuxo vertical seja, no mínimo, de 1,1. O perigo de empuxo vertical é especialmente grave quando se trata de estações grandes dentro da área do lençol freático, que possam deslocar quantidades consideráveis de água. Os túneis, devido à localização profunda de seus tetos, são cobertos com uma camada mais espêssa de solo e portanto geralmente não correm êsse perigo. Caso a seção transversal calculada tenha tendência à flutuação, deve-se providenciar o aumento dasobrecarga ou do pêso próprio, ou então ancorar a construção com estacas de tração.

d) Profundidade

A profundidade de uma estação é condicionada, em primeiro lugar, pelas condições geológicas e topográficas. Deverá ser a menor possível. De qualquer forma, entretanto, deve haver sob a superfície da rua uma altura suficiente para instalação de passagens inferiores para pedestres, sem prejuizo das rêdes de serviços públicos. Considerando o gabarito-limite previsto, uma passagem para pedestres de aprox. 2,50 m de altura útil e um atêrro de 1,50 m de espessura para a colocação das tubulações e da pavimentação, o boleto dos trilhos deverá ficar a uma profundidade mínima de 10,00 m abaixo da superfície da rua. Originou-se daí o conceito de "profundidade de uma vez e meia".

e) Mezaninos

As passagens inferiores para pedestres mencionadas em d) devem permitir que o passageiro do metrô alcance sua plataforma o mais ràpidamente possível. Ao mesmo tempo servem para atravessar ruas sem correr perigo. Nas áreas ao lado das passagens deve-se novamente rebaixar o teto da estação, para evitar paredes livres excessivamente altas. De outra forma poderá tornar-se necessária a construção de vigas de escoramento acima do gabarito-limite.

f) Recalques, juntas de dilatação, terremotos

Devido às movimentações inevitáveis do concreto por ocasião da pega, do endurecimento, bem como das mudanças de temperatura, e face à possibilidade de recalques diferenciais, deve-se colocar juntas de dilatação a distâncias não muito grandes. A composição do solo do Rio de Janeiro, em muitos casos, torna aconselhável que a distância entre as juntas nas estações não exceda 18,00 m.
No leste brasileiro, com seu subsolo rochoso, velho e cristalino, os movimentos sísmicos são muito raros e muito fracos, como o foi por exemplo, o que se registrou no princípio de 1962. Não há portanto, necessidade d e se considerar a influência de terremotos.

g) Número de estações

A Rêde do Metrô (1990) possuirá 35 estações construídas pelo método a céu aberto ou semi-aberto. Nesse total as estações de cruzamento foram contadas como duas estações.

Compartimento do despachador sôbre as vias, em estação com plataformas externas



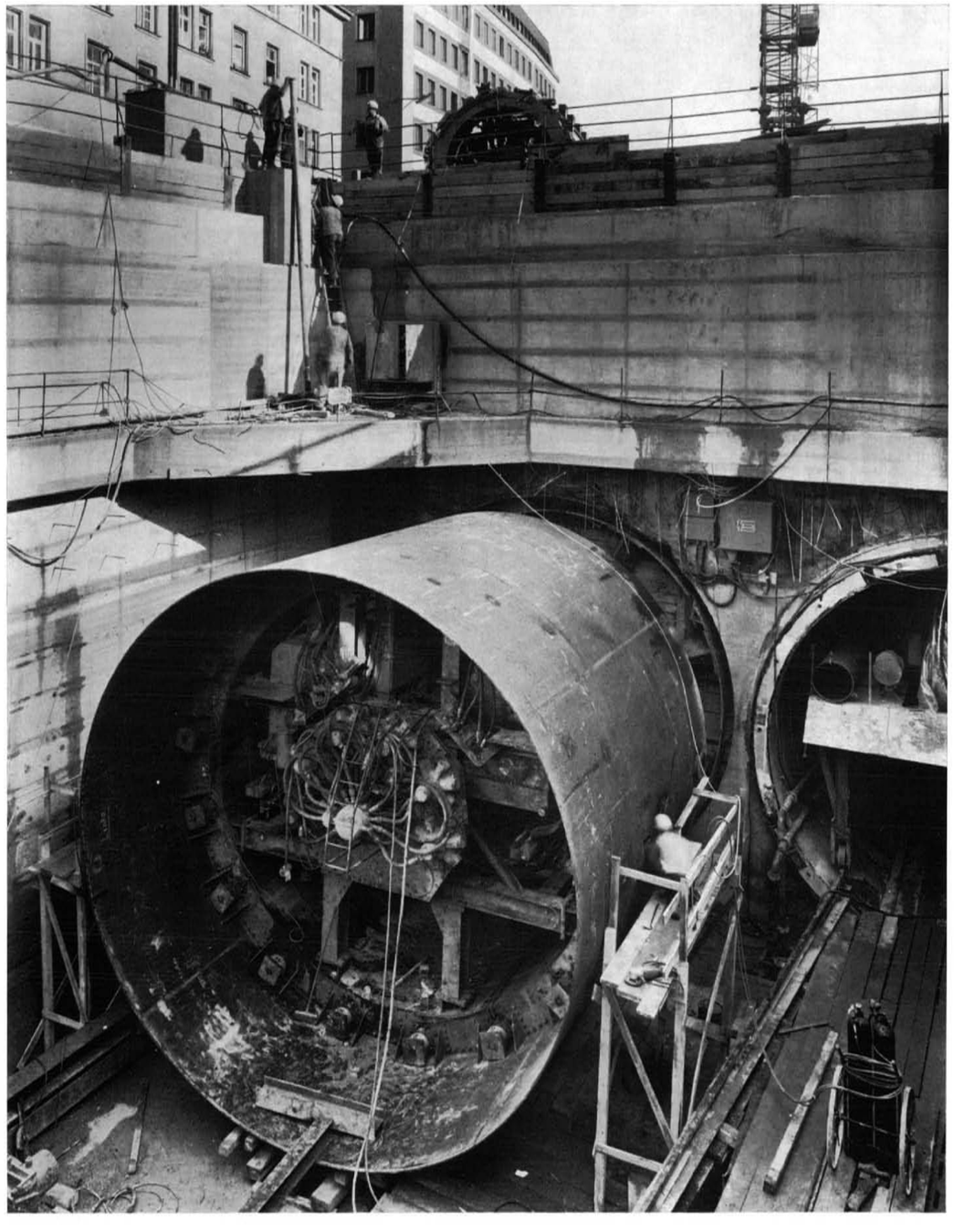
Estação com plataforma interna



5.3.2.2 Estações em trechos construídos pelo método de escudo

Caso o túnel do metrô seja construído pelo método de escudo, parece óbvio construir as estações em tais trechos também por meio de escudos.
Uma construção de estações pelo método de escudo exige escudos de diâmetros muito grandes para poderem acomodar, simultâneamente, uma via e uma plataforma lateral. Para que permaneça uma camada de cobertura suficiente sôbre êsse escudo tornar-se-ia necessário alcançar uma profundidade ainda maior do que a já exigida para os trechos contíguos em túnel para via simples, construídos pelo método de escudo. São também muito dispendiosas as passagens transversais de serviço e para o fluxo de passageiros entre os dois túneis construídos pelo método de escudo. Dever-se-ia, portanto, procurar construir as estações pelo método a céu aberto ou semi-aberto, e não pelo método de escudo. As paredes de cabeceiras dessas estações serviriam todavia perfeitamente como parte de um poço de partida do túnel em escudo.
Para a Rêde do Metrô (1990) estão previstas quatro estações ligadas a trechos construídos pelo método de escudo, que estão incluídas no número mencionado em F5.3.2.1 g).

Montagem do escudo no poço de partida do túnel



Estação construida pelo método de escudo



5.3.2.3 Estações construídas pelo método mineiro

Estações construídas pelo método mineiro constituem exceções. Entretanto, no Rio de Janeiro é bem possível que algumas estações sejam localizadas total ou parcialmente em rocha sã. Um exemplo disso é o Túnel rodoviário do Pasmado, existente, e que, com 20,00 m de largura, apresenta um vão livre superior mesmo ao exigido para uma estação do metrô.
A configuração das estações com plataformas laterais é a que melhor corresponde à forma de abóbada indicada no caso da existência de rocha. Quanto ao número de estações da Rêde do Metrô (1990) a serem construídas pelo método mineiro, veja-se H 2.4.1.13.

5.3.2.4 Influência da arquitetura e da decoração sôbre as estações

As estações em superfície e subterrâneas têm a mesma finalidade, mas exigem concepção arquitetônica diversa. As estações em superfície constituem tarefas normais do arquiteto, mas exigem bons conhecimentos das possibilidades de configuração oferecidas por peças pré-moldadas.
No caso das estações subterrâneas trata-se mais de uma espécie de arquitetura de interiores. Neste caso, normalmente o panorama urbano será influenciado apenas pelos acessos ou por efeitos secundários, tais como novas estações rodoviárias, edifícios-garagem ou outros semelhantes.
O arquiteto terá a possibilidade de, ou disfarçar as características subterrâneas de uma estação de metrô mediante a aplicação de formas e côres, ou realçar particularmente as construções necessárias às operações e ao fluxo de passageiros.
Os principais elementos de projeto, em qualquer caso, são:

disposição dos acessos, escadas e mezaninos;
forma dada aos apoios e tetos;
escolha dos materiais e côres;
tipo e disposição da iluminação.

A relação quase sempre existente entre a reduzida seção transversal e o grande comprimento das estações cria problemas especiais de perspectiva que devem ser resolvidos pelo arquiteto.
Deve-se levar em consideração as exigências referentes à ventilação do túnel e à eliminação das correntes de ar (F 7). As paredes e as colunas devem ser laváveis; os pisos não podem ser escorregadios e a iluminação há de ser profusa sem ser ofuscante.
Serão reservados os espaços suficientes para os compartimentos operacionais, lojas, sanitários, e para os serviços de limpeza. A rêde de água deve ser prevista para a demanda total, inclusive abastecimento da rêde de hidrantes contra incêndios. Para os hidrantes deve ser prevista uma tubulação separada, elètricamente isolada. Ao abastecimento de energia devem ser ligados, entre outros, tôda a iluminação, ventiladores de túnel, escadas rolantes, bloqueios eletrônicos, aparelhos individuais de ar condicionado, etc. Deverá ser previsto ainda um sistema de iluminação de emergência.

5.4 Orientação do fluxo de passageiros

5.4.1 Configuração das plataformas

O número, a disposição e as dimensões das plataformas foram analisados em F 5.2. Os meios para a orientação do fluxo de passageiros no nível das plataformas serão descritos em F 5.4.3.

5.4.2 Acessos da rua à plataforma

Em geral e especialmente em trechos subterrâneos, o passageiro entra da rua para o mezanino por uma escada, atravessa os bloqueios de entrada e descendo outra escada chega à plataforma. Anàlogamente, ao término da viagem, retira-se do recinto do metrô através de bloqueios de saída. Todas essas instalações deverão ser dimensionadas de modo a corresponderem ao fluxo de tráfego esperado.

5.4.2.1 Valôres básicos para o dimensionamento

a) Escadas fixas

A capacidade de vazão de uma escada fixa da plataforma, de 6,00 m de altura e 0,60 m de largura, é de

cêrca de 40 a 50 pessoas/min para cima e
cêrca de 50 a 60 pessoas/min para baixo.

Degraus de 0,16 m de altura por 0,31 m de largura são recomendáveis. A altura mínima de passagem poderá ser de 2,30 m. A cada 2,50 m deverá ser introduzido um patamar de 1,50 m de largura. A largura mínima deveria ser de 2,55 m para proporcionar a possibilidade de serem instaladas, se necessário, escadas rolantes estreitas. Estas requerem uma largura livre de 1,35 m. Ainda restariam assim, para a escada fixa, duas faixas de 0,60 m cada uma.

b) Escadas rolantes

Serão empregadas escadas rolantes com inclinações de 30° a 35° e degraus de 0,60 a 1,00 m de largura, para as diversas alturas de transporte. Para uma inclinação de 35° a altura de transporte, por medida de segurança, não deverá exceder 5,50 m. A velocidade das escadas rolantes será de 0,5 m/s. As capacidades de vazão indicadas pelos fornecedores variam, e são, aproximadamente:

Largura do degrau	pessoas/hora
0,60 m	5 000 a 6 000,
0,80 m	7 000 a 8 000,
1,00 m	8 000 a 10 000.

Por ocasião da encomenda dever-se-á indicar — entre outras especificações — se a escada rolante deve ser reversível. Escadas expostas às intempéries, deverão ser resistentes ao tempo. Dever-se-ia considerar as dimensões necessárias à instalação das possíveis escadas já na fase inicial do projeto. Recomenda-se, por motivos de manutenção (estoque de peças de reposição, etc.) a limitação, desde o início, a poucos tipos de escada.
c) Esteiras rolantes para pessoas
Ùltimamente estão sendo empregadas em proporção cada vez maior as esteiras rolantes para pessoas, que poderão ser horizontais ou com rampas até 15°. As larguras das esteiras vão de 0,80 até 1,20 m. As esteiras com larguras inferiores a 0,80 m oferecem pouco espaço; larguras de mais de 1,20 m não são recomendáveis porque faltará o apoio do corrimão para mais de duas pessoas lado a lado. Na esteira com 1,20 m de largura

Escada fixa e escada rolante na extremidade da plataforma central



uma pessoa parada em uma das faixas poderá ser ultrapassada, o que aumentará a capacidade de transporte. Geralmente as esteiras correm a uma velocidade correspondente ao andar normal, i. é, 0,5 a 0,7 m/s. Para a subida, a inclinação máxima será de 15°; para a descida, de 12°. Isto deve ser observado especialmente nas esteiras reversíveis. Com uma velocidade de 0,5 m/s pode-se admitir as seguintes capacidades de vazão:

Largura útil da esteira	pessoas/hora
0,80 m	5 400,
1,00 m	7 200,
1,20 m	9 000.

No mais pode ser aplicado aqui o que foi dito sôbre as escadas rolantes.

d) Túneis e corredores para passageiros

A largura livre dos túneis e corredores para passageiros não deverá ser inferior a 2,50 m; sua altura livre de 2,20 m a 2,50 m. Uma faixa de 0,60 m de largura tem uma vazão de cêrca de 50 pessoas/min. Para a faixa inicial deverá ser prevista uma largura de 0,90 m; para cada faixa adicional, sòmente uma largura de 0,60 m. Recomenda-se projetar os corredores ligados a escadas com, pelo menos, mais uma largura de faixa de tráfego, além da largura útil da escada.

e) Bloqueios de entrada e saída

Os bloqueios de contrôle eletrônico previstos nas entradas (I 3.2.5) têm capacidade de vazão de:

45 pessoas/min (1,33 s/pessoa).

Calcula-se que 90% da totalidade dos passageiros providos de bilhetes especialmente preparados passarão por êsses bloqueios. Os restantes 10% dos passageiros passarão pelos bloqueios de entrada tradicionais, com cobradores que recebem pagamento em dinheiro, e cuja capacidade de vazão é de:

17 pessoas/min (3,5 s/pessoa).

As larguras padrão são de cêrca de:

0,80 m para bloqueios de contrôle eletrônico,
0,65 m para torniquetes operados pela introdução de moedas e
1,20 m para os torniquetes com cobradores, para pagamento em espécie.

À frente dos bloqueios deverá haver espaço de acumulação suficiente para receber 20% do total dos passageiros que deverão atravessá-los entre duas partidas consecutivas de composições. Para isto dever-se-á admitir 2,5 pessoas/m². Por trás do bloqueio deverá também existir uma área de tráfego com cêrca de 3 m de extensão.

Nas saídas deverão ser colocados torniquetes, cujo mecanismo evite o acesso indevido às plataformas.
A capacidade de vazão dêsses torniquetes deverá ser de 80 pessoas/min; seu diâmetro, de cêrca de 1,00 m.
Se os fluxos de saída fôrem muito elevados, recomendam-se portões de saída.

5.4.2.2 Acessos ao mezanino

Normalmente o acesso ao mezanino tem início nos passeios das ruas. Em casos de pouco espaço será conveniente instalar as entradas nos andares térreos de prédios existentes. Um sinal indicador bem visível, iluminado à noite, deverá mostrar à distância onde se encontra um acesso para o metrô. Na França usa-se, para êste fim, um "M" (Metrô), na Alemanha, um "U" ("Untergrundbahn"). Êsse sinal é, pràticamente, a propaganda decisiva de um metrô.
Os acessos poderão ser cobertos. Se houver perigo de acúmulo de grande quantidade de água por ocasião de chuvas fortes, as entradas de estações de metrô subterrâneas deverão ser construídas em nível suficientemente alto para evitar, em qualquer caso, a inundação do subterrâneo.
A fim de tornar o metrô atrativo deverão ser providenciadas escadas rolantes em grande número, sobretudo para subida. As paredes das entradas e dos corredores de passageiros poderão ser utilizadas para avisos, anúncios vitrinas, etc. Durante a cessação do tráfego noturno os acessos imediatos ao metrô deverão ser fechados, eventualmente por meio de grades de enrolar.



Bloqueio de entrada com venda de bilhetes; portões de saída

5.4.2.3 Mezaninos

Os mezaninos poderão ser dispostos próximos do centro ou nas extremidades das plataformas. Às vêzes estendem-se ao longo da plataforma inteira. Sua finalidade é diversa:

É nêles que, onde houver plataformas laterais, os passageiros são separados conforme o sentido de suas viagens. Os fluxos de entrada e saída de passageiros não deveriam, se possível, estorvar-se mùtuamente; os seus percursos deveriam ser curtos. Qualquer passageiro que por engano houver viajado além do seu destino, deveria poder alcançar a plataforma contrária através do mezanino, sem pagar nova passagem.

Normalmente os mezaninos contêm:

bilheterias,
bloqueios e torniquetes de entrada e de saída,
lojas, vitrinas,
locais para anúncios,
sanitários,
telefones públicos; escaninhos de bagagem,
sinais indicadores para entradas, saídas, etc.

Eventualmente, sobretudo nos subúrbios, as instalações mencionadas poderão ser também localizadas em recintos de acesso situados na superfície.

O arrendamento de lojas, vitrinas, locais para anúncios, escaninhos de bagagem, etc., é uma fonte de renda bem recebida por qualquer emprêsa de metrô.

5.4.2.4 Acesso às plataformas

O acesso às plataformas será feito por escadas fixas ou rolantes. O fluxo de acesso à plataforma poderá ser regulado mediante bloqueios automáticos, à chegada das composições à estação (p. ex.: Metrô de Paris).
Nas extremidades das escadas rolantes deverá, então, ser previsto um espaço de acumulação suficiente para receber os passageiros seguintes, à medida que chegarem. Todavia, em virtude do pequeno intervalo previsto entre composições, êsse sistema será contraproducente, porquanto os bloqueios ficarão fechados com demasiada frequência, não permitindo um fluxo suficientemente contínuo dos passageiros. Havendo plataformas internas (F5.2.1), de qualquer modo não seria possível aplicar o sistema, visto que involuntàriamente a instalação dos bloqueios viria influenciar também o fluxo de passageiros em sentido de viagem contrário. Se as escadas estiverem localizadas nas extremidades das plataformas, será preciso deixar entre elas e a borda da plataforma, uma passagem de serviço de 0,80 m de largura. Se as escadas estiverem dispostas no centro da plataforma, deverá ser providenciada entre elas e a borda da plataforma uma largura útil de, no mínimo, 2,50 m. No caso de plataformas laterais existe a possibilidade de instalar escadas em nichos especiais situados fora do alinhamento das paredes da plataforma.

5.4.3 Instalações nas plataformas

Ao nível das plataformas deverão ser projetadas, além dos compartimentos de serviço pròpriamente ditos, especialmente as seguintes instalações para uso dos passageiros:
numerosas placas com o nome da estação, que o passageiro que chega pelo metrô deve poder ler com facilidade do interior do carro, mesmo estando de pé,
placas indicadoras para auxiliar o passageiro que baldeia nas estações de cruzamento,
placas indicadoras para saídas e para a interligação com outros meios de transporte (ônibus, estrada de ferro, barca),
placas com indicação do destino da próxima composição, nos têrços do comprimento da plataforma,
plantas gerais da Rêde, horários, relógios, bancos de espera para passageiros, cestos para papéis, sala de primeiros socorros médicos.
Quaisquer objetos fixos até uma altura de 3,00 m acima do tôpo do boleto deverão ficar afastados pelo menos 1,50 m da borda da plataforma. O canto inferior de cartazes, etc. deverá ficar, no mínimo, 2,50 m acima do piso da plataforma. Tôdas as instalações deverão ficar dispostas de modo a não interferir com o trânsito e a permitirem livre visão das plataformas, composições e sinais.

5.4.4 Outros meios para a orientação dos passageiros

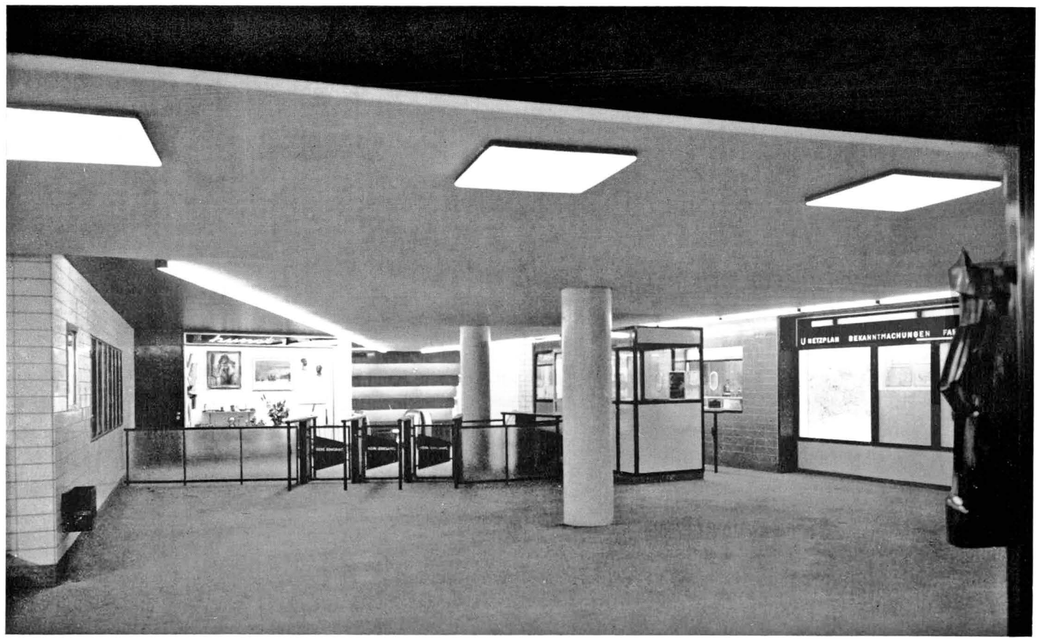
Além dos meios descritos acima ainda há meios óticos e acústicos que poderão ser adotados nos mais variados locais dentro de uma estação, conforme e necessidade.

5.4.4.1 Meios óticos

A fim de facilitar a orientação dos passageiros pode-se dar a estações consecutivas diversas côres inconfundíveis, ou então colorir tôdas as estações de uma linha com tonalidades matizadas de uma determinada côr. Também o uso da iluminação, letreiros luminosos, setas, etc., poderá orientar o passageiro. Para o uso do pessoal de fiscalização recomenda-se a instalação de aparelhos de televisão, para melhor contrôle e orientação dos passageiros.

5.4.4.2 Meios acústicos

Os meios acústicos consistem especialmente em alto-falantes para a transmissão de comunicações, campainhas, buzinas etc., para advertências e informações.



Mezanino

6. Sinalização, comando remoto e telecomunicações

6.1 **Funções do sistema de sinalização**

A função básica de um sistema de sinalização no tráfego sôbre trilhos é garantir tècnicamente a segurança de todos os movimentos das composições. O desenvolvimento da técnica dos semi-condutores permite, outrossim, controlar e comandar de um ponto central todo o desenrolar da operação. Além disso é possível automatizar, no todo ou em parte, os carros motores. Caso sejam adotados tais carros motores, os sistemas de sinalização ùnicamente por sinais óticos não mais satisfazem. As informações da sinalização devem ser transmitidas aos carros motores elètricamente. Aí são mostrados ao maquinista através de sinais óticos, no painel de comando, ou então, para a marcha automática, transmitidas aos dispositivos de tração, de frenagem, e, eventualmente, a outros equipamentos do carro. Para a marcha automática ou semi-automática, ou para o comando central das composições, torna-se necessário que o sistema de sinalização, além da sua função própria de segurança, também forme, conduza e transmita informações suplementares.

6.2 **Sistema de sinalização**

O sistema de sinalização protege a marcha da composição através de:

a) bloqueio das rotas que passam por chaves de via (bloqueio das rotas),

b) proteção das composições sucessivas mantendo uma distância suficiente entre elas (conservação da distância).

O bloqueio das rotas e a conservação da distância determinam, em alto grau, o intervalo de tempo que deve separar uma composição de outra.

6.2.1 Bloqueio das rotas

Nas estações com chaves de via é possível estabelecer diferentes rotas para as composições. Tôdas as rotas devem estar protegidas (bloqueadas) através do sistema de sinalização. A partir de uma cabina de manobra as chaves são manobradas por acionamento eletromotor e controladas em sua posição. Estão na dependência da sinalização.
Uma solução satisfatória para o bloqueio das rotas foi encontrada no desenvolvimento das cabinas de manobra com relés pelo sistema de elemento combináveis, que possibilitam o bloqueio e a liberação automáticos de tôdas as rotas. O processamento de bloqueio por tais cabinas de manobra se faz em menos de 5 s, mesmo quando há necessidade de manobrar duas ou três chaves de via para a mudança da rota. Como é o tempo gasto na manobra das chaves que tem importância decisiva, não se vê motivo para passar da técnica do relé para a técnica eletrônica.

6.2.2 Processo da conservação da distância

A conservação da distância exige que a localização das composições seja verificada, que as respectivas comunicações de localização sejam analisadas e que as informações de sinalização sejam formadas e transmitidas às composições.
Para completar, seja ainda mencionado o processo mais simples da conservação da distância, ou seja, o processo de comunicação das composições. Neste caso, o intervalo entre composições é regulado e anotado por funcionários que estão em comunicação telefônica entre si, sob sua responsibilidade própria. Êste processo pode eventualmente ser usado em caso de perturbações operacionais.
Nos processos técnicos da conservação da distância, a localização das composições é permanentemente controlada, seja por trecho ou continuamente. Salvo em trechos experimentais, os metrôs usam exclusivamente o processo da verificação de localização por trecho. Para tanto, a linha é subdividida em trechos de comunicação de via livre, que são formados por circuitos de via ou dispositivos de contagem de eixos.
A Fig. F27 mostra três soluções. A solução (1) mostra a formação de trechos por meio de dispositivos de contagem de eixos. A solução (2) são circuitos operados por tensões de audio-frequência. A solução (3) são circuitos de via, formados com juntas de isolamento e operados em baixa frequência.
A verificação da localização das composições serve para os sinais de informação que são transmitidos elétrica ou òticamente da linha para a composição. Existem soluções com processos automáticos de contrôle e manobra, tècnicamente experimentadas e aprovadas para a conservação da distância, que é determinada pela verificação da localização por trechos e pela transmissão punctiforme de sinais óticos. Mesmo assim, para o comando da composição torna-se indispensável a presença do maquinista no carro motor.
Por outro lado é possível obter um sistema de sinalização automática, com boa capacidade de adaptação para a conservação da distância, através da verificação da localização por trecho e da transmissão elétrica ininterrupta dos sinais de informação. Neste caso deve-se processar uma permanente troca de informações entre composição e instalações fixas através de transmissão elétrica linear.
A composição precedente transmite à composição seguinte as informações necessárias ao seu comando.
Até hoje êsse sistema de marcha por "visão elétrica" só foi testado a título experimental.
Como condutor para a transmissão linear podem ser utilizados os trilhos (trecho de informação = trecho de comunicação de via livre), ou cabos especiais. Os equipamentos do carro (receptor) funcionam em ambos os casos por indução.
O volume das informações determina se devem ser usados trilhos ou cabos como condutor. No trilho, todavia, o volume de informações é limitado, porque o amortecimento elétrico no trilho pràticamente bloqueia determinadas frequências (acima do campo das frequências sonoras). Além disso, nos setores das chaves de via, de qualquer maneira devem ser colocados os cabos.
O cabo condutor de linha tem a desvantagem de ser colocado necessàriamente sem proteção contra avarias mecânicas; possibilita, entretanto, a transmissão de um número bastante maior de informações do que um trilho, e pode ser colocado na área da via em circuitos

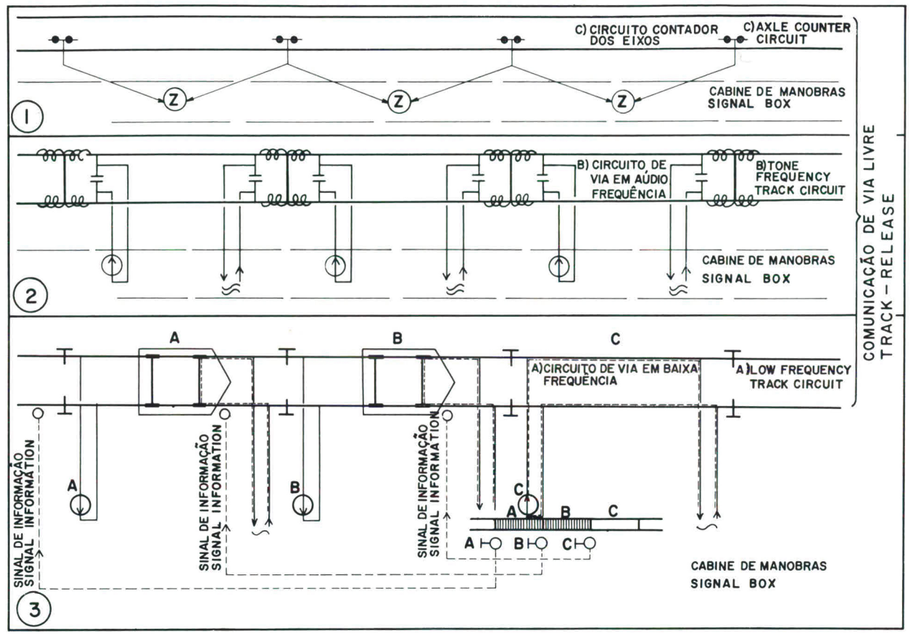


Fig. F27
Cabine de manobras
Princípio da comunicação de via livre

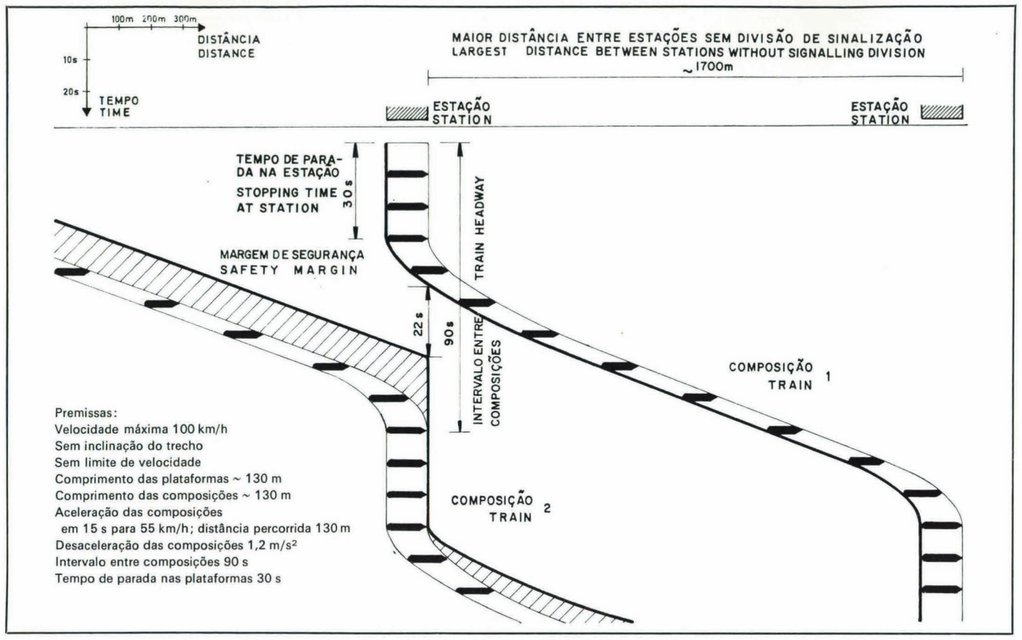


Fig. F 28
Diagrama tempo-distância para os intervalos entre composições

pequenos (cêrca de 100 m) ou circuitos grandes (cêrca de 10 km). O circuito grande é cruzado cada 100 m, aproximadamente, a fim de se obter pontos de marcação para a ajustagem de precisão.

6.2.3 Conservação da distância e intervalo entre composições

A conservação da distância e o intervalo entre composições estão funcionalmente relacionados. A Fig. F 28 mostra, como exemplo, o diagrama tempo-distância de duas composições com intervalo de 90 s.

O trecho na frente de uma composição em marcha, compreendido no setor de frenagem correspondente à sua velocidade, deve ficar livre de obstruções. A Fig. F 28 ilustra êste caso pela zona de segurança hachurada para a composição 2. A conservação da distância deve garantir um intervalo de segurança suficiente entre a linha limite (traço grosso) da zona de segurança à frente da composição 2 e a linha (traço grosso) posterior à composição 1 que segue à frente. Enquanto entre duas estações o intervalo e a distância são grandes (linhas tempo-distância — traço grosso), dentro das estações elas se aproximam até cêrca de 22 s ou, em outras palavras, 22 s depois que a composição 1 deixa a plataforma, a zona de segurança da composição 2 já alcança a extremidade da plataforma.
Reservando 8 s para tempo de reação, dispõe-se sòmente de 14 s de tolerância para os processos de sinalização, para a verificação da localização, bem como para a formação e análise das informações transmitidas pelos sinais.
O exemplo mostra que é perfeitamente possível o intervalo de 90 s, com 30 s de parada. Entretanto, as exigências impostas ao sistema de sinalização são extraordinàriamente elevadas. O exemplo mostra ainda que até uma distância de 1700 m entre estações não se impõe a subdivisão do trecho para a sinalização.

6.2.4 Cabina de manobra

Estações com chaves de via necessitam de uma cabina de manobra local para contrôle dessas chaves de via, comunicação de via livre e sinalização.
Estações sem chaves de via, ao contrário, têm sob sua responsabilidade comunicar quando as composições estão prontas para a partida e regular o intervalo entre as composições conforme a comunicação de via livre; os simples dispositivos de sinalização necessários para essas tarefas podem ser reunidos em cabinas de manobra locais de estações vizinhas.
Em uma cabina de manobra dêsse tipo deve ser construída uma mesa de comando com diagrama luminoso das vias de tôdas as estações, trechos de linha e chaves de via, correspondentes a essa cabina de manobra.
Apesar do processo automático e telecomandado de tôdas as operações, é necessário que um cabineiro possa, também, comandar tôdas as manobras manualmente, através de chaves de pressão. A cabina de manobra local têm assim uma parte automática que, embora respeitando as funções de contrôle e manobras de um pôsto central, não pressupõe que o trabalho de seus equipamentos e de seu sistema de transmissão para a manutenção do ritmo operacional seja inteiramente livre de perturbações.

6.2.5 Contrôle da velocidade

No tráfego sôbre trilhos o sistema de sinalização exerce também funções de contrôle, no sentido de impor ao comando dos carros a observância dos sinais enviados. No caso de falha do maquinista ou do comando automático do carro, a instalação de contrôle aciona automàticamente a frenagem de emergência.
O contrôle de velocidade, seja êle punctiforme ou linear, deve considerar que:

a) as composições se aproximam de uma estação a diferentes velocidades,

b) conforme as condições de operação, antes de uma chave de via não protegida por bloqueio, antes de uma plataforma ocupada ou antes de um final de plataforma, as composições devem eventualmente ser freadas até a imobilização,

c) a desaceleração média das composições se distende dentro de certos limites de tolerância.

6.2.5.1 Contrôle punctiforme

O contrôle punctiforme, a partir de pontos de contrôle fixos, aos quais corresponde uma determinada velocidade máxima do carro, tem a vantagem de não necessitar grandes recursos técnicos. Tem, porém, a desvantagem de exigir suficiente distância de segurança, após um sinal "pare". Esta corresponde ao setor de frenagem rápida, resultante da velocidade correspondente ao último ponto de contrôle antes do sinal "pare".

6.2.5.2 Contrôle linear

O contrôle linear da velocidade permite controlar ininterruptamente a respectiva velocidade admissível, a qual, sobretudo no setor de frenagem, varia contìnuamente; entretanto exige grandes recursos técnicos, pois a cada índice de velocidade controlada deve corresponder, de acôrdo com a capacidade máxima de frenagem dos carros, uma distância determinada, até o ponto final. Um computador instalado no carro calcula,

pelas medições da distância e da velocidade, a velocidade a ser controlada a cada instante. É, porém, necessário que seja conhecida ou fornecida ao carro, a cada momento, a distância até o ponto de parada, no momento da transmissão da velocidade exigida nesse instante.

Frequentemente usa-se nos metrôs uma solução mais simples com transmissão de informações por trechos e contrôle gradual da velocidade. O dimensionamento dos diversos trechos deve respeitar, considerando tôdas as tolerâncias, a situação menos favorável do ponto de vista de segurança. Com isto, porém, os trechos de informação ficam menores. Os sinais de informação, com base nos quais é indicada e controlada a necessária diminuição da velocidade, devem ser dados mais cedo (Fig. F29) que no contrôle contínuo da velocidade.
O menor intervalo possível entre composições é maior com contrôle gradual da velocidade do que com contrôle contínuo da velocidade. A partir de um determinado intervalo entre composições já não se pode mais usar a capacidade máxima de frenagem, porque o contrôle da velocidade força a composição a uma frenagem gradual e, consequentemente, uma menor desaceleração.

6.2.6 Capacidade de desempenho

O critério de capacidade de desempenho de um sistema de sinalização é a possível densidade do horário ou o menor intervalo possível entre composições (F6.2.3 e Fig. F28). Na Fig. F30 os diversos processos de conservação da distância e de contrôle da velocidade são examinados mais detalhadamente, a fim de que se possa recomendar o sistema mais conveniente. Nessa figura os gráficos apresentam curvas limites teóricas. Com exceção da curva 5, que representa um caso especial, as composições, usando tôda a sua capacidade de desempenho, devem poder percorrer o trecho sem qualquer perturbação por sinais.

As curvas 1 e 2 valem para o registro contínuo, verificação das variações de localização das composições e para o contrôle permanente da velocidade admissível de acôrdo com as condições dos carros e da via. Diferem ùnicamente pelo fato de a curva 1 considerar setores de frenagem relativos, como distância mínima entre composições, e a curva 2 considerar setores de frenagem absolutos. Setores de frenagem relativos correspondem à diferença de velocidade entre duas composições consecutivas; setores de frenagem absolutos correspondem à frenagem da segunda composição até a imobilização.

Ambos os sistemas de sinalização permitem intervalos entre composições menores que 90 s em tôdas as velocidades de aproximação entre 100 e 15 km/h. Requerem, porém, alta capacidade técnica e financeira e ainda não estão suficientemente desenvolvidos para plena operação. Não serão considerados para efeito de recomendação, mesmo porque o sistema de sinalização, de acôrdo com a curva 3, nada fica a dever, sobretudo no setor das velocidades mais elevadas, que é o que mais interessa.
A curva 3 vale para a verificação da localização das composições por trecho e para o contrôle contínuo da velocidade admissível, de acôrdo com as condições dos carros e da via. Constituem trechos de comunicação de via livre o comprimento da plataforma (trecho da plataforma), um pequeno setor de distanciamento atrás da plataforma, no sentido da marcha, e o trecho de linha até a estação seguinte. As necessidades de equipamentos são grandes. Por esta razão, nos metrôs, procuram-se soluções mais simples, onde se passa dos índices de velocidade de variação contínua para os de variação gradual. Neste caso a linha é subdividida em trechos de informação, cada um com seu grau de velocidade própria a ser computado.
Essa verificação da localização por trechos e contrôle gradativo da velocidade estão representados, como exemplo, na curva 4. Para simplificar, se consideram os trechos de comunicação da via livre idênticos aos trechos de informação, e a via dividida em trechos uniformes de 200 m.
A reunião dos trechos de comunicação de via livre e dos trechos de informação constitui uma solução de compromisso.
Para os trechos de comunicação de via livre, nos metrôs onde em geral tôdas as composições param em tôdas as estações, basta considerar apenas o comprimento da plataforma e o trecho imediato até a estação seguinte, como já foi mostrado em F6.2.3 através da Fig. F28.
É possível melhorar até certo ponto, mas só de modo limitado, o intervalo entre composições, acrescentando mais um ou dois curtos trechos de comunicação de via livre, no sentido da marcha.
Por outro lado, pode-se conseguir um aumento de capacidade de desempenho por uma subdivisão dos trechos de informação no setor de entrada das estações, aumentando correspondentemente o número das etapas na graduação da velocidade. O ideal seria o contrôle contínuo de acôrdo com a curva 3. No intuito de evitar o alto dispêndio exigido pelo contrôle contínuo, é necessário adaptar perfeitamente o contrôle gradual ao intervalo de 90 s entre composições. Isso corresponde, na Fig. F30, a um deslocamento da curva 4 em direção à curva 3, para que, em todo o percurso entre 15 km/h e a velocidade máxima, permaneça dentro do setor de tolerância hachurado, delimitado pela linha de 90 s.
Na curva 5 se examina, para completar o estudo, um caso especial para verificar o quanto são interdependentes velocidade de aproximação e intervalo entre composições, quando não se respeita o tempo mínimo de viagem entre duas estações, e quando a frenagem antes da estação é iniciada muito antes do que seria necessário de acôrdo com as características dos carros e da via (como é também o caso, p. ex., em marcha com perturbações operacionais). A desaceleração média de frenagem sofre então uma forte redução e foi apresentada no exemplo da curva 5 com cêrca de 0,6 m/s².
A curva 5 mostra que, com velocidades de aproximação abaixo de 80 km/h e com desaceleração de sòmente cêrca de 0,6 m/s², conseguem-se intervalos entre composições de 90 s e menos. A desaceleração reduzida significa maior tempo de viagem das composições nos trechos e em tôda a linha. O caso limite seria frear a composição antes da estação até uma velocidade de aproximação de cêrca de 15 a 20 km/h, para percorrer, com essa velocidade fortemente reduzida, o comprimento da plataforma até a frenagem final. Isso, entretanto, aumentaria sobremaneira o tempo de viagem e o número de composições necessárias para conservar os mesmos intervalos entre elas.
Economias no sistema de sinalização não devem, contudo, levar a aumento de custo de aquisição dos carros. A Fig. F31 mostra como variam a velocidade

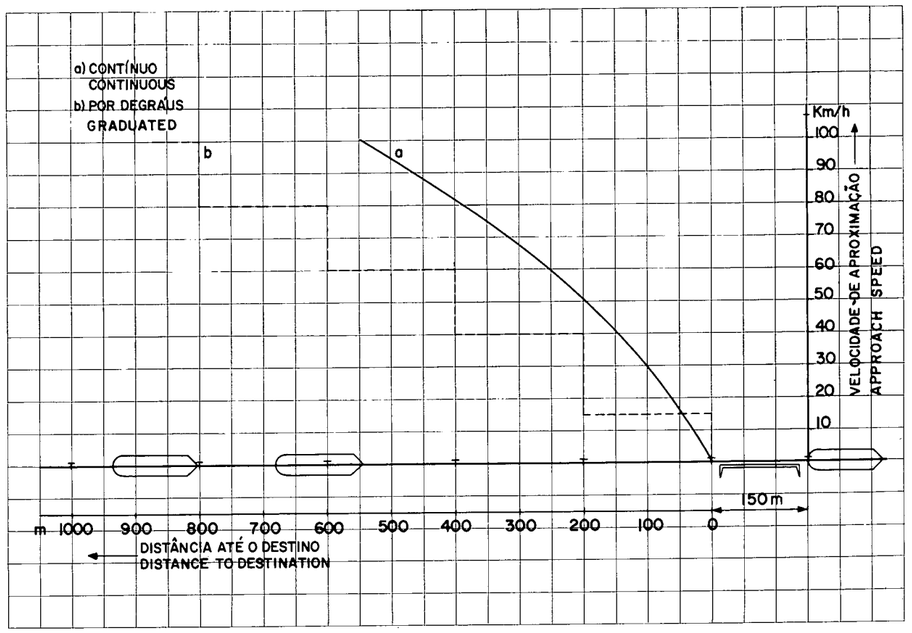


Fig. F29
Elaboração de sinais de informação

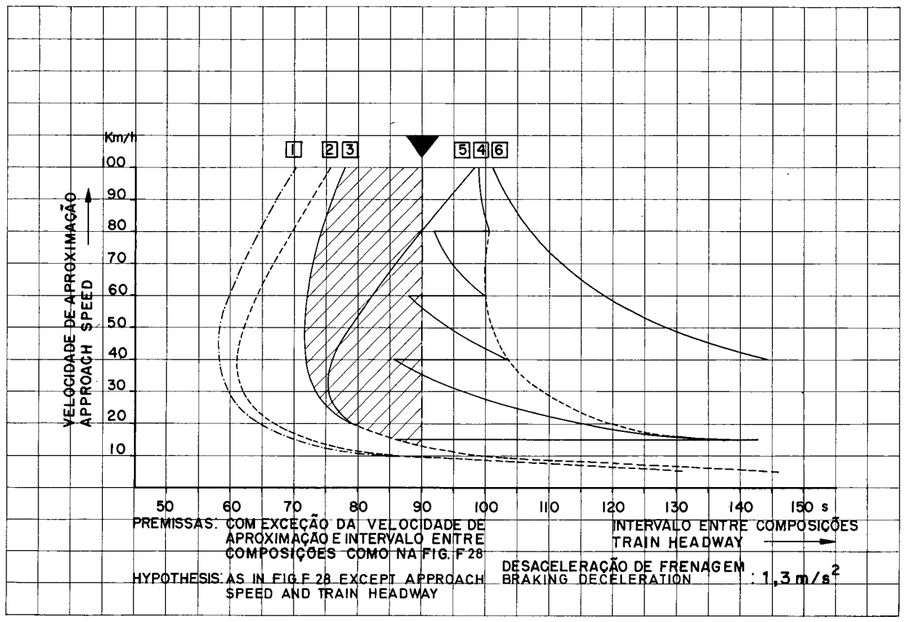


Fig. F30
Diagrama de intervalo entre composições

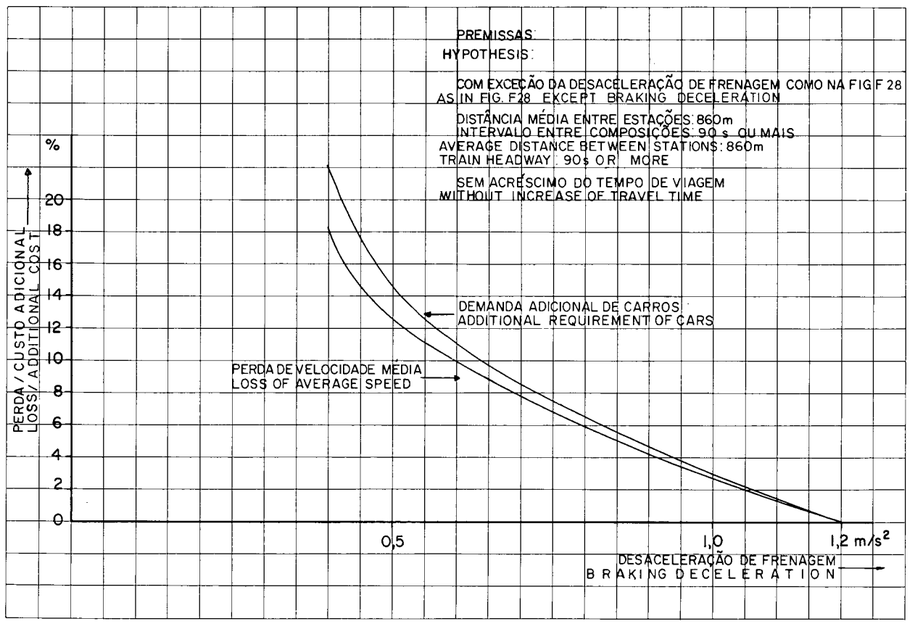


Fig. F31
Comparação da velocidade média com a demanda adicional de carros

média de viagem e a demanda de carros quando, em razão de desacelerações mais reduzidas, o tempo de viagem de estação a estação aumenta. Se, p. ex., para intervalos de 90 s entre composições, o sistema de sinalização impuser uma redução da desaceleração de frenagem operacional de 1,2 m/s² para 0,6 m/s², a velocidade média de viagem sofreria uma redução de 10% e o número de composições a serem adquiridas seria 11% superior. Conclui-se daí que a velocidade média de viagem possível não deve ser prejudicada por limitações de gastos para o sistema de sinalização.

A curva 6 mostra finalmente o funcionamento do sistema de sinalização ainda hoje preponderantemente em uso, com sinais óticos e bloqueios de marcha fixos. Foram admitidos como trechos a serem mantidos livres 400 m depois do sinal de entrada e 200 m depois do sinal de saída.

Êsse sistema de sinalização só pode ser adaptado com perfeição à velocidade de aproximação máxima possível. A capacidade de desempenho pode ainda ser aumentada através de pontos de contrôle suplementares, de sorte que, com velocidades de aproximação máximas inferiores a 100 km/h, é perfeitamente possível obter intervalos de 90 s entre composições. Entretanto, para um metrô a ser construído, o sistema de sinalização ótico não mais pode ser recomendado. Quando muito poderia ainda interessar, em forma simplificada, como sistema de sinalização de reserva.

6.2.7 Recomendações para o sistema de sinalização

As considerações precedentes levam às seguintes recomendações:

a) bloqueios das rotas nas cabinas de manobra por meio de relés, com bloqueio e liberação automáticos das rotas,

b) verificação da localização por trechos através de dispositivos de comunicação de via livre (circuitos de via ou contadores de eixos),

c) transmissão ininterrupta e por trechos das informações com graduação de velocidade,

d) contrôle contínuo da velocidade admissível para os carros motores,

e) os trechos de informação e as etapas de velocidade controlados devem ser sincronizados de tal maneira que se consigam intervalos de 90 s com tôdas as velocidades de aproximação de cêrca de 15 km/h até a velocidade máxima das composições, sem diminuir a velocidade admissível de acôrdo com as características dos carros e da via.

6.3 Instalação de comando remoto para execução e contrôle central das operações

A execução e comando das operações de um metrô destinado exclusivamente ao transporte de passageiros dentro de um horário normal, bem como de tôdas as demais instalações técnicas, inclusive o sistema de sinalização, deveriam ser dirigidos e controlados por um único pôsto central. A execução central das operações tem a vantagem de funcionar com pessoal mais qualificado e exigir menos despesas. Qualquer afastamento do desenvolvimento operacional planejado, em razão de alterações inesperadas do volume de tráfego, ou por motivo de perturbações na Rêde do Metrô, pode ser imediatamente corrigido de maneira mais conveniente, sem necessidade de morosas consultas entre vários setores descentralizados.

O pôsto central de comando deve, portanto, dispor de uma instalação de comando remoto que trabalhe pelo processo cronológico multiplex ou pelo processo de frequência multiplex, ligando-o, através de cabos, com tôdas as instalações dos postos externos a serem comandadas. Os sistemas de comando remoto necessários podem ser considerados, hoje, tècnicamente perfeitos e operacionalmente comprovados. A Fig. F32 mostra esquemàticamente os trabalhos que devem ser executados pelo pôsto central.

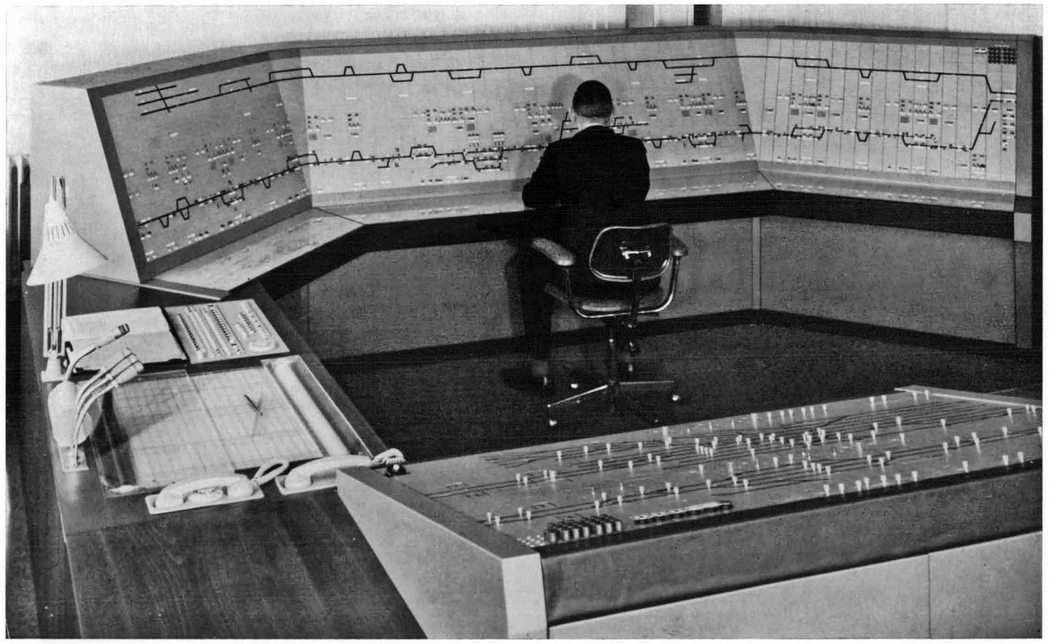
6.3.1 Comando remoto das instalações de sinalização

O sistema de sinalização recomendado prevê, de acôrdo com F 6.2.4, cabinas locais de manobra instaladas sòmente nas estações com chaves de via. Tôdas essas cabinas serão ligadas à instalação de comando remoto, como mostra o esquema da Fig. F 32. Certas disposições exigidas pelo serviço e que se afastam do desenvolvimento normal das operações são inevitáveis, tanto nas estradas de ferro como nos metrôs. Tôdas as operações técnicas de sinalização necessárias podem então ser executadas do quadro de manobra e do painel de contrôle no pôsto central de comando, sem que seja necessária a presença de funcionários nas cabinas locais de manobra. Sua presença só é exigida caso ocorra uma perturbação na instalação de comando remoto. Em virtude do caráter parcialmente autônomo das cabinas locais de manobra, a operação pode entãoser continuada por elas, sem limitações.

6.3.2 Comunicação e direção das composições

Nas estações com chaves de via, rotas diversas podem ser determinadas para as composições. Isto pode se tornar necessário, caso nem tôdas as composições tenham o mesmo destino, bem como no retôrno das composições ou no aumento e na diminuição da sua frequência.
A localização e o destino das composições devem ser comunicados ao pôsto central de comando, para que do mesmo possam ser comandadas automàticamente.
A localização pode ser conhecida através da comunicação de via livre e das cabinas locais de manobra. O destino da composição pode ser comunicado pela própria composição, por um dispositivo apropriado, a instalações locais nos trechos, e daí para a cabina local de manobra na qual será ligada a rota certa para levar a composição ao seu destino. Êste processo é oneroso, pois exige equipamentos suplementares para tôdas as composições e para tôda a linha.

Comando remoto das instalações de sinalização



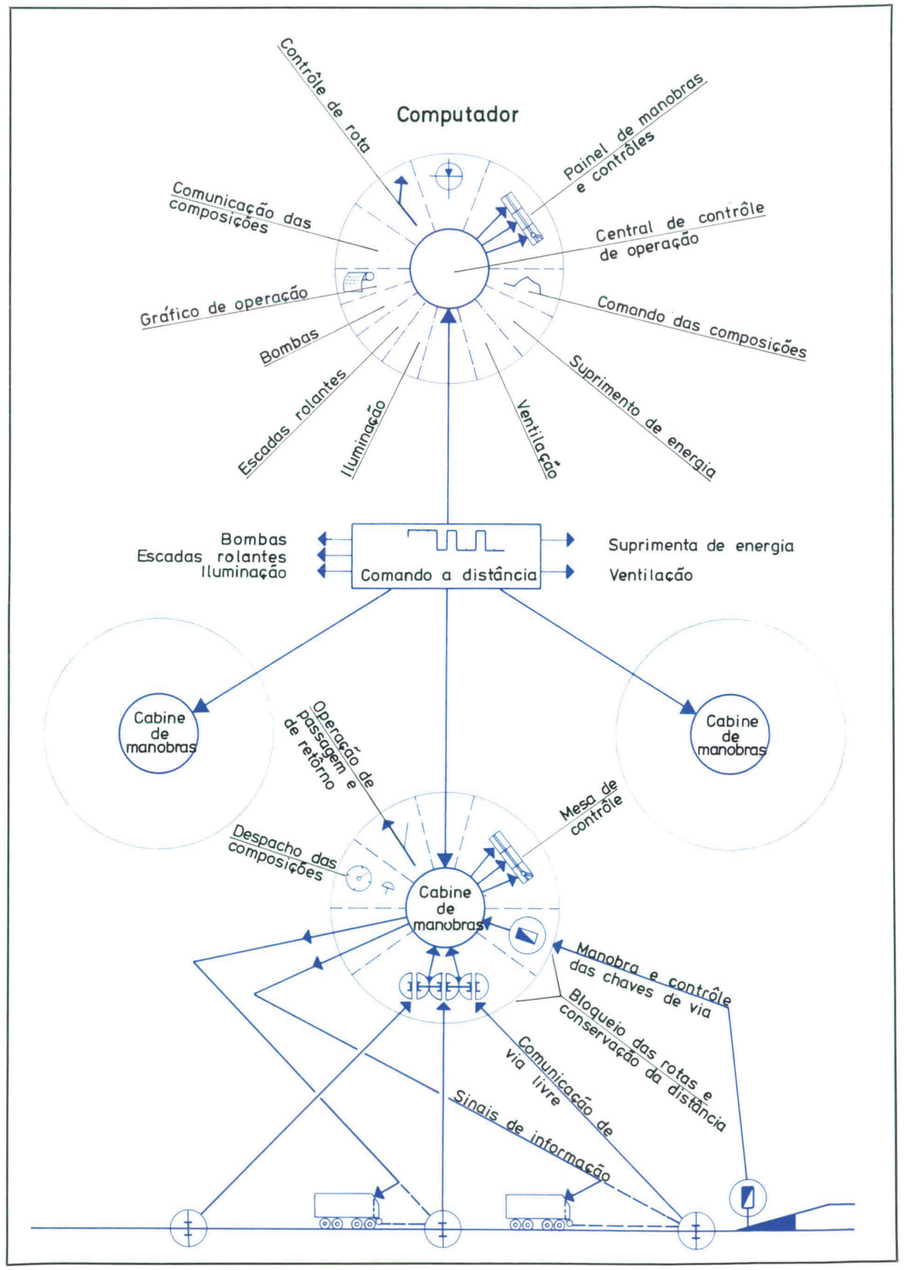


Fig. F 32
Sistema de comando remoto

Há outra solução que consiste em registrar o destino da composição em postos locais de comunicação e transmiti-lo de acôrdo com as variações de localização das composições, apuradas pela comunicação de via livre. Êsses postos locais de comunicação das composições podem ser instalados nas próprias cabinas locais de manobra ou no pôsto central de comando. No momento da partida o destino da composição deve, talvez sob a forma de um sinal característico do horário, ser fornecido ao pôsto local de comunicação. Mediante o horário geral preestabelecido, êste processo será convenientemente autorizado. Isto torna-se forçosamente necessário para desafogar o pessoal, dada a alta frequência das composições nos metrôs.

Instalando o pôsto de comunicação nas cabinas locais de manobra, tornam-se necessários meios suplementares de transmissão de cabina para cabina. Se fôr instalado no pôsto central de comando, podem ser também utilizados os canais de comando remoto para as comunicações de localização a serem recebidas e para os comandos do estabelecimento das rotas a serem transmitidos às cabinas locais de manobra.

Os comandos de estabelecimento de rotas sòmente serão fornecidos às cabinas locais de manobra quando houver necessidcade de modifiar o movimento local de passagem ou retôrno, p. ex. para aumentar ou diminuir a frequência das composições. Neste caso, é necessário também que se estabeleça automàticamente a sequência correta das rotas que vão se excluindo recìprocamente.

6.3.3 Instalações de registro

Independentemente do comando central das composições as comunicações globais das composições são necessárias no pôsto central para efeito de registro, a fim de controlar permanentemente o desempenho operacional ou examinar posteriormente irregularidades verificadas ou dificuldades peculiares, sem que seja necessário fazer anotações manuais. Para isso, cada composição posta em circulação deve ter seu sinal característico, que é transmitido automàticamente das estações terminais, e ao entrar e sair do conjunto das oficinas, ao pôsto de comunicação das composições no pôsto central.

6.3.4 Comando das composições

O pôsto central pode comandar diretamente a marcha das composições. Estando os carros motores aparelhados com equipamento de marcha e de frenagem automáticas, o pôsto central pode, em cada partida, caso as condições de serviço o exijam, transmitir às composições informações que adaptem adequadamente o ponto de referência para a sequência cronológica da marcha automática. O dispêndio técnico para a marcha e frenagem automáticas e comando central das composições é elevado, podendo, porém, com execeção das instalações dos carros, ser incluída no contexto das instalações de comando remoto.

6.3.5 Comando remoto das instalações de suprimento de energia

Contrôle, medição e comando remotos das instalações de suprimento de energia devem ser concentrados em painéis e mesas de comando especiais no pôsto central (Fig. F32). Devem estar sob contrôle, além de comutadores de comando remoto, entre outros, os transformadores, retificadores, a rêde de cabos de alta tensão e a tensão dos terceiros trilhos. Nos pontos de suprimento de energia são medidas a potência fornecida e a energia consumida; nas subestações retificadoras mede-se a corrente contínua total, a corrente de entrada e a carga dos cabos de alta tensão, que podem ser, em parte, apenas indicadas e, em parte, também registradas. Estão sob comando remoto, entre outros, todos os disjuntores de potência nas rêdes de corrente alternada trifásica, os disjuntores de linha por trechos e os disjuntores rápidos nas instalações de corrente contínua, bem como as chaves desligadoras do terceiro trilho.

6.3.6 Comando remoto de outras instalações locais

As instalações locais mais importantes, como ventiladores nas estações e túneis, bombas, escadas rolantes e iluminação são convenientemente controladas e operadas por comando do pôsto central. Dado o grande número dessas instalações, será conveniente aliviar a tarefa das instalações de comando remoto, pela reunião das comunicações e comandos de cada estação. A ligação correta e uniforme dessas instalações, adaptada às condições de tráfego e de operação vigente em cada caso, só é realmente possível através de comando central. O contrôle e comando local destas instalações só se torna necessário no caso de perturbações nas instalações de comando remoto.

6.3.7 Operação automática segundo programa preestabelecido

A reunião do comando e da direção das operações em um pôsto central é meio passo andado no estabelecimento de um programa de tráfego capaz de ser controlado através de um computador.
Ao pessoal do pôsto central compete apenas acompanhar o desenvolvimento das operações programadas, intervindo sòmente quando se tornar necessária uma alteração imprevista do programa.

6.3.8 Recomendações

As exposições precendentes mostram que é técnicamente possível centralizar amplamente o comando da operação do metrô. Apesar de serem elevados os dispêndios técnicos e financeiros das instalações do pôsto central de comando, um cálculo de rentabilidade mostra que ao dispêndio anual de capital se contrapõem economias compensadoras, resultantes dos custos menores da execução operacional. Mas êste fato isoladamente não deve ser decisivo para uma recomendação, pois, muito mais importante é a rápida adaptação ou alteração do serviço, caso irregularidades inesperadas ou outras ocorrências internas ou externas o exijam.

Recomenda-se: um pôsto central para execução e contrôle das operações que, mediante instalações de comando remoto com transmissão por meio de cabos, possa receber e transmitir tôdas as informações necessárias.

6.4 **Instalações de telecomunicações**

As instalações de telecomunicações destinam-se à rápida troca de informações e à conversação, quando se trata de resolver problemas técnico-administrativos e operacionais. De acôrdo com as diferentes funções que o sistema de comunicação oral deve desempenhar, recomendam-se as instalações de comunicação oral infra-mencionadas e apresentadas esquemàticamente na Fig. F33. No final serão também mencionadas algumas instalações gerais não destinadas à intercomunicação oral.

6.4.1 Rêde geral de telefones internos

A rêde geral de telefones internos destina-se à intercomunicação oral entre todo o pessoal local do metrô (Fig. F33-item 1). Assim sendo, a rêde geral de telefones internos abrange o edifício de administração, o pôsto central de contrôle operacional, tôdas as estações, as subestações e o conjunto das oficinas.
Todos os participantes da rêde devem poder comunicar-se entre si mediante o sistema de discagem automática.
A um reduzido número de participantes deveria ser dada a possibilidade de falar diretamente com os usuários da rêde pública de telefones.
Recomenda-se a instalação de uma mesa telefônica central para distribuir as ligações externas, dar informações, etc.

6.4.2 Instalações de telefones de linha

Para a execução operacional, particulamente em caso de perturbações e para a manutenção das instalações da via, recomendam-se instalações de telefones de linha (Fig. F 33-item 2) com as características seguintes:

a) estrutura simples,

b) ramais com aparelhos ligados em paralelo,

c) impossibilidade de comunicação sigilosa,

d) sistema simples de chamada.

Considera-se necessária a instalação de três ramais separados, através dos quais possam ser mantidas comunicações sôbre:

a) assuntos operacionais,

b) assuntos relacionados com o suprimento de energia para tração,

c) assuntos de manutenção das instalações de sinalização e demais instalações da via.

Cada um dos ramais será ligado aos postos telefônicos dos respectivos setores de serviço no pôsto central, nas estações, nas subestações e nos demais postos de serviço correspondentes.

Os telefones de linha devem ser instalados a intervalos de 300 m. Deve ser possível a ligação por seleção para os três ramais. Nos intervalos entre os telefones de linha, convém sejam instaladas tomadas para telefones portáteis.

6.4.3 Instalações de comunicação de comando

Recomenda-se a implantação de duas instalações independentes de comunicação de comando: uma para o pôsto central de contrôle operacional, e outra para o comando das instalações de suprimento de energia elétrica (Fig. 33-item 3). Elas devem garantir uma intercomunicação simples, rápida e segura entre o pôsto central e os postos externos.
Todos os telefones de uma instalação de comunicação de comando deveriam pertencer a um sistema de ramais, no qual os postos externos chamam o posto central pela retirada do fone do gancho, e o posto central chama os postos externos pelo acionamento de chaves de pressão. Possibilidade de comunicações sigilosas deveria ser assegurada.
As salas de despacho de composição ou as cabinas de manobra das estações serão ligadas à instalação de comando para o contrôle central de operação.
A sala de comando para suprimento de energia, as subestações primárias, retificadoras e secundárias das estações serão ligadas às instalações de suprimento de energia através de instalações de comunicação de comando.

6.4.4 Instalações de intercomunicação

Para os serviços de manutenção e eliminação de perturbações são necessárias comunicações orais locais. No conjunto das oficinas deve haver ainda possibilidade de comunicações orais entre o cabineiro, o pessoal de manobras e os maquinistas dos carros motores, necessárias para as manobras (Fig. F33-item 4).
Para isto são recomendadas instalações de intercomunicação que devem se caracterizar por sua simplicidade de manipulação e rapidez de comunicação. Cada pôsto telefônico deveria ter um interfone com alcance de cêrca de 10 m, com microfone e alto-falante. A conversação deve se fazer alternativamente, apertando simultâneamente uma tecla e observando-se certa disciplina na conversação, eliminando-se, assim, a necessidade de equipamento para resposta.

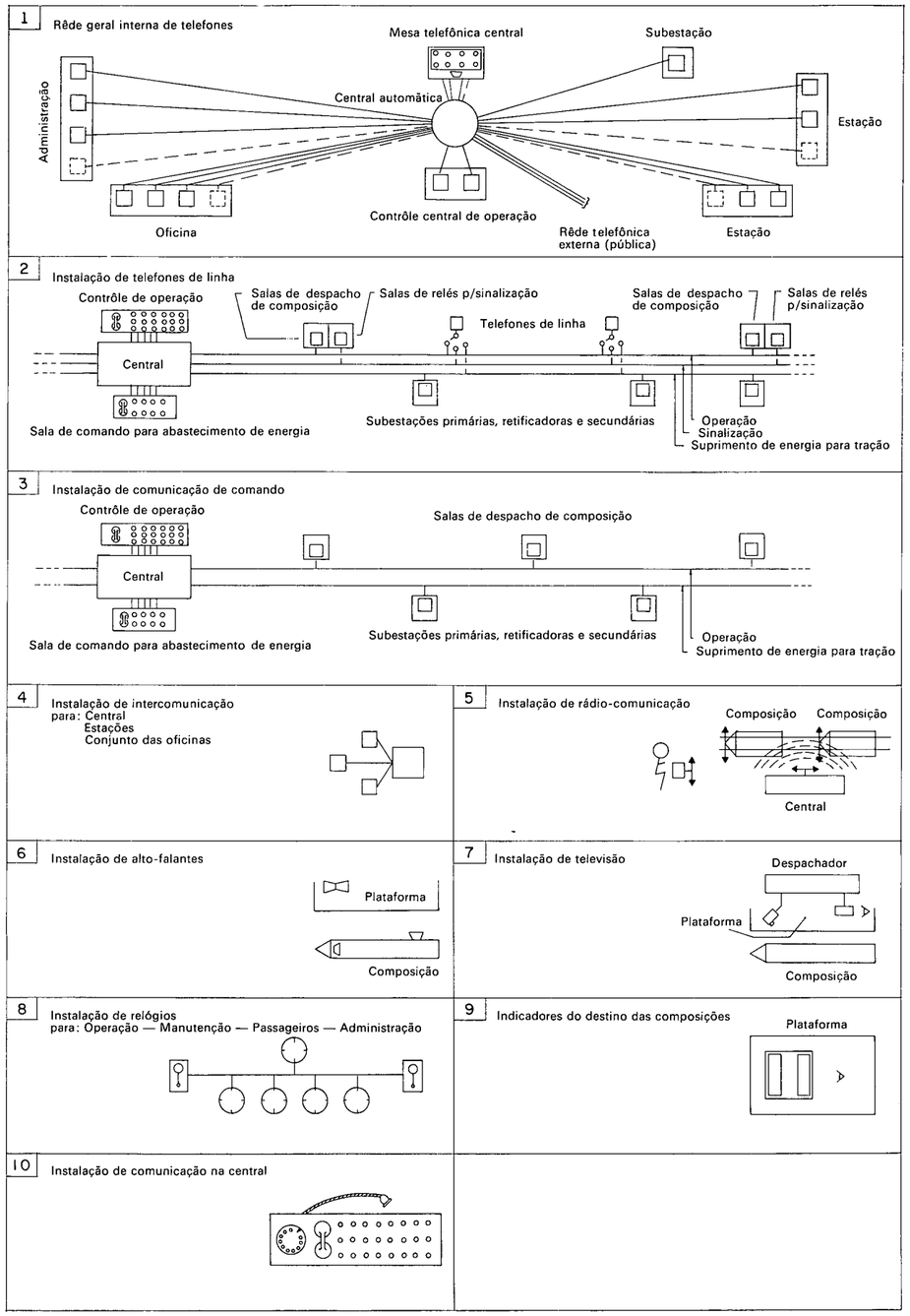


Fig. F33
Sistema de telecomunicações

6.4.5 Instalação de rádio-comunicação

No caso de perturbações no sistema de sinalização, no suprimento de energia ou nos carros motores, torna-se necessária a possibilidade de comunicação oral entre a central de contrôle de operação e todos os carros em tôda a linha. Recomenda-se para tanto uma instalação de rádio-comunicação que garanta uma comunicação oral segura, com transmissão perfeita, em tôda a linha (Fig. F33-item 5).
Dada a suma importância de uma comunicação oral segura em caso de perturbações, é indispensável que a transmissão de notícias se realize independente e separadamente dos meios de transmissão dos sinais de informação (trilhos, cabos condutores de linha) e do terceiro trilho.
A instalação de rádio-comunicação deve permitir que os aparelhos de comunicação instalados nos carros e os portáteis possam ser usados também fora das composições.

6.4.6 Outras instalações

6.4.6.1 Instalações de alto-falantes

A instalação de alto-falantes é muito útil para informar aos passageiros sôbre o movimento das composições e sôbre ocorrências anormais. Nas estações deve haver número suficiente de alto-falantes, com funcionamento garantido, no recinto das bilheterias, nas vias de acesso às plataformas e nas plataformas. O pessoal das estações e também do pôsto central devem poder usar separadamente cada um dos circuitos de alto-falantes. Recomenda-se ainda que os carros sejam dotados de dois circuitos separados de alto-falantes, interno e externo, para comunicação oral com os passageiros dentro e fora da composição (Fig. F33-item 6).

6.4.6.2 Instalações de televisão

Instalações de televisão podem facilitar a observação da borda da plataforma junto à composição e devem permitir a visão da plataforma em tôda a sua extensão.
O vídeo de televisão deveria situar-se na sala de despacho das composições, a fim de que a distância de transmissão seja relativamente curta. O contrôle das plataformas pelo pôsto central de contrôle operacional, também possível por êsse sistema, é desaconselhável devido aos elevados custos de instalação e à intensa solicitação do pessoal do pôsto central.
Deveria ser possível a instalação de receptores de televisão suplementares no extremo da plataforma (ponto final de frenagem da frente da composição), a fim de que o maquinista possa observar a plataforma (Fig. F33-item 7).

6.4.6.3 Instalações de relógios

A instalação de relógios é fundamental para a execução operacional, sobretudo no que diz respeito ao comando automático das composições. Recomenda-se a instalação de uma rêde de relógios comandada por um relógio mestre de grande precisão e alta confiança (Fig. F33-item 8).
O relógio mestre, que faz parte do equipamento do pôsto central de contrôle operacional, deve ter um dispositivo de regulagem que permita o acêrto manual da rêde de relógios. Nos pontos terminais da rêde de relógios deveriam existir relógios mestres de reserva que, na falta do relógio mestre central, possam assumir o comando dos relógios secundários.
Os relógios devem poder ser equipados com e sem ponteiro de segundos. Na plataforma, os relógios e os indicadores do destino das composições devem ser montados em um só conjunto.

6.4.6.4 Instalações de indicadores de destino

Os indicadores de destino das composições são necessários a fim de que os passageiros possam ser informados sôbre o destino da composição, desde o período de tempo que precede sua entrada na estação até sua partida (Fig. F33-item 9). O letreiro deve ser perfeitamente visível a grande distância. Os indicadores de destino das composições deveriam ser comandados automàticamente através do sistema de sinalização. No caso de uma perturbação, o pessoal da estação deve poder usar um comando manual.

6.4.6.5 Instalações de telefones

Finalmente, é recomendada a implantação de uma instalação de telefones no pôsto central que englobe todos os elementos de comunicação e de operação dos diversos sistemas de comunicação oral (Fig. F33-item 10). Tendo todos os elementos indicados com clareza, essa instalação deve ser de manejo muito simples. Tôda chamada deveria ser indicada por processo ótico e acústico, a procedência da chamada ou da conversação deve ser reconhecida de um modo bem definido e as comunicações telefônicas devem poder ser retidas em "aguardar".

7. Ventilação e climatização

7.1. **Motivação**

Em países de clima temperado ainda hoje se constroem metrôs subterrâneos nos quais pode ser dispensada a ventilação artificial e a climatização. No Rio de Janeiro, porém, com seu clima tropical, tendo-se em vista o confôrto que se espera de um metrô moderno, é imprescindível que se criem condições de ar toleráveis nas estações e dentro das composições. Até onde êsse confôrto se justifica é, em parte, questão de arbítrio e, em parte, problema de custos.
Nas estações subterrâneas e nos trechos em túnel, a produção de calor é muito maior do que, em clima tropical, poderia ser retirada por meio de absorção pela água do subsolo através das paredes e pela ventilação natural, sem uma elevação insurportável da temperatura ambiente. Pretendendo assegurar o mínimo de confôrto necessário, não se pode deixar de prever instalações para a ventilação artificial dos trechos em túnel, das gares e compartimentos de estções e, eventualmente, de dotar alguns compartimentos de estação e as composições de equipamentos de climatização.

7.2 **Produção de calor**

A quantidade de calor produzido corresponde à energia elétrica total introduzida nas instalações subterrâneas para a operação das composições e das instalações da estação, uma vez que tôda a energia é transformada em calor. Deve-se ainda acrescentar o calor latente liberado pelas pessoas. A absorção do calor pelas águas do subsolo é pequena em comparação com a produção de calor, podendo por isso ser desprezada visto que no Rio de Janeiro a transmissão admissível de calor para a água do subsolo, de pouca correnteza, nem de longe chega a absorver uma parcela sensível do calor produzido. Também a retencão, por pouco tempo, de calor pelas paredes de concreto é desprezível, já que a diferença de temperatura entre o dia e a noite é pequena em relação à produção de calor.
É igualmente reduzida a quantidade de calor que passa para o exterior pela ventilação natural (efeito de pistão das composições, poços de ventilação ou aberturas de barragem do jato de ar nas extremidades dos túneis).

7.2.1 Produção de calor nas gares das estações e nos túneis

Nas gares das estações, a maior fonte de produção de calor são as composições que entram, param e partem, sendo que, conforme F 2.1.3.1, devem passar, na hora de "rush", até 40 composições em cada sentido. Liberam ainda calor os motores elétricos, os transformadores, outros equipamentos elétricos e a iluminação. Não deve ser esquecido o calor latente liberado pelas pessoas, que com a grande quantidade de passageiros nas horas de "rush" atinge índices consideráveis.
Nos trechos em túnel trata-se quase exclusivamente do calor produzido pelas composições, proveniente da energia total de tração não liberada nas estações.

7.2.2 Produção de calor nas composições

O que determina a produção de calor nas composições são as instalações elétricas e a sensível liberação de calor latente por parte dos passageiros. Pela climatização poderão ser criadas condições toleráveis de confôrto (G 1.1.2.4).

7.3 **Recomendações para a ventilação e climatização**

A quantidade de calor produzido e as dimensões dos compartimentos em que devem ser criadas condições de ar favoráveis determinam a capacidade e os custos das instalações de ventilação e climatização a serem instaladas.
A climatização das gares das estações e dos túneis exigiria uma capacidade de refrigeração correspondente à enorme liberação de calor pelas composições. Seriam, por conseguinte, necessárias instalações imensas, de altos custos de instalação e operação.
Recomenda-se: ventilação para os trechos em túnel, para as gares das estações subterrâneas e para compartimentos isolados onde a presença de pessoas não é permanente. Outros compartimentos isolados devem ser climatizados, de acôrdo com sua importância; recomenda-se também a climatização dos carros conforme G 1.1.2.4.

7.4 **Elementos básicos para o planejamento da ventilação artificial**

As condições climáticas da atmosfera externa e a produção de calor nas instalações subterrâneas constituem a base para o dimensionamento da ventilação.
A quantidade de ar fresco necessário é inversamente proporcional à elevação admissível da temperatura, i. é, pequenas elevações admissíveis da temperatura exigem grande quantidade de ar fresco e vice-versa.

7.4.1 Ventilação dos túneis

Nos túneis pode ser usada a ventilação transversal ou longitudinal. A ventilação transversal exige dutos de ar ao

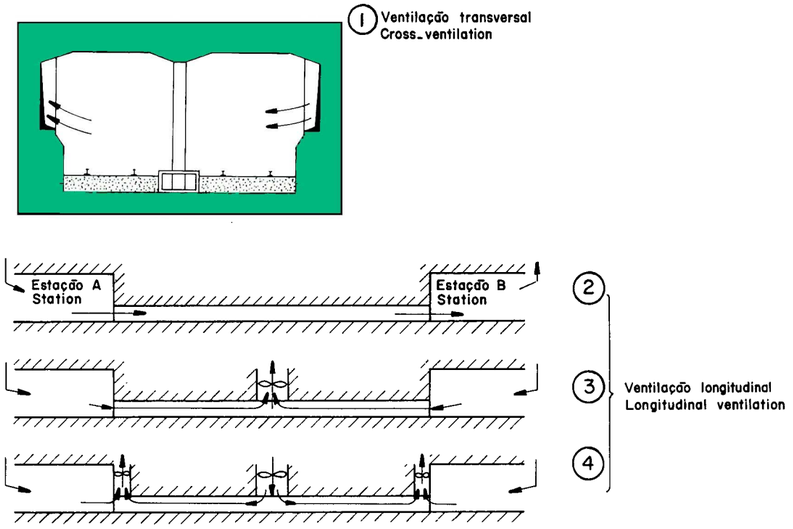


Fig. F34
Princípios de ventilação para túneis

longo do túnel (Fig. F34-item 1) pelos quais, a certos intervalos, o ar fresco é insuflado e, eventualmente, também absorvido por canais semelhantes. Em trechos de túnel longos a ventilação transversal é muito onerosa e não pode ser recomendada.
Na ventilação longitudinal o próprio túnel serve de duto para o ar. Com êste princípio a temperatura sobe quase que linearmente no sentido da corrente de ar. A Fig. F34-itens 2 a 4 mostra os diversos tipos de ventilação longitudinal possíveis. De acôrdo com o item 2 tôda a massa de ar deve percorrer tôda a extensão do túnel. Será então mais vantajoso usar as saídas de emergência como aberturas de exaustão (item 3). Neste caso será suficiente impulsionar a metade da massa de ar pela metade da distância. Inversamente, porém, o ar fresco pode também ser insuflado por uma saída de emergência mais ou menos no meio do túnel, sendo o ar absorvido por um poço de exaustão antes de chegar à gare da estação (item 4). O poço de exaustão pode servir simultâneamente de abertura de barragem do jato de ar favorecendo assim a movimentação do ar provocada pelo efeito de pistão das composições. O poço de exaustão servirá também para absorver o ar viciado da estação. Esta última solução é a mais favorável tanto sob o ponto de vista dos custos de construção, como também de eficiência.

Recomenda-se: usar a ventilação longitudinal para os túneis, sendo o ar fresco insuflado, de preferência no meio do túnel, e absorvido nas extremidades do mesmo.

7.4.2 Ventilação das gares das estações

Nas gares das estações, o sistema de ventilação depende em grande parte de sua configuração arquitetônica. Será preciso decidir para cada caso em particular, qual a ventilação mais adequada. Caso não seja possível introduzir o ar fresco através do fôrro (Fig. F35-corte longitudinal) ou por dutos de entrefôrro, o que seria mais favorável, deverá ser insuflado pelas paredes laterais.
Conforme F 7.2.1 a maior fonte de calor nas gares das estações são as composições. É pois necessário que êsse calor seja captado e absorvido o mais cedo possível. Para tanto é útil e necessário instalar aberturas de exaustão abaixo das bordas das plataformas ou no centro da via. O ar viciado restante da gare da estação é absorvido pelos poços de exaustão já previstos para os túneis.

7.4.3 Ventilação de compartimentos isolados

Nos compartimentos isolados a simples ventilação é, em geral, suficiente. Alguns, porém, devem ser ventilados com ar filtrado; outros precisam ser ligados a um sistema de exaustão especial, ou dispor de exaustores próprios.

7.4.3.1 Ventilação com ar não filtrado

Os compartimentos a serem ventilados com ar não filtrado devem, sempre que possível, estar ligados à ventilação da gare da estação. As aberturas de insuflação devem ser dimencionadas para uma velocidade de ar de cêrca de 5 m/s. Por meio de defletores essa velocidade deve ser reduzida, dando-se, ao mesmo tempo, a direção desejada à corrente de ar . A quantidade de ar a ser insuflado é de 30 m^3/h por pessoa. Será ideal renovar o ar quatro a oito vêzes por hora.
Nas estações subterrâneas o ar viciado deve ser conduzido dos compartimentos para a gare da estação. As aberturas necessárias devem ser localizadas o mais alto possível e dimensionadas para uma velocidade do ar de cêrca de 3 m/s. É necessário instalar válvulas de superpressão.
Êste tipo de ventilação pode ser usado em compartimentos onde as pessoas não permanecem continuamente. Tais são, p. ex.:

sala dos maquinistas,
pronto-socorro,
sala do pessoal da limpeza.

7.4.3.2 Ventilação com ar não filtrado e exaustão especial

Compartimentos onde há necessidade de grande quantidade de ar, onde se desprendem gases ou onde se produzem odôres desagradáveis, devem ser ligados a um sistema de exaustão em separado. É o caso de compartimentos destinados, p. ex., a:

transformadores,
retificadores,
distribuição de alta tensão,
distribuição de baixa tensão,
baterias,
sanitários.

Para os compartimentos de transformadores e retificadores a renovação de ar necessária deve ter em conta o calor produzido. Nos compartimentos de baterias o ar deverá ser renovado aproximadamente quatro a oito vêzes por hora, de acôrdo com o tamanho das baterias. Os sanitários e os compartimentos de baterias devem ter instalações de exaustão separadas, sendo que nenhum outro compartimento pode estar ligado a essas instalações de exaustão.

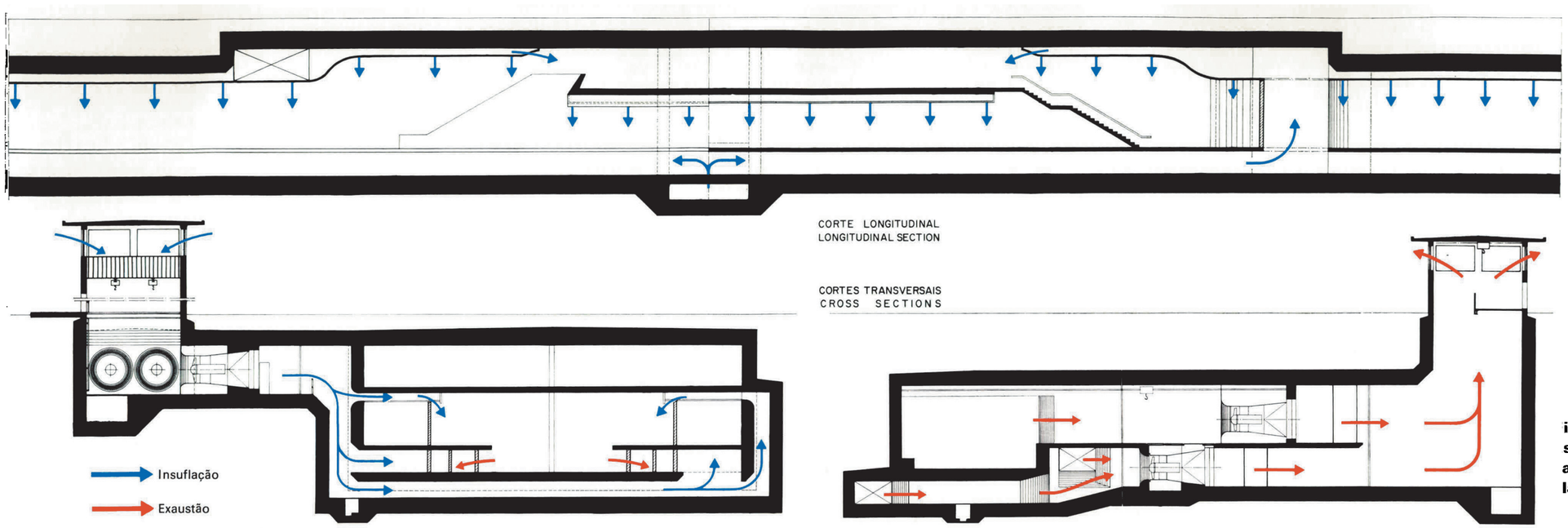
7.4.3.3 Ventilação com ar filtrado

Compartimentos onde se encontram equipamentos elétricos que devem ser protegidos contra a poeira e resíduos devem ser ventilados com ar filtrado. Devem ser usados filtros sêcos, laváveis ou substituíveis. Não podem ser usados filtros a óleo. A granulação admissível do ar filtrado não pode exceder 10 μm. O ar deve ser captado, na medida do possível, do sistema central de insuflação. Em caso contrário, será necessário usar equipamentos de ventilação em separado, nos quais filtro e ventilador formam uma só unidade. É conveniente que o ar seja renovado de duas a cinco vêzes por hora. Êste sistema de ventilação deve ser empregado, p. ex., nos seguintes compartimentos:

sala de telecomunicações,
sala dos relés,
sala dos comutadores,
cabina local de manobra,
sala de comando dos ventiladores.

7.4.3.4 Climatização de compartimentos nas estações

Nas estações subterrâneas e de superfície a climatização deveria ser prevista nos compartimentos onde haja pessoas em trabalho ou permanência prolongados. O ar



ig. F35
squema da ventilação as estações com lataformas laterais

para as salas pode ser captado do sistema central de insuflação. O ar viciado é levado para a gare da estação por meio de válvulas de sobrepressão situadas, tanto quanto possível, junto ao teto do compartimento.
Para o dimensionamento toma-se como base uma carga de calor da iluminação e de pequenos aparelhos elétricos de 25 W/m² e no máximo 300 kcal/h por pessoa.
A incidência dos raios solares terá que ser considerada sòmente em compartimentos situados à superfície.
A quota de ar externo deverá ser de 30 m³ por hora e pessoa.
Quanto ao esfriamento no circuito de refrigeração (esfriamento do condensador), é mais conveniente que seja feito por ar do que por água.
Será necessário, para êste fim, manter as condições do ar constantes da Tab. F3.

No Rio de Janeiro seria necessário climatizar, p. ex., os seguintes compartimentos:

sala do pessoal da fiscalização,
recinto das bilheterias,
cabina local de manobra, quando ocupada.

Conforme as disposições da estação, outros compartimentos podem ser climatizados. Como a destinação das salas pode mudar, convém seja sempre previsto o lugar para a instalação de aparelhos de ar condicionado.

7.5 Bases de planejamento de postos de ventiladores

A localização dos postos de ventiladores e sua estrutura devem ser adaptadas às condições locais. No planejamento devem ser considerados especialmente a quantidade de ar e sua distribuição, o amortecimento de ruídos, transportes e montagens dos ventiladores, (Fig. F35-cortes transversais).

A velocidade do ar nos dutos e poços não deve ultrapassar 20 m/s. Velocidades menores são preferíveis, se forem possíveis com pequenos acréscimos dos custos de construção.

Os ventiladores deveriam ter duas ou no máximo três velocidades de operação e podem ser construídos, de acôrdo com a necessidade, com eixo horizontal ou eixo vertical. Aletas ajustáveis com o ventilador parado devem permitir a regulação para um rendimento ideal. Devem ser também previstas válvulas de fechamento para que, quando o serviço é reduzido, se possa desligar um dos ventiladores quando êstes trabalham em paralelo. Finalmente, deve ser reduzido ao mínimo o número de tipos de ventiladores, a fim de que a manutenção e o depósito de peças de reposição sejam igualmente reduzidos.

Tab. F3
Condições do ar a serem mantidas

Temperatura do ar insuflado °C	Ar no compartimento Temperatura °C	Umidade relativa %
20	22	35—65
25	23	35—65
30	25	35—60
35	28	35—55
40	32	35—50

8. Elementos básicos para o planejamento construtivo

8.1 **Métodos de construção**

Um processo adequado e econômico para a construção de metrô exige o conhecimento de diversos fatôres de influência e de correlacionamentos, como:

condições do subsolo e do lençol freático,
profundidade do metrô,
topografia do terreno,
características da rêde de vias públicas,
densidade do tráfego de superfície,
edificações existentes e projetadas,
atividade pública e econômica da cidade,
desenvolvimento científico, experiência no setor de construção e mercado do trabalho.

Conforme as condições locais, êsses fatôres influem em maior ou menor escala sôbre o projeto. A descrição que se segue, de métodos conhecidos de construção, tem por finalidade contribuir para o discernimento do campo de aplicação mais conveniente dos diferentes métodos construtivos e facilitar a decisão quanto àqueles que devem ser aplicados no Rio de Janeiro.
Bàsicamente cumpre distinguir entre métodos de construção para trechos subterrâneos e para trechos em superfície.
Uma vez que os métodos de construção para trechos em superfície não apresentam particularidades especiais e já tendo sido feitas algumas referências a respeito em F4.2, F4.3 e F5.3.1, as explanações seguintes referem-se apenas a métodos de construção para trechos subterrâneos.
A dificuldade da construção de linhas subterrâneas de metrô reside menos na estrutura pròpriamente dita do que nas medidas que devem ser tomadas para obter o espaço no subsolo para a construção do túnel. Esta é a razão pela qual uma descrição dos métodos de construção de metrôs subterrâneos sempre se refere, ao mesmo tempo, à cava e à estrutura do túnel. As denominações dadas a êsses métodos muitas vêzes se referem ao método de execução da cava. Os processos podem ser classificados em três grupos: método de construção a céu aberto, método de construção semi-aberto e método de construção subterrâneo, além de alguns outros métodos especiais.

8.1.1 Métodos de construção a céu aberto

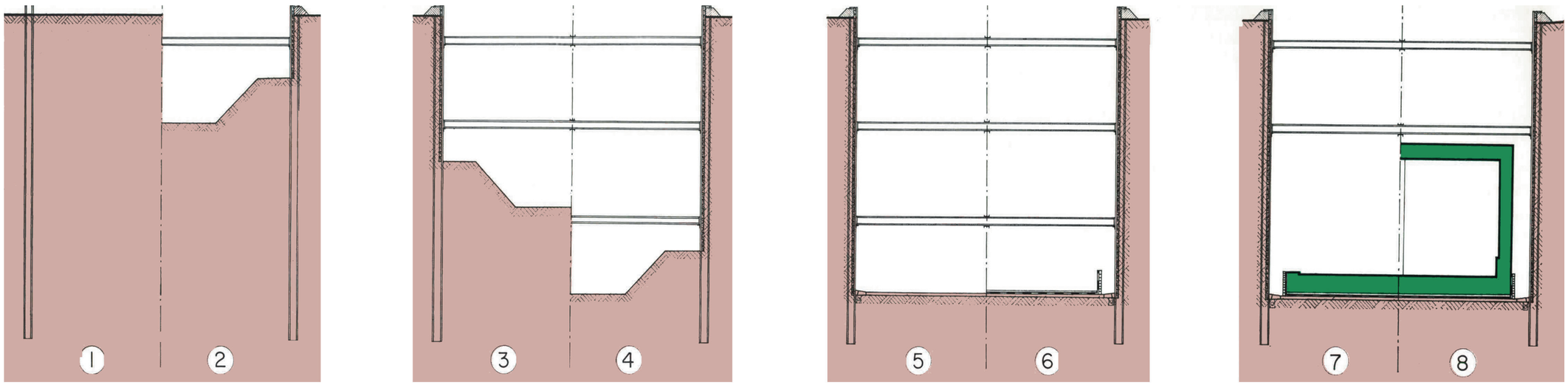
Caracteriza-se o método de construção a céu aberto pela escavação do solo desde a superfície do terreno até o fundo do túnel, a construção do túnel na cava aberta e, se fôr necessário, a impermeabilização externa do túnel (Fig. F36). A condição precípua para a aplicação dêste método é que o traçado da linha possa seguir por vias públicas que tenham largura suficiente.
Em geral a construção de túneis em cavas abertas é a mais fácil e a mais econômica. A desvantagem consiste em que está condicionada à remoção da maior parte das rêdes públicas de abastecimento da área da cava, dificultando o tráfego de superfície e perturbando o comércio e o público.

8.1.1.1 Em taludes

O método de construção a céu aberto mais simples, mais rápido e, quando a profundidade do greide não é muito grande, mais econômico, é a construção em taludes. Raramente se dispõe do espaço necessário para semelhantes cortes, devido às construções vizinhas. Ficase assim obrigado a recorrer, quase sempre, a um método de construção com escoramento lateral vertical.



Método de construção com taludes protegidos



1 Cravação dos perfis das paredes

2 Escavação do solo simultâneamente com a colocação das pranchas das paredes
Montagem da camada superior de escoramento. Segurança contra as águas superficiais

3 Prosseguimento da escavação. Colocação das pranchas das paredes
Montagem da camada intermediária de escoramento

4 Prosseguimento da escavação. Colocação das pranchas das paredes
Montagem da camada inferior de escoramento

5 Escavação do solo até o fundo da cava. Colocação das pranchas das paredes
Confecção da drenagem longitudinal. Confecção da camada de concreto de lastro

6 Fixação dos perfis das paredes contra a camada de concreto
Aplicação da impermeabilização e da camada de concreto para proteção da impermeabilização

7 Remoção da camada inferior de escoramento. Construção da soleira do túnel

8 Construção das paredes, pilares centrais e teto do túnel

9 Aplicação da impermeabilização nas paredes e no teto
Revestimento da impermeabilização com alvenaria ou concreto

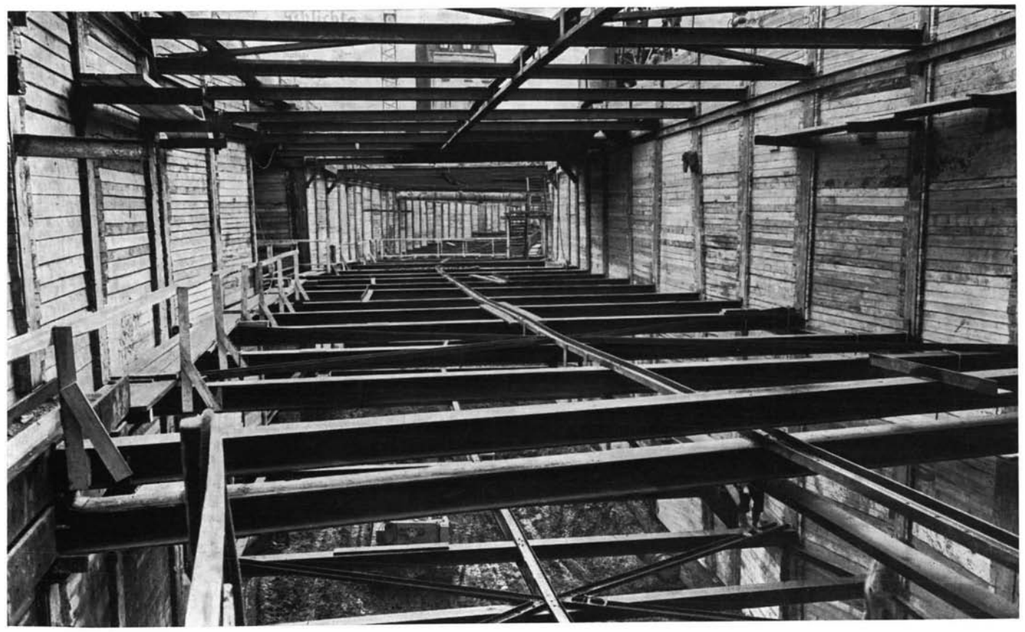
10 Reatêrro e apiloamento do espaço de trabalho, simultâneamente com a retirada das pranchas das paredes. Remoção da camada intermediária de escoramento

11 Reatêrro da cava acima do teto do túnel. Retirada das pranchas das paredes

12 Remoção da camada superior de escoramento. Reatêrro da cava até a superfície do terreno

13 Extração dos perfis das paredes. Restabelecimento da pavimentação da rua

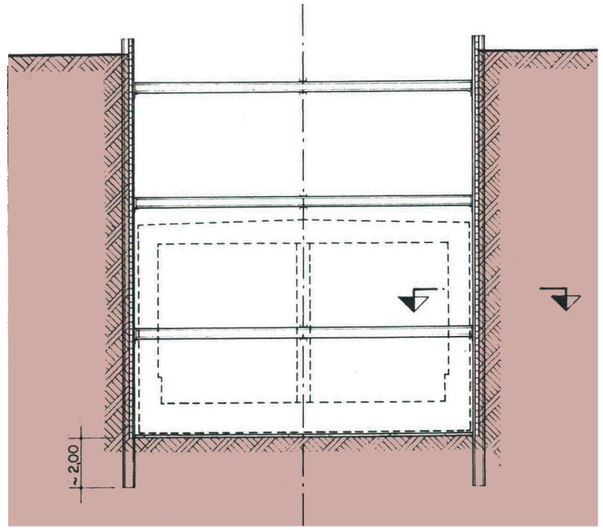
Fig. F36
Fases da construção a céu aberto
Método hamburguês

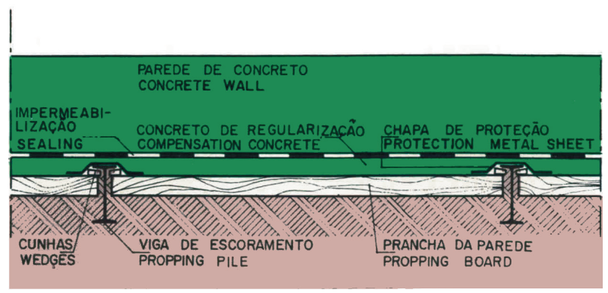


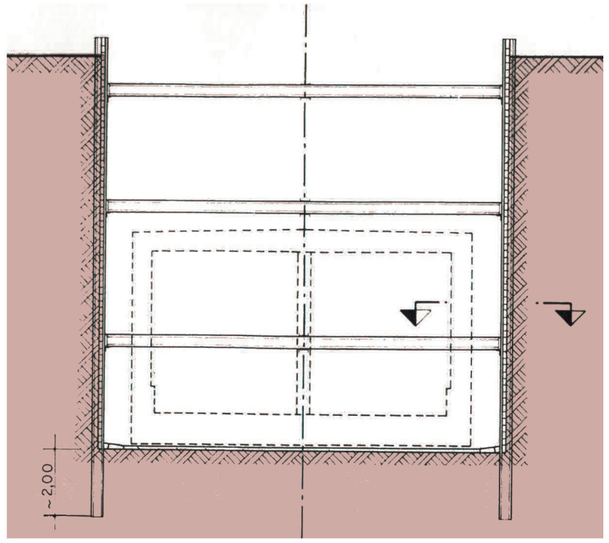
8.1.1.2 Com paredes de perfis e pranchões

O escoramento vertical, em sua forma mais simples, consiste numa parede de perfis e pranchões, que, no começo dêste século, foi criado em Berlim, e caracteriza o método berlinense (Fig. F37). São cravados no terreno, até uma profundidade de 1,80 m abaixo do fundo da escavação, perfis normais em I, distanciados de 2 m, revestindo-se os espaços intermediários com pranchões justapostos de madeira esquadriada, à medida que avança a escavação. Após a execução de uma camada de concreto no fundo e de uma camada de regularização de 10 cm de espessura ao longo dos pranchões, aplica-se nestas a impermeabilização asfáltica e sôbre essa base se procede à concretagem do túnel. Os perfis da parede, que são separados do concreto vertical de proteção por meio de uma chapa, poderão ser retirados após o reatêrro da escavação. Os pranchões permanecem no solo. Caso se torne necessária a contenção da água subterrânea, executa-se o rebaixamento do lençol freático mediante a perfuração de poços filtrantes por gravidade, para os quais o solo fôfo e arenoso de Berlim se presta muito bem.
Caso sejam outras as condições geológicas e maiores as dificuldades de rebaixamento do lençol freático e da cravação dos perfis, o denominado método berlinense não deve ser empregado.
Por isso na cidade de Hamburgo, onde as condições do solo são menos favoráveis, optou-se também pela aplicação das paredes de perfis e pranchões, contudo com algumas alterações. Os perfis normais em I foram substituídos por perfis de abas largas, mais fáceis de serem cravados. A distância entre êles foi aumentada para aproximadamente 2,50 m e entre a parede da cava e a estrutura do túnel criou-se um espaço de trabalho com uma largura de 0,80 m — a característica do metodo hamburguês (Fig. F38). Após a concretagem do corpo do túnel, usa-se o espaço de trabalho para a aplicação da impermeabilização lateral e construção de uma parede de alvenaria para proteção da mesma. Por ocasião do reatêrro da cava com compactação, recuperam-se todos os pranchões, mesmo os situados ao longo das paredes, para posterior reaproveitamento. A compactação, combinada com a flexibilidade da parede de proteção de alvenaria oferece a necessária compressão contra o material impermeabilizante, nada se tendo a temer quanto a um possível relaxamento da compressão pela formação de vazios oriundos do apodrecimento dos pranchões.
O alargamento da cava devido aos espaços de trabalho de ambos os lados (1,60 a 2,00 m), só traz desvantagens em ruas estreitas.

Fig. F37
Escoramento da escavação – Método berlinense







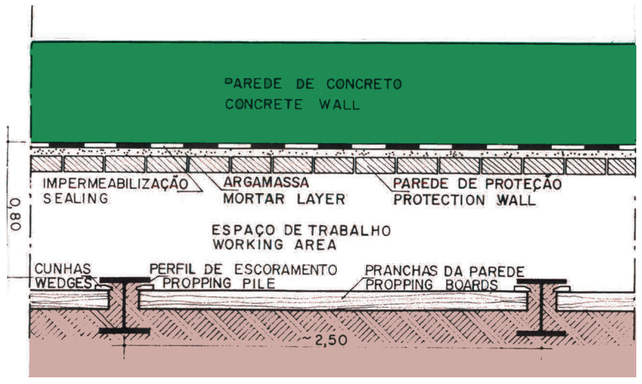
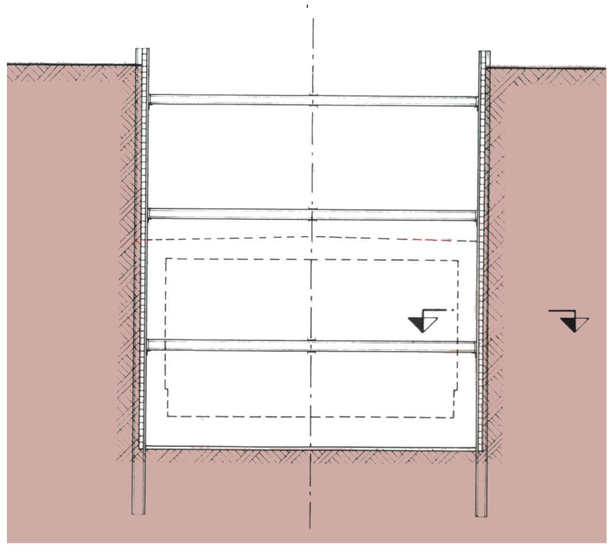


Fig. F38
Escoramento da escavação – Método hamburguês

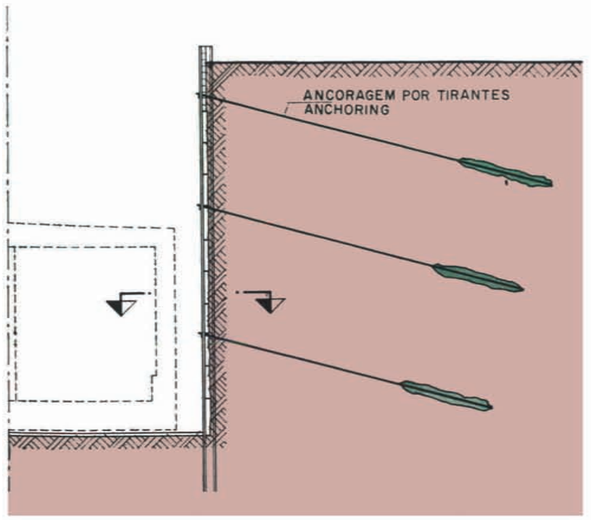
Fig. F39
Escoramento da escavação – Método de Munique

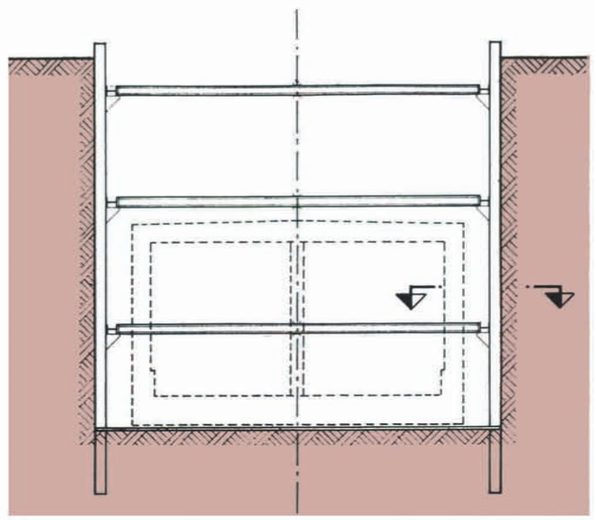


Abertura dos furos para a colocação de perfís verticais



Por motivos semelhantes aos apresentados em Hamburgo, procedeu-se, também em Munique, a pequenas modificações no método berlinense da parede com perfis e pranchões (Fig. F39). Devido à dureza das camadas de marga siderítica, os perfis de aba larga não são cravados e sim colocados em furos feitos no solo. Isto permite não só uma colocação das estacas com precisão, como também a supressão do bate-estacas, cujas batidas tanto incomodam a vizinhança e podem ocasionar trincas nas construções adjacentes, em razão das vibrações. O trecho de túnel entre estações é feito de concreto tão estanque à água quanto possível — concreto impermeável — devendo assim dispensar-se a impermeabilização. As paredes do túnel são concretadas diretamente de encontro à parede de pranchões, regularizada por placas de fibra dura. A condição essencial é que o lençol freático não contenha substâncias agressivas ao concreto. Máximo cuidado na construção, qualidade superior e uniforme de concreto perfeitamente adensado, distância máxima de 10,00 m entre as juntas de dilatação e um mínimo de juntas de construção, são os requisitos mínimos para se obter uma boa impermeabilidade. O acréscimo de despesas daí decorrentes é parcialmente compensado pela supressão da impermeabilização.





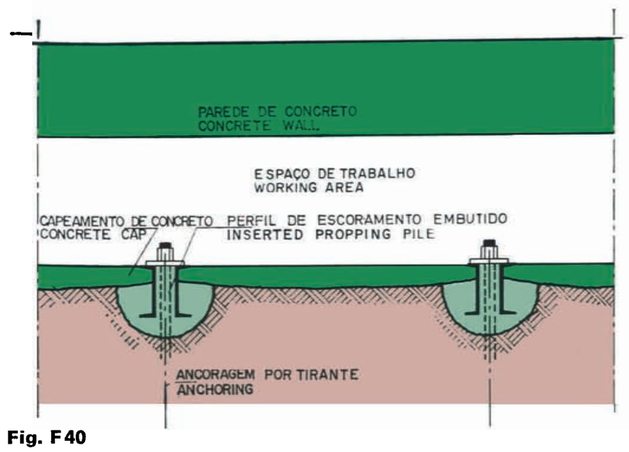


Fig. F40
Escoramento da escavação
Parede de perfis embutidos com capeamento

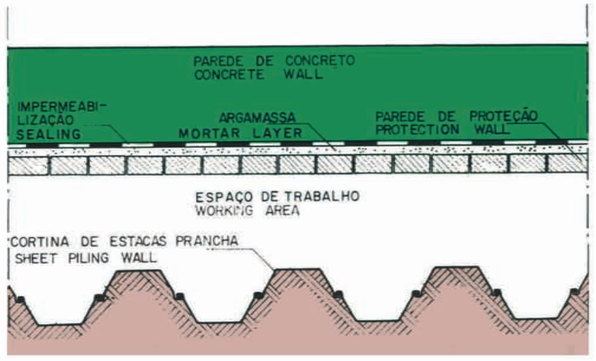


Fig. F41
Escoramento da escavação
Cortina de estacas-prancha de aço

Uma variante da construção de paredes de perfis e pranchões é o processo denominado parede de perfis embutidos com capeamento (Fig. F40), o qual foi criado para atender às condições especiais do subsolo da Cidade de Essen, que é isento de água e apresenta grande coesão. Colocam-se dois perfis tipo U, soldados, em furos abertos no solo de dois em dois metros, enchendo-se o espaço restante dos furos com uma mistura de areia e cimento. À medida que avança a escavação, vai-se aplicando, metro a metro, uma camada de concreto projetado sôbre a superfície côncava entre os perfis, a título de estabilização provisória, regularizando-se finalmente a parede com concreto. A vantagem reside no fato de que o enchimento entre os perfis se ajusta às irregularidades do solo e, no caso de um eventual veio d'água, nada se tem a temer quanto ao carreamento de partículas do solo, uma vez que as águas provenientes de fendas ou de camadas impermeáveis são colhidas por filtros. O perfil duplo presta-se bem para a introdução de tirantes.

8.1.1.3 Com cortinas de estacas-prancha

Os processos anteriormente descritos baseiam-se na premissa de que um eventual afloramento da água subterrânea possa ser desviado da cava por meio de contenção aberta ou do rebaixamento do lençol freático. Nos solos com perigo de carreamento ou não, insuscetíveis de drenagem devido a uma estratificação irregular, nos casos de perigo de recalque dos edifícios vizinhos devido ao rebaixamento do lençol freático, e na ameaça de ruptura do solo, justifica-se o emprêgo da cortina de estacas-prancha em lugar das paredes de perfis e pranchões (Fig. F41), apesar dos custos mais elevados do material. A cortina de estacas-prancha evita a infiltração lateral na cava de construção da maior parte das águas, e sobretudo o carreamento de partículas de solo. Cravada a grande profundidade abaixo do fundo da cava ou em camadas impermeáveis, ela reduz ou impede o afloramento das águas no fundo da cava. Consegue-se o mesmo resultado por meio de uma oclusão artificial do fundo de cava mediante a consolidação química do solo ou por meio de uma camada de concreto submerso.

Casos há em que basta a substituição do solo numa profundidade de 3 a 4 m do fundo da cava por uma camada de pedra britada adequada, da mesma espessura, provida de drenagem e valas de escoamento de água no fundo de cava. Circundando-se a cava com uma cortina de estacas-prancha, surge a possibilidade de se escavar o solo estando êste submerso. Mediante uma sobrepressão interna da água (levantamento artificial do lençol d'água na cava), pode-se manter o número de escoras reduzido até terminar o esgotamento da vala.

8.1.1.4 Com paredes-diafragma e paredes de estacas justapostas

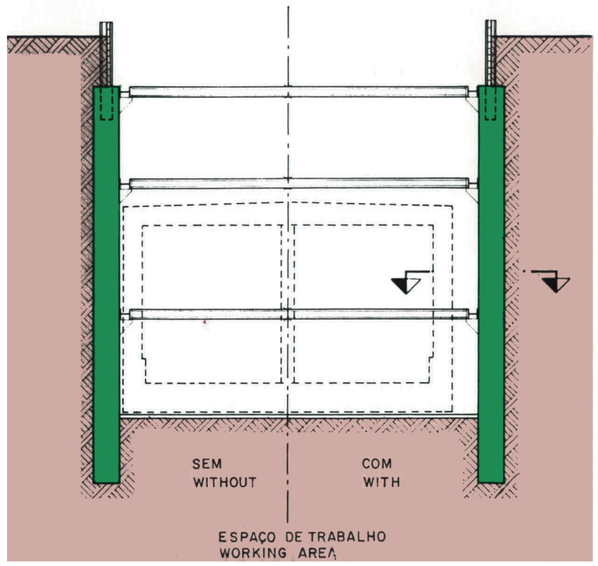
Tôdas as paredes de cavas de construção até aqui descritas são relativamente flexíveis. Quando a proximidade de edificações obriga o emprêgo de uma parede de escoramento mais rígida e de um método de execução que dê lugar a um mínimo de perturbações do solo na cunha de deslizamento da parede de escoramento, são indicadas a parede-diafragma e a parede de estacas justapostas, desenvolvidas nos últimos decênios, as quais podem suportar grandes cargas sem sofrer deformações e, ademais, podem ser executadas com alto grau de impermeabilidade. A construção destas paredes pràticamente não dá lugar a vibrações e recalques, de modo que a estrutura do terreno não é alterada. Dispensa-se o escoramento de edificações. As paredes de concreto, mais resistentes, permitem, em comparação com as paredes de perfis e pranchões e as cortinas de estacas-prancha, maior distância entre escoras horizontais, o que implica em um menor impedimento ao trabalho e dispensa as cintas longitudinais de amarração.

A profundidade destas paredes abaixo do fundo da cava é menor que no caso de paredes de perfis e pranchões.

A interrupção do trânsito nas vias públicas é menos prolongada que no caso de escoramento com perfis e pranchões, já que para a execução das paredes não é necessário interrupção do trânsito e a própria escavação processa-se mais ràpidamente, visto que as paredes de concreto já estão prontas. Durante a execução das paredes é desnecessária a contenção das águas.



Parede de estacas justapostas



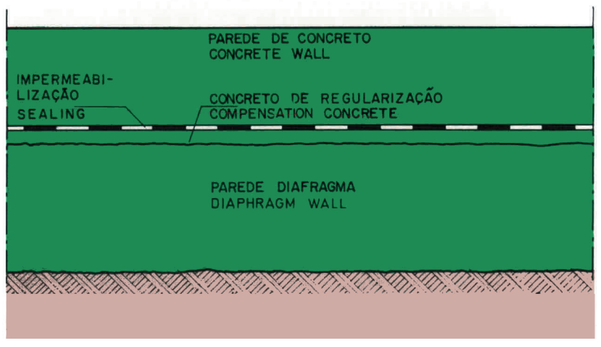
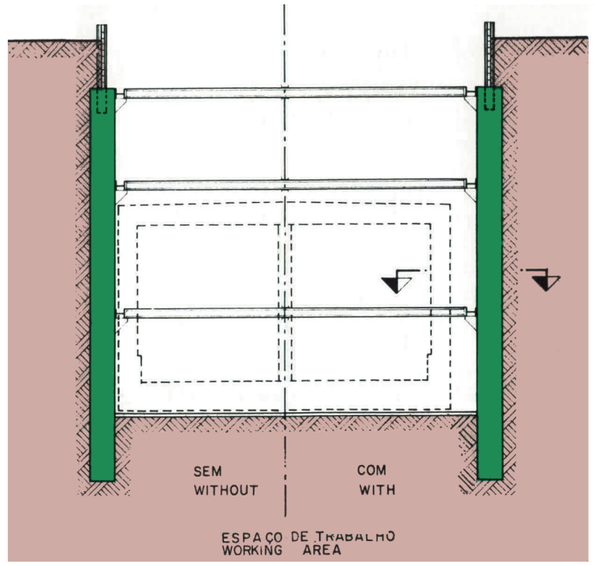


Fig. F42
Escoramento da escavação – Parede-diafragma



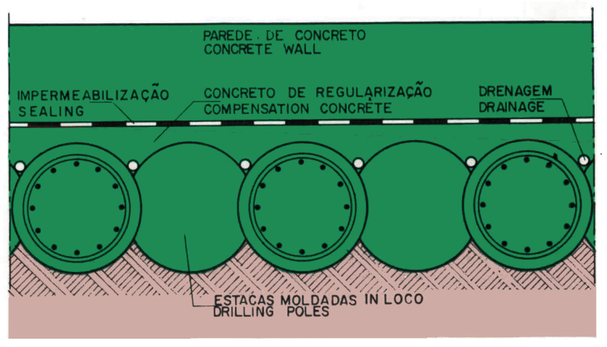


Fig. F43
Escoramento da escavação – Parede de estacas justapostas

O método de construção com paredes-diafragma (Fig. F42) originou-se do escoramento de paredes de terra com material líquido, empregado na técnica de perfuração de poços de petróleo. Inicialmente preparam-se na superfície paredes-guia que limitam uma fenda no chão com cêrca de 1,50 m de profundidade, a qual é enchida com um líquido tixotrópico (suspensão de bentonita). Essas paredes servem de guia para garras especiais de dragagem, caçambas escarificadoras ou aparelhos perfuradores por sucção, com auxílio dos quais são escavadas, alternadamente, fendas de 2,5 a 5,0 m de comprimento (dependendo das edificações adjacentes).

A fim de se obter uma ligação das fendas sem desmoronamentos, recomenda-se sejam as extremidades da fenda prèviamente perfuradas e providas, temporàriamente de um tubo de junção. Acompanhando o progresso da escavação, as fendas são enchidas com uma suspensão de bentonita, que sustenta as paredes laterais da fenda. Uma vez atingida a profundidade desejada, coloca-se a armadura e despeja-se o concreto com auxílio de um tubo, segundo o processo contractor. Com isso, a suspensão de bentonita é deslocada e pode ser novamente empregada.

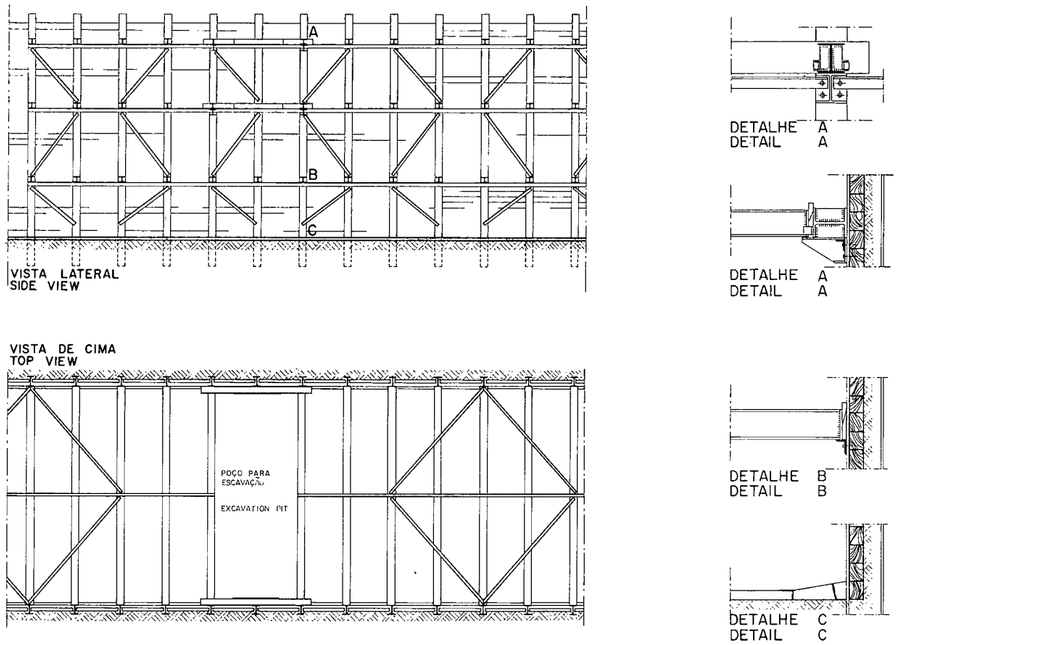
A parede de estacas justapostas (Fig. F43) é elemento de construção do mesmo gênero que a parede-diafragma. As estacas são enfileiradas, tangenciando-se ou entrecortando-se. Mas a parede assim formada não é estanque em virtude dos inevitáveis interstícios, o que exige medidas adicionais para se manter a cava sêca.

A execução de estacas secantes exige equipamentos especiais com os quais se abrem furos revestidos de tubos, os quais, após a introdução da armadura, são enchidos de concreto, ao mesmo tempo que se retiram os tubos. De cada duas estacas sòmente uma pode receber armadura. Em primento lugar executam-se as estacas sem armadura, deixando entre elas um espaço de aproximadamente 3/4 do seu diâmetro onde, numa segunda etapa, se executam as estacas providas de armadura, as quais entrecortam as primeiras. Forma-se assim uma parede suficientemente estanque. É possível construir paredes de estacas justapostas com bastante precisão, o que frequentemente decide o seu emprêgo em lugar das paredes-diafragma.

8.1.1.5 Escoramento horizontal da cava

As fôrças que atuam sôbre as paredes da cava, provenientes antes de tudo do empuxo da terra, da sobrecarga do tráfego, do empuxo da água e das edificações adjacentes, devem ser suportadas pelo escoramento horizontal da cava (Fig. F44). Êste consiste de escoras horizontais entre as diversas estacas ou cintas de refôrço. Nas cavas estreitas ainda hoje se usam escoras de madeira roliça empregadas antigamente. Nas cavas largas preferem-se escoras de aço.
Caso as deformações elásticas do escoramento possam ocasionar recalques prejudiciais nas edificações adjacentes, protensionam-se as escoras horizontais com auxílio de prensas hidráulicas, até a fôrça de compressão calculada.
A situação e a disposição do escoramento horizontal estão diretamente ligadas ao método de construção do metrô, já que a sequência das fases de escavação e reatêrro depende das etapas de construção da estrutura do túnel e sua impermeabilização.
Tanto as paredes de escoramento da cava quanto as escoras horizontais deverão dispor de um contraventamento complementar para que possam suportar modificações nos esforços horizontais e verticais previstos no cálculo, e que ocorrerem fortuitamente ou por irregularidades existentes na cava. Essas construções auxiliares são reduzidas quando a parede da cava exerce estàticamente a função de placa rígida, p. ex. a parede-diafragma.
Os empuxos sôbre as paredes podem ser absorvidos por meio de tirantes de injeção ancorados no solo que fica atrás da parede (Fig. F40). Êste método de ancoragem posterior é recomendado particularmente para cavas com parede de um só lado (quando há uma encosta ou talude no lado oposto). A carga suportada por cada tirante depende da natureza do solo. De acôrdo com a experiência sabe-se que a ancoragem de tirante na argila suporta uma fôrça de cêrca de 10 a 30 t; na areia, cêrca de 20 a 40 t. No caso de solos coesivos, entretanto, é necessária uma constante inspeção dos tirantes, porque a fôrça de ancoragem pode diminuir devido à deformação lenta, peculiar a êsses solos, a ponto de tornar-se necessário um novo tensionamento. O tirante é de aço, introduzido num furo no solo para permitir a protensão. Uma vez efetuada a compressão do chamado "trecho de transmissão de esforços", garantindo a transmissão da fôrça do tirante ao solo, a protensão pode ser feita pela cabeça do tirante com auxílio de macacos. A cinta de refôrço usada nas cortinas de estacas-prancha e, às vêzes, nas paredes de perfis e pranchões, não é usada no caso de paredes-diafragma e paredes de estacas justapostas. Embutindo a cabeça dos tirantes nessas paredes economiza-se na largura da cava. No caso de paredes de estacas justapostas utiliza-se para isto a estaca sem armadura. Devido à possível falta de precisão na execução dos furos a área dos tirantes deve estar inteiramente livre de tubulações e dutos.

Fig. F44
Escoramento horizontal da escavação

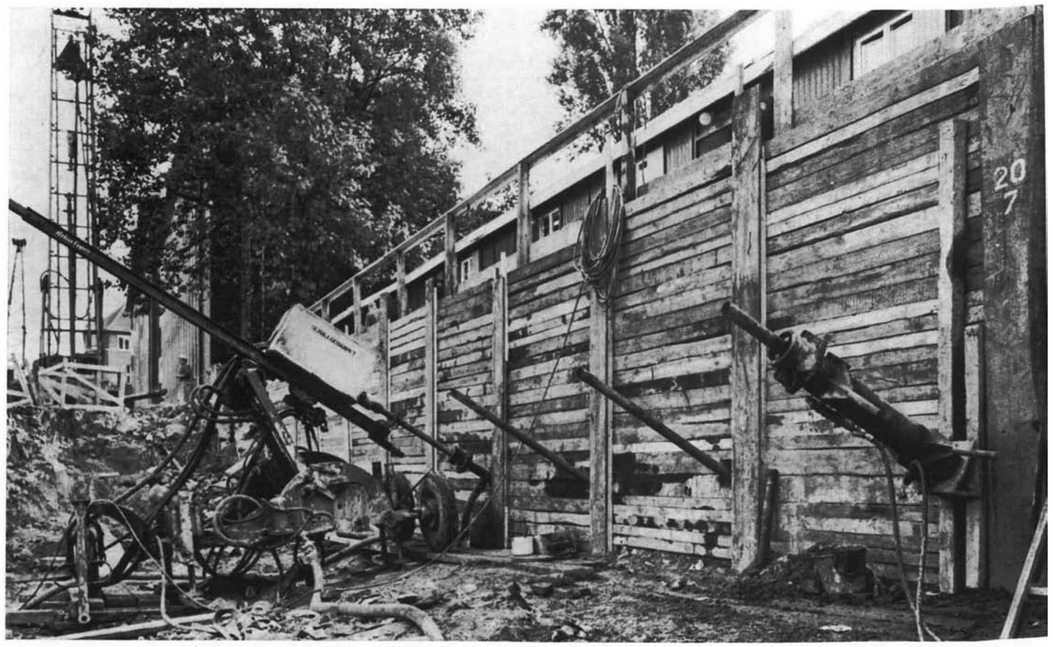


8.1.2 Métodos de construção semi-abertos

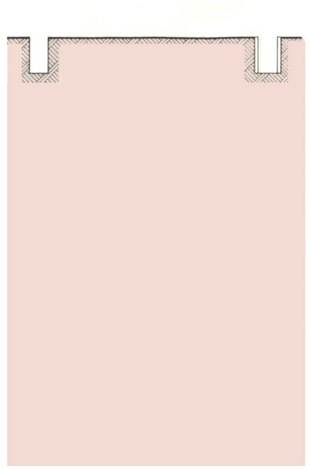
Nos métodos de construção anteriormente descritos, havia uma separação distinta entre a parede de escoramento da cava e a estrutura do túnel pròpriamente dita. Considerando o elevado custo do emprêgo de cortinas de estacas-prancha ou do concreto armado como paredes de escoramento, ocorre a idéia de se utilizar estas partes do escoramento também como partes integrantes da construção definitiva, com o objetivo de tirar proveito do elevado capital investido naquelas paredes. Ao mesmo tempo êsses processos permitem executar mais ràpidamente o teto do túnel e o reatêrro, oferecendo a possibilidade de encurtar o tempo em que a cava permanece aberta e, consequentemente, a interrupção do trânsito.

8.1.2.1 Com paredes-diafragma e paredes de estacas justapostas

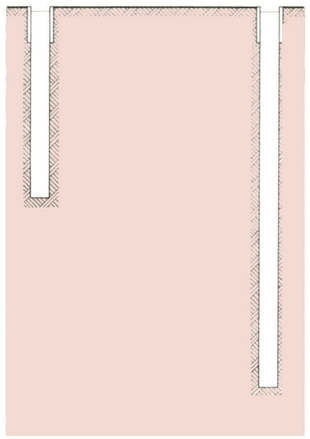
Em têrmos gerais, a construção (Fig. F45) se processa da seguinte maneira: após a conclusão das paredes que delimitam a cava, sob a forma de paredes-diafragma, paredes de estacas justapostas ou de estacas-prancha, já previstas como partes definitivas da construção, procede-se à escavação e ao escoramento horizontal da cava até a face inferior do teto do túnel. A seguir, o teto do túnel, apoiado lateralmente sôbre as paredes e, no centro, sôbre o próprio solo, é concretado e impermeabilizado. Após o endurecimento do concreto reaterra-se a cava e restabelece-se a pavimentação da rua para sua reabertura ao trânsito. A escavação por baixo do teto do túnel, a



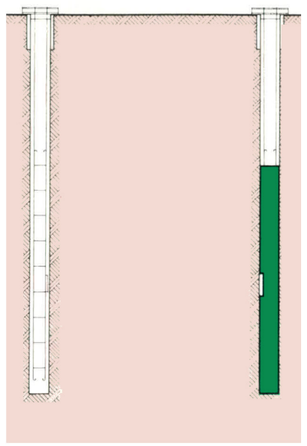
Colocação de tirantes de ancoragem



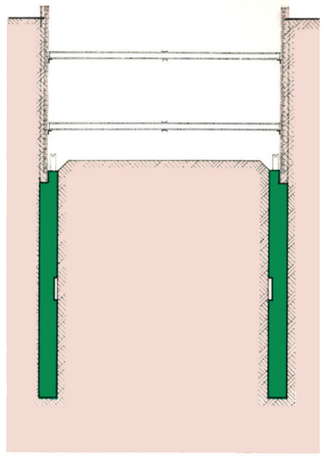
① Escavação para as paredes-guia
Montagem das paredes-guia



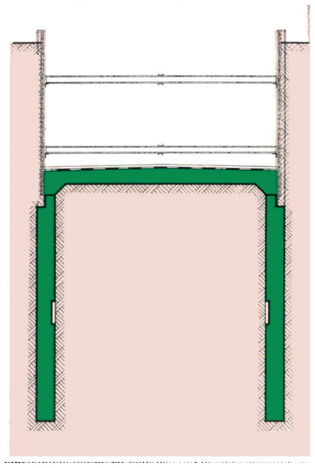
② Escavação das fendas com o adicionamento de um líquido tixótropico



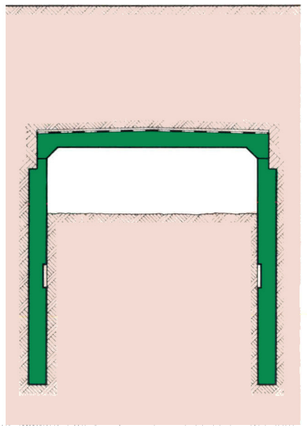
③ Colocação da armadura
Concretagem das fendas



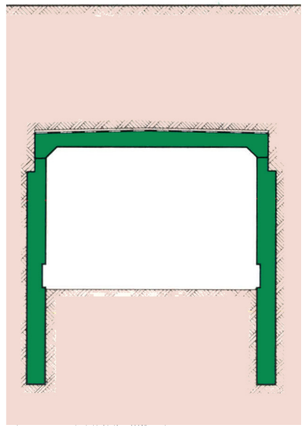
④ Escavação até à face inferior do teto do túnel



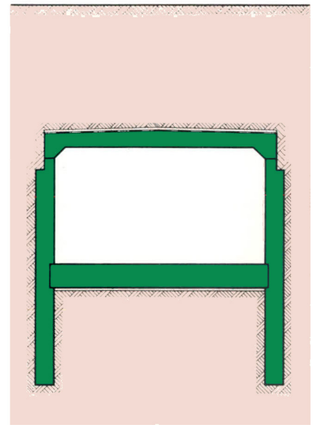
⑤ Construção do teto do túnel



⑥ Reatêrro da cava e restabelecimento da pavimentação da rua



⑦ Escavação por baixo do teto do túnel



⑧ Construção do piso do túnel

Fig. F 45
Construção semi-aberta
Fases da construção

remoção da terra, assim como o transporte do concreto para o piso do túnel realizam-se subterrâneamente com auxílio de máquinas que avançam longitudinalmente com acesso por algumas poucas rampas ou poços situados em locais favoráveis para o trânsito. Se houver lençol freático, êste deve ser rebaixado.
Como êste método construtivo foi empregado pela primeira vez na cidade de Milão, também se costuma denominá-lo método milanês, em vez de semi-aberto.
Na ausência de lençol freático (Milão) pode-se prescindir da impermeabilização da construção; neste caso, sòmente o teto do túnel recebe uma impermeabilização contra a infiltração das águas superficiais. A parte da cava acima do teto é escorada por uma parede de perfis e pranchões, enquanto que as fendas ou furos para as paredes são concretados sòmente até a cota da face inferior do teto do túnel, que se apoiará sôbre essas paredes. Os ferros de espera que saem das paredes são dobrados para a ligação com o teto. O piso do túnel encaixa-se em entalhes deixados nas paredes, para cuja execução são usadas placas de material sintético fixadas na armadura.
A face interna das paredes-diafragma ou de estacas justapostas recebe acabamento e é regularizada com uma camada fina de concreto.

Verificando-se agressividade de águas subterrâneas, as paredes-diafragma ou paredes de estacas justapostas não poderão ser incluídas na construção definitiva. Uma casca interna terá que suportar tôdas as cargas.
Havendo lençol freático deverá ser prevista uma impermeabilização interna envolvente, com uma casca de concreto interna que resista à pressão da água subterrânea. Perde-se com isso, em grande parte, a economia visada com a utilização simultânea de concreto para as paredes da cava e do túnel, visto que tanto a parede que delimita a cava como a casca interna devem ser previstas para suportar, em parte, os mesmos esforços.

Sob certas condições podem ser abertos túneis em lençóis freáticos pelo método milanês sem impermeabilização interna. Neste caso as juntas verticais de construção das paredes-diafragma são vedadas com uma fita de junta prêsa na armadura.

8.1.2.2 Com cortinas de estacas-prancha

É relativamente insignificante a influência da água subterrânea sôbre a execução e a estrutura quando se empregam cortinas de estacas-prancha (Fig. F46). No que se refere à constituição das águas subterrâneas, só em casos muito raros e, assim mesmo, apenas em locais muito limitados, é que se deve contar com uma corrosão considerável. Quando isto ocorre, escolhe-se um perfil de seção maior do que o estàticamente necessário, ou soldam-se chapas na zona de maior solicitação estática, de modo que, descontada a diminuição da seção por efeito da corrosão, ainda se disponha de material suficiente para resistir às tensões calculadas. Para a ligação do teto e do piso do túnel pode-se soldar a armadura à cortina de estacas-prancha. Prende-se a impermeabilização betuminosa do teto e do piso às chapas soldadas nas concavidades das estacas-prancha. Os fechos das cortinas de estacas-prancha, na zona em que estas servem de parede do túnel, são cobertos com uma solda corrida que oferece vedação absoluta.

8.1.2.3 Com abóbada auxiliar

Será focalizado a seguir um método construtivo que pode ser considerado uma evolução a partir do método de construção semi-aberto em direção ao método de construção subterrâneo. Entre as paredes-diafragma de ambos os lados executa-se pelo processo mineiro uma abóbada auxiliar que serve de abrigo para a execução dos trabalhos restantes sem precisar abrir a cava por cima. Êste método inicia-se pela execução das paredes-diafragma até a cota do nível superior da abóbada auxiliar. A parte restante das fendas acima desta cota será preenchida com pedra britada. Aproximadamente de 100 em 100 m abrem-se, em locais apropriados, poços de trabalho e de dragagem. A partir dêsses poços se procede à execução da abóbada auxiliar por meio de avanço com lâminas cortantes (F8.1.3.4) entre as paredes-diafragma e, em seguida, à escavação do túnel. Para o escoramento horizontal coloca-se uma série de escoras. Após a escavação até a cota inferior do piso do túnel aplica-se a impermeabilização e procede-se à concretagem definitiva do piso, das paredes e do teto (Fig. F47).
Êste método construtivo encerra tôdas as vantagens da construção com paredes-diafragma no tocante à segurança das edificações e contenção das águas. Acresce ainda que se reduz muito a área de trabalho necessaria nas vias públicas. A interrupção do trânsito terá ainda menor duração, por se evitarem a escavação e o reatêrro sôbre o túnel. Só serão necessárias obras de restauração da pavimentação nas áreas das paredes-diafragma e dos poços de trabalho, caso não se verifiquem recalques.

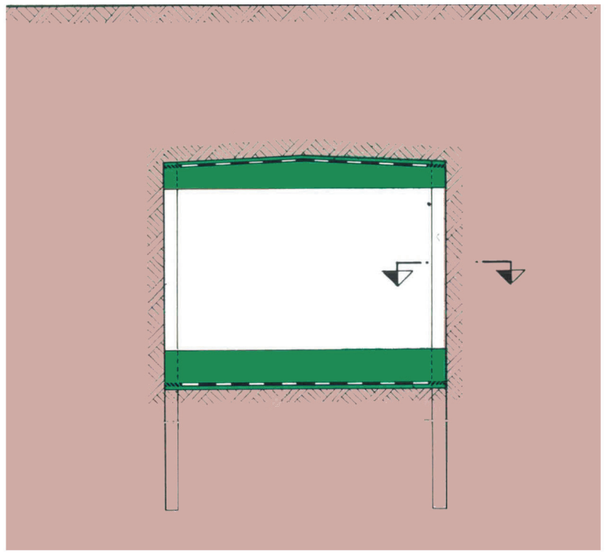
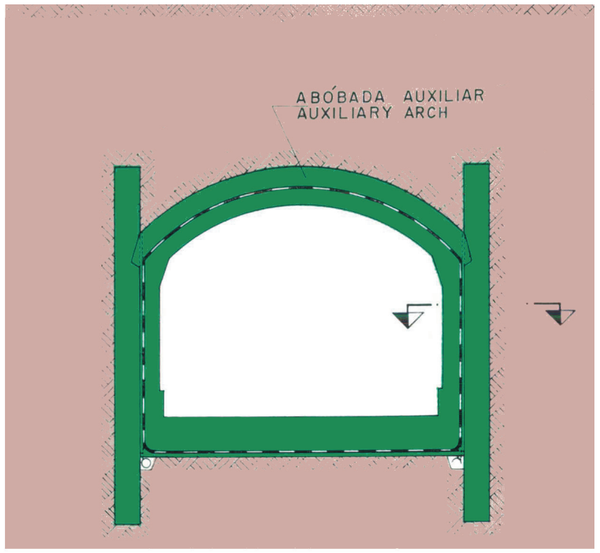


Fig. F46
Construção semi-aberta
Cortina de estacas-prancha

Condição essencial para a utilização dêste método é que as condições do solo e a profundidade ofereçam a possibilidade de se construir a abóbada auxiliar pelo método mineiro.
Não se pode evitar o remanejamento das rêdes de serviços públicos na área das paredes-diafragma. A execução da abóbada auxiliar é dispendiosa; a construção de um túnel dentro de outro requer uma elevada despesa com materiais. Êste método não traz vantagens financeiras, mas permite o restabelecimento do trânsito em certos trechos de vias públicas num espaço de tempo mínimo.



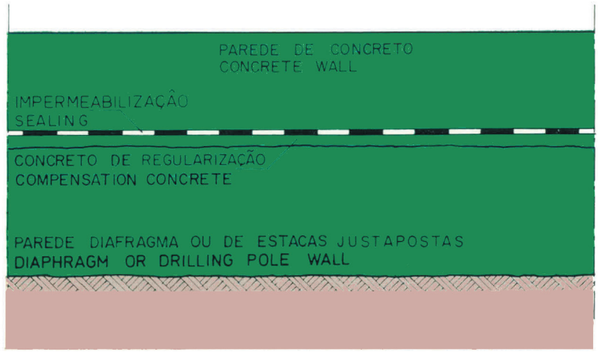


Fig. F47
Construção semi-aberta com abóbada auxiliar

8.1.3 Métodos de construção subterrâneos, particularmente em solo instável

8.1.3.1 Campo de aplicação dos métodos de construção subterrâneos

Em princípio todos os métodos de construção nos quais a cava é aberta desde a superfície do terreno só são econômicos e isentos de maiores dificuldades do ponto de vista técnico até uma certa profundidade. Além dêsse limite começa o domínio dos métodos de construção subterrâneos.
Confrontos de custos entre os métodos de construção subterrâneos e a céu aberto até agora demonstraram, em geral, a superioridade econômica dos métodos de construção a céu aberto até uma profundidade de 20 a 25 m. Nestes confrontos de custos foram incluídas as despesas ocasionadas pelo indispensável remanejamento das rêdes de serviços públicos, as travessias da cava para o trânsito e o escoramento de edificações, mas não foram incluídas as despesas de indenização pelos prejuízos causados ao comércio nas adjacências do local das obras, e os custos das interrupções do trânsito.
Considerando os aspectos acima citados, bem como o progresso técnico no setor de construção de túneis — aperfeiçoamento da técnica de cálculo e aproveitamento das pressões do solo, emprêgo de revestimentos elásticos, emprêgo de novos processos de escoramento das escavações (ancoragem na rocha; aplicação de concreto projetado), mecanização dos serviços de abertura do túnel (perfuradoras rolantes, máquinas carregadeiras, escoramento móvel e máquinas de avanço) — verificou-se um deslocamento tão grande no aspecto econômico em favor do método subterrâneo de construção de túneis, que hoje, pelo menos em certos casos, deve-se considerar como verdadeiras alternativas a construção a céu aberto e a construção subterrânea, mesmo em pequena profundidade relativa do túnel.
O método de construção subterrâneo como a única solução para a abertura de túneis para metrô com maior liberdade de traçado em áreas urbanas densamente edificadas, ou então para ligar bairros separados topogràficamente, coloca, em tais casos, as considerações econômicas em segundo plano.
Frequentemente também não se pode empregar o método de construção a céu aberto, apesar de outros aspectos vantajosos, porque a rua é tão estreita que não oferece, ao lado da cava, o espaço necessário para a instalação das rêdes de serviços públicos, nem para o tráfego dos veículos destinados à obra.
Enquanto nas cavas a céu aberto o tipo do solo influi principalmente no fechamento da cava, sofrendo a estrutura do túnel apenas a influência do empuxo lateral do solo, nos túneis executados em construção subterrânea, a estabilidade do solo adjacente é o fator decisivo para a adoção do método de construção e do tipo de escoramento provisório e de revestimento definitivo. Sob a denominação de solo subentendem-se tôdas as espécies de solo, desde a areia — fina, média ou grossa —, argila, marga, rocha esponjosa, rocha alterada, até a rocha sã. Por isso, distingue-se entre:

a) Avanço do túnel em solo estável

O avanço de um túnel de metrô em solo estável (granito, gnaisse, xistos, grauvaca, etc.) realiza-se sob a forma de escavação a seção plena, com as operações de perfuração, dinamitação e extração do material escavado. Não é necessário escoramento provisório; sob condições favoráveis o túnel pode mesmo permanecer sem revestimento algum.
Não há necessidade de entrar em pormenores sôbre êste sistema de avanço, visto que no Rio de Janeiro, com seus numerosos túneis rodoviários que atravessam rocha firme, se tem acumulado grande experiência.
Convém, entretanto, lembrar que os túneis de metrô se situam geralmente em maior profundidade que os túneis rodoviários, podendo por isso surgir problemas adicionais em razão do lençol freático.

b) Avanço do túnel em solo instável

No caso de rocha friável e fendida, fragmentada ou sem coesão, i. é, rocha alterada, é necessário proteger a escavação com um escoramento provisório, antes da aplicação do revestimento definitivo.

8.1.3.2 Métodos clássicos de construção em solo instável

Antigamente empregava-se em solo instável sòmente os conhecidos métodos clássicos de construção de túnel, onde a escavação é feita pelo avanço parcelado. Distinguem-se, porém, pela posição e tipo da galeria pilôto, pela sequência das operações na escavação, pelo tipo de escoramento e pela execução do revestimento.
O escoramento é feito de madeira ou de aço e pode obedecer a duas disposições fundamentais: encaibramento ou estaqueamento.
Quando o espaço interno do túnel é conquistado antes da execução do escoramento não haverá nenhuma dificuldade para esta execução. Em solo rochoso não compacto, mesmo quando só temporàriamente instável, ou em solo granular muito sôlto, como pedregulho, cascalho, areia, argila amolecida, deve-se, entretanto, empregar o processo de avanço com pranchas cravadas. Neste caso as pranchas destinadas ao apoio da abóbada

Construção de túnel em solo instável



e das superfícies laterais do túnel são primeiramente cravadas e sòmente depois, sob sua proteção, prossegue a escavação na frente de trabalho, acompanhada passo a passo por um escoramento denso (Fig. F48-item II).
A maneira de cravar as pranchas produz efeitos colaterais indesejáveis. As pranchas devem ser cravadas com uma inclinação mais pronunciada que aquelas que já se encontram fincadas. Sòmente depois de passar o penúltimo arco de escoramento as novas pranchas podem ser colocadas na posição definitiva, provocando sempre perdas de solo, que podem ter por consequência o aparecimento de recalques.

8.1.3.3 Método de Colônia

Êste e outros inconvenientes são evitados no avanço pelo método de Colônia (Fig. F48-item I) que emprega o mesmo sistema de escoramento de pranchas, porém substituindo a madeira das pranchas e dos arcos por aço. Graças à sua conformação adequada, as chapas penetram mais fàcilmente no solo virgem. Não precisa haver mudança de posição de pranchas, devido ao emprêgo de um arco auxiliar de escoramento provisório. Obedecendo-se a uma execução cuidadosa do trabalho pode-se evitar o inconveniente do método clássico de escoramento, como a perda de solo e suas consequências prejudiciais (recalque das edificações, quando da passagem sob elas). Em virtude da pequena espessura das chapas de aço, o vazio que se forma após a sua corrosão é insignificante e não influi na estabilidade das edificações.

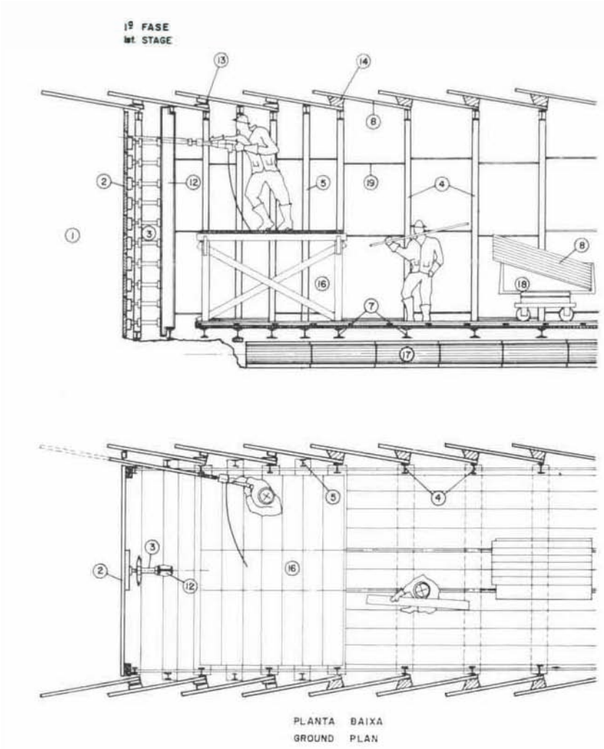
8.1.3.4 Avanço com lâminas cortantes

Um melhoramento sob o ponto de vista econômico é o avanço com lâminas cortantes (Fig. F48-item III) que, na sua função de escoramento móvel de aço, dispensa a conservação do escoramento provisório, necessário no avanço pelo método de Colônia, graças ao fato de o revestimento definitivo segui-lo imediatamente. Sôbre dois ou três arcos de escoramento de aço é impelido o conjunto de lâminas, constituído de chapas perfiladas com cêrca de 3 a 4 m de comprimento, unidas por meio de encaixe. Deve-se também providenciar para que o espaço que fica por trás das lâminas seja imediatamente tomado por argamassa ou areia. O enchimento insuficiente das fendas (muitas vêzes inevitável em solos granulares) ocasiona perdas de solo e consequentes recalques.

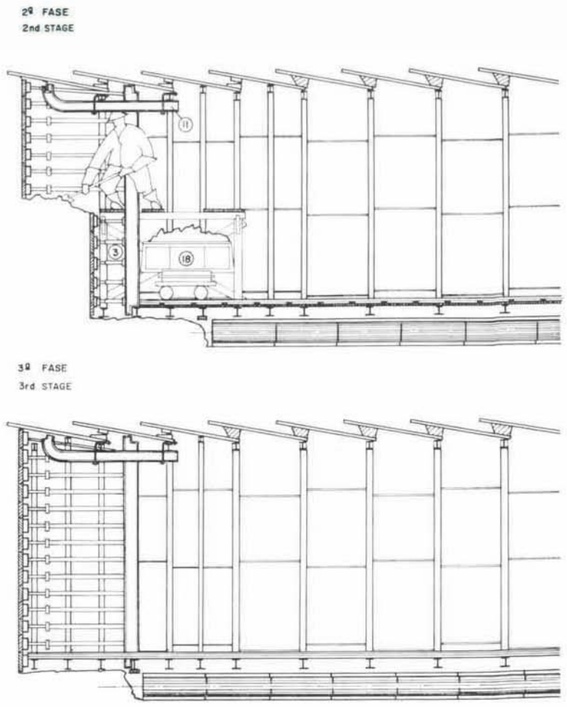
8.1.3.5 Revestimento nos métodos clássicos

O revestimento definitivo do túnel abrange, conforme a resistência à compressão do solo, todo o perímetro do túnel ou fica limitado apenas a alguns setores. Atual-

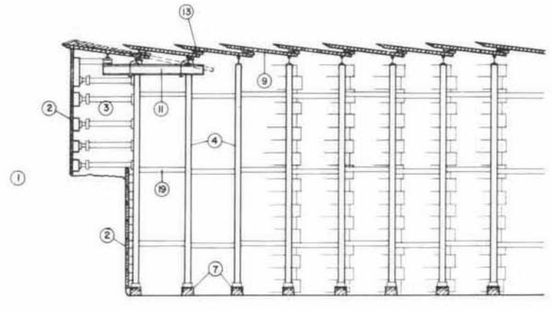
I. Avanço pelo método de Colônia



① Frente de trabalho
② Escoramento da frente
③ Macacos da frente
④ Arco de escoramento
⑤ Arco auxiliar
⑥ Arco para fôrmas
⑦ Viga inferior do arco
⑧ Chapas perfiladas metálicas
⑨ Pranchas de madeira
⑩ Facas de avanço
⑪ Apoio provisório do teto
⑫ Apoio dos macacos
⑬ Pranchas e cunhas
⑭ Concreto
⑮ Revestimento de concreto
⑯ Plataforma de trabalho
⑰ Drenagem
⑱ Carro de transporte
⑲ Espaçadores



II. Avanço com pranchas cravadas



III. Avanço com lâminas cortantes

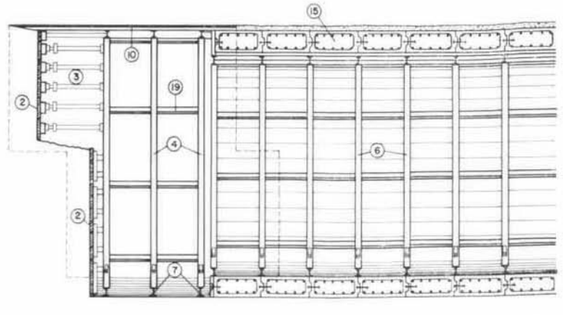


Fig. F48
Métodos de construção subterrâneos

Avanço com abóbada auxiliar, anéis de aço e concreto projetado



mente o material usado é quase que exclusivamente o concreto simples ou armado, não só porque êste material se amolda melhor às irregularidades da superfície da escavação, mas também porque requer uma escavação menor que a alvenaria, visto que possui resistência maior. Para aplicação do revestimento utilizam-se moldes e bombas para concreto transportados por carros. Como a retirada do escoramento antes da concretagem pode provocar movimentos indesejáveis no solo empregam-se hoje, na construção do escoramento, aço (método de construção com anéis) em vez de madeira, que, sem inconvenientes, pode permanecer no terreno.

Outro tipo moderno de escoramento e revestimento em rocha fragmentada consiste no emprêgo de uma ancoragem na rocha e de concreto projetado. Aqui não se distingue mais a sequência de operações que, até então, era claramente visível: escavação — escoramento — revestimento. Logo após a escavação aplicam-se, com auxílio de equipamentos para a execução de concreto projetado, finas camadas de concreto no teto e nas superfícies laterais do túnel, para efeito de escoramento. Aplicando outras camadas de concreto, eventualmente com armaduras de malhas de aço, pode-se executar o revestimento definitivo.
A ancoragem é feita por meio de barras cravadas no terreno até a profundidade conveniente, conseguindo-se assim a possibilidade de uma amarração punctiforme. No intuito de obter uma resistência distribuída por tôda a superfície, unem-se as extremidades dessas barras, conforme a granulometria do material a ser escorado, por meio de aços perfilados, cabos de aço ou malhas metálicas, que podem ser posteriormente revestidas por uma camada de concreto ou de material asfáltico impermeabilizante aplicada a jato. A consolidação por meio de jato de concreto deve ser feita imediatamente após a escavação.
Para que se produza uma ligação perfeita entre o solo e o revestimento, aplicam-se injeções de cimento no solo após a execução do revestimento. Essas injeções produzem uma ligação firme entre as partes do solo que se haviam desagregado e ao mesmo tempo estabelecem o desejado contato de fôrças entre essas partes e o revestimento.

A fim de facilitar a execução dos trabalhos, evitar recalques, simplificar o escoramento provisório e dispensar o emprêgo de ar comprimido, também se pode reforçar e impermeabilizar o solo por meio de produtos químicos ou empregar processos de congelamento, antes do início dos trabalhos subterrâneos.

8.1.3.6 Método de construção com escudo

O mencionado progresso na construção de túneis consiste na mecanização progressiva dos trabalhos.

O desenvolvimento conduz da mecanização parcial até a mecanização total das máquinas de escudo.

a) Princípio básico

Especialmente aplicável a escavações subterrâneas em solos coesivos ou não, o método de construção com escudo foi empregado pela primeira vez, com sucesso, em 1818, pelo engenheiro francês Brunel, na construção de um túnel sob o Rio Tâmisa em Londres, utilizando um tipo de escudo retangular. Êsse invento, que já apresentava características essenciais das máquinas modernas de escudo — couraça de chapa de aço, escorada e fechada, cauda do escudo sem escoramento, macacos de avanço — foi a origem do desenvolvimento no setor da mecanização.
O método de construção com escudo possui tôdas as características dos métodos tradicionais de construção de túneis: avanço com a escavação na frente de trabalho, extração e remoção do material escavado, escoramento do solo aberto e aplicação do revestimento. Enquanto nos processos convencionais os trabalhos se estendem por um largo trecho do túnel e, em parte, diferem muito no tocante ao tempo de execução, no avanço por meio de escudo todos os serviços importantes concentram-se em tôrno do escudo. Na frente, na borda cortante do escudo, executa-se a escavação do solo e o escoramento da frente de trabalho; atrás, sob a proteção da cauda do escudo, executa-se o revestimento com anéis pré-fabricados ("tuebbings"); imediatamente atrás do escudo estarão terminados os trabalhos principais necessários para o escoramento do solo. Atualmente o método de construção com escudo — exceto para trechos curtos — deslocou para segundo plano todos os demais métodos de construção de túneis em solo instável.

À guisa de esclarecimento das noções a seguir expostas, são fornecidas as características principais de um escudo não mecanizado, inclusive as operações de trabalho, mostrando um escudo (escudo manual) de construção simples (Fig. F49).
Serve como suporte contra o solo a couraça do escudo (1), uma construção de chapas de aço soldadas e reforçadas por meio de escoramento de aço (2). Na parte da frente encontra-se a borda cortante do escudo (3) e, na extremidade, a cauda (4), que encobre os últimos dois anéis de segmentos (5) de revestimento do túnel. Sob a proteção da cauda, os segmentos dos anéis são impelidos com auxílio do erector (6) acionado por fôrça hidráulica. Após a montagem de um anel faz-se penetrar o escudo no solo, até uma profundidade correspondente à largura de um anel, com o auxílio dos macacos de avanço (7) acionados também por fôrça hidráulica. Os macacos de escoramento (8), que suportam a frente de trabalho (9), recuam na mesma medida. Atrás do escudo desloca-se uma plataforma móvel (10) de onde são apertadas as uniões de rôsca dos segmentos e que conduz os aparelhos para enchimento por injeção (11) do espaço anelar (12) entre o solo e o anel de revestimento, deixado pela cauda do escudo durante o avanço.
O material escavado na frente de trabalho é depositado por uma pá carregadeira sôbre trilhos (13), em vagonetes (14) e transportado para o poço de extração.

b) Vantagens

Em relação aos demais métodos de construção de túneis, êste método de construção oferece as seguintes vantagens:
O escudo, constituído como escoramento móvel de uma unidade, é avançado mecânicamente em seu conjunto e proporciona um espaço livre interior para os ciclos de operações que se repetem contìnuamente, resultando em maior velocidade de avanço.
Os custos de materiais são reduzidos, porque o escoramento não permanece no solo.
Os riscos de recalque do terreno são diminuídos, visto que a couraça fechada do escudo substitui a estrutura múltipla dos outros sistemas de escoramento, evitando-se assim o desvantajoso deslocamento mútuo dos elementos. Não permanecem no solo materiais cuja corrosão possa provocar vazios. A totalidade das cargas sôbre o escudo distribuem-se pela maior superfície possível e com pressões sôbre o solo muito menores que nos demais métodos de construção de túneis.
A pressão do solo não é eliminada sòmente por pontos. Como o espaço anelar que se forma atrás da cauda do escudo é enchido imediatamente, é quase impossível a produção de vazios nessa área. Os recalques inevitáveis podem ser reduzidos a um mínimo, de maneira que não causem danos.

c) Influência sôbre o traçado

Não se pode tomar uma decisão favorável ao emprêgo do avanço com escudo sem primeiro considerar a sua influência retroativa sôbre as condições fundamentais do projeto. São muito amplas as consequências atinentes ao traçado, greide, conformação das estações, etc.

Em confronto com o método de construção a céu aberto, o traçado pode ser consideràvelmente mais livre. Os greides podem ser escolhidos pràticamente sem considerar as condições topográficas, nos limites dos declives admissíveis nos traçados ferroviários. Entretanto, se fôr possível, deve-se prever um recobrimento acima do teto do túnel, com altura igual ao diâmetro do escudo, a fim de reduzir o perigo de recalque. Na execução no lençol freático deve-se prever um recobrimento que evite o escapamento do ar comprimido.
Enquanto que no método de construção a céu aberto é possível abrir diretamente o túnel para duas vias, no avanço com escudo abre-se normalmente um túnel para cada via.
A razão está no perigo de recalque das edificações, que é maior nos casos de um tubo para duas vias. Seu diâmetro, a largura do espaço anelar e consequentemente o vazio que se forma atrás da cauda do escudo são maiores que nos túneis de uma via. Não obstante ser o espaço anelar fechado adequadamente logo após a passagem do escudo, é evidente que o perigo de recalque cresce com o diâmetro, sobretudo no caso de solo granular não coesivo, cuja tendência é soltar-se, e onde a duração do processo de enchimento também representa papel importante.
Acresce ainda que, no caso do tubo para duas vias, obtém-se, para uma mesma profundidade do nível do boleto do trilho, um recobrimento menor acima do teto do túnel. Isto tem o inconveniente de reduzir muito a distância entre o teto do túnel e as fundações das construções, nos trechos em que a linha passa sob edifícios. Ocorre ainda que, em virtude da menor altura da camada de recobrimento, a superfície do terreno estará sujeita a sofrer recalques mais acentuados.
A consequente necessidade de aprofundar o leito do túnel, além de ter desvantagens construtivas, exige, quando executado sob o nível freático, o emprêgo de ar comprimido a uma pressão mais alta.
Por causa das tensões que se produzem no solo durante o avanço, não é viável a construção de dois tubos com distância livre muito pequena entre si. O avanço do segundo tubo influi no revestimento já executado no primeiro, que, conforme as circunstâncias, pode sofrer alterações estáticas e deformações. Solos estáveis permitem, p. ex., uma distância menor que aquêles que requerem escoramento constante e, por conseguinte, uma fôrça de avanço maior face ao atrito mais elevado e

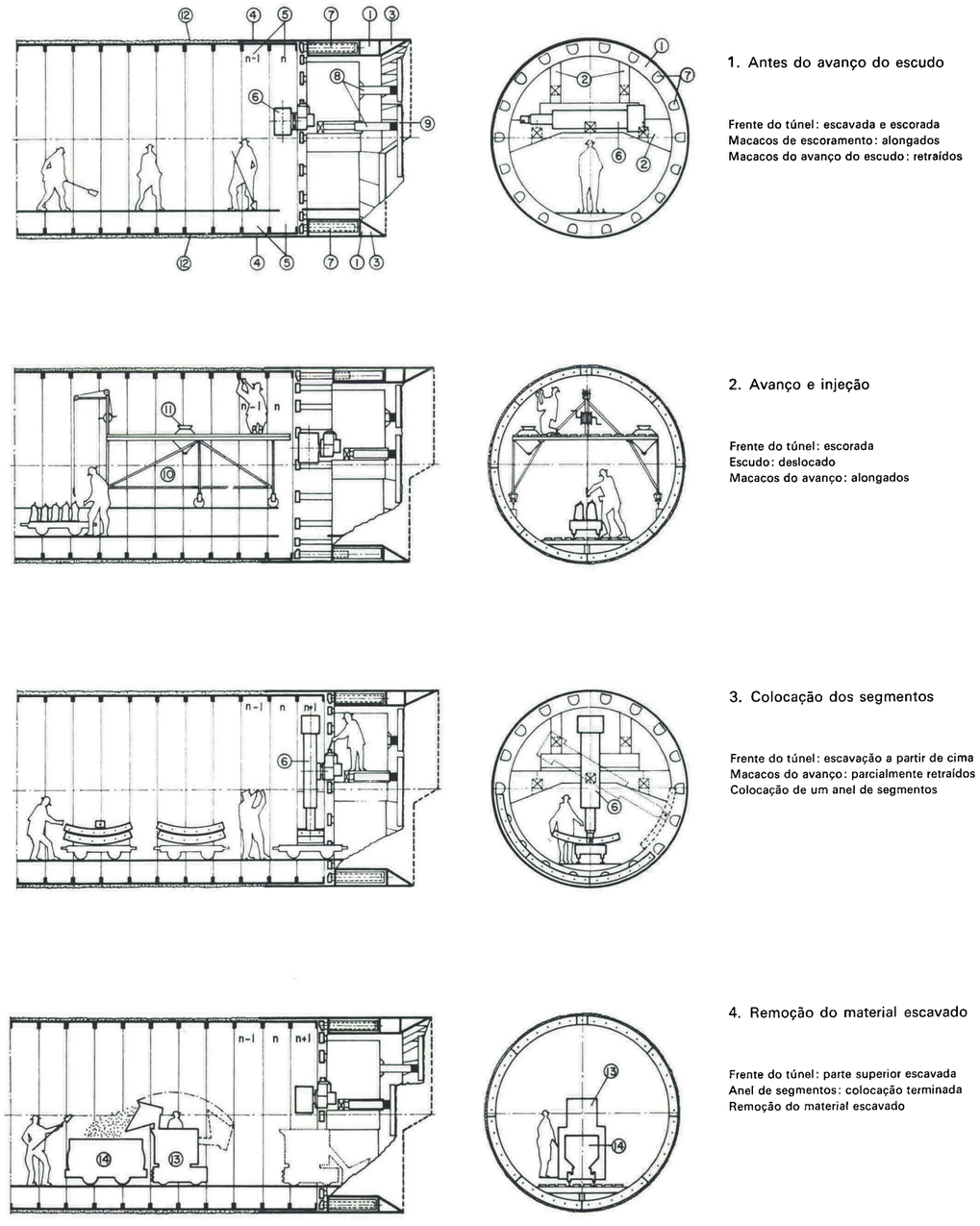


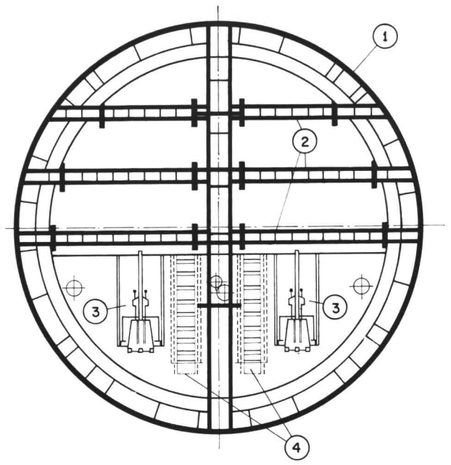
Fig. F49
Esquema de avanço com escudo manual

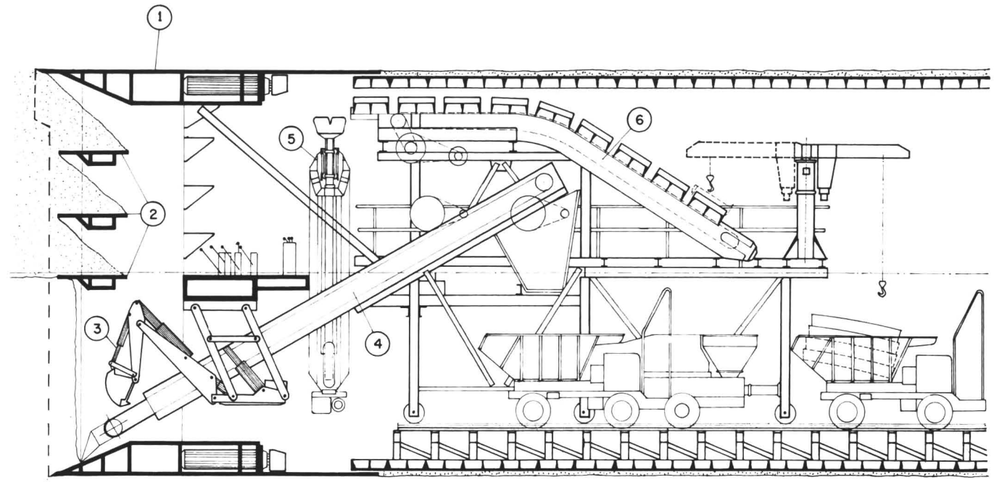
à resistência à penetração na borda cortante. De um modo geral recomenda-se não adotar uma distância livre menor que o diâmetro de cada tubo.
A distância necessária entre os tubos dos túneis de uma via exige que as estações sejam construídas com plataformas internas. A execução das estações por meio de avanço com escudo é complicada e em geral antieconômica. Os trechos curtos, o emprêgo de um segundo escudo para o tubo maior da estação e as complexas ligações transversais são alguns dos fatôres que, especialmente em pouca profundidade, convencem que é mais racional construir as estações pelo método a céu aberto.

d) Método de construção com escudo sob o lençol freático

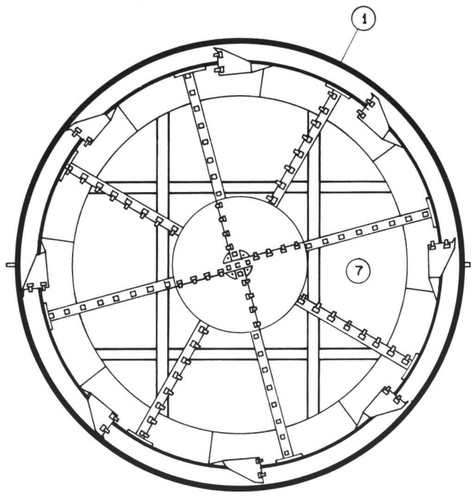
Uma vantagem essencial do avanço com escudo, em confronto com os demais métodos de construção de túneis, é que permite a execução sob o nível freático. Naturalmente isto exige medidas especiais e consequentes despesas para impedir a penetração da água no túnel, o que implica também em aumento dos riscos. Em princípio existem duas possibilidades: o avanço com nível freático rebaixado e o avanço sob ar comprimido. Pode-se também combinar êstes dois processos.
Em solos de drenagem extremamente difícil, e de acôrdo com as circunstâncias, será necessário, com o complemento do rebaixamento normal do lençol freático, efetuar o esgotamento por meio de ponteiras a vácuo introduzidas a partir do escudo. Como essas ponteiras acompanham o avanço, prejudicam a velocidade do mesmo, mas essa solução é mais econômica que a instalação adicional de poços a vácuo.
O avanço com rebaixamento do lençol freático deve ser preferido ao avanço com ar comprimido, porque as despesas são menores. Por outro lado, pode haver limites para o rebaixamento, devido ao tipo do solo adjacente. Um dos limites é determinado por solos de areia fina siltosa, ou solos constituídos de materiais impermeáveis; o outro, por saibros aquíferos.
Enquanto que êste último limite também é válido para o avanço com ar comprimido, devido à crescente demanda de ar, êste ainda pode ser aplicado quando não é mais possível extrair a água do solo, nem mesmo com auxílio de poço a vácuo, devido ao coeficiente de permeabilidade muito baixo. Ademais, o progresso com ar comprimido não é afetado por solos estratificados.
O ar comprimido desempenha no avanço com escudo o mesmo papel que na imersão de um caixão pneumático de fundação:

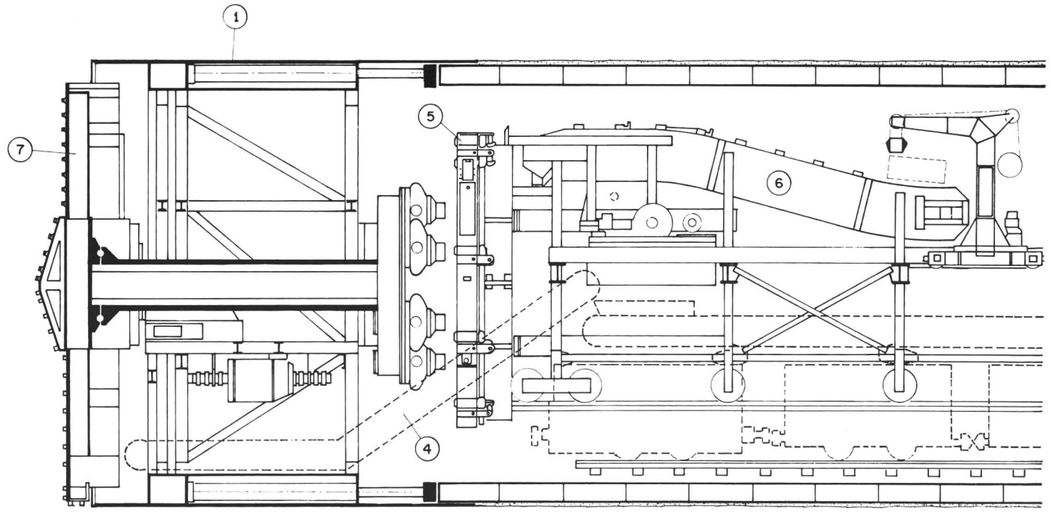
I Escudo parcialmente mecanizado





II Escudo totalmente mecanizado





1 Couraça do escudo
2 Plataforma
3 Draga hidráulica
4 Esteira transportadora para material escavado
5 Erector de aneis
6 Esteira transportadora para segmentos
7 Roda cortadora

Fig. F 50
Escudos parcial ou totalmente mecanizados

em ambos os casos a sua função é desalojar a água da câmara de trabalho que, no caso do escudo, avança em direção horizontal por meio de macacos hidráulicos, enquanto que no caso do caixão de ar comprimido se desloca verticalmente pelo pêso próprio e, quando necessário, pelo lastro adicional. A diferença fundamental consiste em que, no caso do caixão pneumático, a pressão do ar na ponta cortante deve corresponder à pressão da água nessa profundidade; no caso de escudo o ar exerce uma pressão uniforme, distribuída por tôda a altura do escudo, devendo equilibrar a pressão hidrostática que decresce linearmente de baixo para cima. Dêste modo, normalmente, produz-se na parte superior do túnel uma sobrepressão do ar, cujo valor depende da coluna hidrostática da pressão no escudo, do diâmetro do túnel e da permeabilidade das camadas do solo à água e ao ar, na frente de trabalho. Nos solos impermeáveis à água e ao ar não há dificuldades, mas nos solos permeáveis ao ar, em razão do inevitável escapamento de ar na parte superior da frente de trabalho, deve-se manter a pressão do ar em equilíbrio com a coluna hidrostática considerada necessária, por meio da adução contínua do ar comprimido. Outros pontos por onde o ar pode escapar são o espaço anelar entre a cauda do escudo e o tubo do túnel, as juntas entre os segmentos e a eclusa de entrada e saída do material e pessoal de serviço. As duas últimas causas não têm muita importância, porque as juntas podem ser vedadas provisòriamente com facilidade e é possível separar o fornecimento de ar comprimido da eclusa do túnel. Falhas no solo, a presença de perfurações anteriores ou de poços, rêdes de serviços públicos, como também uma altura de recobrimento insuficiente acima do túnel, podem provocar escapamentos repentinos de ar que ocasionam a entrada da água e desmoronamento do solo. Daí a razão porque convém manter a pressão do ar tão baixa quanto possível.

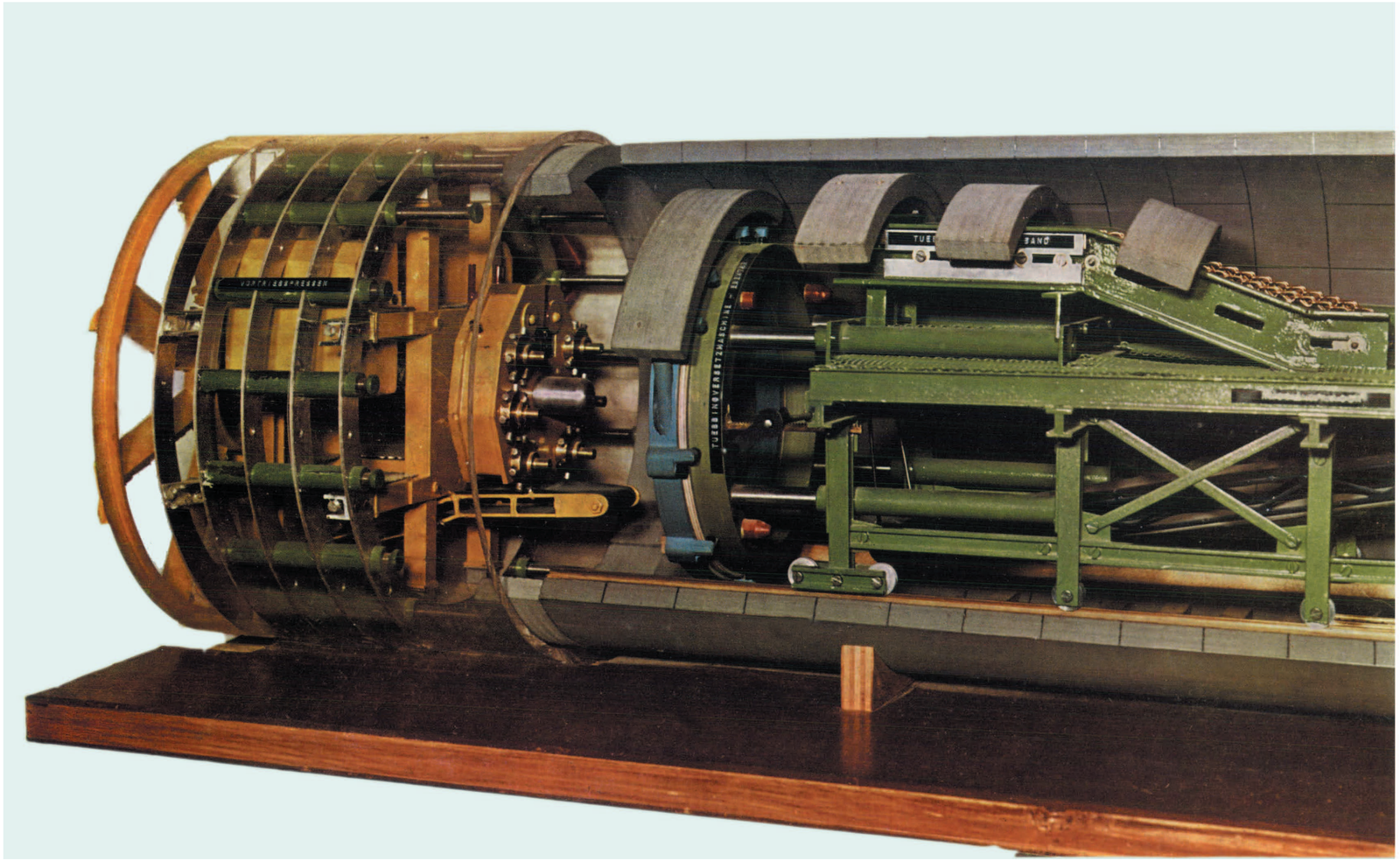
e) Causas e prevenção de recalques

As condições de recalques previsíveis do solo na superfície do terreno, cujas causas podem ser

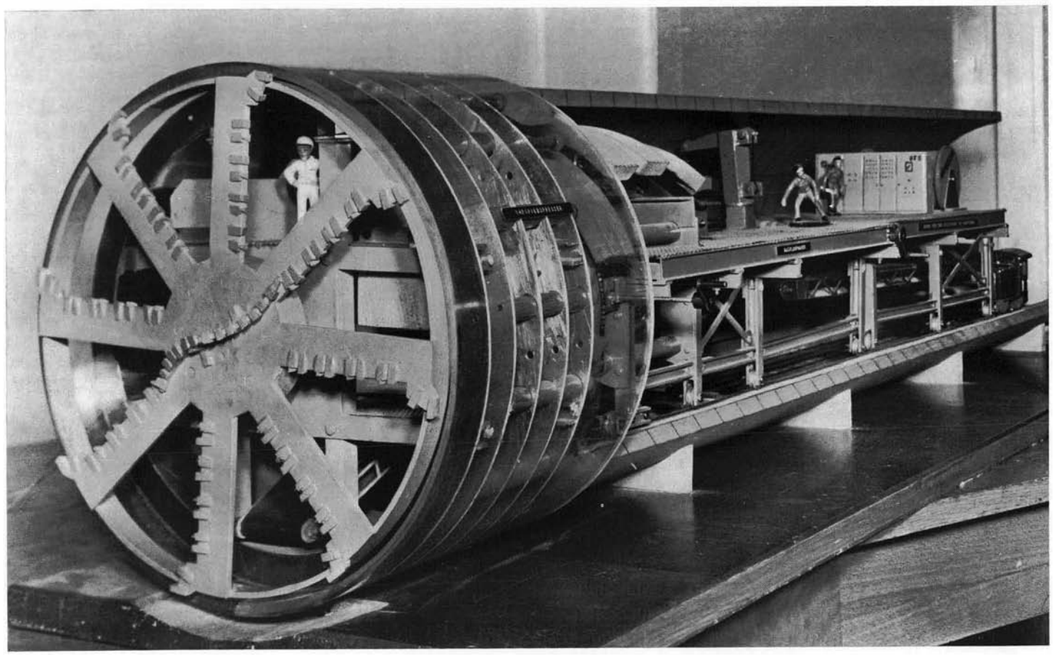
liberação de tensões e perdas do solo na frente de trabalho durante as escavações,
deformação dos segmentos após sua saída da cauda do escudo,
ruptura do solo no local do espaço anelar e enchimento insuficiente dêsse vazio,

representam papel decisivo na escolha do tipo e construção do escudo, do método de trabalho e do revestimento do túnel.
A parcela de cada uma das causas acima indicadas em relação ao recalque total do terreno é variável e depende do tipo do solo a ser perfurado, das

Modêlo de escudo com mecanização total



Modêlo de escudo com mecanização total



condições do lençol freático, do diâmetro do escudo e da velocidade de avanço. O que menos influi é a altura do recobrimento, visto que uma grande altura por si só não garante um avanço livre de recalques. Apenas melhora as condições, mediante a distribuição das perdas do solo por uma faixa mais larga da superfície do terreno. Para combater as diversas causas devem ser tomadas medidas apropriadas.
Conforme o caso, prepara-se cuidadosamente o escoramento da frente de trabalho. A fim de manter a compressão constante, mesmo durante o avanço do escudo, instalam-se dentro do escudo macacos hidráulicos entre o escoramento da frente de trabalho e os apoios daqueles. Em solos pouco coesivos a borda cortante do escudo deve estar sempre enterrada no solo inalterado, antecedendo a frente de trabalho, a fim de impedir o desmoronamento do solo não compreendido na seção do escudo. A escavação deve ser feita cuidadosamente por pessoal experimentado, a fim de que, apesar do escoramento da frente de trabalho, não se formem vazios adiante do mesmo.
Enquanto que a deformação do escudo não tem maior significação, a deformação do revestimento do túnel é muito importante. O anel circular de segmentos, montado na cauda do escudo, torna-se oval ao deixar o escudo em virtude da carga exterior; a relação entre os eixos dessa elipse depende da flexibilidade do revestimento e pode ser limitada por cuidadoso enchimento do espaço anelar. Rebaixamentos do tôpo da ordem de milímetros não podem ser evitados, mas podem ser compensados por um aumento adequado da altura.
Deve-se ter o máximo cuidado no completo enchimento do espaço anelar que se forma devido à diferença entre os diâmetros do escudo e do túnel, empregando argamassa de cimento misturada com cal ou bentonita. Se o solo a perfurar possuir coesão suficiente pode-se encher completamente o espaço vazio. Em solos não coesivos existe o perigo de recalques imediatos, pelo menos no tôpo do túnel. Nesses casos, quando se passar sob edificações deve-se recorrer à consolidação do solo. Entretanto, com o emprêgo de ar comprimido ou de rebaixamento do lençol freático consegue-se em geral estabilizar de tal maneira o solo que é possível contar com enchimento perfeito.
O enchimento total do espaço anelar é também necessário porque produz o apoio elástico do túnel no solo em todo o perímetro. Ademais, êsse enchimento impede a saída do ar entre a cauda do escudo e o revestimento do túnel, no caso do avanço com ar comprimido.

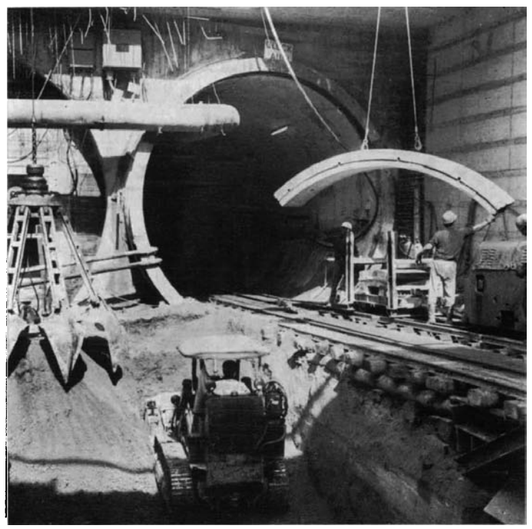
f) Categorias de escudos

A construção do escudo conforme o grau de mecanização classifica-se em três categorias: escudo manual, escudo parcialmente mecanizado e escudo inteiramente mecanizado (Fig. F49 e F50).

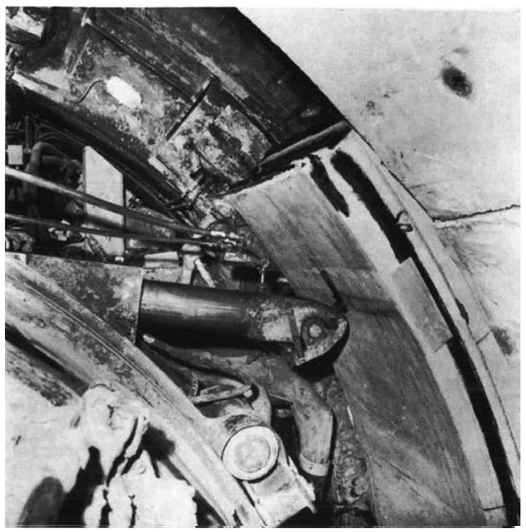
f1) O escudo manual aberto (Fig. F49) tem sido aprovado em inúmeras aplicações. Pode ser empregado pràticamente em todos os tipos de solo e estratificações de rocha alterada, mesmo quando apresentam matacões ou rocha na parte inferior da frente de trabalho. O escudo é leve, de construção simples e barata, e é pouco sujeito a perturbações. Por outro lado a mão-de-obra é elevada e o avanço moroso.
Para o escoramento da frente de trabalho foram elaborados dois sistemas. O sistema clássico consiste na montagem de plataformas horizontais afastadas, no plano vertical, de uma distância que permite trabalhar de pé entre uma e outra. Durante a escavação da frente de trabalho, que se processa de cima para baixo, as plataformas correspondentes avançam por meio de fôrça hidráulica e o escoramento da frente de trabalho, constituído de pranchões separados, é comprimido contra a frente de trabalho por meio de macacos hidraúlicos. Durante o avanço do escudo as plataformas permanecem paradas, dá-se tôda a compressão aos macacos da frente e, em seguida, deslocam-se os mesmos, mantendo a mesma compressão. Em cada etapa de trabalho a frente de trabalho permanece assim completamente escorada.
A capacidade dos macacos de avanço deve ser suficientemente grande para que o escudo possa penetrar a qualquer momento no solo virgem. Se o solo tiver que ser escavado na frente da borda cortante, podem aparecer recalques quando em solo granular.
O segundo sistema consiste em dividir a frente de trabalho por meio de uma retícula celular e dar ao solo a possibilidade de formar taludes livres no interior das células. Isto pressupõe solo granular. Assim dispensa-se o escoramento da frente de trabalho. O comprimento das plataformas depende do ângulo de talude natural do solo. O escudo é penetrado em tôda a sua totalidade no solo e, por isso, requer o emprêgo de macacos de avanço de grande capacidade. A desvantagem dêste processo é o represamento do solo diante da retícula, com a correspondente perturbação da estrutura do solo.

f2) O escudo parcialmente mecanizado (Fig. F50-item I) em nada difere do escudo manual no que diz respeito ao escoramento da frente de trabalho e demais instalações descritas. A diferença consiste apenas no fato de que parte das operações manuais é substituída por trabalho mecânico racional.
A mecanização parcial acelera o avanço com apenas um pequeno aumento da despesa. Conforme o caso, se o processo falhar devido à mudança das características do solo, o equipamento mecânico pode ser ràpidamente retirado ou substituído por outro mais adequado.

f3) A característica do escudo inteiramente mecanizado (Fig. F50-item II) consiste na substituição do tôdas as operações manuais pelo trabalho de máquinas. Nas máquinas atualmente utilizadas o solo é escavado na frente de trabalho por meio de discos fresadores ou desbastadores, rotativos ou oscilantes, elevado mecânicamente e transportado em esteiras rolantes ou caçambas. Os motores necessários para a tração são conduzidos no próprio escudo ou instalados em carros acoplados ao mesmo.



Transporte dos segmentos dos anéis (tuebbings")



Montagem dos "tuebbings" com erector

O escoramento da frente de trabalho, quando necessário, também aqui é problema importante, que apresenta características distintas. Enquanto o escudo manual se presta para o avanço em todos os tipos de solo instável e é capaz de vencer também camadas de rocha e matacões, o equipamento de escudo parcialmente mecanizado já depende, em larga escala, da constituição geo-hidrológica do subsolo. Esta condição torna-se ainda mais acentuada no caso do escudo inteiramente mecanizado. Daí provêm alguns malogros experimentados no emprêgo dêstes equipamentos. Solos homogêneos, os mais estáveis possíveis, mas também solos predominantemente arenosos, apesar de exigirem o escoramento da frente de trabalho, são os tipos nos quais as máquinas de avanço com escudo têm apresentado os melhores resultados.
Nos solos desta natureza podem ocorrer duas alternativas: solos coesivos e estáveis quase não necessitam escoramento, mas às vêzes são tão compactos que exigem grande esfôrço para a escavação; já em se tratando de solo arenoso, o escoramento da frente é fator decisivo, enquanto a escavação do solo é fácil. De acôrdo com estas alternativas, as máquinas modernas para avanço com escudo vêm equipadas com disco desbastador fechado por placas para escoramento, quando são destinadas a trabalhar em solo arenoso, e com aparelho de cortar aberto, para argila ou marga estáveis. Entretanto, ambas as construções permitem o acesso à frente de trabalho tôda vez que surja um impedimento qualquer. Um escudo destinado a solos mistos estratificados deve possuir ambas as capacidades, i. é, de escavar e de escorar.

g) Revestimento no método de construção com escudo

O revestimento de túneis executados com escudo é feito por meio de peças pré-fabricadas ("tuebbings") constituindo os segmentos de anéis. Conforme o número de segmentos mantido no anel, o material empregado e a resistência do meio de ligação nas juntas, forma-se um revestimento desde rígido-elástico até elástico-plástico. Os materiais empregados são ferro fundido, aço ou concreto armado. O meio de ligação empregado é, em geral, parafuso com porcas.
Na montagem dos segmentos que formam o anel produzem-se juntas longitudinais na dimensão menor dos segmentos e na montagem dos anéis sucessivos produzem-se juntas anelares na dimensão maior dos segmentos. No processo de avanço de túneis sob o lençol freático, a vedação dessas juntas é um problema muito importante, quer na fase de projeto, quer na de construção. Para tanto o acabamento cuidadoso das faces de contato dos segmentos é condição primordial e garante uma vedação ampla desde o momento em que se montam os segmentos sob a proteção da cauda do escudo. Além desta vedação, após a passagem do escudo, as juntas são vedadas com chumbo ou material de origem betuminosa, material sintético ou cimento expansível. Em consequência da deformação dos anéis pelo esfôrço exercido externamente pela sobrecarga após a saída do escudo, por recalques diferenciais ao longo do túnel, pelas variações da temperatura e pela retirada da compressão do ar no caso do avanço com ar comprimido, podem apresentar-se falhas de vedação que requerem a revisão da vedação das juntas. A vedação do túnel contra infiltração de água pode ser melhorada mediante a injeção de cimento com adicionamento de material vedante ou bentonita no espaço anelar e no solo adjacente. Esta operação é feita pela abertura para injeção a ser prevista em cada segmento.

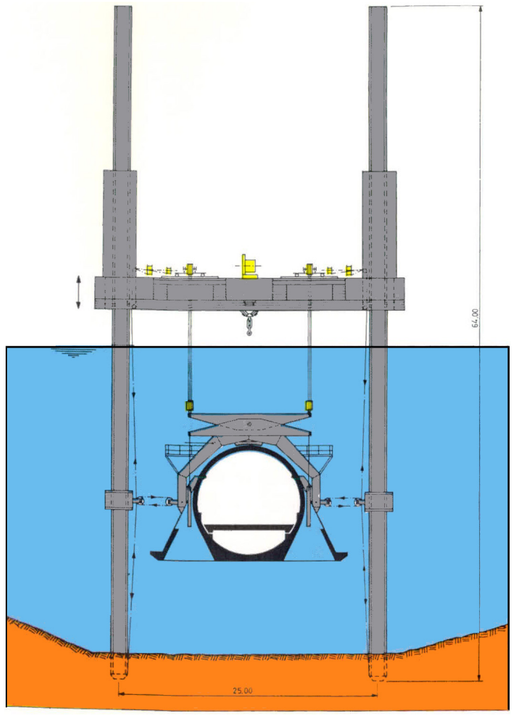
8.1.4 Métodos de construção especiais

8.1.4.1 Método de flutuação

Em geral a cava a céu aberto para metrô é escavada a sêco e a estrutura é construída dentro da cava. Entretanto, conforme já foi mencionado, a cava pode ser escavada debaixo d'água com o auxílio de equipamento apropriado. Elementos isolados do túnel, pré-fabricados em local de livre escolha, podem então ser postos a flutuar, sendo submersos no lugar definitivo e ligados entre si (p. ex. o metrô de Rotterdam).
Êste processo de flutuação é vantajoso quando não podem ser empregados os métodos usuais de contenção das águas.
É necessário não existirem canalizações profundas no local; a mudança das rêdes de serviços públicos não pode ser evitada.

8.1.4.2 Caixões pneumáticos

Os elementos isolados empregados no método de flutuação também são utilizados no método de construção com caixões pneumáticos. Prevalecem as mesmas considerações feitas a respeito das rêdes de serviços públicos e outras canalizações subterrâneas.
Caixões pneumáticos de concreto armado são concretados "in situ", na superfície do terreno e submersos quando há águas subterrâneas, utilizando-se ar comprimido. Os elementos isolados são submersos à distância de cêrca de 1 m, sendo os espaços intermediários fechados posteriormente. Em cada um dêsses espaços constroi-se um piso de concreto submerso cercado por uma cortina de estacas-prancha que,



Submersão com auxílio de uma plataforma flutuante

ateralmente, tenha sido prèviamente embutida nos caixões pneumáticos. É dentro desta construção que se executa a seção definitiva. A água que se infiltra durante a operação deve ser contìnuamente esgotada com auxílio de bombas. Os caixões serão providos de anteparos nas extremidades, voltados um para outro. No intuito de impedir recalques do solo provenientes da submersão do caixão e consequentemente evitar efeitos prejudiciais em edificações vizinhas, enche-se com bentonita a fenda provocada pelo ressalto de corte.
A desagregação do solo que fica, apesar de tudo, é prejudicial, mas muito mais inconveniente é o fato de ficar o trecho da via pública correspondente completamente impedido para o trânsito, desde o início das obras atéo restabelecimento da pavimentação.

8.2 **Contenção das águas**

Encontrando-se o túnel do metrô no lençol freático, torna-se necessário manter a cava livre d'água, a não ser que os elementos construtivos sejam submersos no subsolo aquífero (método de flutuação) ou que a água seja desalojada por ar comprimido.

Secar o solo e mantê-lo sêco pode ser obtido por um processo de esgotamento d'água, i. é, pelo bombeamento da água existente e afluente (esgotamento em aberto) ou pelo rebaixamento do lençol freático natural (método de rebaixamento do lençol freático), assim como pelo vedação lateral da cava e impermeabilização artificial do fundo, se não houver camada natural suficientemente impermeável.

8.2.1 Contenção das águas por vedação

Na contenção das águas por vedação podem ser usadas cortinas de estacas-prancha, paredes-diafragma e de estacas justapostas, além do concreto submerso, bem como a consolidação do solo por meios químicos. As impermeabilizações naturais e artificiais devem ser capazes de absorver a pressão da água. Quando a vedação do fundo da cava está sob pressão artesiana mais elevada é necessário que esta seja reduzida abaixo da camada impermeável por meio de instalações para esgotamento d'água. Estas instalações são ainda necessárias quando a vedação lateral não pode conter o afluxo das águas, mas sòmente reduzi-lo. Os meios impermeabilizantes laterais devem unir-se à vedação do fundo da cava; caso contrário o efeito da vedação fica bastante limitado. Êste método de vedação da cava, sem rebaixamento do lençol freático, deve ser empregado quando o processo de rebaixamento do lençol freático em solos de características desfavoráveis puder provocar recalques prejudiciais nas construções vizinhas. Êle é útil quando são encontradas, a pequena profundidade, camadas impermeáveis naturais que possam ser aproveitadas na vedação.

8.2.2 Esgotamento d'água

Todos os processos de esgotamento d'água têm o objetivo comum de produzir, por medidas técnicas adequadas, um lençol freático artificial mais baixo que o lençol freático natural fora da cava, a fim de possibilitar os trabalhos em cava sêca. Isto se realiza através do esgotamento d'água em aberto, onde, simultâneamente com a escavação, são eliminadas as águas que se infiltram pelas paredes laterais e pelo fundo, ou por um processo de rebaixamento do lençol freático, pelo qual se evita a entrada das águas na cava mediante o bombeamento através de poços filtrantes que envolvem a cava e descem até abaixo do fundo.

8.2.2.1 Esgotamento d'água em aberto

No caso de esgotamento d'água em aberto a água afluente é captada por um sistema de valas e conduzida para poços de bombas e bombeada para fora. Para cada nôvo nível de escavação é necessário antes aprofundar o sistema de esgotamento d'água, para evitar um amolecimento do fundo da cava.
O esgotamento em aberto pode ser empregado em todos os lugares onde o solo está tão fortemente consolidado que o fluxo das águas subterrâneas produzido não altera a estrutura do solo e não afeta a estabilidade das paredes e do fundo da escavação. Por isso é particularmente indicado em terrenos rochosos fendilhados e fissurados bem como em camadas de solo muito coesivo ou em solos de saibro granular. Em solos arenosos e naqueles sem coesão, sua aplicabilidade depende do volume de água afluente. Nesses casos o processo geralmente é adequado apenas para cavas de pouca profundidade, com taludes pouco íngremes, ou circundadas por paredes de estacas-prancha, as quais aumentam o caminho de percolação, impedindo assim a desagregação e o amolecimento do fundo da cava. Em caso algum deve o esgotamento d'água em aberto ser aplicado se, em solos arenosos e saibrosos, o inevitável carreamento de partículas do solo pela água puser em perigo a estabilidade das construções vizinhas, ou se o fundo da cava não puder ser mantido bastante sêco para aplicação da impermeabilização betuminosa.
A profundidade máxima alcançada pelo rebaixamento do nível d'água por esgotamento em aberto é, em geral, de um metro.

8.2.2.2 Rebaixamento do lençol d'água

O rebaixamento do lençol freático com emprêgo de poços filtrantes é adequado quando um esgotamento d'água em aberto puder causar danos ou quando o método de vedação da cava não fôr possível por motivos técnicos ou se tornar anti-econômico. O seu campo de aplicação é condicionado por dois casos limites: o primeiro surge quando a curva de rebaixamento em solo coesivo se tornar muito inclinada devido à sua baixa permeabilidade; o outro caso ocorre em solos saibrosos, nos quais, devido à sua alta permeabilidade, se obtêm curvas de rebaixamento pouco inclinadas. Nos dois casos a distância entre os poços de filtragem fica muito pequena e se torna anti-econômica.

Em areias e saibros com um coeficiente de permeabilidade de $K = 10^{-1}$ a 10^{-4} m/s as águas do subsolo fluem naturalmente, sob ação da gravidade, para os poços (instalações de rebaixamento por gravidade).

As areias finas e siltes grossos mantêm a água por capilaridade. Para sua drenagem, a atração molecular das partículas do solo sôbre a água deve ser vencida por subpressão do solo (instalações a vácuo). Instalações a vácuo são aconselháveis quando se tratar de coeficientes de permeabilidade entre 10^{-4} e 10^{-7} até 10^{-8} m/s.

Silte fino com pequena fração de argila, ou silte grosso com maiores quantidades de argila, não podem ser drenados perfeitamente por instalações a vácuo. Em tais solos, com coeficientes de permeabilidade entre $K = 10^{-8}$ e $K = 10^{-10}$ m/s, a drenagem terá que ser realizada por eletro-osmose, quando não fôr possível mudar para outros métodos de construção. A escolha do respectivo processo de esgotamento d'água deveria ser feita por especialistas após testes de rebaixamento.

8.2.2.3 Instalações de rebaixamento por gravidade

Nas instalações de rebaixamento por gravidade a água do subsolo é recolhida em poços tubulares com filtros de fenda ou cascalho e bombeada para fora.
O diâmetro dos poços é de 50 a 90 cm, conforme a permeabilidade do solo e a profundidade visada no rebaixamento. Dependendo do volume d'água a esgotar e da consequente capacidade de bombeamento, os poços são distanciados de 10 até 50 m, e se possível, externamente e ao longo da cava. Para as construções normais de metrô são utilizadas instalações de poços profundos, cuja profundidade é pràticamente ilimitada, pelo emprêgo de bombas submersas ligadas a tubulações de pressão.

Instalações de poços rasos com tubos de sucção têm sòmente uma altura útil de rebaixamento de cêrca de 4 m, devido à pequena altura de sucção das bombas; o emprego de estágios raramente será possível face à

limitação de espaço na construção de um metrô, além de outras desvantagens. Mais frequentemente são usadas instalações de poços horizontais dentro da cava, utilizando-se linhas de tubos de 15 a 40 cm de diâmetro, com fendas, envolvidos por cascalho filtrante, situados aproximadamente a 0,5 m abaixo do nível para o qual se deseja rebaixar a água. Êles deságuam em poços de bombeamento aparelhados com bombas centrífugas.

8.2.2.4 Instalações a vácuo

Poços rasos, com poços punctiformes de diâmetro muito pequeno (instalações tipo "wellpoint") são entretanto utilizados para instalações a vácuo. Estrutura, operação e elementos construtivos das instalações a vácuo são pràticamente iguais às instalações de esgotamento d'água já descritas. Ponteiras com comprimento máximo de 7 m e diâmetros de 4 a 5 cm — nos poços tubulares de 10 cm são necessárias instalações especiais para produzir subpressão — construídas como filtros nos 1 a 2 m inferiores, são introduzidas no solo mediante jato d'água e ligadas a uma tubulação coletora geral, na qual é então instalado o conjunto de bombeamento com a tubulação de pressão. A altura do rebaixamento ultrapassa 4 m, mas atinge apenas 6 m, pois nestas instalações as perdas de vácuo são inevitáveis. Devido à pequena capacidade de vazão dêsses poços, a distância entre êles é sòmente de 1 a 2 m. São também utilizados poços a vácuo profundos, nos quais a subpressão é mantida estável por meio de bombas submersas ligadas no circuito, resultando que a altura de rebaixamento é ilimitada. Os furos dêsses poços devem ser cuidadosamente impermeabilizados com argila ou com bentonita abaixo e acima da superfície filtrante determinada.

8.2.2.5 Processo por eletro-osmose

A drenagem por eletro-osmose se baseia no fato de que nos solos argilosos de granulometria fina a água dos poros em um campo elétrico caminha do eletrodo positivo para o negativo. Entre cada dois poços filtrantes dispostos em fila e agindo como catodos (poços rasos ou profundos) são enterrados, na mesma profundidade dos poços, vergalhões de aço com cêrca de 25 mm de diâmetro, agindo como anodos.
Tanto a drenagem a vácuo como a drenagem por eletro-osmose aumentam sensìvelmente a estabilidade do solo drenado.

8.2.2.6 Conjugação de processos de contenção das águas

Em solos heterogêneos e estratificados êstes processos são muitas vêzes conjugados. Quando se tem, p. ex., diversos lençóis fréaticos em camadas superpostas, frequentemente não se consegue eliminar totalmente a água acima das camadas impermeáveis sòmente por meio de poços profundos. Caso isto aconteça a água poderá ser esgotada em aberto. Entretanto é também possível captar a água mediante ponteiras a vácuo ou filtros enterrados atrás das paredes da cava.
O mais conveniente, porém, em tais situações, é ligar os diversos lençóis freáticos superpostos através de drenos verticais de areia. O carreamento de partículas de solo pode ser evitado por poços punctiformes operados como instalações a vácuo, introduzidos horizontal ou inclinadamente nas camadas em questão.

8.2.2.7 Perigos do rebaixamento do lençol freático

Um rebaixamento do lençol freático, pelas modificações nos pesos e pressões no solo (desaparecimento do empuxo vertical), pode conduzir a compressões de camadas do solo. Por isso o seu emprêgo, no caso de existirem fundações, está na dependência dos efeitos previsíveis sôbre estas. Em areias e saibros puros surgem apenas pequenos recalques geralmente uniformes. Camadas coesivas situadas em solos permeáveis, pelo contrário, têm como consequências recalques grandes e, nos casos de solos de constituição desfavorável, também diferenciais sôbre fundações rasas, ou atritos negativos nas fundações com estacas. Um rebaixamento do lençol freático pode eventualmente não ser aplicável nestas circunstâncias.

O alcance das influências de um rebaixamento do lençol freático pode ser limitado pela introdução de cortinas impermeabilizadas — p. ex., fendas de 5 cm de espessura preenchidas de bentonita — entre a fundação ameaçada e o centro dos cones de rebaixamento. Pode-se adicionar água através da superfície, a fim de tornar o cone de rebaixamento mais íngreme e reduzir assim o alcance da influência. Estas medidas são, entretanto, de execução difícil e muito dispendiosas, de modo que a elas só pode ser atribuído sentido prático.

8.3 **Estabilização do solo**

A estabilização do solo na construção de metrôs tem as seguintes finalidades:
facilitar a contenção das águas (mediante o aumento da impermeabilidade do solo),
estabilizar o solo alterado que circunda o túnel ou a cava de construção (mediante a elevação da sua resistência à ruptura),
facilitar o escoramento de fundações das edificações vizinhas.
Na prática dois processos de estabilização ressaltam em primeiro plano, consideradas as condições adequadas do solo, a saber:
Congelamento e injeção de materiais apropriados.
O processo de congelamento só se presta naturalmente para medidas por tempo limitado, ou seja, para estágios de construção.
O efeito do processo de injeção, entretanto, mantém-se também após o estágio de construção; por isso as injeções são também aplicadas como medidas de efeito permanente.

8.3.1 Processo de congelamento

O congelamento naturalmente só é possível em solos úmidos. Seu efeito poderá ser limitado, de forma mais ou menos intensa, por águas subterrâneas correntes ou salinas. Caso o congelamento deva ser executado nas proximidades de construções sujeitas a recalques, os movimentos do solo em função do congelamento deverão ser levados em consideração. Êste processo, ao contrário da estabilização por meio de injeções, tem a vantagem de ter aplicação possível, com ótimos resultados, também em solos aquíferos de areia muito fina ou de siltes.
Em virtude do grande dispêndio de equipamento e energia elétrica, o congelamento constitui um processo relativamente caro, sendo por isso raramente adotado.

8.3.2 Processo de injeções

O processo de injeções no solo é mais econômico e tem maior capacidade de adaptação que o congelamento, sendo aplicável em solos desde secos até saturados. É condição prévia para o seu emprêgo uma certa permeabilidade do solo que possibilite a penetração do elemento a ser injetado. A existência de materiais que se situam na escala granulométrica dentro da zona das argilas ($<$0,002 mm) elimina, geralmente, a possibilidade de adoção do método de injeções. Conforme a finalidade do tratamento do solo (impermeabilização ou estabilização), a natureza do terreno e as condições da água subterrânea, faz-se uso de soluções químicas, de sílica-gel, de cola ou de argamassa de cimento como elementos de injeção.
A Fig. F51 mostra, em suas ilustrações 1 a 6, algumas possibilidades de aplicação de métodos de estabilização do solo na construção de metrôs.

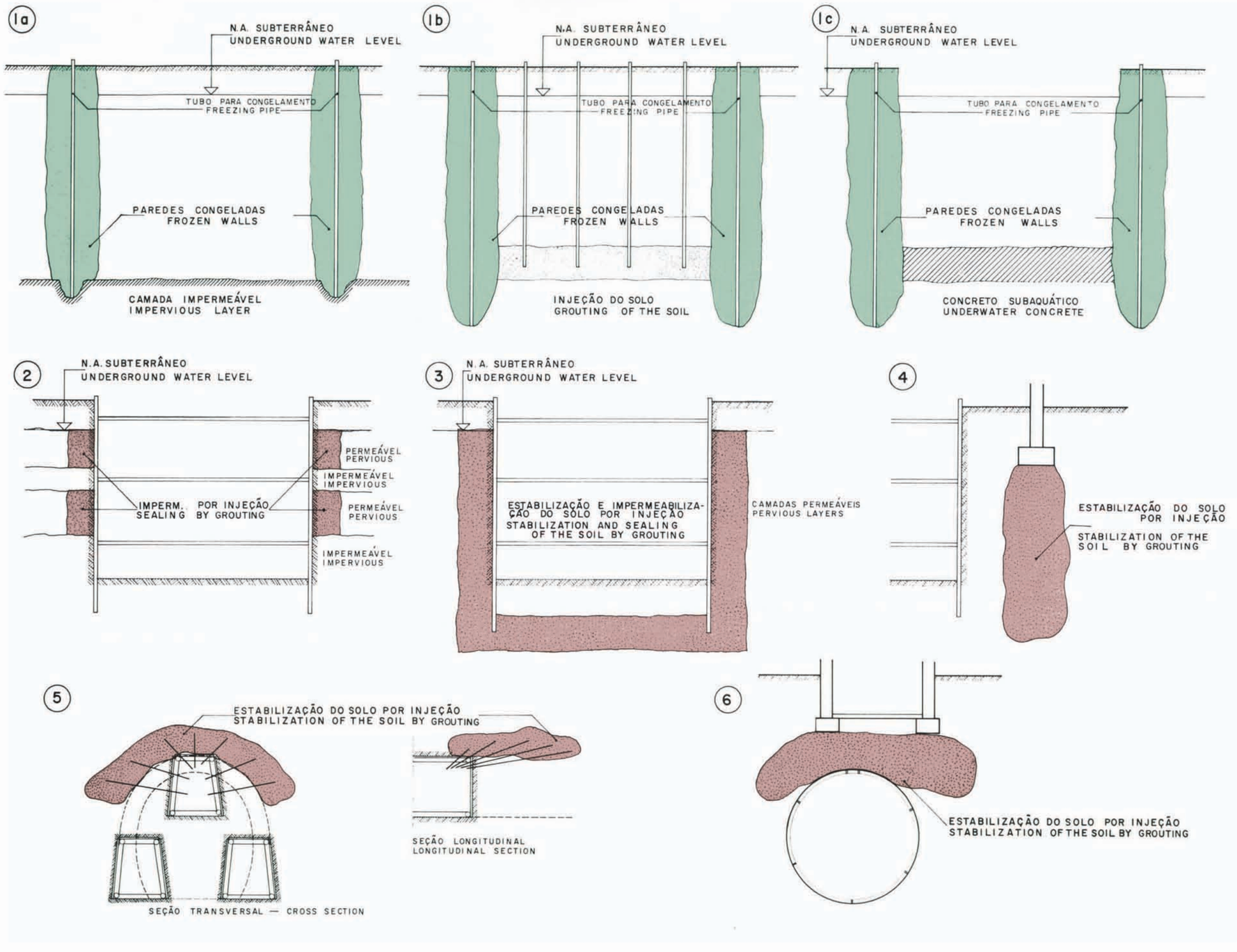
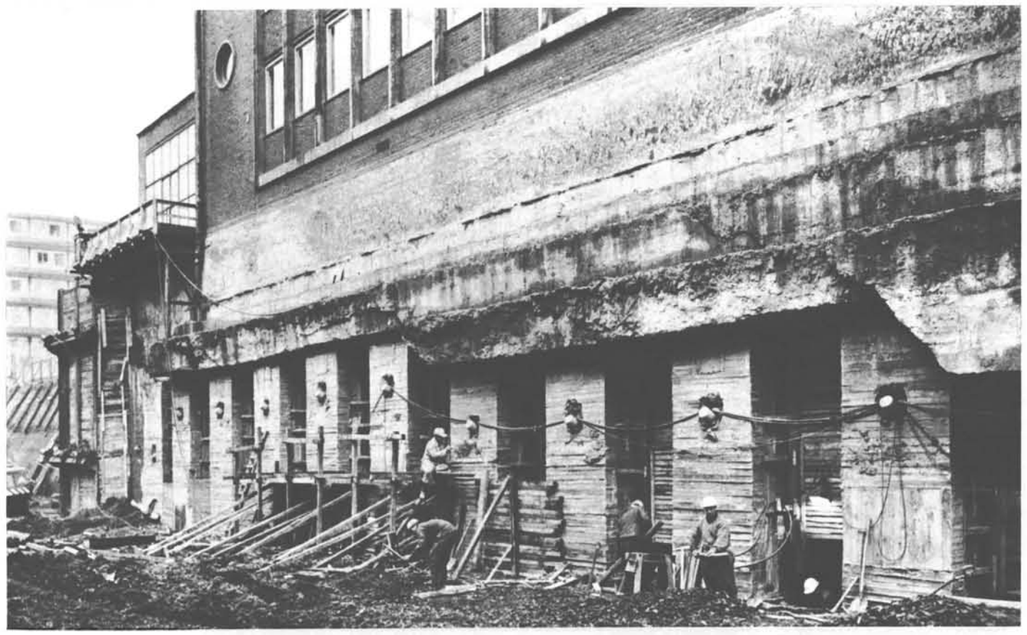


Fig. F51
Estabilização do solo

8.4 **Medidas de segurança para edificações adjacentes ao traçado**

As diversas exigências para o traçado de um metrô trazem como consequência a necessidade de serem executados certos trechos das obras subterrâneas imediatamente junto a prédios, e às vêzes parcial ou totalmente sob os mesmos (Fig. F 52). Mesmo com utilização do método mineiro de construção, que geralmente é feito a maior profundidade, nem sempre se consegue manter uma distância que não ofereça perigo para as edificações. A construção do túnel deve ser então realizada de tal forma que as edificações não sofram recalques, ou que êstes não causem danos às edificações. Fundações rasas são nesses casos mais sensíveis do que fundações de estacas. No caso de fundações rasas pode ser esperada uma influência prejudicial à edificação sempre que se verificam modificações no campo da tensão elástica da fundação, seja por deformação da parede da cava, seja em virtude de acomodações devidas à formação de vazios. Edificações sôbre estacas, ao contrário, sofrem danos só quando houver deformações plásticas do solo, já que fundações de estacas não ocasionam tensões adicionais na área de influência da parede da cava (Fig. F 53). Com pequenas cargas nas fundações é suficiente que sejam pré-tensionadas as escoras horizontais das paredes de perfis e pranchões ou suas ancoragens posteriores. No caso de construções com grande possibilidade de recalques e cargas elevadas deve-se optar por uma parede de escoramento rígida. Do contrário, as cargas das fundações existentes terão que ser transferidas para o solo abaixo da zona ameaçada de perturbações.
O mais fácil é o aprofundamento das fundações até abaixo do fundo da cava ou, pelo menos, até abaixo da superfície de deslizamento atrás da parede da cava.
Entre as fundações existentes e as estacas de sustentação podem ser colocadas prensas blindadas, que servem para o pré-carregamento das estacas de sustentação correspondente às suas futuras cargas (Fig. F 54). Completando a operação, os vazios são injetados com nata de cimento.

Escoramento de edificação adjacente à cava



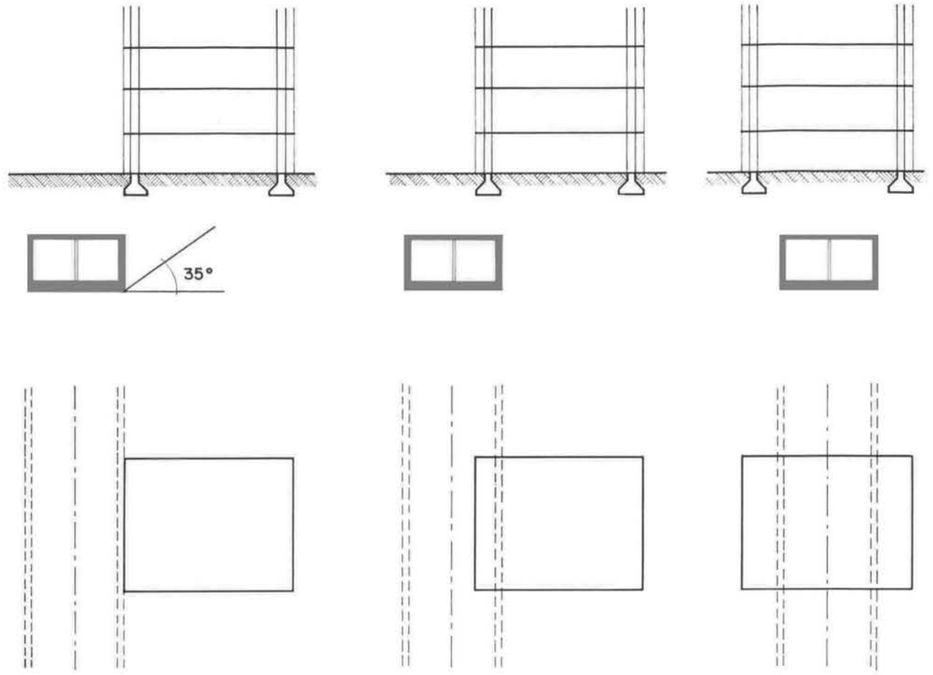
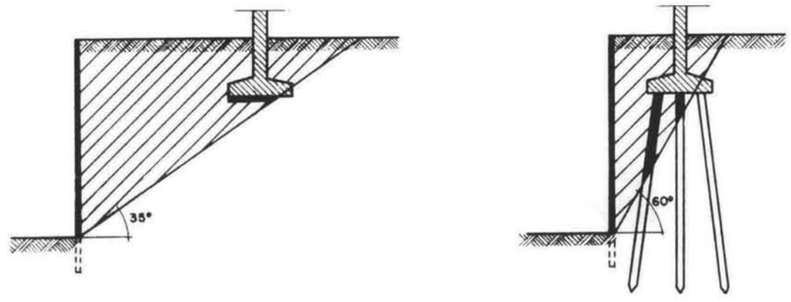
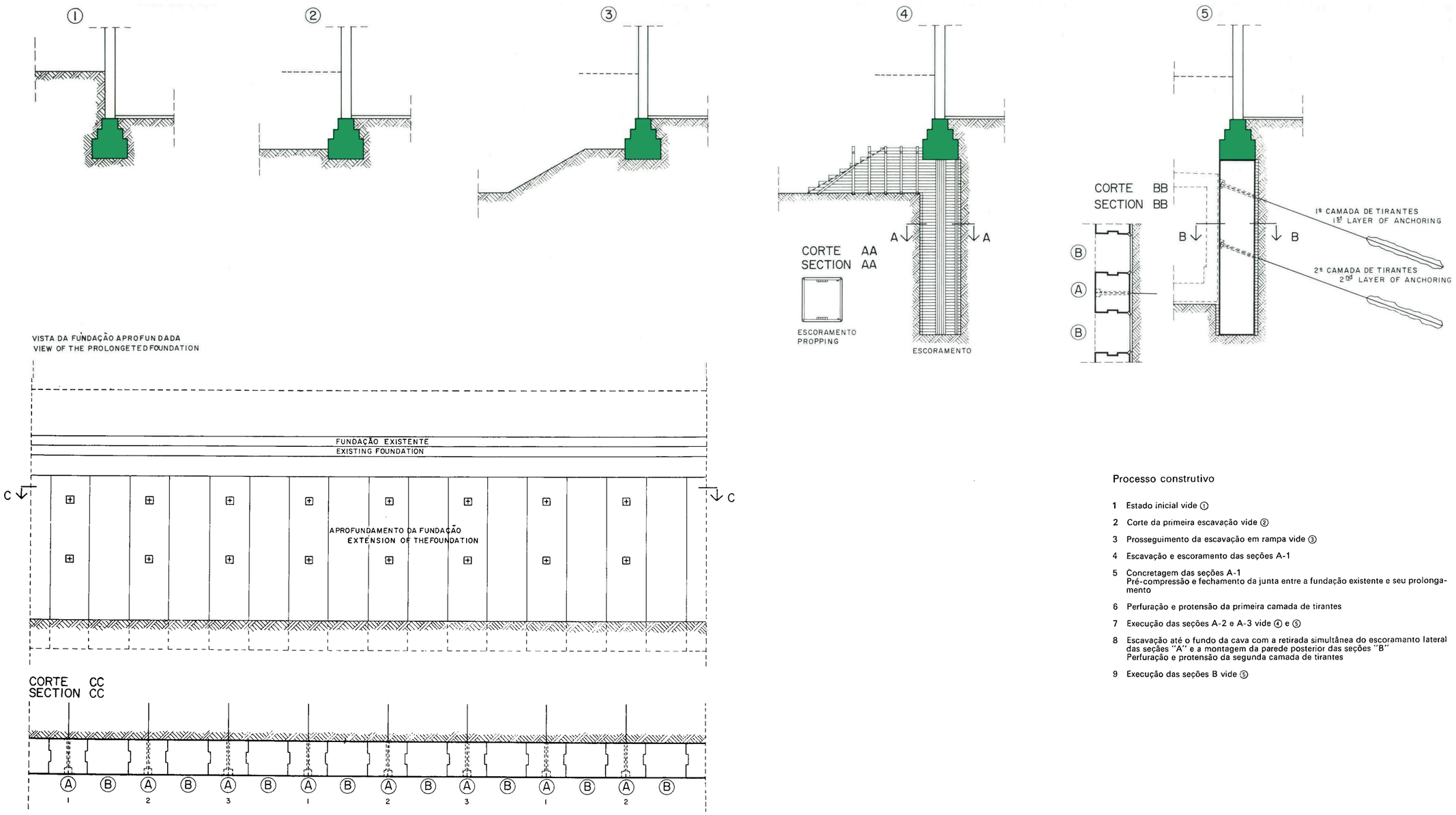


Fig. F 52
Locais que exigem medidas de segurança



Área de influência no caso de fundações rasas ou com estacas



Processo construtivo

1 Estado inicial vide ①

2 Corte da primeira escavação vide ②

3 Prosseguimento da escavação em rampa vide ③

4 Escavação e escoramento das seções A-1

5 Concretagem das seções A-1
Pré-compressão e fechamento da junta entre a fundação existente e seu prolongamento

6 Perfuração e protensão da primeira camada de tirantes

7 Execução das seções A-2 e A-3 vide ④ e ⑤

8 Escavação até o fundo da cava com a retirada simultânea do escoramento lateral das seções "A" e a montagem da parede posterior das seções "B"
Perfuração e protensão da segunda camada de tirantes

9 Execução das seções B vide ⑤

Fig. F 54
Aprofundamento de fundações

Dentro do lençol freático ou, no caso de maior profundidade, das camadas de solo resistentes, a utilização de estacas é mais aconselhável, como p. ex. estacas cravadas sob pressão, cujos elementos constituintes são cravados no solo mediante prensas hidráulicas, utilizando-se as fundações existentes como apoio de reação.
Ao passar parcialmente sob edificações é preciso que as partes das edificações que se projetam sôbre a cava fiquem em balanço. Para isto as fundações devem ser sustentadas por vigas que transferem suas cargas concentradamente, mediante aproveitamento do contrapêso da edificação, para as novas estacas situadas na parte posterior (Fig. F 55-item 1).
Quando há necessidade de passar diretamente sob uma edificação, as cargas de suas fundações deverão ser transferidas para o terreno ao lado do túnel a ser construído. Para isto serão colocadas vigas horizontais em ambos os lados das paredes de sustentação do edifício, ou uma laje debaixo das fundações, com apoio sôbre paredes paralelas ao túnel, construídas pelo método mineiro (Fig. F 55-item 2).
Uma possibilidade de construção da mencionada laje consiste em pressionar tubos de aço, lado a lado, transversalmente por baixo das fundações (Fig. F 55-item 3). Nesses tubos serão introduzidas armaduras após a retirada da terra, procedendo-se a seguir à concretagem. Os tubos formam assim uma laje contínua.
Devendo-se passar sob fundações de estacas, as cargas deverão eventualmente ser transferidas para as construções de sustentação descritas, sendo as pontas das estacas cortadas. Sendo elevado o nível freático, deverão ser empregados, em caso de necessidade, ar comprimido estabilização do solo por meios químicos ou congelamento. Êstes últimos podem também ser considerados como processos independentes para sustentação de edifícios (F 8.3).
Se um escudo passar sob uma edificação e a distância entre êste e as fundações ou extremidades das estacas fôr menor do que o seu diâmetro, deverão ser tomadas medidas de segurança. Estas consistem, em geral, na execução de uma abóbada por meio de um processo de estabilização do solo. A abóbada transfere as cargas da edificação lateralmente ao solo, com o que serão reduzidos os recalques.

8.5 **Influências recíprocas entre rêdes de serviços públicos e metrô**

8.5.1 Rêdes de serviços públicos e projeto do metrô

As rêdes de serviços públicos existentes, bem como os respectivos poços coletores e de inspeção, câmaras de transformadores, bueiros, elevatórias, etc., exercem influência sôbre os métodos de construção, prazos e custos, de acôrdo com a sua profundidade, dimensões e estado de conservação. Consequentemente, já durante o estabelecimento do traçado e da profundidade do metrô deve-se procurar interferir o mínimo possível com as rêdes de serviços públicos. Na maioria dos casos será possível desviar antes as canalizações que interfiram com a construção.
Rêdes maiores, tais como as de esgotos, águas pluviais ou distribuidoras de água, principalmente aquelas não submetidas a pressão, poderão, por seu lado, influenciar a determinação do traçado e a profundidade do metrô.
Sifões, que para grandes tubulações exigem seções transversais consideráveis, devem ser evitados sempre que possível.
A fim de poder prever quais as rêdes e canalizações que devem sofrer um desvio definitivo ou apenas temporário, bem como aquelas que poderão permanecer durante o período de construção, tôdas as rêdes, caixas, etc. situadas nas vizinhanças do traçado deverão ser incluídas no projeto. Os trabalhos de remanejamento deveriam estar concluídos quando do início da construção do metrô. Muitas cidades aproveitam o ensejo da construção do metrô para substituir ou modernizar, em maior escala, seu sistema de canalizações.
Em alguns casos deverá ser examinada a conveniência da construção de um coletor transitável, que possa ser utilizado para uma série de rêdes de abastecimento.

8.5.2 Rêdes de serviços públicos e profundidade da construção

A menor influência sôbre as rêdes de serviços públicos é exercida por metrôs em nível ou sôbre em elevado.
No caso de linhas em corte e em subterrâneo, o número de interferências aumenta.
Sempre que a cobertura do túnel do metrô fôr sòmente a laje necessária ao piso da via pública — profundidade simples — tôdas as rêdes existentes deverão ser desviadas definitivamente do traçado, e principalmente no cruzamento de ruas, em ruas estreitas e no acesso às estações. Originam-se com isto problemas difíceis de serem solucionados.
Na profundidade usual de "uma vez e meia" (F 5.3.2.1 d)) haverá na maioria dos casos possibilidades de conduzir as rêdes longitudinal ou transversalmente sôbre o túnel. Dever-se-ão evitar cortes no teto do túnel para passagem de rêdes.

8.5.3 Rêdes de serviços públicos e execução das obras

O método de construção a céu aberto exige que a maioria das rêdes seja desviada para fora da área das cavas, podendo, entretanto, dentro de certos limites, nelas permanecer desde que devidamente escoradas ou suspensas. Manilhas de barro e de concreto deverão, para tanto, ser substituídas por tubos de aço. Tubulações de água sob pressão com diâmetros maiores não deveriam ser mantidas sôbre a cava, face ao grande perigo que representam.
Em tôda a largura da cava de construção, especialmente na zona de paredes de perfis e pranchões, paredes-diafragma e paredes de estacas justapostas, far-se-á escavação manual até pelo menos 1,50 m de profundidade, antes do início dos trabalhos, a fim de não danificar eventuais rêdes cuja localização não haja sido devidamente assinalada.
Na construção de paredes-diafragma as rêdes ignoradas e profundas poderão eventualmente acarretar o escoamento da lama tixotrópica e todos os perigos correspondentes.
A cravação de estacas e a vibração representam um perigo para rêdes de construção frágil.
O mesmo é válido para as que se encontram em locais onde ocorrem recalques produzidos pelo avanço do escudo. Havendo dúvidas relativas a êste aspecto, necessitar-se-á estabilizar o solo existente sôbre o escudo.
Inversamente, as rêdes poderão constituir-se em perigo para a construção mediante avanço por escudo quando houver escape de ar comprimido ao longo das mesmas.
O reatêrro sôbre a construção terminada deverá ser sempre compactado de modo a evitar quaisquer recalques das rêdes a serem instaladas nesse setor. Sendo o túnel construído por meio de caixão pneumático ou pelo método de flutuação nenhuma rêde poderá ser mantida dentro do traçado.

8.6 **Impermeabilização do túnel**

A impermeabilização das construções tem a finalidade de impedir a penetração de elementos nocivos em seu interior (tais como as águas, principalmente as que possam causar danos ao concreto) e os consequentes perigos de transformações de natureza mecânica e química. Lixiviações calcárease destruição da armadura sob a ação conjunta das correntes de fuga, são sinais de que as obras não foram impermeabilizadas, ou que sofreram impermeabilização insuficiente. Durabilidade e custos de manutenção de uma construção dependem pois essencialmente da qualidade e durabilidade de sua impermeabilização. Independentemente do tipo de impermeabilização escolhido, não se pode prescindir de cuidados extremos durante a sua execução. Para êsse trabalho deverão ser selecionadas emprêsas de absoluta confiança. Economia na escolha dos produtos impermeabilizantes e uma execução defeituosa implicam em elevados custos, visto que a restauração de uma impermeabilização é extremamente complicada, sendo mesmo impossível sob o piso da construção.
Os dispêndios com uma boa impermeabilização são insignificantes em relação aos elevados custos permanentes de manutenção e restauração provocados por uma impermeabilização mal executada. Em virtude da importância dêsse processo construtivo serão apresentados maiores detalhes a respeito.

8.6.1 Processos de impermeabilização

Para a impermeabilização das construções são empregados principalmente os seguintes processos:

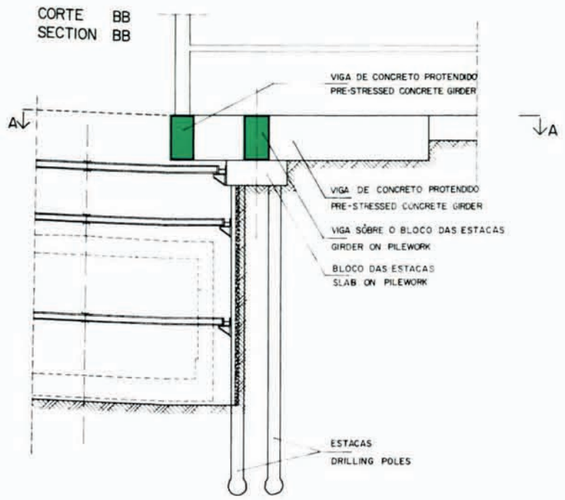
a) Preparação de concreto impermeável mediante, entre outras medidas, a utilização de cimento de pequena reação exotérmica, para evitar fissuras causadas pela retração; redução de vazios no concreto mediante emprêgo de aditivos químicos; adequada vibração do concreto; aplicação de pedra e areia de ótima granulometria; emprêgo de protensão.
Sempre que possível devem ser evitadas juntas de construção, devendo, entretanto, ser previsto um número adequado de juntas de dilatação contra a formação de fissuras.

b) Aplicação de rebôco impermeável à água.

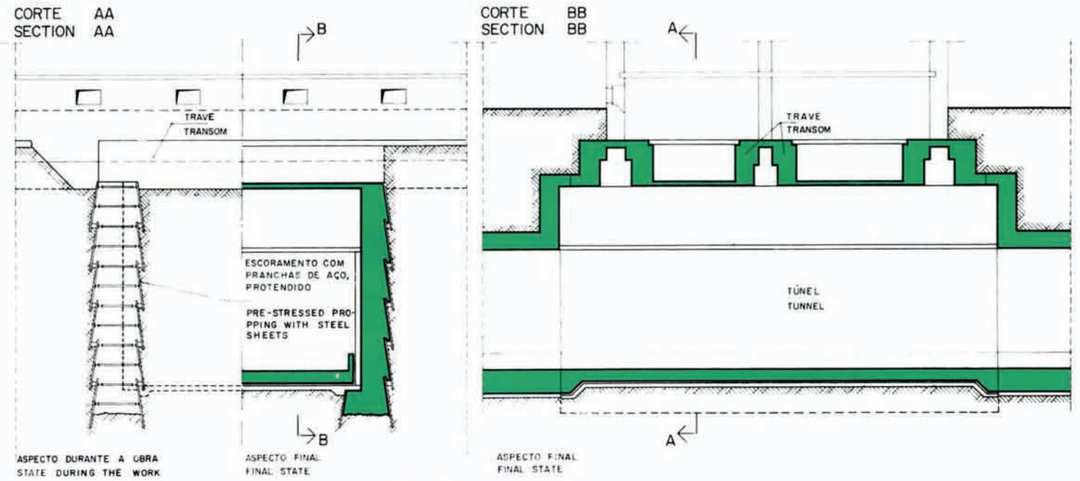
c) Aplicação de camadas apropriadas de pintura impermeabilizante (p. ex., betume).

d) Aplicação de impermeabilizantes com base de betume ou asfalto, fôlhas metálicas ou material de base sintética.

Enquanto ocorrer sòmente água de infiltração será suficiente o emprêgo dos processos menos dispendiosos descritos nos itens a) a c). Encontrando-se a construção

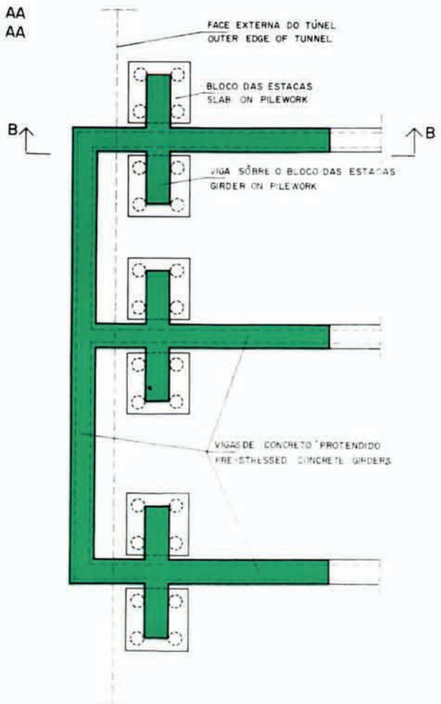


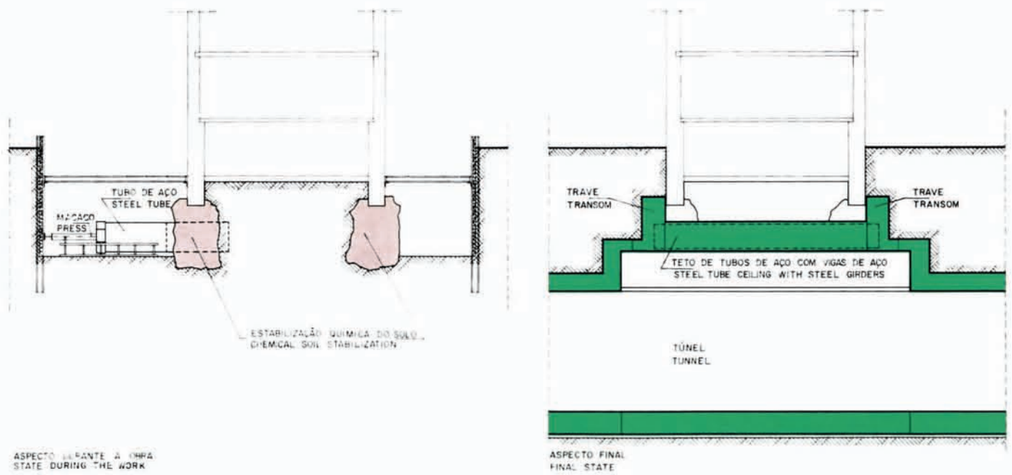
① APÔIO EM BALANÇO COM ESTACAS
CANTILEVER CONSTRUCTION WITH PILES



APÔIO SÔBRE QUADRO
TETO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO

② FRAME CONSTRUCTION
CEILING OF REINFORCED CONCRETE BEAMS





③ APÔIO SÔBRE QUADRO
TETO DE TUBOS DE AÇO

FRAME CONSTRUCTION
STEEL TUBE CEILING

Fig. F 55
Edificações parcialmente sôbre o túnel
Edificações diretamente sôbre o túnel **túnel**
Edificações diretamente sôbre o túnel

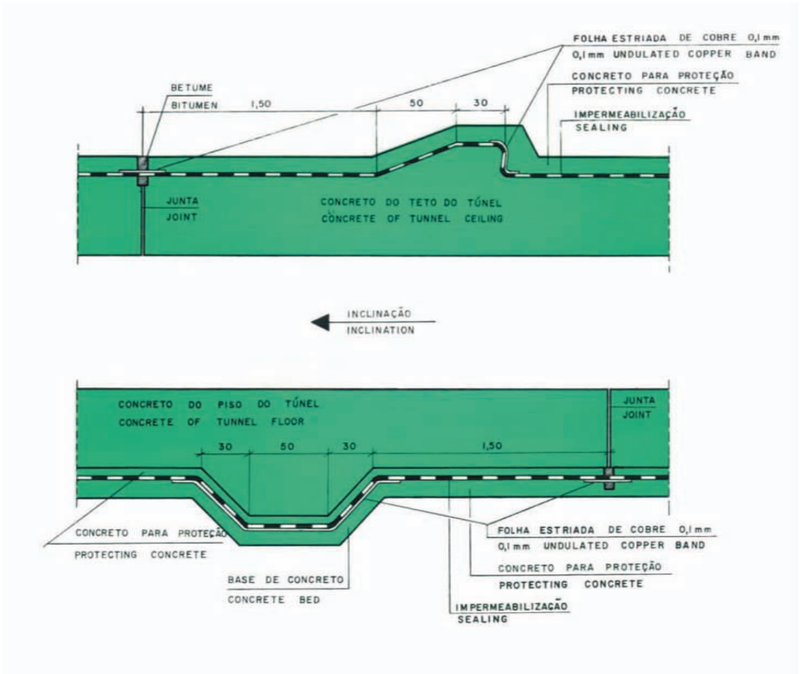


Fig. F 56
Imperméabilização de túneis com inclinação
Formação de juntas

em lençol freático, exposta a pressões hidrostáticas, tais métodos em geral não serão satisfatórios.

A mais vasta, mais antiga e bem sucedida experiência em impermeabilização de construções de metrô consiste na utilização de impermeabilizantes de base betuminosa, sendo frequente a aplicação adicional de fôlhas metálicas como refôrço.

Tratar-se-á pois, a seguir, desta impermeabilização.

8.6.2 Membranas impermeabilizantes e medidas construtivas

Como as membranas impermeabilizantes não são auto-sustentantes, deverão ser pressionadas pela água contra a construção a ser protegida, o que exigirá a sua aplicação sôbre a parte externa. Além disso a película impermeabilizante deverá ser fixada de tal maneira entre a construção e a camada de proteção, que não haja perigo de deslizamento nem de abertura das juntas de superposição, o que poderia provocar sua destruição ou decomposição (Fig. F 56).

Não sendo assegurada uma fôrça de pressão contínua, a aderência da camada impermeabilizante à construção deverá ser assegurada por meio de tirantes de disco, ou se fará uso de materiais que, mesmo na ausência de pressão contínua, não se desagreguem nem permitam a abertura das juntas.

Na construção do túnel com inclinação devem ser previstas saliências, especialmente na laje do piso, que impeçam o deslizamento da impermeabilização (Fig. F 56). A concretagem dos bloco deve começar a partir do ponto mais baixo, prosseguindo para cima sem vãos intermediários. Saliências semelhantes são também necessárias em construções em plano horizontal, quando não puder ser evitado um empuxo lateral desigual da terra.

8.6.3 Materiais betuminosos

Os materiais betuminosos são bastante insensíveis à ação química, podendo oferecer resistência às águas ácidas e básicas nas concentrações que ocorrem na natureza. Sòmente sob ação demorada da luz e da umidade do ar êles começam a se decompor na superfície, não sendo recomendável por isso deixar a impermeabilização exposta por muito tempo.

O primeiro cuidado para se obter uma boa impermeabilização consiste na seleção da massa betuminosa adequada, que se adapte às condições climáticas existentes. Não obstante possuir um bom efeito impermeabilizante a massa betuminosa oferece reduzida resistência à tração, compressão, flexão e ao cisalhamento, devendo, pois, estar ligada a uma proteção de refôrço que apresente estas propriedades.

Como proteção empregam-se tecidos orgânicos fibrosos (papelão de fêltro de lã, tecido de juta e, em casos especiais, tecido de algodão). Êsses suportes da impermeabilização são embebidos em material betuminoso e constituem assim a membrana impermeabilizante.

Como suportes da impermeabilização são usadas também guarnições de fibra de vidro, à prova de decomposição, mas altamente sensíveis à corrosão pelas lixívias (argamassas e concreto). É pois de máxima importância que se proceda ao seu embebimento completo em material betuminoso.

O papelão de fêltro de lã geralmente deverá possuir um pêso específico de 500 g/m² e deve ser embebido em betume de pêso no mínimo equivalente. O papelão simplesmente embebido e não revestido com betume é conhecido por papelão descoberto.

8.6.4 Fôlhas metálicas

Como membranas impermeabilizantes pròpriamente ditas, embora às vêzes sòmente como refôrço para a impermeabilização com papelão de fêltro de lã betuminoso, são empregadas fôlhas de cobre ou de alumínio de 0,1 a 0,2 mm de espessura. São fornecidas levemente estriadas, de modo a se tornarem mais amoldáveis, opondo maior resistência ao deslizamento da camada betuminosa. Existem também fôlhas metálicas com um revestimento de betume aplicado de um ou de ambos os lados.

Cumpre ressaltar que, ao contrário do cobre, o alumínio possui grande sensibilidade aos álcalis, que poderá ser reduzida por meio de revestimentos com resina sintética ou camadas de óxidos; a mínima lesão desta camada protetora, porém, poderá implicar em falha completa da impermeabilização.

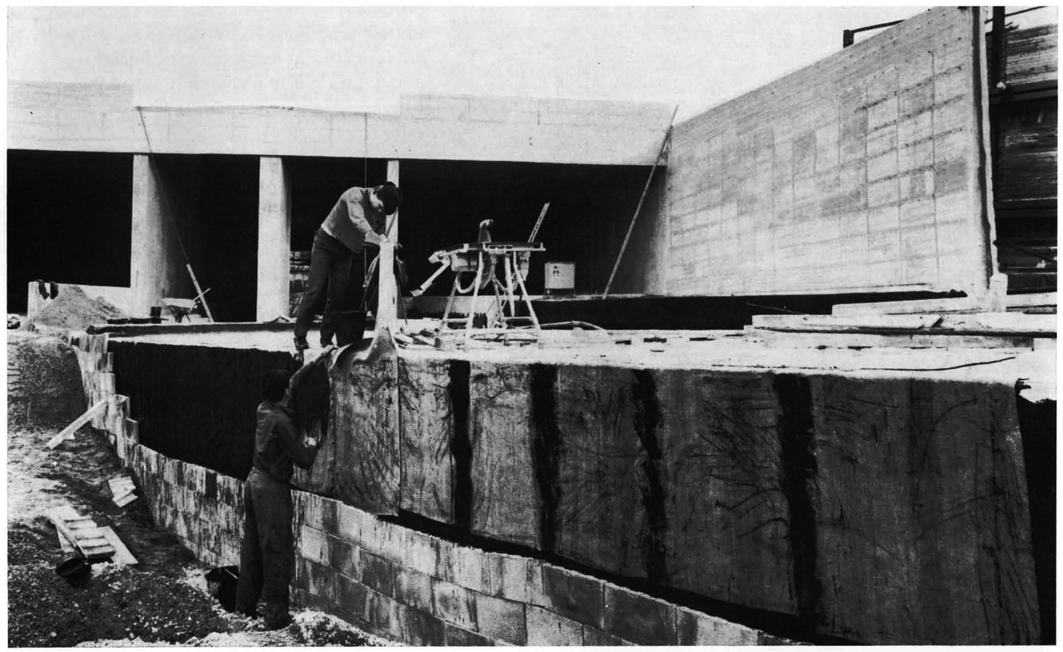
Para completar seja ainda mencionada a impermeabilização executada com chapas de aço e, como exemplo, sua aplicação em túneis submersos construídos em seções individuais pelo método de flutuação.

8.6.5 Aplicação da impermeabilização

8.6.5.1 Generalidades

O número de camadas impermeabilizantes necessárias varia de acôrdo com a profundidade da construção, com o valor das pressões e com o tipo do material empregado.

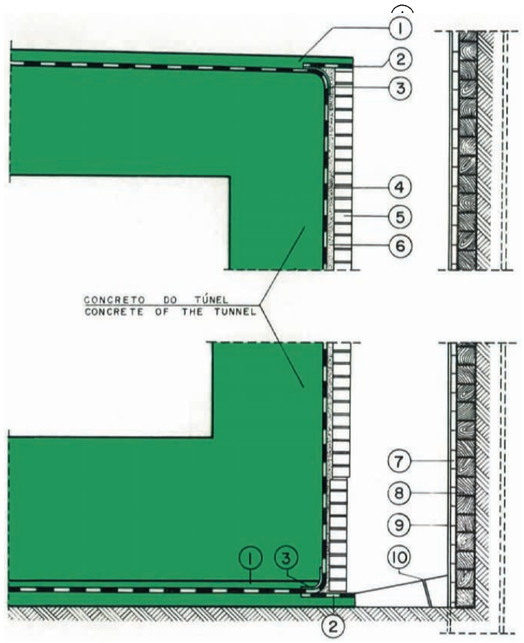
Membranas impermeabilizantes betuminosas são aplicadas das seguintes maneiras:



Impermeabilização no método hamburguês

Fig. F 57
Impermeabilização de túneis retangulares com junta côncava

1 Concreto para proteção
2 Junta deslizante de asfalto entre 2 camadas de papelão betuminoso
3 Folha estriada de cobre 0,1 mm
4 Impermeabilização
5 Parede de proteção de ¼ vez
6 4 cm argamassa
7 Cunhas
8 Escoramento horizontal de madeira
9 Perfis de aço I
10 Chapa dura de fibra de madeira



a) Pintura

Em superfícies horizontais ou levemente inclinadas faz-se a aplicação da pintura adesiva com o mínimo de 1,5 kg de massa adesiva por m² e por demão, com vassoura ou a jato.

b) Derrame e compressão com rôlo

Empregado em superfícies verticais e, em geral, quando há colocação de fôlhas metálicas, assegura um completo umedecimento da superfície e uma compressão de encontro à massa adesiva ainda quente muito melhor do que o processo de pintura. A massa adesiva betuminosa é aquecida e derramada imediatamente diante da membrana de impermeabilização que vai sendo desenrolada; a membrana é comprimida com rôlo, penetrando na massa adesiva.

c) Fusão a maçarico

Segundo êste processo a membrana betuminosa impermeabilizante é aquecida de um lado (p. ex. a bico de gás) até fundir o betume, sendo simultâneamente desenrolada, soldando-se contra a base.
As membranas impermeabilizantes com tecido de juta são desta maneira colocadas com tanta firmeza que tornam dispensável qualquer compressão. Sua aderência à construção, porém, deve ser sempre um pouco mais

Impermeabilização no método berlinense

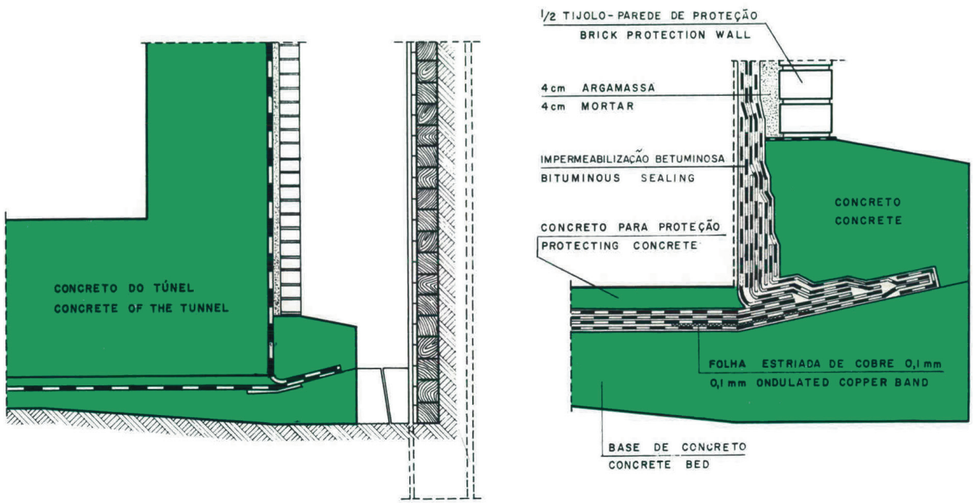


reduzida que a resistência da própria película impermeabilizante, a fim de que pequenos movimentos da construção não causem nenhum perigo. Tais membranas impermeabilizantes de juta se recomendam em particular onde se torna necessária uma impermeabilização de baixo para cima sôbre as superfícies da construção, como p. ex., nos tetos dos túneis executados pelo método do escudo. As membranas e as diversas camadas deverão superpor-se cêrca de 10 cm em suas costuras e juntas.
O esfôrço de compressão exercido não deve ser inferior a 0,1 kg/cm² nem ultrapassar 5,0 kg/cm² em estado permanente, em virtude da plasticidade da massa adesiva.
A pressão da água não deve ser considerada como uma compressão. Juntas de construção devem ficar sòmente onde os blocos de construção, separados pela junta, se encontrem num mesmo plano.
A impermeabilização sôbre juntas com menos de 2,0 cm será normalmente reforçada com fitas de cobre, desde que os movimentos previstos entre dois blocos de construção permaneçam abaixo de 1,0 cm. Para movimentos maiores serão tomadas providências especiais.
Impermeabilização e método construtivo exercem fortes influências recíprocas, como se poderá deduzir das exposições que se seguem.

8.6.5.2 Impermeabilização no método de construção a céu aberto

Na execução com o método berlinense, após terminada a escavação, faz-se a concretagem do piso, bem como da camada de proteção lateral sôbre os perfis ou pranchões de escoramento.
O concreto sêco recebe uma primeira demão de pintura a frio, sôbre a qual serão coladas as necessárias camadas de papelão de fêltro descoberto na parede até cêrca de 30 cm acima da borda superior do teto. A impermeabilização do piso recebe uma camada protetora de concreto de granulometria fina.
Após a concretagem da construção, a extremidade superior da impermeabilização da parede é dobrada para baixo e ligada com a do teto. Executa-se por último a camada protetora de concreto.
No método hamburguês (com espaço lateral de trabalho) faz-se também, a princípio, a impermeabilização do piso, que temporàriamente se extende em sentido horizontal cêrca de 60 cm além da borda externa do piso, ou é colocada sôbre uma parede de alvenaria em forma de berço, rebocada no interior, até acima da junta de construção do piso. Feita a concretagem do túnel, as paredes são preparadas cuidadosamente a partir do espaço de trabalho e prossegue-se com a aplicação da impermeabilização até o teto (Fig. F 57).

Fig. F 58
Impermeabilização de túneis retangulares com junta invertida



Se fôr previsto o uso da referida junta horizontal a face lateral do piso e em especial a junta de construção, poderão ser igualmente desempenadas antes de se executar a ligação de impermeabilização da parede com a do piso pelo método da junta invertida, para em seguida executar a parte vertical ao longo das paredes (Fig. F58).

A impermeabilização da parede é protegida por uma parede de alvenaria de meia vez; a impermeabilização do teto por concreto de proteção. Segue-se o preenchimento do espaço de trabalho com areia e sua compactação, que deve ser feita em ritmo uniforme e simultâneamente de ambos os lados do túnel, para que não haja deslocamento do mesmo ocasionado por empuxo lateral diferencial da terra.

Nas execuções pelos métodos berlinense e hamburguês consegue-se sempre a aderência necessária das membranas às paredes, o que, porém, nem sempre acontece em se tratando de paredes rígidas de estacas justapostas ou de paredes-diafragma.
Nestes casos dever-se-á utilizar membranas adesivas com tecido de juta, soldadas com fusão a maçarico, ou aplicar fôlhas metálicas. No mais êste processo se assemelha à impermeabilização executada pelo método berlinense.

8.6.5.3 Impermeabilização no método de construção semi-aberto

Faz-se em primeiro lugar a concretagem e a impermeabilização do teto. Nas áreas em que o teto assenta sôbre as paredes deverão ser aplicadas chapas metálicas a fim de unir as impermeabilizações por meio de flanges.
A impermeabilização do piso se faz normalmente. Sôbre as paredes rígidas do contôrno da cava membranas adesivas serão soldadas com fusão a maçarico e ligadas por flanges às mencionadas chapas metálicas abaixo do teto. Finalmente se fará a concretagem das paredes. Se as paredes-diafragma ou de estacas justapostas do contôrno da cava servirem concomitantemente como parede definitiva do túnel e se existirem águas subterrâneas, será necessário aplicar sôbre a impermeabilização da parede uma camada interna de concreto adicional que absorva a pressão da água (Fig. F59).

8.6.5.4 Impermeabilização de túneis em terra

Túneis construídos em terra úmida necessitam de uma impermeabilização sôbre a parte externa quando o afluxo de águas é forte. Para isso será construída uma abóbada em seções, da base do arco ao fêcho, de modo que sôbre a abóbada fique um espaço de trabalho de onde poderão ser aplicadas as membranas impermeabilizantes sôbre o dorso da abóbada paralelamente ao eixo do

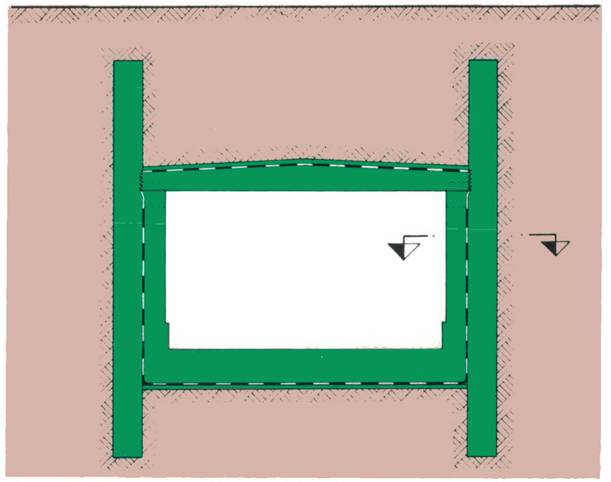


Fig. F 59
Impermeabilização de túneis no método de construção semi-aberto. Parede-diafragma ou de estacas justapostas

túnel. Colocam-se as membranas imediatamente após a conclusão de uma seção da abóbada correspondente à largura da membrana, cobrindo-as com concreto de proteção. Ao mesmo tempo o espaço de trabalho é completamente preenchido com concreto. Nos casos em que o solo exerça pressão sôbre o túnel deverá ser antes introduzida uma abóbada auxiliar.
Poderá também ser adotado o processo descrito em F8.6.5.5.
Encontrando-se o túnel sujeito, pela parte inferior, à subpressão das águas ou do solo, será necessária a construção e eventual impermeabilização de uma abóbada para o piso que seja suficientemente resistente.
Se a afluência das águas fôr pequena bastará que se execute a impermeabilização do lado interno, p. ex. com aplicação de concreto projetado, rebôco impermeável à água, etc. O esgotamento das águas que minam através das fissuras do solo far-se-á convenientemente por meio de pequenas mangueiras de drenagem (F8.7), de modo que não se possa formar qualquer pressão elevada das águas.

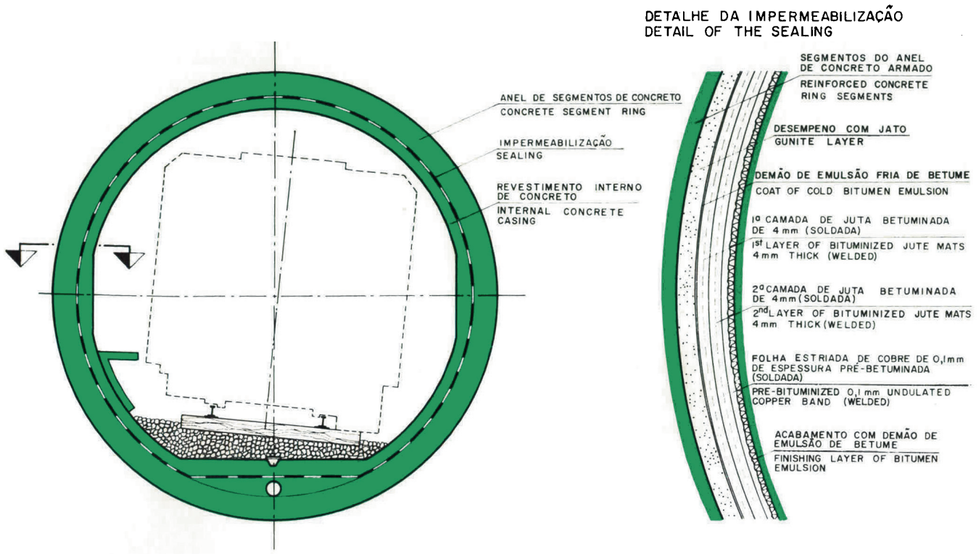
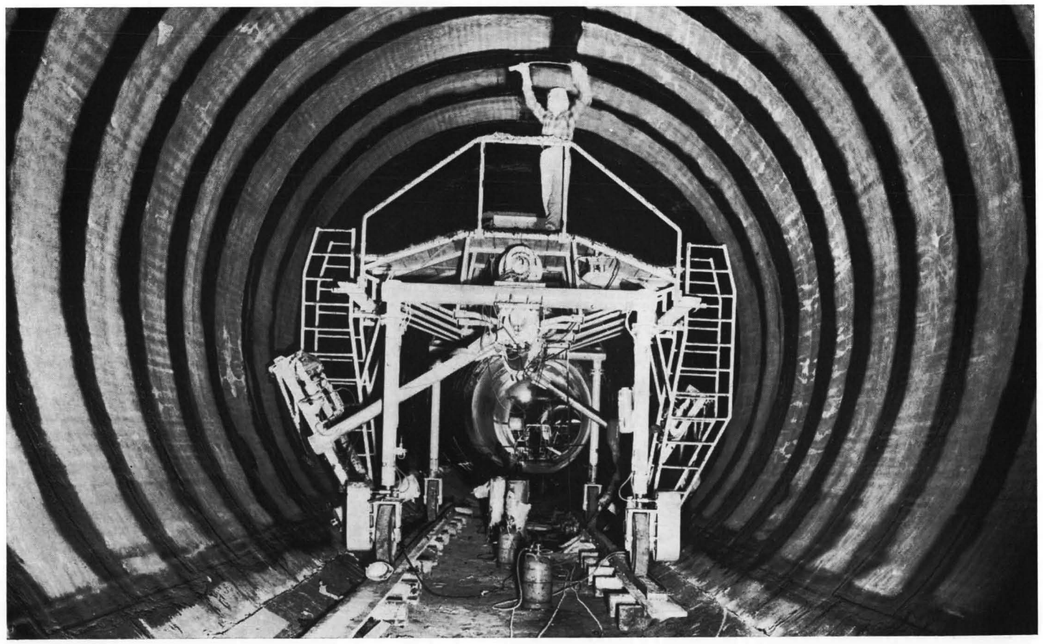


Fig. F60
Impermeabilização do túneis executados pelo método de escudo

8.6.5.5 Impermeabilização de túneis executados pelo método de escudo

Em túneis construídos pelo método de escudo, com anéis de ferro fundido ou de aço, a água sòmente poderá penetrar através das juntas.
Com uma execução precisa e nivelamento mecânico das superfícies de contato dos segmentos já será alcançado um alto grau de impermeabilidade. Para a impermeabilização definitiva preparam-se os flanges dos segmentos de forma tal que entre dois anéis de revestimento possa ser comprimida uma fita de chumbo. Se ainda assim ocorrer qualquer infiltração de água, ela poderá ser eliminada com calafetagem local com chumbo.
A impermeabilização de túneis executados pelo método de escudo com anéis de concreto armado (Fig. F60) é mais difícil de se executar. Exige uma construção de casca dupla. A casca externa, consistindo de anéis de concreto armado, deverá absorver a totalidade das fôrças atuantes, com exceção da pressão hidrostática. A casca interna de concreto, preparada no local, deve ser dimensionada para a pressão das águas e para fôrças adicionais provenientes de deformações da casca externa. A impermeabilização formada por três camadas ficará entre as duas cascas. Em virtude da inevitável retração do concreto da casca interna, a impermeabilização não está sujeita à compressão necessária para membranas impermeabilizantes normais, de no mínimo 0,1 kg/cm². Serão também aqui soldadas membranas com fusão a maçarico, que dispensam qualquer compressão.
A fim de eliminar as irregularidades da superfície far-se-á sôbre os anéis a aplicação de um rebôco regularizador, como p. ex. um revestimento de concreto projetado. Segue-se a aplicação de pintura preliminar a frio, feita com emulsão betuminosa (para evitar o perigo de explosão causado pela evaporação dos solventes, que de outra forma existiria), bem como a soldagem de duas membranas com fusão a maçarico. Como proteção da impermeabilização contra danificações durante a colocação da armadura para a casca interna de concreto, faz-se necessária a soldagem, pelo mesmo processo, de uma fôlha de cobre estriada revestida com betume em uma face. A face livre receberá uma demão de pintura betuminosa a frio para eliminar a possibilidade de aderência da superfície superior estriada do metal ao concreto da casca interna.



Impermeabilização no método de construção com escudo

8.7 **Escoamento das águas**

8.7.1 Tipos de águas afluentes

Deverão ser tomadas precauções no sentido de afastar ou esgotar tôdas as águas afluentes, de modo a possibilitar ao metrô uma operação isenta de perturbações.
Poderão afluir:

águas pluviais,
águas de infiltração,
águas de condensação,
águas residuais de limpeza,
além de águas servidas nas estações.

Serão sugeridas a seguir as medidas aplicáveis em cada caso.

8.7.2 Linhas em elevado

8.7.2.1 Sôbre terrapleno com taludes

O leito da via deve ser construído com um declive transversal voltado para fora (1:20), a fim de possibilitar o escoamento lateral e por cima do talude das águas pluviais infiltradas no lastro (Fig. F15).

8.7.2.2 Sôbre terrapleno entre muros de arrimo

Neste caso o declive transversal do leito deverá estar voltado para dentro. As águas pluviais convergentes para o eixo da linha serão recolhidas por tubulações de drenagem e lançadas a determinados intervalos através dos muros (Fig. F15).

8.7.2.3 Sôbre viaduto

As longarinas da ponte para cada via terão um declive transversal voltado para o eixo longitudinal. Um declive longitudinal (unilateral) será necessário apenas quando o traçado tiver rampa inferior a $4^{o}/_{oo}$. As águas pluviais coletadas dirigem-se assim para os pilares da ponte e são conduzidas através de dutos para a rêde de águas pluviais. A cada oito metros, aproximadamente, deverão ser instalados coletores a fim de evitar inundações.

8.7.3 Linhas em nível, em corte e em rampa

8.7.3.1 Em nível

Para as linhas em nível existem as valetas de drenagem, usuais em estradas de ferro. Deve-se observar que tenham suficiente capacidade de escoamento.

8.7.3.2 Em corte

Também aqui deverão ser construídas valetas laterais. Havendo muros de arrimo ou construções tipo berço dever-se-á evitar o transbordamento das águas externas por sôbre o tôpo do muro. As construções tipo berço recebem uma calha central recoberta de pedras filtrantes (Fig. F17).

Não sendo exequível a drenagem por declive natural deverão ser previstas estações automáticas de bombeamento.

8.7.3.3 Em rampa

Nos trechos em rampa, uma primeira precaução deve ser tomada no tôpo da rampa, mediante um degrau transversal (até um pouco abaixo do tôpo do boleto) contra inundação de trechos em túnel adjacentes. No sopé da rampa será prevista, transversalmente ao eixo, uma caixa coletora de areia com ralo para retenção do lastro.
Em casos de grande afluência de águas, e não havendo possibilidade de escoamento a partir desta caixa através de canal de derivação à prova de refluxo, deverão ser previstas bombas superdimensionadas (mínimo de 2 bombas), suficientes para o caso de chuvas torrenciais, mesmo na possibilidade de haver colapso de uma bomba. Recomenda-se a instalação de um grupo gerador de emergência, a fim de possibilitar o funcionamento das bombas, mesmo no caso de interrupção de energia.

8.7.4 Linhas em túnel com seção transversal retangular

A penetração das águas pluviais no túnel normalmente só pode ocorrer em quantidades reduzidas, através das saídas de emergência, acessos, poços de ventilação, etc., uma vez que devem ter sido tomadas medidas eficientes de proteção contra inundações.
Simultâneamente existe a possibilidade de se acumularem águas de infiltração devido à impermeabilização deficiente, ou águas de condensação em consequência do resfriamento do ar quente e saturado de umidade.
Estando o duto de cabos colocado externamente, deve-se prever uma inclinação transversal do piso convergente para o centro do túnel; estando o duto situado no centro recomenda-se um pequeno levantamento do duto, a fim de que os cabos se mantenham secos. Neste caso não será necessário um declive transversal. No sentido longitudinal o declive não deverá ser menor que $2^{o}/_{oo}$, de preferência de 4 a $5^{o}/_{oo}$. As águas devem ser conduzidas para poços de bombeamento situados de preferência nas extremidades das estações, onde é mais fácil a manutenção das bombas de esgotamento.
Em trechos de túnel mais extensos, entre duas estações, devem ser instalados poços de bombeamento também junto às saídas de emergência. O comando das bombas será feito mediante interruptores de bóia.
No caso de serem previstos elevados volumes de água deverão ser construídas caixas coletoras. Caso determinado nível d'água nessas caixas seja ultrapassado devido a um bombeamento insuficiente, a estação mais próxima deverá receber um sinal de alarme. As águas bombeadas serão conduzidas para a rêde urbana de águas pluviais.

8.7.5 Túneis executados pelo método de escudo

A água será escoada por uma calha situada no piso. Tornando-se necessário instalar poços de bombeamento na linha livre, sua localização deve ser lateral, dentro de uma saída de emergência, já que a construção dos anéis de revestimento não comporta um poço de bombeamento suficientemente profundo.
Em túneis de escudo executados com anéis de revestimento de ferro fundido situados em lençol freático frio, quando houver penetração de ar quente e úmido, deve-se contar com maior formação de águas de condensação (Fig. F20).

8.7.6 Túnel em rocha

No caso de ser reduzido o afluxo das águas e não se executando uma impermeabilização, ainda assim deve-se prever uma ocorrência ocasional de águas dentro do túnel. Estas poderão ser canalizadas por meio de mangueiras de drenagem, instaladas durante a fase de construção, do orifício de saída na abóbada até o piso.
As águas correm até o eixo do túnel por meio de declive transversal, e então por tubos de drenagem, acompanhando o declive longitudinal até uma das bôcas do túnel, onde se encontram eventualmente poços de bombeamento (Fig. F21 e F23).

8.7.7 Estações

As medidas citadas de F8.7.2 a F8.7.6 se aplicam também às estações. O escoamento das águas na cobertura das plataformas de estações na superfície será normalmente feito mediante calhas e tubos de queda.
As águas servidas das estações, provenientes das instalações sanitárias, lavatórios, etc., serão canalizadas para fossas coletoras e esgotadas para a rêde urbana de esgotos mediante bombas automáticas.

9. Origem e prevenção de ruídos

9.1 Noções gerais sôbre a origem dos ruídos

Sons são vibrações mecânicas e ondulações de um meio elástico no campo de frequência da audição humana (16 Hz até 20 000 Hz).
Leis de propagação do som e de combate aos ruídos se aplicam quando medidas construtivas ou orgânicas nos locais de formação do som não podem ser aplicadas ou não podem conduzir aos fins colimados.
As ondas sonoras se propagam através do ar e através de sólidos. Os passageiros nas composições ou nas plataformas, e eventualmente também os moradores das áreas vizinhas sofrem o impacto direto dos sons oriundos dos carros e propagados através do ar.
As ondas sonoras produzidas pelas composições, ainda em forma de som propagado através de sólidos, podem se transmitir através do solo até as construções vizinhas onde passam a se propagar através do ar, atingindo assim os moradores de maneira indireta.
A operação do metrô é causa das seguintes principais vibrações mecânicas:

a) Vibrações dos carros

b) Vibrações provocadas pelas irregularidades e asperezas dos trilhos e das rodas
Esta é a fonte principal de ruídos.
O campo de frequência dos ruídos incômodos provocados pela marcha do carro sôbre os trilhos é extremamente amplo, variando de 100 Hz até 5 000 Hz. Com estrias e corrugações sôbre a superfície dos trilhos, os ruídos tornam-se ainda mais intensos, variando a correspondente frequência de acôrdo com a velocidade desenvolvida.

c) Vibrações da via permanente
A frequência dessas vibrações situa-se muito abaixo do campo de percepção acústica.

d) Vibrações do túnel
A construção dos túneis constitui um complicado sistema de vibrações. O túnel pode transmitir vibrações tri-dimensionais, ou seja, vibrações longitudinais, transversais ou de torção. No tocante às frequências próprias do túnel, de um modo geral pode-se constatar o seguinte:
A mais baixa frequência própria não atinge o limite inferior do campo de audição, ou seja, permanece no campo de frequência das vibrações da construção.
Com o acréscimo de intensidade das frequências próprias, vão-se aproximando frequências próprias

vizinhas, de modo que a partir de um determinado limite torna-se mais apropriada a denominação de faixa de frequência própria, em lugar de frequência própria.

As frequências próprias do túnel oscilam entre 5 e 130 Hz. Ao atingirem um certo nível de excitação vibratória originam-se ressonâncias que se tornam perceptíveis nos edifícios vizinhos acima do som propagado através de sólidos. É portanto necessário amortecer as vibrações antes que se propaguem na estrutura do túnel, pois é pràticamente impossível impedir que elas sejam irradiadas pelas paredes do túnel e captadas pelos alicerces de prédios, mormente quando túnel e fundações se encontram dentro do lençol freático, o que ocorrerá frequentemente no Rio de Janeiro.

9.2 **Combate ao ruído nos carros**

a) Som propagado através do ar

O som propagado através do ar é reduzido por barragem e por absorção do som.
A barragem deve impedir a passagem do som (passagem das vibrações). Isto se consegue através da instalação de isolamento acústico nos carros. Os melhores resultados são obtidos com o emprêgo de materiais de fibra bem flexível, com os quais se enche o vazio das paredes duplas dos carros.
A absorção geral do som é empregada em um veículo a fim de reduzir ainda mais o som que penetra através das camadas de barragem. Os materiais absorventes são porosos e fibrosos e, atualmente, constituídos na maioria por fibras minerais (p. ex. lã de vidro ou de rocha). Têm porém o inconveniente de absorver e conservar a umidade.

b) Som propagado através de sólidos

Teòricamente o som propagado através de sólidos é reduzido por meio de barragem e amortecimento.
Barragem do som propagado através de sólidos significa a interrupção da propagação das vibrações por meio da instalação de elementos elásticos no percurso das vibrações. Almofadas de borracha ou de cortiça revelaram-se sobremaneira eficazes para êste fim. Assim as molas de borracha para a suspensão dos eixos são especialmente indicadas.
O amortecimento das vibrações é conseguido por meio de materiais anti-ressonantes aplicados a pistola sôbre as chapas e partes estruturais, onde devem formar camadas firmemente aderentes. A eficácia dêsses materiais anti-ressonantes depende de vários fatôres, entre outros, do coeficiente de elasticidade do material da camada, que deverá corresponder o mais possível ao da chapa métalica. Metal leve, cujo coeficiente de elasticidade está 70% abaixo do coeficiente do aço, responde mais eficientemente ao processo anti-ressonante.
Em resumo deverá ser assinalado o seguinte sôbre o combate aos ruídos nos carros:

Será preciso restingir as fontes de ruído ao mínimo (deve-se zelar pelas boas características de marcha dos carros; os equipamentos auxiliares não devem se constituir em fontes importantes de ruído).

A propagação do som através de sólidos deverá ser reduzida por meio de barragem e amortecimento adequados; devem ser evitadas as pontes de ruído.

O carro deve ser eficientemente isolado contra o som propagado através do ar.
A êsse respeito vejam-se também as considerações feitas em G 1.1.2.2.

9.3 **Prevenção contra os ruídos na via permanente**

O índice de amortecimento de ruídos na via permanente com lastro é geralmente suficiente. Para o amortecimento, têm efeitos favoráveis trilhos com momento de inércia reduzido, grande afastamento entre os dormentes e grande espessura do lastro sob os dormentes.
Inúmeras experiências feitas na Europa demonstraram que a colocação de calços de borracha entre trilhos e dormentes não traz melhoria sensível à barragem de ruídos. Mais eficiente será manter em perfeito estado as superfícies de rolamento dos trilhos, eliminando de imediato estrias e corrugações. Sempre que forem exigidas medidas especiais de barragem de vibrações, como p. ex. nas proximidades de um hotel, teatro ou hospital, o lastro pode ser colocado em um berço de concreto, apoiado sôbre elemento elástico. Êste pode ser formado por placas de borracha entre o berço de concreto e o piso do túnel. Todavia semelhante construção é dispendiosa, devendo por isso limitar-se a casos especiais.

9.4 **Combate ao ruído através de medidas construtivas**

As considerações que se seguem referem-se, em particular, a trechos de metrô em subterrâneo. As altas velocidades das modernas composições de metrô e a ampla adaptação da seção transversal do túnel ao gabarito-limite do carro exigem especial atenção no combate ao ruído.
Numa norma alemã lê-se, p. ex.: "As instalações de serviços e os veículos deverão ser construídos e constituídos de tal maneira que os ruídos e as vibrações decorrentes da operação não excedam os limites que o estado atual da técnica estabeleceu como inevitáveis". Também no Estado da Guanabara foi apresentado, em junho de 1966, um projeto de lei de proteção contra o ruído.
Medido pela unidade internacional dB = decibel, um nível de ruído de mais de 85 dB já provoca danos ao sistema auditivo; acima de 140 dB provoca dores e até mesmo desmaios.
O nível de ruído causado pelos trens elétricos e bondes situa-se, perto da fonte, por volta de 90 dB.

9.4.1 Som propagado através do ar

O combate ao ruído deverá ser efetuado o mais próximo possível de sua fonte. São fontes de ruído os motores, as rodas e os trilhos. Por isto é conveniente guarnecer a parte inferior do túnel com um revestimento absorvente de sons até uma altura de cêrca de 1,80 m. Poderá ser empregada, p. ex., uma camada de cêrca de 1,5 cm de espessura de fibra de amianto aplicada a pistola (metrô de Toronto).
O combate ao ruído é contudo mais importante nas estações. Embora a intensidade de ruídos de altgumas fontes seja reduzida devido à marcha mais lenta, as frenagens e os arranques produzem ruídos adicionais que incomodam especialmente os passageiros que se encontram nas plataformas. Como possíveis medidas de proteção poderão ser mencionadas as seguintes:

a) Revestimento da mureta de apoio da plataforma e da face inferior da plataforma com chapas acústicas absorventes de sons (p.ex. argila expandida).

b) Instalação de fôrros intermediários absorventes de sons, constantes de chapas de madeira forradas de esteiras de lã de rocha ou de fibra de vidro.

Êste último método não só absorve o ruído das composições, mas igualmente o som produzido pela voz dos passageiros nas plataformas. Em virtude do custo elevado dos meios de proteção contra o ruído será recomendável testá-los a fundo antes de sua instalação definitiva. Dificilmente se chegará a uma determinação por meio de simples cálculos. Recomenda-se revestir alguns trechos, especialmente nas estações, com materiais absorventes de sons, em vários locais. Aliás, o efeito geral da proteção dependerá do conjunto das medidas adotadas no carro, na via permanente e nas construções. Sòmente durante a operação será possível fazer testes definitivos. As medidas que apresentarem os resultados ideais deverão em seguida ser adotadas de modo generalizado.
Túneis e estações deverão ser projetados de tal maneira que futuramente possam ser instalados meios absorventes de som, caso necessário.

9.4.2 Som propagado através de sólidos

O amortecimento da difusão de ondas sonoras propagadas através de sólidos resulta de trabalhos de deformacação e de atrito interno. A melhor e mais promissora possibilidade de amortecimento encontra-se na vizinhança da fonte do ruído, i. é, na via permanente. Por isso as medidas possíveis do ponto de vista construtivo serão apenas de ordem secundária.
Uma medida para a barragem do som propagado através de sólidos que tiver penetrado no túnel de concreto armado consiste em encher com areia o espaço eventualmente existente entre a parede do túnel e os limites da cava.
Se o túnel do metrô passar ao lado de edificações cujas fundações tiverem que ser escoradas, serão necessários cuidados para que o escoramento e o túnel não se toquem diretamente, mas que fiquem separados por meio de uma massa de barragem (como, p. ex., um composto de amianto e chumbo). O mesmo vale para passagens sob edificações. Fundações, porões ou escoramentos deverão ser separados do túnel mediante camadas de areia ou material semelhante. Convém lembrar que construções com estrutura de concreto armado são mais difíceis de proteger contra a transmissão do som propagado através de sólidos do que aquelas com paredes e pisos não solidários.

G Material rodante e sua manutenção

1. Carros motores

No Cap. F, "Elementos básicos para o planejamento técnico" foram apresentadas sugestões para os carros motores referentes à capacidade de lotação, comprimento, largura, altura, velocidade máxima, capacidade de aceleração e de desaceleração. A seguir serão examinados importantes detalhes construtivos que daí resultam e as soluções a serem recomendadas de acôrdo com o progresso atual da técnica.

1.1 Estrutura do carro

1.1.1 Premissas de carga e índices de segurança

Para o cálculo de carros sôbre trilhos são adotadas as cargas possíveis, de acôrdo com as solicitações previsíveis em operação. Muitos metrôs desenvolveram tabelas de cargas que servem de base para o cálculo de seus carros. A firma alemã "Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge" publicou em 1963 premissas de carga e normas de segurança para carros sôbre trilhos que encontraram aprovação internacional, as quais também serviram de base para estudos correspondentes empreendidos nos escritórios do "Office des Recherches et des Essais" (ORE). As premissas de carga apresentadas nessa publicação e os índices de segurança sugeridos podem, portanto, ser recomendados para a construção dos carros motores.

1.1.1.1 Premissas de carga

a) Pêso em operação:
pêso do carro mais carga útil tomando-se como pêso médio por passageiro 65 kg.

b) Sobrecarga de choque:
para partes com suspensão 25%,
para partes sem suspensão 40%.

c) Fôrças horizontais provenientes do rodeiro, dos mancais, da caixa de mancais e de seu suporte, em relação à carga por eixo 30%.

d) Fôrças sôbre o friso da roda resultantes do movimento senoidal, em relação à carga na roda 20%.

e) Desacelerações provocadas por choques e que devem ser absorvidas por peças fixas à caixa do carro e ao truque,
longitudinais 30 m/s²,
transversais 2 m/s²,
verticais 3 m/s².

f) Fôrça de choque sôbre o pára-choque central 80 t.

g) Flexão da caixa do carro, com pêso operacional mais 25% de sobrecarga de choque, em relação à distância entre apoios 0,1%.

1.1.1.2 Coeficientes de segurança

As solicitações calculadas, multiplicadas pelos seguintes coeficientes de segurança i, não devem ultrapassar os limites fixados para os materiais de construção:

a) Choques excluídos:
de resistência à ruptura $i = 2,2$,
de limite de elasticidade ou limite para $\sigma 0,2$ $i = 1,5$,
de durabilidade $i = 1,5$,
de instabilidade na flambagem longitudinal e transversal $i = 1,8$,
de instabilidade na flambagem de chapas metálicas $i = 1,25$.

b) Choques incluídos:
de resistência à ruptura $i = 1,5$,
de limite de distensão $i = 1,0$,
de instabilidade $i = 1,0$.

1.1.2 Caixa do carro

A peculiaridade da operação do metrô faz com que seus carros motores se encontrem quase que exclusivamente em períodos de aceleração ou de desaceleração.
O trabalho dispendido na aceleração, o qual cresce proporcionalmente com o pêso, até a parada completa é inteiramente transformado em outra forma de energia, quase sempre em calor. Impõe-se, pois, a conveniência de construir carros tão leves quanto possível. Os princípios da construção leve são hoje de aplicação generalizada na fabricação de carros para metrô. Opiniões divergentes perduram, contudo, ainda no tocante ao material a ser empregado: aço de alta resistência, aço inoxidável ou alumínio.

1.1.2.1 Escolha do material

a) O aço de alta resistência permite a aplicação de chapas finas no revestimento externo e de perfilados na estrutura do carro. Construções soldadas, auto-sustentáveis, de pêso próprio reduzido, são realizáveis; contudo, tendo em vista a resistência a flambagens e os perigos de corrosão, não devem ser ultrapassados determinados limites mínimos de espessura. Constituem desvantagens a inevitável pintura externa, que aumenta o pêso, os investimentos e, sobretudo, a manutenção.

b) O aço inoxidável têm aproximadamente os mesmos índices de resistência que o aço de alta resistência. Na determinação da espessura das chapas de aço de alta resistência o coeficiente referente à corrosão pode ser dispensado, podendo-se assim alcançar um pêso mais reduzido. Na verdade trata-se de percentagem mínima em relação ao pêso total das partes estruturais do carro. O importante, porém, é o fato de dispensar o pêso da pintura externa, os investimentos e manutenção. Por esta razão a construção em aço inoxidável divulgou-se largamente nos últimos anos, como p. ex. nos carros do metrô de Nova York. O preço elevado do aço inoxidável constitui, entretanto, uma desvantagem.

c) O alumínio, cujo pêso específico é de apenas um têrço do pêso do aço, pode ser empregado como material de construção, dado o desenvolvimento de ligas de alumínio de alta resistência suscetíveis de soldagem e de têmpera. Caixas de carros soldadas são construídas com perfis extrudados de alumínio e acham-se em operação em linhas de metrôs, como p. ex. em Berlim e Munique. Em comparação com as estruturas de aço, as estruturas de alumínio soldadas permitem uma redução de 9% no pêso total dos carros motores. Pode também ser omitida a pintura protetora se no revestimento externo forem empregadas ligas resistentes à corrosão. Como êste revestimento não pode ser soldado, deve ser fixado à estrutura do carro com rebites. A desvantagem em relação ao aço é o preço mais elevado. Uma construção mais econômica é possível com o emprêgo de ligas de alta resistência apenas nos elementos de sustentação (chassis e estrutura da caixa). Para o revestimento externo satisfazem as chapas de ligas, cuja resistência é reduzida pela soldagem, o que, porém, pode ser tolerado. Como estas ligas não oferecem uma resistência suficiente à corrosão, é necessário que recebam uma pintura de proteção. Carros dêste tipo são usados nos metrôs de Berlim e de Munique. Os custos mais elevados são largamente compensados pela redução do consumo de energia durante a vida útil dos carros com estruturas de alumínio.

Recomenda-se: estrutura de alumínio para as caixas dos carros, empregando-se chapas de ligas de alumínio resistentes à corrosão, fixadas à estrutura do carro com rebites ou chapas não resistentes à corrosão, soldadas, com pintura externa de proteção, sendo o preço fator decisivo na escolha do processo de construção.

1.1.2.2 Isolamento da caixa do carro

Para o amortecimento do ruído, redução da transmissão do calor e proteção contra a corrosão, é recomendada a aplicação a pistola, sôbre o lado interno das chapas do teto, das paredes laterais e frontais e do piso, de uma camada de material absorvente de som, de quatro a seis milímetros de espessura, e de placas de espuma para o isolamento acústico e térmico. Nestas placas de espuma é necessário atentar para que apresentem uma estrutura celular fechada, pois não devem poder absorver umidade. Para a redução do ruído é ainda conveniente aplicar placas amortecedoras suplementares sôbre os truques. A parte inferior do chassis deveria receber um isolamento especial com propriedades elásticas para a redução de ruídos e proteção contra a corrosão.

1.1.2.3 Guarnecimento da caixa do carro

O confôrto da viagem e a boa qualidade do guarnecimento dos carros devem satisfazer às exigências atuais sob todos os aspectos. Não é só a configuração arquitetônica que prevalece, mas também o ponto de vista prático. A limpeza interna e externa devem ser de execução fácil e rápida. Para a limpeza externa mecânica será conveniente que as janelas fiquem no mesmo plano da parede externa e as portas tenham o recuo mínimo possível (Fig. F6).

a) Seria necessário que as janelas não pudessem ser abertas, em especial nos carros com ar condicionado. Isto apresenta ainda a vantagem de reduzir os custos de manutenção dos carros. Apesar das recomendações da UIC de empregar sòmente vidro de segurança nas janelas laterais e vidro triplex nas janelas da cabine do maquinista, propõe-se o emprêgo de vidro triplex também nas janelas laterais, visando melhor amortecimento de ruídos.

b) As portas poderão ser dobráveis ou corrediças. Nos modernos carros de metrô as portas devem poder abrir e fechar automàticamente. De acôrdo com as bases técnicas (F2.1.1.1) as portas abertas devem ter um vão livre de 1 300 mm. A porta dobrável deveria ter quatro fôlhas, o que exige muitas peças e a torna complicada, aumentando as despesas de manutenção. Por êsse motivo as portas dobráveis pràticamente não são empregadas em carros de metrô.
O tipo de porta mais comum nos carros de metrô é a corrediça, cujas duas fôlhas correm em vãos laterais. Essas portas são robustas e têm condições para suportar o rude tratamento por parte dos passageiros. Fechadas, proporcionam relativamente boa vedação, em comparação com outros tipos de portas. Recomenda-se, por isso, para os carros de metrô, o emprêgo de portas corrediças que abrem e fecham automàticamente e correm em vãos laterais. O sistema automático, no caso de carros com ar condicionado, deveria apenas liberar a abertura das portas. Assim os passageiros que embarcam ou desembarcam abrirão sòmente as portas que devem ser usadas.

c) Para a superfície interna das paredes e do teto é recomendada a aplicação de placas de resina sintética de pelo menos 2,5 mm de espessura, de fácil manutenção e

limpeza. As placas deveriam ser ùnicamente prêsas por perfis de metal leve, a fim de proporcionar uma troca simples e rápida de placas danificadas. Tiras de tecido ou fitas adesivas entre as placas e os perfis da estrutura impedem a transmissão de ruídos e de calor. A fim de protegê-las contra danos, as paredes deveriam ser guarnecidas na parte inferior com um rodapé de chapa martelada de alumínio, de cêrca de 200 mm de largura (Fig. F8).

d) O piso deve resistir às grandes solicitações de um serviço de metrô e ser de limpeza fácil e eficiente. Será necessário impedir a transmissão de ruídos e a penetração de água. Recomenda-se seja o assoalho recoberto com material plástico de cêrca de 2,5 mm de espessura, o qual nas paredes laterais e frontais deverá subir cêrca de 200 mm.

e) As armações dos assentos devem ser resistentes, de construção leve e de fácil limpeza. Os assentos pròpriamente ditos deveriam ser de madeira compensada ou de poliester reforçado com fibra de vidro. No intuito de proporcionar maior confôrto poderão os assentos ser levemente estofados com espuma de borracha e revestidos com couro sintético poroso e lavável (Fig. F8). No guarnecimento interno deverão ser empregados sòmente materiais incombustíveis ou auto-extintores.

f) Para a iluminação dos carros só são admitidas luminárias corridas com lâmpadas fluorescentes que, de acôrdo com as recomendações 550 da UIC devem proporcionar um iluminamento de pelo menos 150 lux.

g) A disposição interna do carro (Fig. F6 e F8) já foi examinada em F2.1.3. Por se tratar de transporte coletivo urbano a proposta prevê o sistema de classe única. Contudo, se fôr desejado um sistema de duas classes, duas unidades básicas do centro poderão fàcilmente ser transformadas numa classe mais elevada. Alguns carros poderão ser destinados a fumantes.

1.1.2.4 Ventilação e climatização

Em F7.2 ficou esclarecido que a carga calorífica nas composições, proveniente tanto das instalações elétricas, como do calor latente e sensível irradiado pelos passageiros, são determinantes das condições do ar nos carros. No Rio de Janeiro, durante os meses de verão, apesar da intensa ventilação nas gares das estações e nos trechos subterrâneos, a temperatura nessas instalações poderá atingir a 40° C ou mais. Através da ventilação dos carros poder-se-ia proporcionar, no máximo, as mesmas condições de ar que as existentes no túnel. Confôrto maior só poderá ser alcançado através de climatização dos carros. Embora nas horas de "rush" deva-se contar com a abertura de tôdas as portas de um lado do carro durante meio minuto, e em várias estações — por conseguinte com intervalos de um minuto, em média —, processando-se assim acentuada troca de ar com a correspondente elevação da temperatura no carro, nas demais horas do dia a instalação de ar condicionado deverá proporcionar condições de ar favoráveis. Tendo em vista o confôrto, bem como a concorrência com o transporte de superfície, a potência relativamente alta exigida para a climatização, o pêso dos aparelhos, o consumo de energia e os custos de instalação e manutenção não deveriam constituir obstáculos à instalação de aparelhos de ar condicionado nos carros.
A instalação de ar condicionado pode ser descentralizada, colocando-se dois ou três aparelhos em cada carro, ou centralizada, instalando-se a aparelhagem num único local apropriado do carro. Vários aparelhos de pequeno rendimento gastam mais em pêso, energia e manutenção do que um aparelho central.
A instalação de ar condicionado deve ter capacidade para manter a temperatura, no interior do carro totalmente lotado, 5 a 6° C abaixo da temperatura no túnel, mesmo que esta seja de 40° C ou mais, e a umidade relativa cêrca de 10% abaixo daquela do ar do túnel.

Recomenda-se: instalação centralizada de ar condicionado em cada carro.

1.1.2.5 Instalação do equipamento elétrico

Deve ser evitada, tanto quanto possível, a instalação de equipamento elétrico no compartimento de passageiros. Em princípio, todo o equipamento deveria ser montado sob a caixa do carro. Há duas alternativas:
construir um segundo fundo entre os truques, por baixo do chassis pròpriamente dito, ou caixas especiais suspensas no chassis.

Por motivos estáticos, o segundo fundo não é necessário, visto que a estrutura de suporte da caixa do carro (chassis, paredes laterais e teto) são suficientes para suportar as solicitações. O pêso do segundo fundo seria maior que o de caixas isoladas de metal leve.

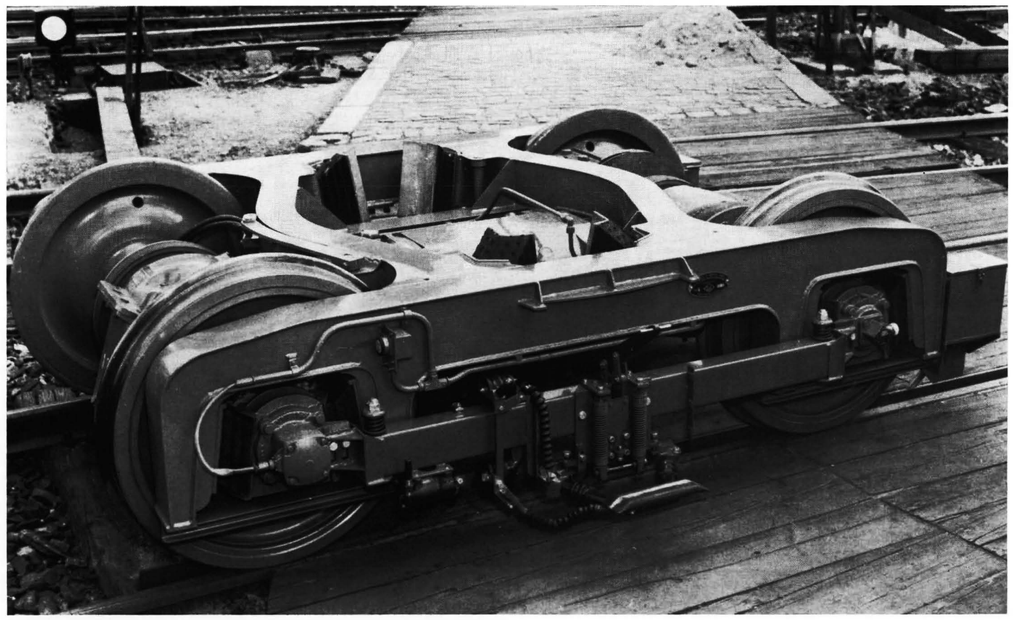
É necessário que as partes construtivas do equipamento elétrico, reunidas no menor número possivel de caixas, sejam nestas fixadas por cabos. As caixas que contêm equipamentos geradores de vibração devem ser fixadas sob o chassis e calçadas com intercalação de placas de borracha, de tal maneira que as vibrações e os ruídos não se propaguem à caixa do carro.

Recomenda-se: equipamentos elétricos tanto quanto possível instalados sob o carro, em caixas que possam ser retiradas.

1.1.3 Engates

Em F2.1.3 foi recomendada uma unidade de tração de três carros. Sendo os três carros usados em operação como unidade, só precisam ser desacoplados na oficina para os serviços de manutenção. Neste caso bastam engates curtos simples e leves, aparafusados.
No intuito, contudo, de possibilitar o acoplamento e desacoplamento de duas unidades de três carros, em operação, serão necessários engates inteiramente automáticos em ambas as extremidades da unidade, com os quais também serão acoplados os cabos de comando e de ar. Os engates devem poder absorver possíveis esforços de tração e compressão. As duas peças de junção do engate, quando acopladas, devem estar rigidamente ligadas, não permitindo movimentos relativos entre elas, nem horizontais nem verticais.

Recomenda-se: engate rígido, inteiramente automático, já aprovado na operação de muitos metrôs, como p. ex. o engate tipo Scharfenberg ou Compact.



Truque com transmissão Düwag

1.1.4 Truques

Os truques deverão ser de construção tão leve quanto possível. Entretanto, recomenda-se o emprêgo de aço para a armação do truque. Não existem ainda experiências suficientes sôbre o comportamento do alumínio empregado em truques de tração sujeitos a grandes esforços. Sua construção, e consequentemente também seu pêso, são determinados principalmente pela distância entre eixos, cadeira do truque, suspensão dos eixos e do motor de tração, transmissão e freio.

1.1.4.1 Rodeiro

Em F1.1.7 foi recomendada a roda de aço com friso.

a) O diâmetro da roda deverá ser o maior possível, a fim de reduzir a solicitação do material no ponto de contato roda-trilho pela pressão superficial que é inversamente proporcional ao diâmetro. A altura do piso do carro delimita, contudo, o diâmetro das rodas, caso essas não devam penetrar no interior do carro. Na Europa a UIC padronizou o diâmetro de 900 mm para carros de passageiros e carros motores. Êsse diâmetro se adapta perfeitamente aos carros motores do metrô, com piso situado a 1 100 mm de altura. Com essas rodas ajustam-se perfeitamente as frequências excitadoras do corpo da roda (número de rotações no campo da velocidade) e a frequência própria da caixa do carro, evitando-se assim o fenômeno de ressonância.

b) A roda pode dispor de um aro postiço colocado a quente ou ser do tipo monobloco, onde o corpo da roda e o aro constituem uma peça inteiriça. A fim de reduzir o pêso, é usado no primeiro caso um corpo de roda com ondulação dupla, sôbre o qual o aro é colocado a quente. O pêso dessa roda corresponde a sòmente cêrca de 92% do pêso da roda monobloco, mas seu preço é cêrca de 18% maior. Um aperfeiçoamento recente consiste no emprêgo do corpo da roda em metal leve com aro postiço de aço. Tal roda é ainda mais leve que a roda de aço com aro, mas seu preço sofre considerável aumento. Não se dispondo ainda de experiência operacional suficiente, êste tipo de construção não pode ser recomendado.
Outra variante de roda com aro postiço é a roda com amortecedores de borracha, em suas diferentes formas de construção. O que há de comum em tôdas as construções dêsse gênero é a intercalação de elementos de borracha entre o corpo da roda e o aro. Com o amortecimento pela borracha pretende-se melhorar a marcha e reduzir o nível dos ruídos. No entanto, as numerosas experiências feitas no metrô de Hamburgo e as medições realizadas no metrô de Berlim demonstraram que é inapreciável a influência sôbre a qualidade da marcha ou sôbre o nível dos ruídos. Ocorre ainda que o preço desta roda, de construção complicada, é mais elevado, e seu péso maior do que, p. ex., da roda monobloco.

A resistência à marcha também aumenta aproximadamente de 1 kg/t, aumentando o consumo de energia. Essa construção é desaconselhável, mormente considerando-se que as medições relativas ao desgaste não permitem esperar um aumento substancial de vida útil.

c) A marcha do carro e o desgaste do friso das rodas dependem em grande parte do perfil da superfície de rolamento e do friso das rodas. Muitos metrôs — ao contrário do que se verifica nas estradas de ferro de longa distância — adotam perfis de aro de roda com superfície de rolamento cilíndrica. Tal perfil tem contudo o inconveniente de os rodeiros não poderem centrar-se sòzinhos nos trechos em tangente, sendo sempre guiados pelo friso da roda. Há, neste caso, um desnecessário desgaste excessivo, tanto no friso das rodas como nos trilhos. Através de inúmeras experiências, o ORE determinou as características de um "perfil de desgaste" para as estradas de ferro européias. Entretanto, como êsse perfil depende da forma do boleto do trilho, não pode ser incondicionalmente aceito para o trilho brasileiro TR-57. Por isso a Fig. G1 mostra um perfil que foi desenvolvido de acôrdo com o perfil do trilho TR-57, tendo por base o perfil de desgaste. Essa figura dá igualmente as medidas principais do rodeiro total.
Recomenda-se: rodeiros de rodas monobloco para os carros motores, com o perfil mostrado na Fig. G1.

1.1.4.2 Mancais do eixo, cadeira do truque e suspensão do eixo

a) Atualmente o moderno material rodante ferroviário só é construído com mancais de rolamento, que oferecem pouca resistência à marcha e exigem reduzido custo de manutenção. São utilizados mancais de rolamentos autocompensadores, mancais de rolamentos cônicos ou mancais de rolamentos cilíndricos.
Os mancais de rolamentos autocompensadores são caros e requerem montagem de alta precisão. São empregados sòmente quando há receio de acentuada flexão elástica do eixo e que não pode ser compensada pela folga do mancal. Com as cargas por roda de carros de metrô (aprox. 7 t) isso não acontece.
Os mancais de rolamentos cônicos são de construção complicada e de preço igualmente elevado. Só são utilizados nos casos em que há grandes solicitações axiais. Devendo ser construídos como mancais fixos, exigem grande precisão na montagem. Não há razão para utilizá-los em carros de metrô.
Os mancais de rolamentos cilíndricos são de construção simples, admitem reduzido jôgo axial e podem suportar perfeitamente as solicitações axiais, como comprovam as experiências com locomotivas de velocidade máxima de 150 km/h e com carga de 21 t por eixo. Custam menos que os de rolamentos cônicos ou autocompensadores e não exigem precisão tão grande na montagem.

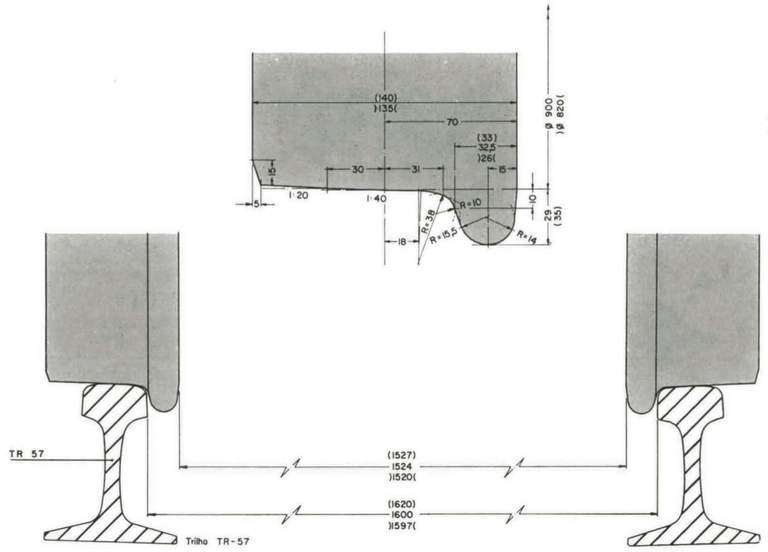


Fig. G1
Dimensões principais de um rodeiro e perfil de uma roda

Recomenda-se: mancais de rolamentos cilíndricos, tanto para os mancais fixos como para os mancais livres.
A fim de proteger os mancais deve-se evitar que o caminho da corrente elétrica para os trilhos passe através dêles. Nesse intuito devem ser previstas escôvas especiais de contato (escôvas com aterramento) e anéis coletores nos eixos.
b) Os mancais podem ser montados entre as duas rodas (mancais internos) ou por fora das rodas (mancais externos).
Mancais internos distribuem melhor a carga sôbre o eixo; reduzem, entretanto, o espaço para os motores, transmissão e freios. A inspeção dos mancais é difícil e para uma eventual troca de mancal torna-se necessário desmontar também a roda.
Mancais externos são de fiscalização simples e podem ser trocados com facilidade. As cadeiras dos truques são inteiriças. O espaço disponível para a montagem dos motores, transmissão e discos de freios é maior. Na Europa são usados quase exclusivamente mancais externos, também aqui recomendados.
A cadeira do truque não deveria conter partes que se friccionem, se desgastem e necessitem de lubrificação. Foram desenvolvidas cadeiras de truque

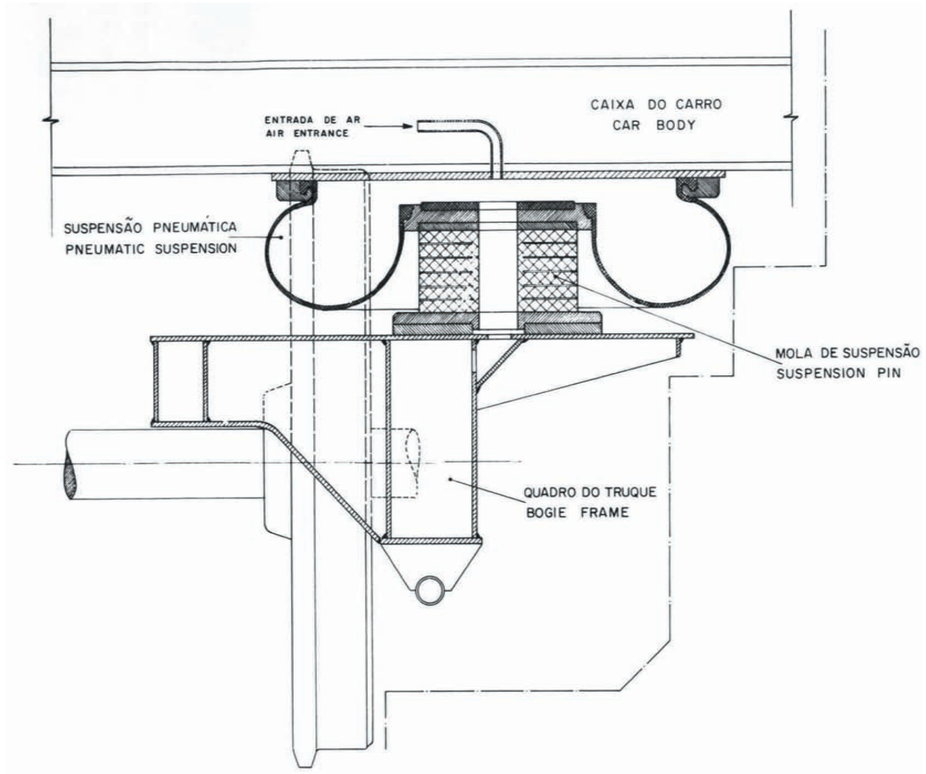


Fig. G2
Disposição da suspensão pneumática

elásticas e sem desgastes, que servem ao mesmo tempo de suspensão do eixo. Molas de metal e borracha, que concorrem também para o amortecimento dos ruídos, guiam os rodeiros. Os amortecedores de borracha permitem pequeno movimento relativo dos rodeiros em relação à armação do truque e distribuem elàsticamente as cargas provenientes dos três componentes espaciais. Nas curvas os rodeiros podem, até certo grau, ajustar-se radialmente, o que diminui o desgaste do friso da roda.
Recomenda-se: mancais externos para os rodeiros
e cadeiras de truque elásticas, que sirvam igualmente de suspensão para os eixos.

1.1.4.3 Suspensão e apoio da caixa do carro

Além da suspensão do eixo que, no intuito de manter a parcela das massas não amortecidas tão reduzida quanto possível, de modo algum deveria ser omitida, é necessário outro sistema de suspensão que sirva de apoio para a caixa do carro sôbre a armação do truque. Os tipos de suspensão que podem ser considerados são molas em feixe de lâminas de aço, molas helicoidais de aço, amortecedores de borracha ou suspensão pneumática

a) O feixe de molas foi usado nos carros de metrô mais antigos. É pesado e funciona como amortecedor por atrito, não permitindo o amortecimento das vibrações de alta frequência. Consequência disso são características de marcha desfavoráveis e pràticamente nenhum amortecimento de ruídos. A fim de garantir os indispensáveis movimentos transversais e giratórios entre caixa do carro e truque, são necessárias pesadas suspensões pendulares ou balancins. Na moderna construção de carros não mais se adotam feixes de molas.

b) A mola helicoidal tem amortecimento próprio muito reduzido. A instalação paralela de amortecedores hidráulicos permite uma combinação harmônica entre suspensão e amortecimento. Contudo, a mola helicoidal transmite o ruído quase sem atenuação. Para o amortecimento do ruído deve-se empregar elementos de borracha entre a mola e o quadro do truque. Para os movimentos relativos entre o truque e a caixa do carro, havendo altura disponível para sua instalação, poderia ser aproveitado o efeito flexicoidal da mola helicoidal. Em caso contrário, será também necessário o emprêgo de suspensões pendulares e balancins, ou então o amortecedor de borracha, que por isso substitui hoje largamente a mola helicoidal.

c) O amortecedor de borracha apresenta boas propriedades de amortecimento de ruídos e grande amortecimento próprio, tornando dispensáveis amortecedores suplementares de vibrações. Mediante a conformação adequada da borracha pode-se obter a característica progressiva de suspensão desejada na construção dos carros. A característica flexicoidal do amortecedor de borracha possibilita todos os movimentos relativos admissíveis entre o truque e a caixa do carro. Graças a estas vantagens o emprêgo de amortecedor de borracha tem encontrado grande divulgação.

d) A suspensão pneumática tem as propriedades do amortecedor de borracha. Ademais, as características de molejo podem ser adaptadas a qualquer condição de carga mediante graduação adequada da pressão, de sorte que em qualquer condição de carga a frequência própria provocada pela mudança de movimentos e a altura do piso acima do boleto do trilho permanecem constantes. A Fig. G2 exemplifica a suspensão pneumática. Em caso de rompimento de uma almofada de ar, amortecedores de borracha substituem a suspensão pneumática. A composição pode prosseguir viagem sem limitação da velocidade. Inconveniente é o aumento, ainda que reduzido, do consumo de ar que deve ser considerado no dimensionamento da instalação do compressor. Em virtude das válvulas e dispositivos de comando adicionais, a suspensão pneumática torna-se mais dispendiosa que os demais sistemas de suspensão. As vantagens da suspensão pneumática, porém, superam as desvantagens, e portanto, vêm tendo um emprêgo cada vez maior na moderna construção de carros.

Recomenda-se: suspensão pneumática, conjugada com amortecedores de borracha como reserva e segurança.

1.1.4.4 Freio mecânico

Constitui característica própria da operação de carros motores de metrô o fato de que, em razão das curtas distâncias entre estações, os períodos de arranque e de frenagem se alternam em breves intervalos de tempo. É pois evidente que os motores de tração devem fornecer não só a potência de arranque, como também a potência de frenagem. Nesse sentido foram desenvolvidos e experimentados dispositivos elétricos de frenagem. Ao freio mecânico de fricção cabem então ùnicamente as funções de segundo freio de serviço, freio de emergência e freio de imobilização.

Como freio de serviço, o freio de fricção deve estar em condições de, na falta do freio elétrico, realizar todo o trabalho de frenagem. As fôrças de frenagem necessárias são hoje em geral produzidas em cilindros de ar comprimido, cuja pressão é regulada pneumática ou eletro-pneumàticamente através de válvulas de comando, pelo manipulador do freio na cabine do maquinista. O comando eletro-pneumático, devido à sua alta rapidez de transmissão, deve ser preferido ao comando sòmente pneumático, de ação mais vagarosa.

A frenagem pode ser realizada por um freio de sapata, onde sapatas de ferro fundido ou de material sintético atuam sôbre o aro da roda, ou por um freio a disco, onde lonas de freio de material sintético atuam sôbre um disco de freio especial. Sempre que as condições de espaço no truque permitirem a instalação do freio a disco, êste deve ser preferido, muito embora venha aumentar o pêso não amortecido do rodeiro. O maior coeficiente de atrito das lonas de material sintético permite operar com menos pressão nos cilindros de freio do que com freios de sapata. Consequentemente os cilindros de frenagem e suas hastes serão mais leves em comparação com o freio de sapata.
O coeficiente de atrito das lonas do freio e, por isso mesmo, a fôrça de frenagem, não dependem da velocidade, como acontece com os freios de sapatas de ferro fundido. Não há desgaste nas superfícies de rolamento das rodas pelo calor desenvolvido pela frenagem. Acresce ainda que o freio a disco funciona pràticamente sem ruído, vantagem que o torna particularmente indicado para carros de metrô.

Construtivamente o freio mecânico deve ser constituído de tal maneira que possibilite as desacelerações médias exigidas de até 1,2 m/s² nas frenagens de serviço, e no mínimo 1,3 m/s² nas frenagens de emergência. O coeficiente de aderência de 0,15 não deveria ser ultrapassado, pois do contrário a experiência tem mostrado que

haveria o perigo de deslizamento das rodas, i. é, de ficarem bloqueadas. A carga por eixo pode variar de aproximadamente 5 t entre carros de metrô lotados e vazios. A fim de se obter, independentemente disso, condições sempre iguais de frenagem, é necessário que a fôrça de frenagem seja regulada em função do pêso.
O freio de emergência deverá poder ser acionado não só da cabina do maquinista, como também dos compartimentos de passageiros.
O freio de imobilização pode ser um freio simples de mola pré-comprimida, a ser acionado da cabina do maquinista. Sua finalidade é manter imobilizadas composições estacionadas, bem como composições lotadas nos declives mais pronunciados da linha.

Recomenda-se: freio a disco, de comando eletro-pneumático, com dispositivo de proteção contra deslizamento e regulador de fôrça de frenagem em função do pêso.

1.1.5 Transmissão

A transmissão transmite o momento torçor do motor através de um jôgo de engrenagens, para um só eixo no caso de transmissão individual por eixo, ou para ambos os eixos no caso de transmissão acoplada.
A transmissão constitui elemento de construção cinemàticamente difícil. Prova disso são as numerosas construções propostas ou executadas, as quais satisfazem em maior ou menor grau às exigências impostas à transmissão. Dentro dos limites de jôgo horizontal e vertical admitidos, o eixo pode assumir posições espaciais das mais desordenadas, as quais devem ser compensadas pela transmissão. Nesse sentido não deverão ocorrer fôrças de massas internas provenientes de divergências angulares, nem fôrças de massas externas provenientes de marcha excêntrica. Ambas as fôrças de massas podem conduzir a altas despesas de manutenção, sendo que forças de massas externas podem ainda provocar marcha irregular do carro.
É difícil decidir se a preferência deve ser dada à transmissão individual por eixo ou à transmissão acoplada. O problema do pêso dos motores conduziria a reunir em um só motor todo o desempenho exigido. Por outro lado, contudo, essa solução exige elementos de acoplamento bastante robustos, i. é, pesados, para resistir aos deslizes normalmente diferenciais dos dois eixos nas curvas. Como isso se verifica ainda no campo de micro-deslizes, as fôrças a serem transmitidas pelos elementos de acoplamento são proporcionais à carga por eixo multiplicada pelo coeficiente de atrito. Em cargas por eixo altas êsse inconveniente elimina completamente as vantagens de pêso de um só motor. Truques com eixos acoplados não são tão sensíveis a variações de carga axial provenientes de momentos de tração, sobretudo em trechos em tangente, possibilitando assim melhor aproveitamento do coeficiente de atrito.
A grande maioria de todos os carros motores de metrô possui ainda hoje transmissão individual por eixo. Contudo, nos últimos decênios numerosos carros motores de metrô têm sido também construídos com eixos acoplados, sendo plenamente satisfatórios os resultados em serviço.

1.1.5.1 Transmissão individual por eixo

a) A transmissão com motor suspenso pelo nariz é altamente difundida, devido à simplicidade de sua construção. O motor é suspenso por um lado, elàsticamente na armação do truque; o outro lado se apoia sôbre o eixo de tração através da sede do mancal de suspensão. A coroa da transmissão é fixada diretamente sôbre o eixo de tração (Fig. G 3-item (1)).
A transmissão é simples e de baixo custo. Podem, entretanto, ocorrer divergências angulares e consequentemente fôrças de massas. Além disso os choques provenientes da via são transmitidos ao motor sem amortecimento. Em consequência o nível de ruído, em parte também produzido pela transmissão, é muito alto. Para obter uma transmissão elástica do momento torçor e atenuar os solavancos provenientes de mudanças repentinas do momento torçor, provocados pelas mudanças do regime de marcha, a coroa ou o pinhão são frequentemente amortecidos no sentido da rotação. Isso encarece o acionamento e aumenta as despesas de manutenção. Conquanto simples, a transmissão com motor suspenso pelo nariz não mais responde inteiramente às atuais exigências.
Nos Estados Unidos foi criada para carros de metrô uma variante da transmissão com motor suspenso pelo nariz, com uma transmissão em duas etapas (Fig. G 3-item (2)). Seu desenvolvimento tinha por finalidade permitir o emprêgo de motores de tração mais leves de rotação mais elevada. Na realidade a vantagem do motor mais leve é quase totalmente anulada pela desvantagem da transmissão mais pesada. Além disso, o nível de ruído da transmissão em duas etapas é mais alto que o da transmissão em uma etapa. As demais desvantagens da transmissão com motor suspenso pelo nariz permanecem também neste tipo de construção.

b) Em outras soluções os motores são fixados rìgidamente na armação do truque, ficando assim inteiramente amortecidos através da suspensão do eixo. Há muitos tipos de transmissão propostos e também executados, com maiores ou menores desvantagens. Mencione-se a transmissão por discos usada no metrô de Hamburgo (Fig. G 3-item (3)). As desvantagens dêste tipo de transmissão situam-se no eixo do motor, em forma de árvore ôca, e nos discos, que devem ser fabricados com materiais de alta qualidade e exigem um acabamento de alta precisão. A transmissão torna-se assim relativamente cara, tanto na aquisição quanto na manutenção.
A Fig. G 3-item (4) mostra a transmissão dos carros motores do metrô de Toronto. Do motor inteiramente amortecido e montado em sentido longitudinal, o momento torçor é transmitido à engrenagem do eixo através de um eixo cardan. As engrenagens dos eixos são do tipo transmissão com engrenagens cônicas. O nível de ruídos desta transmissão é baixo. A única desvantagem está nos eixos cardan bastante curtos, gerando grandes ângulos dos mesmos, já com pequeno movimento da suspensão.

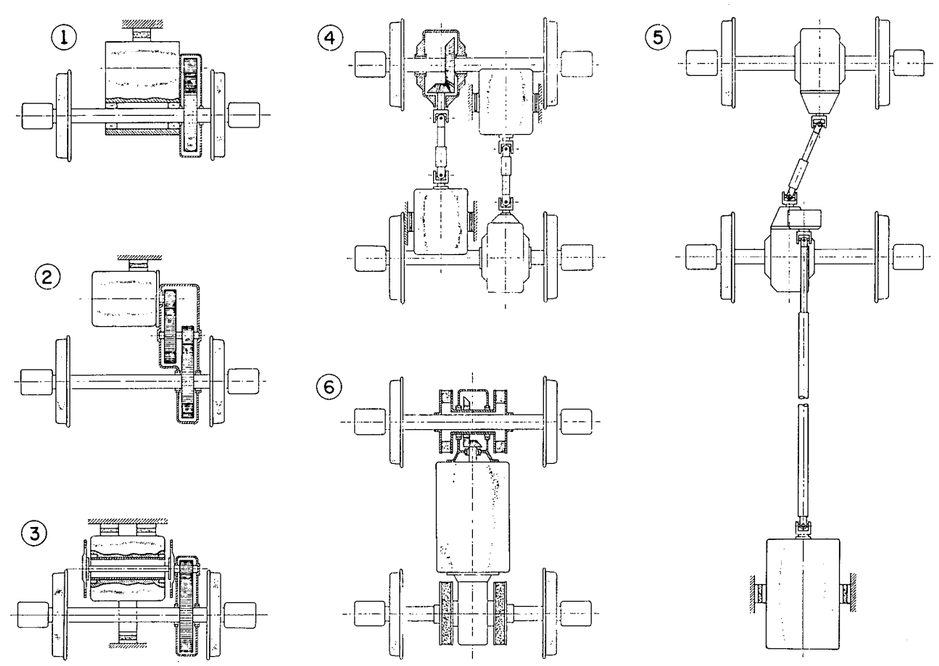


Fig. G 3
Esquemas de transmissão de carros de metrô

1.1.5.2 Transmissão acoplada

Para carros motores de metrô, dois tipos de transmissão acoplada tornaram-se mais conhecidos.

a) Um dêles foi criado pela firma Budd para truques experimentais do metrô de São Francisco (Fig. G 3-item (5)). Através de um eixo cardan e do jôgo de engrenagens do eixo, o motor fixado sob a caixa do carro aciona o eixo mais próximo e daí o segundo eixo do truque. Estando o motor montado fora do truque, a construção dêste é grandemente facilitada. Êste tipo de construção simples e claro, parece ter sido aprovado nas viagens de teste realizadas.
Inconveniente é o fato de a engrenagem do eixo, relativamente pesada, apoiar-se sôbre o eixo sem amortecimento, e de faltar elasticidade na transmissão do momento torçor.
Vibrações provocadas por falha do cardan podem passar à caixa do carro através do motor, prejudicando assim a boa marcha do carro.

b) O segundo tipo foi criado pela firma Düwag originalmente para bondes, e seu emprêgo é hoje muito difundido. Nos últimos anos passou a ser aplicado também em carros de metrô.
O motor montado no eixo longitudinal do truque (Fig. G 3-item (6)) é firmemente aparafusado às duas transmissões, formando uma só unidade. Apoia-se nos eixos através da carcaça das engrenagens angulares, das árvores ôcas e dos acoplamentos de borracha. O momento torçor é assim transmitido elàsticamente aos dois eixos do truque. O motor e a transmissão repousam, portanto, plenamente amortecidos sôbre os eixos.
Esta transmissão deu os melhores resultados no metrô de Berlim e seu emprêgo está igualmente previsto nos metrôs de Munique e de Paris. As medições efetuadas pela "Operations Research Incorporated", Silver Spring, Maryland, EE.UU., para avaliar o nível de ruído em carros de metrô, demonstraram que o carro do metrô de Berlim é dos mais silenciosos de todo o mundo. A transmissão deve também ter contribuído para êsse resultado. Convém ainda mencionar que o motor de tração não pode ser desmontado por baixo. Como, porém, na atual prática de oficina se dá preferência à troca do truque, a desmontagem do motor é de importância secundária.

1.1.5.3 Recomendação para a transmissão

Como já foi acentuado no início, é muito difícil fazer uma recomendação unívoca, com base nas vantagens e desvantagens de cada um dos tipos de transmissão. Sòmente o estudo de todos os detalhes construtivos poderia fornecer elementos para uma decisão final sôbre o tipo de transmissão a ser escolhido. Se a seguir é recomendada a transmissão acoplada, isso não quer dizer que a transmissão individual por eixo não tenha idêntico valor. Unicamente a suposição de que o truque com transmissão acoplada venha a pesar menos que o truque com transmissão individual por eixo, cinemàticamente equivalente, é que levou à recomendação que se segue.
Recomenda-se: transmissão acoplada, motor de tração e transmissão com amortecimento total e transmissão elástica do momento torçor.

1.1.6 Pêso do carro

O pêso do carro vazio, bem como a carga útil que o carro deverá suportar, deverão ser conhecidos quando da determinação do equipamento elétrico, mormente da potência dos motores a serem instalados. Com lotação máxima de 360 passageiros (F 2.1.3.1) a 65 kg por passageiro (G 1.1.1.1.a) a carga útil eleva-se aproximadamente a 24,0 t. Êste Estudo não comporta o cálculo exato do pêso do carro vazio. Para tanto seria necessário conhecer os detalhes construtivos do carro, os materiais a serem empregados e o equipamento elétrico. Êsse pêso pode, porém, ser estimado com precisão suficiente, mediante confronto com valôres específicos de carros de metrô já executados.

Com base na Tab. F1 foram reunidos na Tab. G 1, para os três materiais a serem considerados (aço, aço inoxidável e alumínio), os valôres específicos de um carro de metrô para o Rio de Janeiro. Por essa tabela é possível escolher com suficiente exatidão o pêso do carro vazio para o Metrô do Rio de Janeiro:

aço de alta resistência	35,5 t,
aço inoxidável	34,1 t,
alumínio	29,5 t.

A importância do pêso do carro vazio, quanto ao consumo de energia, se deduz do seguinte cálculo sumário: o consumo específico de energia em operações de metrô será, em média, de 100 Wh/tkm, i. é, uma tonelada de pêso consome por km percorrido 0,1 kWh de energia elétrica. Se, p. ex., todos os carros da Rêde do Metrô percorrem por ano 100 milhões de km, o consumo de energia será de 10 milhões de kWh por tonelada. Em vista disso será sumamente vantajoso conservar o pêso dos carros vazios o mais baixo possível (ver também as recomendações feitas em G 1.1.2.1).

1.2 **Equipamento elétrico**

No Cap. F, "Elementos básicos para o planejamento técnico" foi recomendada a unidade de tração de três carros motores, com aceleração máxima de partida de 1,35 m/s², desaceleração de até 1,5 m/s² e velocidade máxima de 100 km/h. Outro valor determinante para o cálculo do equipamento elétrico é o pêso do carro lotado que, segundo G 1.1.6 e a recomendação do material em G 1.1.2.1, pode ser aqui fixado em 53,5 t, com suficiente precisão. A fôrça de tração dos motores e sua potência devem satisfazer as condições estabelecidas para o carro lotado. O dimensionamento de outras partes construtivas importantes do equipamento elétrico são determinadas pelas características elétricas dos motores. O diagrama fôrça de tração/velocidade, capaz de satisfazer as já mencionadas condições, determina o dimensionamento dos motores.

Tab. G1
Dados sôbre carros de metrô para o Rio de Janeiro

Material	Comprimento	Largura	Área	Pêso	Potência instalada	Pêso específico
	m	m	m²	t	kW	t/m²
Alumínio	21,20	3,17	67,20	29,5	540	0,44
Aço de alta resistência	21,20	3,17	67,20	35,5	540	0,53
Aço inoxidável	21,20	3,17	67,20	34,1	540	0,51

1.2.1 Curvas características dos carros

1.2.1.1 Curva característica fôrça de tração – velocidade

A fôrça de tração é a soma das fôrças necessárias para superar as resistências à marcha e para acelerar a composição. Para determinar a resistência à marcha usa-se em metrôs a seguinte fórmula:

$$F_{RT} = C_1 \cdot M_T + C_2 \cdot T \cdot A \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2 \quad [kg]$$

F_{RT} = resistência à marcha [kg]
M_T = pêso da composição lotada (6 carros) [t]
V = velocidade [km/h]
A = 10,4 = área frontal da composição [m²]
C_1 = 2,5 = resistência específica dos mancais
C_2 = 0,45 = coeficiente da resistência do ar
T = 1,5 = índice de correção para a marcha em túnel.

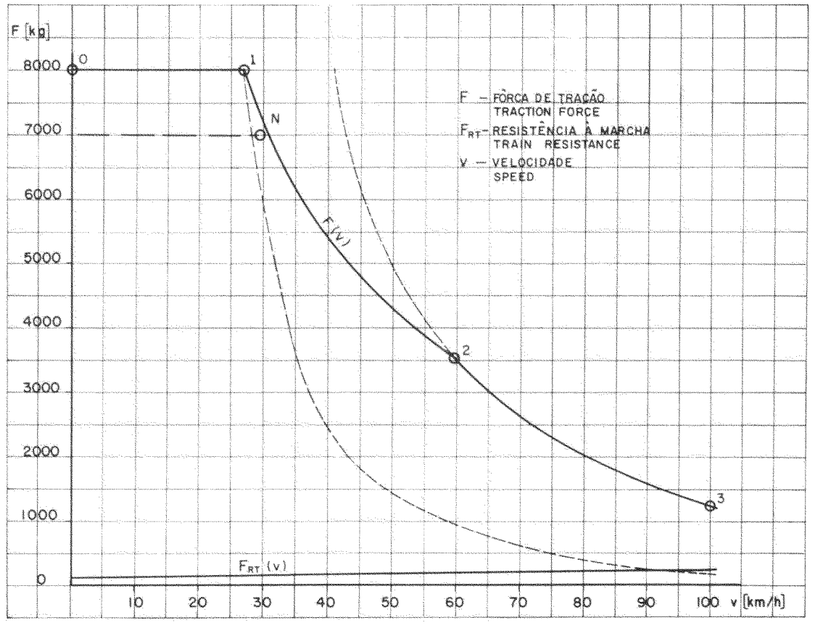
A fôrça de tração necessária para a aceleração da composição é determinada pela fórmula:

$$F_a = \frac{M_T \cdot \varrho \cdot a}{g} \quad [kg]$$

F_a = fôrça de tração para a aceleração [kg]
g = aceleração da gravidade [m/s²]
ϱ = acréscimo para massas giratórias
a = aceleração necessária [m/s²].

De acôrdo com estas fórmulas a fôrça de partida por carro motor é de 8 t (Fig. G 4).
Não será possível manter em todo o campo de velocidades (do repouso à velocidade máxima) a elevada aceleração recomendada, de 1,35 m/s² por exigir esforços demasiados por parte dos motores. Em estradas de ferro de corrente contínua o campo de maior fôrça de tração é limitado a até aproximadamente 33% da velocidade máxima. Dada a pequena distância entre as estações nos metrôs, a velocidade máxima muitas vêzes não pode ser atingida. Ademais, o número de partidas é consideràvelmente maior que nos trens de longo percurso. Se a tensão levada aos motores é regulada através de resistências, há perdas de energia nessas resistências, porque para fôrça de tração constante o trabalho dispendido pelos motores se eleva sòmente em proporção com a velocidade. São estas as razões porque nos metrôs o campo de tração constante é limitado a cêrca de 25 a 30% da velocidade máxima (campo entre pontos 0 e 1 na Fig. G 4). Em sequência ao comando por variação da tensão pode-se conseguir, através de comando por variação de campo, que o trabalho dispendido pelos motores de tração permaneça constante, i. é, que o produto da fôrça de tração pela velocidade permaneça constante. A extensão dêste campo depende do grau de excitação com o qual os motores podem ainda ser operados. Dever-se-ia procurar estender êsse campo até aproximadamente 60 a 70% da velocidade máxima (campo entre pontos 1 e 2 na Fig. G 4). Daí em diante o produto da fôrca de tração pela velocidade diminui até atingir a velocidade máxima, de acôrdo com a curva característica do motor (campo entre pontos 2 e 3 na Fig. G 4). É necessário alcançar a velocidade máxima com uma aceleração ainda permissível (cêrca de 0,1 a 0,2 m/s²).

Fig. G 4
Diagrama fôrça de tração – velocidade de um carro motor com carga completa



1.2.2 Motor de tração e sua potência

Os motores de tração devem estar em condições de satisfazer o diagrama fôrça de tração – velocidade, desenvolvido na Fig. G 4. Não é, porém, necessário que o motor possa trabalhar permanentemente com fôrça de tração máxima, sem que haja sobresolicitação térmica, pois, dentro de um período de marcha (curva da fôrça de tração desde a partida até à parada) há períodos de fôrças de tração menores até à fôrça de tração zero, na marcha livre e na parada junto à plataforma. A fôrça de tração contínua dos motores pode, portanto, ser menor do que a fôrça de tração máxima. É extremamente difícil calcular antecipadamente a fôrça de tração contínua por serem muito numerosos e variáveis os fatôres que a influenciam, como a duração dos diversos períodos de marcha, condições de inclinação da via, tipo de refrigeração dos motores e outros. Nêste Estudo basta plenamente utilizar valôres empíricos da relação entre fôrça de tração na partida e fôrça de tração contínua. Enquanto nas estradas de ferro de longo percurso é possível o índice 1,5 a 2, nos metrôs êsse índice baixa para 1,1 a 1,2. Adotando-se 1,15 ter-se-á como fôrça de tração contínua 7 000 kg (Fig. G 4). Segundo as normas internacionais (Publicação 48 do IEC) a soma das potências contínuas dos motores de um carro motor é igual à sua potência nominal, o que dá 540 kW a uma velocidade de 28 km/h e uma fôrça de tração de 7 000 kg, conforme ponto N na Fig. G 4.

A potência nominal dos motores de tração é, portanto:

com um motor por truque 270 kW a 28 km/h,
com dois motores por truque 135 kW a 28 km/h.

Os motores podem ser de ligação em série ou de ligação em paralelo. O motor de ligação em paralelo requer uma técnica de regulação mais apurada, e é menos apropriado que o motor de ligação em série para trabalhar em paralelo com os muitos motores de uma composição, devido à sua curva característica de rpm/momento torçor. Por êste motivo não é empregado metrôs.

O motor de ligação em série pode ser construído com ou sem compensação. Desejando-se um aproveitamento máximo do motor, através de largo setor de regulação de campo, deverão admitir-se graus de excitação de até 25%. Motores sem compensação, entretanto, não admitem graus de excitação abaixo de 50%, enquanto que os motores com compensação podem ser operados ainda com um grau de excitação de 25%, sem dificuldades de comutação.
Nos metrôs geralmente é dispensável uma ventilação externa para a refrigeração dos motores, empregando-se exclusivamente a autorefrigeração.

Recomenda-se: motor de tração de corrente contínua, com compensação, com ligação em série e autorefrigeração.

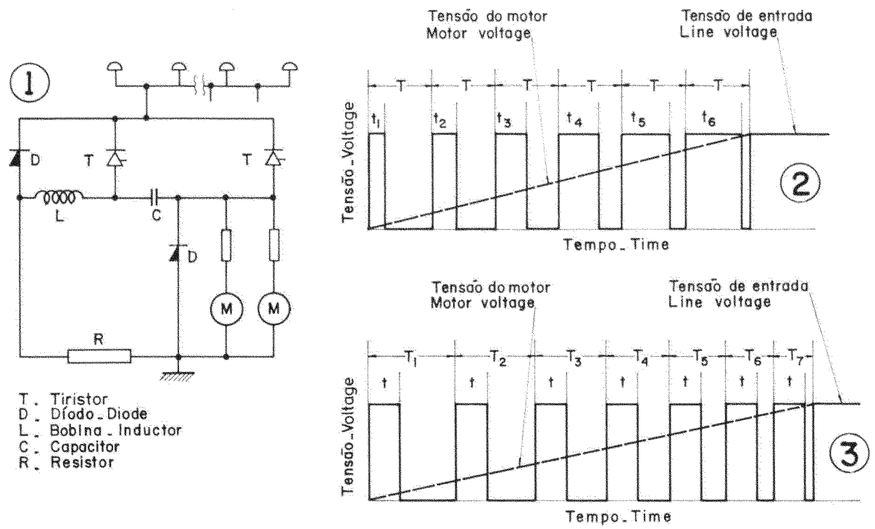


Fig. G 5
Contrôle chopper

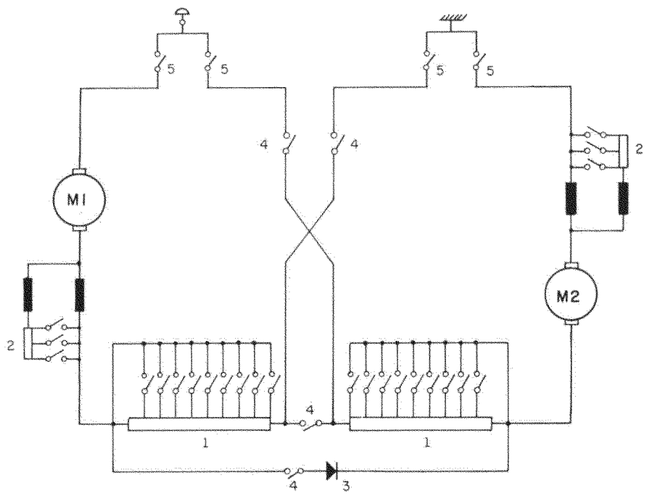


Fig. G 6
Diagrama unifilar para marcha com um motor por truque

1.2.3 Circuitos de corrente de tração e de frenagem

A estrutura dos circuitos de corrente de tração e de frenagem depende fundamentalmente da tensão para a marcha da regulação, e do tipo de freio, para a frenagem.

1.2.3.1 Circuitos de corrente de tração

A fôrça de tração dos motores é regulada, ainda hoje, exclusivamente através de resistências intercaladas, agrupamento dos motores com ligação série/paralelo, bem como pela variação do grau de excitação.
O desenvolvimento dos tiristores possibilita a substituição da regulação de tensão através de resistências intercaladas, por conversores em corrente contínua também chamados contrôle chopper ("chopper control") (Fig. G 5). Desta forma a tensão é transmitida aos motores sòmente em forma de impulsos. Neste caso permanece constante a frequência dos impulsos e se modifica o tempo de aplicação da corrente (Fig. G 5-item (2)), ou êste permanece constante, modificando-se a frequência dos impulsos (Fig. G 5-item (3)). Êste tipo de regulação porém, não ultrapassou ainda o estágio experimental, não tendo sido comprovado em operação.
Apresenta certas vantagens de ordem técnica em confronto com o sistema atual de regulação, mas por outro lado, traz também desvantagens pelas reações sôbre a rêde alimentadora de corrente contínua. Por isso o emprêgo exclusivo do contrôle chopper não pode ainda ser recomendado para carros motores de um metrô.
A Fig. G 6 mostra o diagrama unifilar do comando de tensão com resistências intercaladas e a ligação série/paralelo dos motores . A fôrça de tração necessária de 8 t por carro motor exige que todos os eixos sejam acionados, caso o limite de coeficiente de aderência de 0,15 não deva ser ultrapassado. É, pois, evidente a necessidade de se prever circuitos de corrente de tração e de frenagem perfeitamente iguais para todos os três carros da unidade de tração. Podem ser consideradas as seguintes ligações principais para os circuitos de corrente de tração:

a) Com transmissão acoplada, i. é, havendo sòmente um motor em cada truque, em primeiro lugar a ligação em série dos motores de ambos os truques, e, com velocidade crescente, a ligação em paralelo (Fig. G 6).

b) Com transmissão individual por eixo, ligação em série dos dois motores de cada truque e, a seguir, ligação em paralelo (a Fig. G 6 vale neste caso para cada truque).

c) Com transmissão individual por eixo, ligação em série dos quatro motores do carro motor e, a seguir, ligação em paralelo dos motores de ambos os truques, conservando-se a ligação em série dos motores de cada truque (na Fig. G 6, M 1 corresponde aos dois motores do truque 1, e M 2 aos dois motores do truque 2).

A ligação em série dos motores apresenta a desvantagem de que, tôda vez que, com um motor, por qualquer motivo seja ultrapassado o limite do microdeslize entre a roda e o trilho, a fôrça de tração é grandemente reduzida, não só nesse motor, mas também no segundo ligado em série, porque a tensão recebida é absorvida quase exclusivamente pelo primeiro motor. Êste processo torna-se mais acentuado quando há ainda resistências intercaladas. Convém, pois, passar o mais ràpidamente possível da ligação em série para a ligação em paralelo, enquanto a velocidade fôr ainda baixa (10 a 15 km/h). Os casos a) e b) apresentam, portanto, vantagem com relação ao aproveitamento do coeficiente de aderência sôbre o caso c), em que ambos os motores de cada truque estão permanentemente ligados em série. O caso b) tem, entretanto, a desvantagem de necessitar de maior número de aparelhos de distribuição que nos casos a) e c), ainda que para correntes mais baixas. No caso a), com sòmente dois motores de tração que incluindo a transmissão são mais leves que quatro motores com transmissão equivalente, o pêso é menor que nos casos b) e c). Também o caso c) apresenta menos pêso que o caso b), em razão do menor número de aparelhos de distribuição. Para uma recomendação deve-se ter em vista primeiramente os sistemas que apresentam as melhores características de marcha e melhor aproveitamento do coeficiente de aderência (casos a) e b)). Como a construção no caso a) é mais leve e exige a manutenção de sòmente a metade do número de motores que no caso b), como também, tendo em vista a recomendação em G 1.1.5.3, o caso a) deve ser preferido.

Recomenda-se: regulação de tensão da corrente nos motores através de resistência de partida, com ligação em série e em paralelo, seguida de regulagem de campo até o grau de excitação de cêrca de 25%. O emprêgo de ligação permanente em série de alguns motores é desaconselhado.

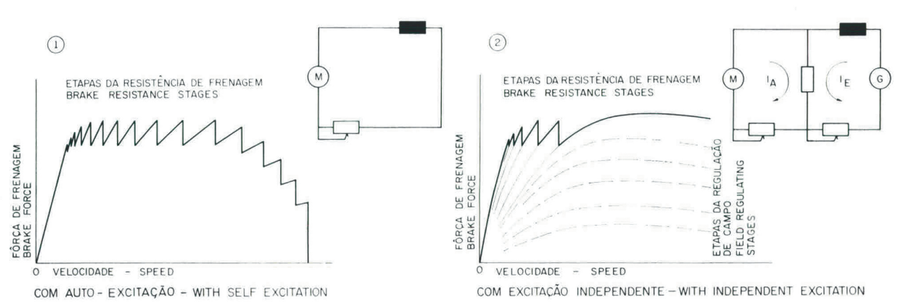
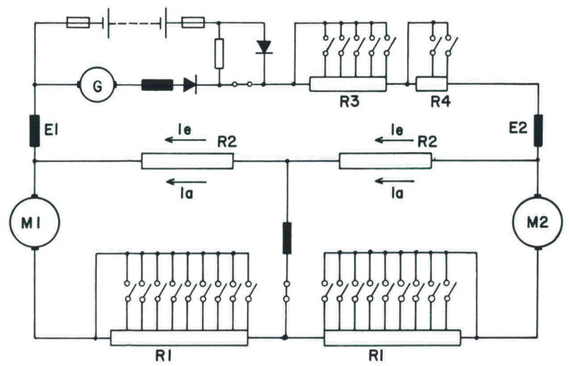


Fig. G7
Características dos freios reostáticos



R1 Resistência de frenagem
R2 Resistência de acoplamento
R3 Resistência de regulação de campo
R4 Resistência de regulação da carga
Ia Corrente do induzido
Ie Corrente de excitação
E Enrolamento de campo

Fig. G8
Diagrama unifilar para frenagem com um motor por truque

1.2.3.2 Circuitos de corrente de frenagem

O freio elétrico pode ser:

freio de regeneração,
freio reostático com auto-excitação,
freio reostático de excitação independente.

a) O freio de regeneração pressupõe que a tensão dos motores que trabalham como geradores seja mais elevada que a tensão no terceiro trilho. Em segundo lugar, na rêde de corrente contínua deve haver sempre fontes de consumo que possam absorver integralmente a energia produzida pela frenagem das composições. Tal fato nem sempre é suficientemente assegurado na rêde de corrente contínua. A absorção de energia de frenagem só é garantida se a energia fôr transmitida através de conversores, da rêde de corrente contínua para a rêde alimentadora de corrente alternada. Isto é tècnicamente realizável. As subestações deveriam dispor de conversores com tiristores, em vez dos retificadores com simples díodos. As subestações tornar-se-iam com isso mais complexas, mais sujeitas a perturbações e mais caras. Não há ainda experiências operacionais suficientes em rêdes de metrô que permitam uma recomendação sem reserva dêste sistema para um metrô a ser construído.

b) O freio reostático com auto-excitação aproveita magnetismo remanente para a formação do campo magnético nos motores de tração. A fôrça de frenagem é graduada pela variação da resistência de frenagem até o valor zero (Fig. G7-item (1)). Com êste freio é possível frenar até a imobilização. A graduação do reostato de frenagem deve ser bastante fina, sobretudo no campo das velocidades baixas, a fim de que não seja ultrapassado o valor limite do solavanco de 0,7 m/s^3. As principais desvantagens do freio reostático com auto-excitação residem no fato de que o tempo de desenvolvimento da frenagem depende sobremaneira da velocidade no início da frenagem, e de ser, do ponto de vista técnico de r egulação, mais complexo que o freio reostático de excitação independente.

c) O freio reostático de excitação independente pode captar a energia excitadora tanto da rêde, através de um gerador-motor especial, como da bateria do carro (Fig. G8). Pelo fato de ser possível regular tanto a excitação como a resistência de frenagem, também êste freio pode ser regulado até à imobilização. Através de dispositivos de regulagem apropriados é possível uma auto-regulagem da fôrça de frenagem, inclusive a regulação que depende da carga (Fig. G7-item (2)). Êsse tipo de freio tem sido usado em grande número de carros motores elétricos e foi desenvolvido até uma alta capacidade operacional. Os elevados custos do circuito de excitação constituem a única desvantagem que é, porém, compensada pela vantagem de uma fácil regulagem.

Recomenda-se: freio reostático de excitação independente, independente da tensão na rêde.

1.2.3.3 Elementos construtivos dos circuitos de corrente de tração e de frenagem

Os principais elementos construtivos dos circuitos de corrente de tração e de frenagem são os reostatos de partida e os aparelhos de distribuição que servem para a graduação da resistência e para a mudança da ligação em série para a ligação em paralelo.

O reostato de partida é convenientemente aproveitado também como reostato de frenagem. Compete-lhe assim, sobretudo nas frenagens, transformar em calor maiores quantidades de energia. A fim de não precisar aumentar demasiadamente seu volume e pêso recomenda-se a rápida eliminação do calor gerado mediante forte ventilação.

Os aparelhos de distribuição podem ser relés ou comutadores. Relés eletromagnéticos ou eletropneumáticos devem ser intertravados elètricamente, a fim de tornar impossível ligações erradas. Os numerosos contatos necessários ocasionam frequentemente perturbações. Os tempos de ligar e desligar os relés são demasiadamente longos quando se trata de graduação fina. O número de relés necessários torna-se muito grande e consequentemente também seu volume e pêso. Por estas razões nos carros motores de metrô não se usam relés no comando automático.

Os comutadores de camos, acionados por motor elétrico, exigem menos volume e pêso na sua construção do que relés. O travamento de cada comutador, que é efetuado por um eixo de excêntricos, opera-se mecânicamente. Os tempos de ligação são mais curtos do que com relés.

Recomenda-se: reostatos com ventilação e comutadores de camos para os circuitos de corrente de tração e de frenagem.

1.2.4 Comando

Os modernos carros motores de tração elétrica são hoje quase exclusivamente operados com comando automático. Podem ser objeto dêsse comando:

a fôrça de tração ou aceleração,

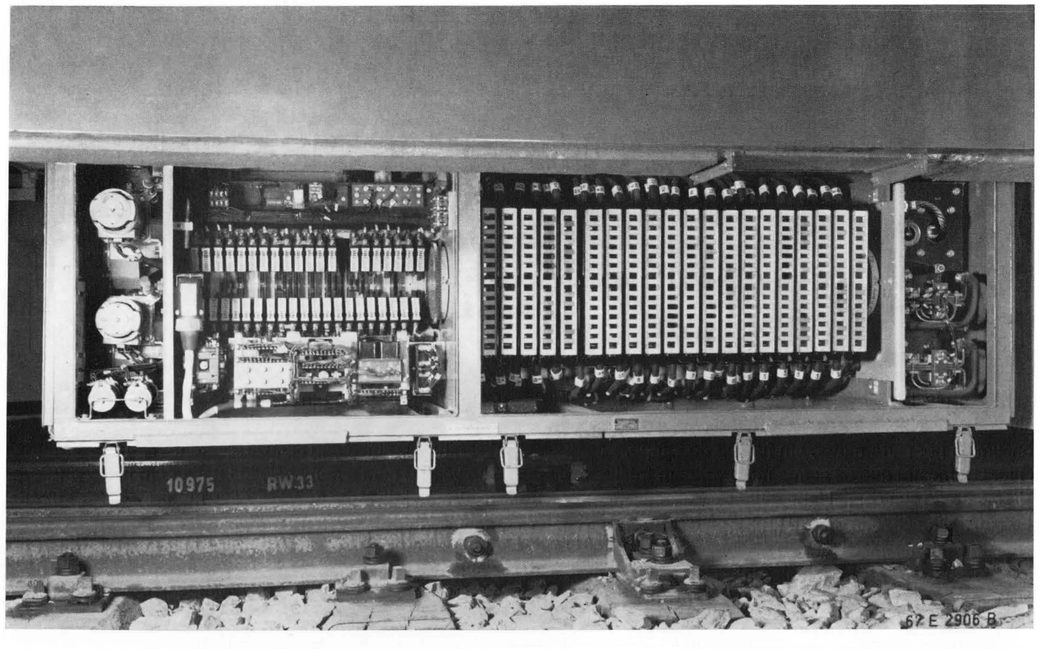
a velocidade,

a fôrça de frenagem ou a desaceleração.

Tomando-se como objeto de comando as fôrças de tração e de frenagem, é necessário que nos carros de metrô, cuja carga oscila entre 70 e 75% com relação ao pêso do carro vazio, haja um dispositivo adicional de regulagem em função do pêso. Êste só poderia ser dispensado se se abrisse mão da regularidade permanente de aceleração e desaceleração. A adaptação às inclinações da linha deve igualmente ser feita, seja manualmente pela variação da grandeza de comando pré-estabelecida, seja, em caso de comando automático, através de informações especiais ao carro quanto à inclinação da linha.
Tomando-se por objeto de comando a aceleração e desaceleração dispensam-se tôdas as medidas suplementares. Pelos atuais métodos de medição aceleração e desaceleração podem ser medidas com suficiente exatidão, de maneira que podem perfeitamente ser escolhidas como objeto de comando.
Nada impede que também a velocidade seja adotada como objeto de comando.

Êsses objetos de comando podem ser, então, pré-selecionados por contrôle manual pelo maquinista ou, no caso de comando automático, transmitidos aos carros por informações através da linha. É evidente que nos carros deve ser prevista aparelhagem que possibilite o comando manual pelo maquinista sempre que houver perturbações na linha, em manobras ou em viagens não previstas nos horários.
Recomenda-se: comando dos carros motores para marcha inteiramente automática e comando manual de reserva, devendo ser escolhidos como objetos de comando a aceleração, a desaceleração e a velocidade.

Comutador



1.2.5 Outros equipamentos

1.2.5.1 Ar comprimido

Para os equipamentos acionados por ar comprimido, quais sejam, o freio, as portas, etc., há necessidade de compressores. Nas unidades de tração de três carros serão suficientes dois compressores, de modo que se pode sugerir sejam equipados com compressores apenas os carros com cabina de maquinista. Para seu acionamento é conveniente instalar um motor de corrente contínua de 750 V que formará uma unidade conjugada com o compressor. Deve-se ter o devido cuidado no sentido de obter um funcionamento silencioso do grupo e de que a sua fixação seja feita com amortecedores contra vibrações.

1.2.5.2 Rêde interna

Muitos equipamentos do carro motor não podem ser operados com a tensão do terceiro trilho.
Torna-se necessária a instalação de uma rêde interna que também possibilite o funcionamento de importantes elementos do equipamento elétrico, mesmo na falta da energia do terceiro trilho. A rêde interna deve por isso ser alimentada por um acumulador (bateria de aço ou chumbo). A tensão nominal recomendada para essa rêde é a tensão admissível de 110 V, conforme Publicação 38 do IEC. Esta é também a tensão nominal das rêdes públicas locais, possibilitando eventualmente para os carros o uso de peças correntes no comércio. Para carregar a bateria há necessidade de um conversor, cujo motor é acionado pela corrente do terceiro trilho, e cujo gerador forneça a potência de 12 kW para a rêde interna e para carregar a bateria. As principais fontes de consumo da rêde interna são: a aparelhagem de comando, a excitação independente dos motores nas frenagens, a iluminação, os ventiladores dos reostatos e outros de menor potência.

1.2.5.3 Iluminação

Uma iluminação moderna sòmente pode ser conseguida econômicamente pelo uso de tubos de luz fluorescente. Recomenda-se sua colocação em forma de faixa luminosa na mísula do teto do carro. A fim de eliminar o efeito de cintilação os tubos deverão ser alimentados por corrente alternada, cuja frequência deverá ser, no mínimo, de 100 Hz. Por meio de um alternador tiristorizado a corrente contínua da rêde interna pode ser transformada em corrente alternada. Na falta da energia do terceiro trilho a energia necessária para a iluminação deveria poder ser fornecida pela bateria em vez do alternador. Isso exigiria uma pesada bateria de alta capacidade. Será suficiente, entretanto, uma iluminação de emergência de potência consideràvelmente menor, como p. ex. quatro tubos fluorescentes por carro.

1.2.5.4 Acionamento das portas

Para o acionamento das portas é recomendado o emprêgo do comando eletro-pneumático. Através de comandos adequados, as portas (da direita ou da esquerda, conforme o caso) devem ser abertas a partir da cabina do maquinista. Entre o comando da composição e o das portas deve haver um dispositivo de intertravamento que impeça a partida da composição caso não estejam fechadas tôdas as portas. Um sinal luminoso no painel do comando informa o maquinista sôbre o fechamento das portas. A fim de evitar qualquer atraso na partida da composição em razão do não fechamento de portas, deverá ser instalado por cima de cada porta um sinal acústico que dê alarme sempre que exista um obstáculo que impeça o fechamento da porta após o comando de fechamento.

Fig. G10-parte 1
Diagrama de marcha para a "Linha Prioritária"

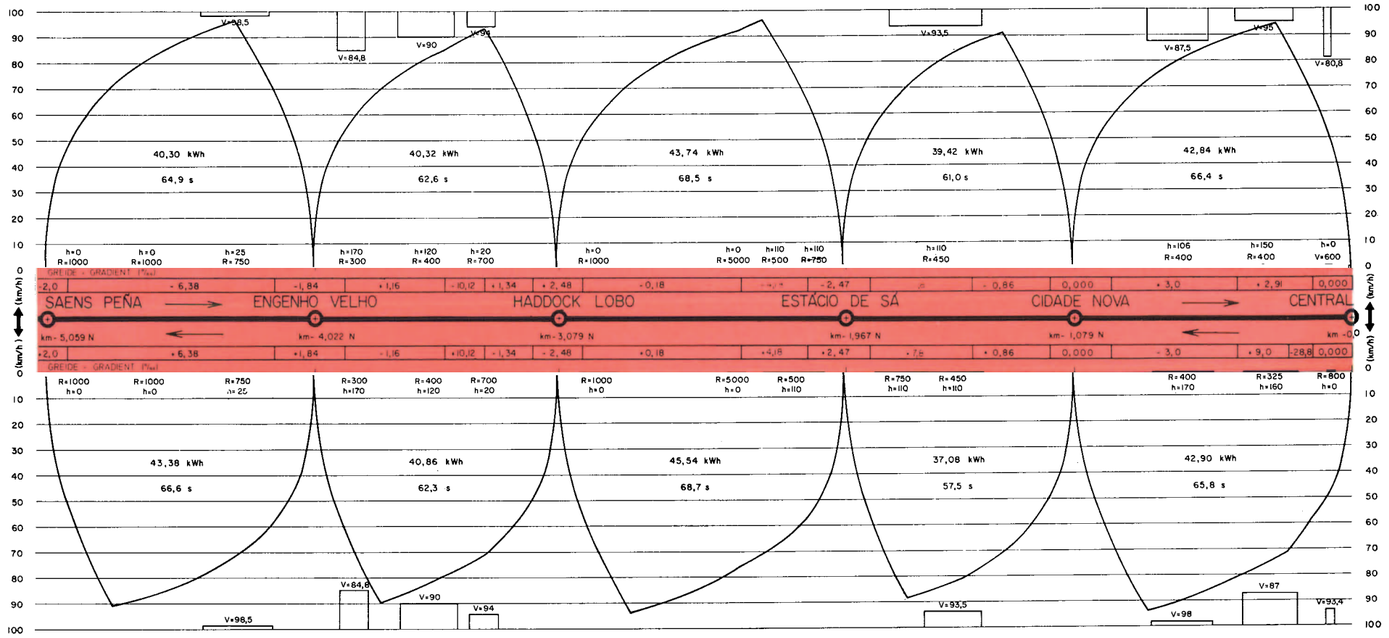
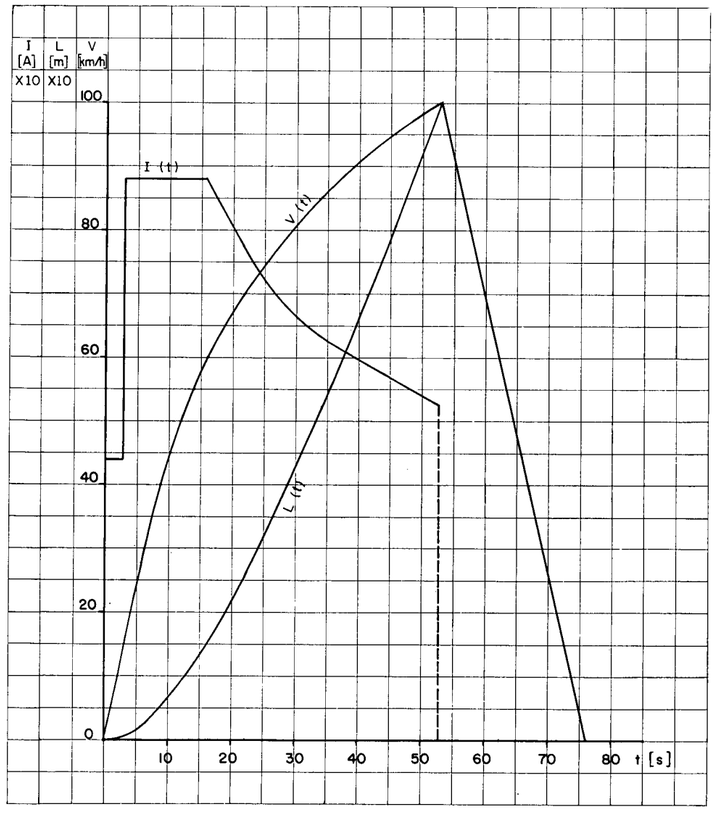


Fig. G9
Características de marcha de um carro com carga completa



2. Dinâmica de marcha, tempos de viagem e consumo de energia

As características dinâmicas de marcha dos carros, os tempos de viagem e o consumo de energia podem ser calculados com base nos diagramas fôrça tração-velocidade e na resistência à marcha por parte do carro e por parte da linha.

2.1 Dinâmica de marcha

Para o campo da partida e da frenagem, com marcha em trecho em nível de uma composição lotada, foram calculadas a velocidade, a distância percorrida e a energia consumida por carro motor, em função do tempo.
A Fig. G9 mostra que os carros motores, com total aproveitamento de sua capacidade de tração, alcançam 100 km/h em cêrca de 53 s, depois de um percurso de aproximadamente 1 000 m. Isso exige cêrca de 10 Ah ou, com tensão de 750 V no terceiro trilho, cêrca de 7,5 kWh. A aceleração de partida é de 1,35 m/s². A velocidade máxima é alcanç ada com a aceleração final de 0,16 m/s².
A aceleração média até à velocidade de 100 km/h é de 0,52 m/s². Em trechos de linha em rampa a aceleração varia de acôrdo com a mesma.
Para a frenagem foi calculada uma fôrça de frenagem constante, correspondente a uma desaceleração de 1,2 m/s². Daí resulta, para a velocidade máxima de 100 km/h, uma distância de frenagem de 322 m e um tempo de frenagem de 23,2 s. A distância total do período de marcha será, neste caso, de 1 322 m, com um tempo de 76 s, e o consumo específico de energia de cêrca de 105 Wh/tkm. Dessa mesma maneira poderão ser determinados tempos de viagem e consumo de energia para um trecho de linha.

2.2 Tempos de viagem

Como exemplo para um cálculo de tempos de viagem para a "Linha Prioritária" (E1) foram estabelecidos os diagramas de marcha (Fig. G10 — 3 partes).
São válidos para a composição lotada com aproveitamento total da fôrça de tração dos motores. Êsses diagramas indicam assim o tempo de viagem mínimo com que a composição lotada percorreria o trecho de linha. Até que ponto deva ser utilizado êsse tempo de viagem mínimo, para a elaboração dos horários, depende da execução operacional. A fim de compensar pequenas

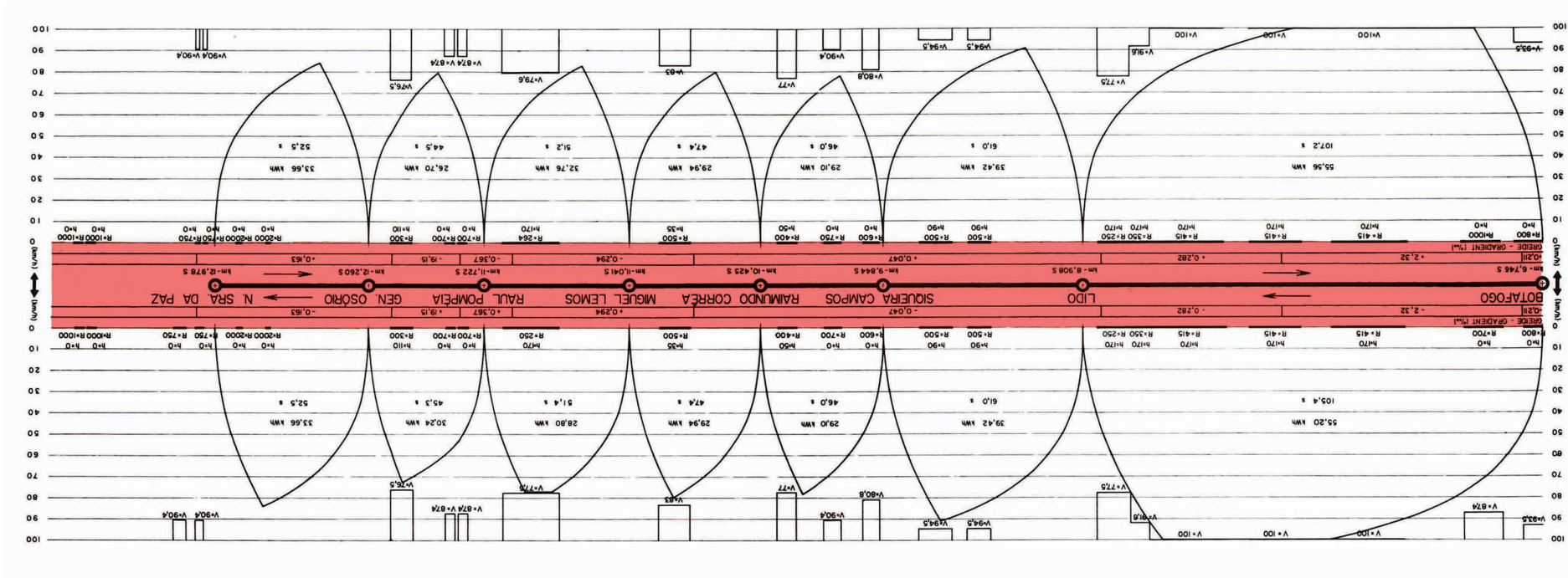


Fig. G 10-parte 2
Diagrama de marcha para a ''Linha Prioritária''

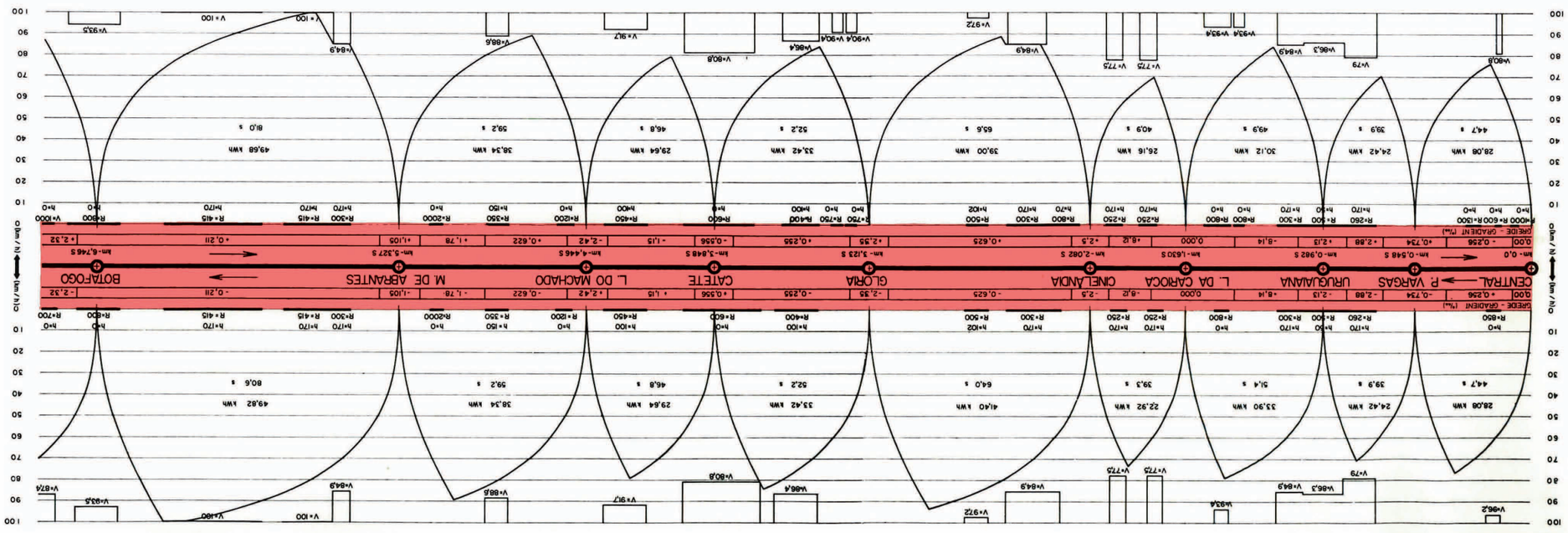


Fig. G 10-parte 3
Diagrama de marcha para a ''Linha Prioritária''

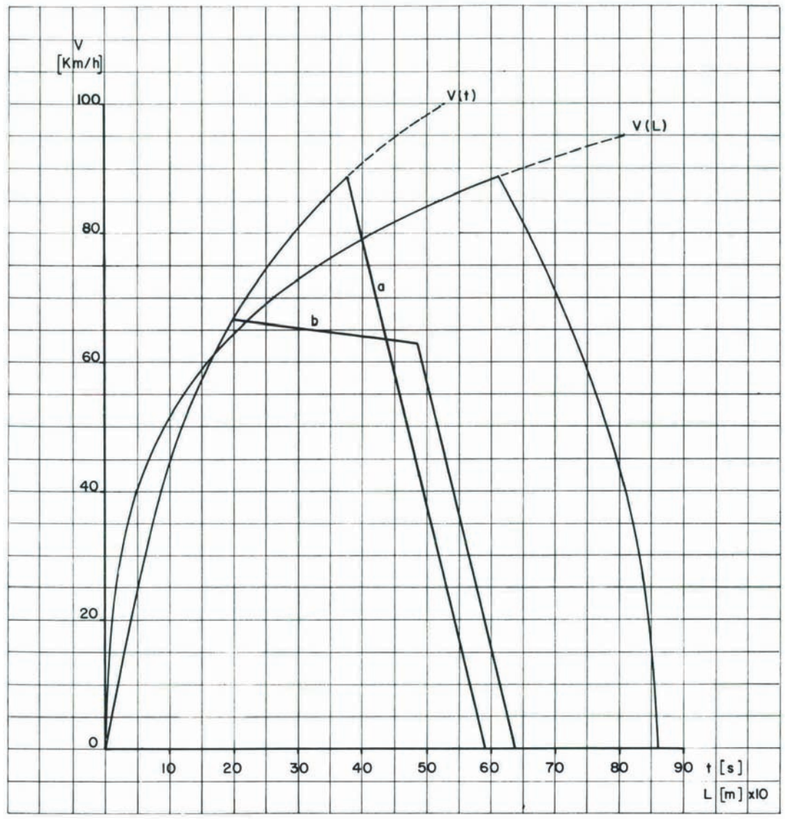


Fig. G11
Diagrama velocidade-distância de um carro com carga completa

irregularidades nas operações, os serviços de metrô prevêm, em geral, como tempo reserva, um acréscimo de 8% ao tempo de viagem mínimo.
As composições terão provàvelmente lotação completa sómente nas horas de "rush" e só em determinados trechos da linha total. O pêso da composição poderá variar, conforme a lotação, entre 177 t e 321 t. Caso fôsse aproveitada a fôrça total de tração mesmo em composições mais leves, estas teriam tempos de viagem mais curtos. Não seria conveniente aproveitar êsse fato na elaboração dos horários. Ademais, o consumo de energia seria elevado. É, pois, indispensável que o consumo de energia seja levado em consideração em tôdas as deliberações sôbre os tempos de viagem a serem empregados.

2.3 **Consumo de energia**

Com os diagramas de marcha para a "Linha Prioritária" foi também calculado o consumo de energia de uma composição de 321 t para cada período de marcha. A tabela G2 mostra o consumo de energia para os diversos trechos.
O consumo de energia para a viagem de ida e volta, de acôrdo com essa tabela, eleva-se a 1 511 kWh.
O trabalho específico a de uma composição lotada, com aproveitamento da capacidade total dos motores e com tempo de viagem mínimo para o percurso de ida e volta na "Linha Prioritária" de 18,037 km de extensão, é, portanto:

$$a = \frac{E_{total}}{M_T \cdot L_p},$$

sendo:

E_{total} = consumo de energia em kWh·1 000 [Wh]
M_T = pêso máximo de uma composição [t]
L_p = extensão da "Linha Prioritária" (ida e volta) [km]

donde

$$a = \frac{1\,511 \cdot 1\,000}{321 \cdot 2 \cdot 18{,}037} = 130 \text{ Wh/tkm}$$

Em operação normal é previsto um tempo reserva de 8%. Para calcular, neste caso, o menor consumo de energia será suficiente tomar por base um período de marcha de 860 m, que corresponde à distância média entre as estações da "Linha Prioritária". Para fins de contrôle o período de marcha foi aqui calculado sem tempo reserva (Fig. G11-curva (a)), constatando-se que também neste caso resulta o trabalho específico de 130 Wh/tkm, com tempo de viagem mínimo de 59 s e composição lotada. O consumo de energia para essa distância média entre estações é:

por composição: 36,0 kWh,
por carro: 6,0 kWh.

Com o acréscimo de 8% de tempo reserva o tempo de viagem será de 63,8 s. Daí resulta o diagrama velocidade-distância (b) da Fig. G11. O consumo de energia eleva-se neste caso a apenas 3,58 kWh por carro, ou seja, 40% menos que com o tempo de viagem mínimo. O consumo específico baixa para sòmente 78 Wh/tkm.
De acôrdo com a lotação média diária das composições, i. é., 348 passageiros (Tab. I 2), ou seja, cêrca de 18%, o seu pêso médio será de 203 t. Os diagramas velocidade-distância para essa composição

Tab. G2
Consumo de energia para tração por composição de 321 t na "Linha Prioritária" (kWh)

Trecho	Ida	Volta	Soma
Saenz Peña—Engenho Velho	40,30	43,38	83,68
Engenho Velho—Haddock Lôbo	40,32	40,86	81,18
Haddock Lôbo—Estácio de Sá	43,74	45,54	89,28
Estácio de Sá—Cidade Nova	39,42	37,08	76,50
Cidade Nova—Central do Brasil	42,84	42,90	85,74
Central do Brasil—Pres. Vargas	28,08	28,08	56,16
Presidente Vargas—Uruguaiana	24,42	24,42	48,84
Uruguaiana—Largo da Carioca	33,90	30,12	64,02
Largo da Carioca—Cinelândia	22,92	26,16	49,08
Cinelândia—Glória	41,40	39,00	80,40
Glória—Catete	33,42	33,42	66,84
Catete—Largo do Machado	29,64	29,64	59,28
Largo do Machado—M. de Abrantes	38,34	38,34	76,68
Marquês de Abrantes—Botafogo	49,83	49,68	99,50
Botafogo—Lido	55,20	55,56	110,76
Lido—Siqueira Campos	39,42	39,42	78,84
Siqueira Campos—Raimundo Corrêa	29,10	29,10	58,20
Raimundo Corrêa—Miguel Lemos	29,94	29,94	59,88
Miguel Lemos—Raul Pompéia	28,80	32,76	61,56
Raul Pompéia—General Osório	30,24	26,70	56,94
General Osório—N. S. da Paz	33,66	33,66	67,32
Total	754,92	755,76	1510,68

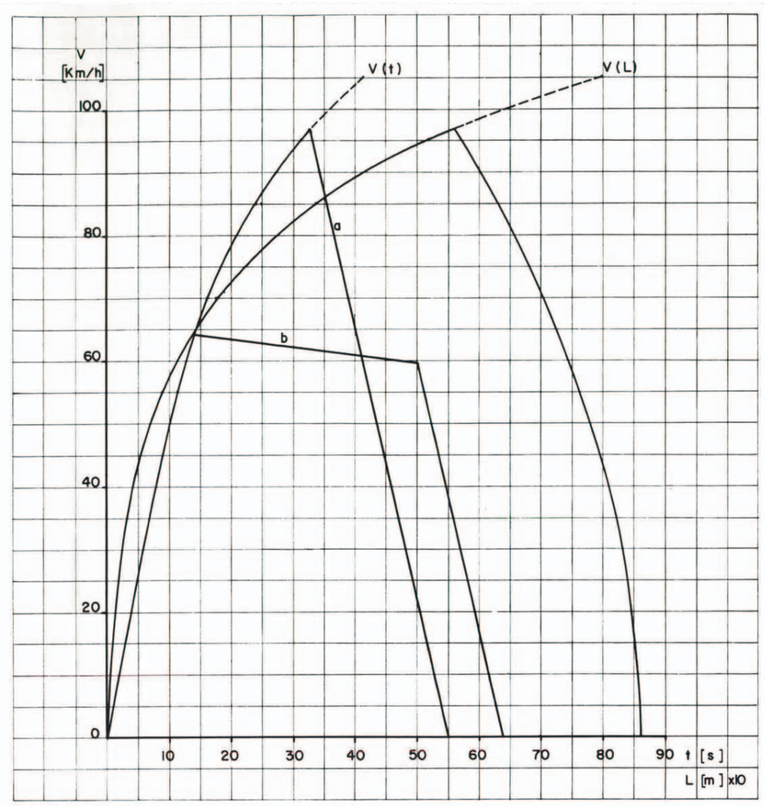


Fig. G12
Diagrama velocidade-distância de um carro com 18% de carga

são apresentados na Fig. G12, sendo a curva (a) para o tempo de viagem mínimo e a curva (b) para o tempo de viagem com acréscimo de tempo reserva. Com o tempo de viagem mínimo o carro demandaria 4,9 kWh, o que corresponde a um consumo específico de 173 Wh/tkm. Com acréscimo de tempo reserva (diagrama velocidade-distância (b) da Fig. G12) o consumo de energia baixa para 1,76 kWh, o que corresponde a um consumo específico de 62 Wh/tkm.
Ao consumo de energia para a tração deve ser acrescida a demanda por parte das demais fontes de consumo na composição, como p.ex., iluminação, carregamento das baterias, potência excitadora para os motores nas frenagens, compressores, climatização.
Para tanto pode-se calcular uma demanda de potência de aproximadamente 540 kW, dos quais a maior parcela, ou seja 60 kW por carro, é consumida pela instalação de ar condicionado. Segue-se-lhe a potência excitadora com cêrca de 25 kW por carro. O restante é gasto pelas demais fontes de consumo. Parte destas trabalham em regime intermitente, como p.ex., os compressores, e a excitação para os motores. Isto considerado, o consumo específico exigido por uma composição de 321 t registra um aumento de 42 Wh/tkm e por uma composição de 203 t um aumento de 65 Wh/tkm.

No total os valôres de consumo específico serão os seguintes:

Para a composição de 321 t:

com o tempo de viagem mínimo:	130 + 42 = 172 Wh/tkm,
com tempo reserva de 8%:	78 + 42 = 120 Wh/tkm.

Para a composição de 203 t:

com o tempo de viagem mínimo:	173 + 65 = 238 Wh/tkm,
com tempo reserva:	62 + 65 = 127 Wh/tkm.

3. Material rodante auxiliar

A conservação e manutenção do material rodante e de tôdas as instalações fixas fazem parte da rotina diária de um serviço de metrô. Para isso é necessário movimentar no pátio das oficinas unidades de tração ou carros motores isolados, em vias sem terceiro trilho. Deverá igualmente haver possibilidade de transportar para as oficinas, nas horas noturnas de paralização do tráfego, uma unidade avariada e deixada numa estação terminal, ou mesmo, nos casos em que há danos mais graves, desocupar a linha com o auxílio de uma composição de socorro, durante o período de operação.
Para a manutenção da via permanente deverão ser formadas composições de serviço nas quais possam ser transportados os materiais necessários.
Haverá ainda necessidade de transportar, das ou para as oficinas, possìvelmente em carros especiais, pesados equipamentos mecânicos ou elétricos, como, p.ex., transformadores, motores, ventiladores, etc.
Seria conveniente realizar tais tarefas em parte com o auxílio de locomotivas leves e em parte por carros motorizados independentes.

3.1 **Locomotivas**

Locomotivas poderão executar manobras ou viagens na Rêde do Metrô. Para a primeira tarefa seria inteiramente apropriada uma locomotiva Diesel que, não dependendo da rêde de energia elétrica, pode ser utilizada livremente. As viagens na Rêde do Metrô realizam-se, na sua maioria, através de trechos em túnel. Neste caso uma locomotiva Diesel poderia ser utilizada apenas por tempo limitado. Os serviços realizados pela composição de socorro, passagem de composições de serviço e rebocamento do carro esmerilhador de trilhos, exigem tempos de serviço mais prolongados. A ventilação dos

túneis seria suficiente para eliminação dos gases de exaustão. Entretanto, não se poderá prever com certeza se o sistema de ventilação do túnel permanecerá ligado, justamente quando se faz necessária a colocação em uso de uma composição de socorro ou de serviço.
Para estas tarefas seria mais apropriado o emprêgo de uma locomotiva elétrica que receberia a corrente através do terceiro trilho. Apresenta a vantagem de ser mais silenciosa que a locomotiva Diesel e de nela poder ser instalado um motor de tração de carro motor. Sua desvantagem é não poder ser utilizada quando, por motivos de segurança, fôr desligada a energia no terceiro trilho. Necessita por isso de baterias como segunda fonte de energia.

Propõe-se o emprêgo de uma locomotiva com fonte de energia dupla, alimentada pelo terceiro trilho, com tensão contínua de 750 V e, nos trechos desprovidos de terceiro trilho ou com terceiro trilho sem tensão, pelas baterias. Os dados técnicos deveriam ser:

Locomotiva Bo'Bo' ou B'B' com fonte de energia dupla, corrente contínua de 750 V/bateria (400 V).
Bitola 1 600 mm.
Gabarito-limite conf. Fig. F11.
Coeficiente de inclinação = $\frac{\text{âng. quasistat. oscil.}}{\text{âng. de superelev. da via}} \leq 0{,}25$ (seg. UIC).
Carga máxima por eixo 14,0 t.
Velocidade máxima 50 (25) km/h.
Fôrça máxima de tração na partida 14,0 t.
Fôrça horária de tração para operações com tensão de 750 V 14,0 t.
A capacidade da bateria deve ser suficiente para rebocar uma carga de 177 t (= 1 composição vazia) em rampa de 3,5%, numa distância de 2 000 m.

As instalações de sinalização e segurança da locomotiva devem corresponder às dos carros do metrô.
Quando a Rêde do Metrô fôr ampliada devem ser previstas duas locomotivas.

3.2 **Material rodante para construção e manutenção**

Na construção e manutenção da via permanente, do terceiro trilho, dos equipamentos mecânicos e elétricos das instalações, são necessários para a Rêde do Metrô (1990) os seguintes carros sôbre trilhos:

a) carros motorizados:
2 lastros de serviço, tração Diesel, com guindaste e reboque,
1 automóvel de linha,
1 carro de dinamometria (calibragem).

b) carros não motorizados:
1 carro esmerilhador de trilhos com rebolos rotativos,
3 carros-prancha, de bordas laterais e frontais baixas e removíveis,
1 vagão aberto,
1 vagão de plataforma rebaixada.

Para o rápido transporte de pessoal de manutenção, nos casos de obstrução de parte das instalações, é conveniente manter sempre à disposição meios de condução de superfície. Deveriam estar equipados de aparelhagem de rádio-comunicação para que possam manter contato permanente e ser dirigidos para os locais necessitados de sua intervenção. Para êsse serviço sugere-se:

2 carros de passageiros,
3 camionetas (com ferramentas e aparelhos),
1 caminhão.

Deveriam ainda estar disponíveis:

2 empilhadeiras,
2 carrinhos elétricos a bateria.

3.3 **Carro-oficina**

Um carro-oficina convenientemente equipado deveria estar permanentemente pronto para entrar em ação para sanar danos resultantes de irregularidades, descarrilamentos, etc. Servirá um carro coberto que se adapte ao perfil dos túneis. Todos os equipamentos do carro, sempre que acionados por motores elétricos, deverão ser construídos para a tensão elétrica disponível nos túneis. Deverão ser previstos cabos bastante longos, para que a energia possa ser captada de tomadas de corrente distantes. O carro deverá ser equipado com um grupo gerador Diesel para alimentação elétrica dos equipamentos de socorro e com um sistema de iluminação independente da rêde. Para o serviço de carga e descarga dos pesados aparelhos de recarrilamento seria conveniente um guindaste mural giratório. Como equipamento básico para o carro-oficina sugere-se:

1 grupo gerador Diesel,

2 conjuntos de bomba hidráulica com motor elétrico,

2 pontes encarriladoras com cêrca de 2,2 m de comprimento,

2 pontes encarriladoras com cêrca de 4,5 m de comprimento,

2 carrinhos sôbre rolos com macacos de deslocamento,

2 carrinhos sôbre rolos sem macacos de deslocamento,

4 bombas hidráulicas de pistões alternados,

2 macacos com garras laterais com capacidade de 20 t cada,

2 macacos com capacidade de 20 t cada,

4 macacos com capacidade de 10 t cada,

4 encarriladeiras,

1 guincho,

outros aparelhos.

4. Manutenção do material rodante

4.1 **Plano dos serviços de manutenção**

Carros destinados a transporte coletivo devem não só oferecer eficiência operacional e segurança de tráfego, como também ser autopromocionais e atraentes.
Eficiência operacional significa funcionamento seguro para evitar falhas operacionais nos carros.
A segurança do tráfego exige que tôdas as peças de cujas falhas possam resultar acidentes sejam submetidas a um contrôle particularmente rigoroso.
Autopromocional e atraente significa planta funcional e apresentação atrativa dos carros, interna e externamente, mas principalmente limpeza.
Os carros devem conservar essas características durante tôda a sua vida útil, para o que é necessário um eficiente serviço de manutenção. A manutenção é executada segundo um plano a ser estabelecido de acôrdo com os quilômetros percorridos, a necessidade de vistoria dos componentes e as condições locais (Fig. G13). Êsse plano abrange: conservação, vistoria e inspeção, revisão corrente e revisão geral. Cada uma das revisões maiores abrange normalmente também os trabalhos de conservação e vistoria.
A conservação é feita segundo um ritmo diário e semanal, operacionalmente de fácil execução.
A vistoria visa ao contrôle permanente da eficiência operacional e da segurança do tráfego. É feita sobretudo pelo maquinista antes ou após seu turno diário, sendo completada por uma inspeção semanal.
Na revisão corrente destaca-se principalmente a manutenção da eficiência operacional pelo contrôle de tôdas as peças sujeitas a desgaste. Como o desgaste depende dos quilômetros percorridos, são fixadas quilometragens de referência que poderão, de acôrdo com as possibilidades

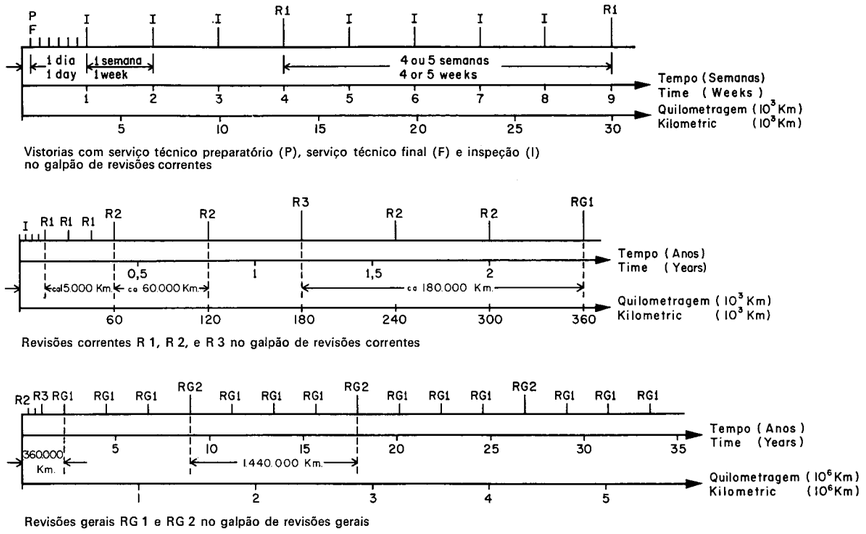


Fig. G13
Esquema de manutenção

operacionais, ser reduzidas ou aumentadas, podendo assim ser prolongados os intervalos de inspeção.
A revisão geral visa, primordialmente, à segurança mecânica do carro, especialmente dos aparelhos de rodagem responsáveis pela segurança de tráfego.
Quilometragens e prazos limites que deverão ser mantidos incondicionalmente são fixados para a sua execução.
O tempo de imobilização do carro para manutenção deve ser reduzido ao mínimo possível pela disponibilidade de peças de reposição para pronta montagem.
Para a conservação e a vistoria de cada carro, em períodos estabelecidos de acôrdo com o número de quilômetros rodados, prevalece a quilometragem real de cada carro. Esta resulta da quilometragem total (i. é, quilômetros·composição por ano) e do número de composições efetivamente em serviço de acôrdo com o horário. Com os dados de I 2.2 resultam para a Rêde do Metrô (1990):

$$\frac{21\,950\,000 \text{ quilômetros} \cdot \text{composição/ano}}{126 \text{ composições}} = 174\,000 \text{ km/ano}$$

ou aproximadamente 3 350 km/semana.

Para as revisões correntes e revisões gerais que dependem de quilometragens deve-se tomar por base a quilometragem média de tôdas as composições (138, de acôrdo com I 2.3) por um espaço de tempo mais prolongado, ou seja:

$$\frac{21\,950\,000 \text{ quilômetros} \cdot \text{composição/ano}}{138 \text{ composições}} = 159\,000 \text{ km/ano.}$$

Os intervalos entre revisões a seguir mencionados foram fixados propositadamente pequenos e poderão mais tarde ser eventualmente aumentados de acôrdo com as experiências acumuladas.

4.2 **Conservação**

A conservação dos carros em serviço deve ser feita em períodos diários, semanais e de quatro semanas. Para isso na escala das composições devem ser previstas pausas correspondentes durante os períodos de pouco tráfego.
Diàriamente deve ser feita, nos desvios de estacionamento, a limpeza a sêco de todos os compartimentos de passageiros. Caso necessário, será passado pano úmido nos pisos, e as janelas serão limpas internamente.
Semanalmente deve ser prevista a limpeza externa dos carros — paredes, tetos, janelas — por processo automático de lavagem com escôvas rotativas.
Cada quatro semanas os compartimentos de passageiros devem ser submetidos a lavagem completa, em um pôsto de lavagem. Nesta ocasião serão lavados e desinfetados as paredes, tetos e assentos. A lavagem externa da parte inferior do carro pode ser dispensada, em vista das condições de serviço (ausência de instalações sanitárias, freios a disco com guarnições de plástico, leito próprio, a maior parte em túnel).

4.3 **Vistoria**

A vistoria dos carros deve ser feita nas vias de estacionamento ou de acesso, tanto por ocasião do serviço técnico preparatório antes da partida como quando do serviço técnico final, sendo complementada pela inspeção semanal num desvio especial com vala de serviço.
No serviço técnico preparatório (P) efetua-se um teste de funcionamento de todo o carro, especialmente da instalação elétrica e dos freios, incluindo um teste operacional do comando da composição por ocasião da saída do pátio das oficinas.
O serviço técnico final (F) inclui, além das providências necessárias para o estacionamento das composições, uma verificação externa, a fim de constatar eventuais irregularidades.
A inspeção (I) — que por motivos operacionais se enquadra ainda na vistoria — é feita por um mecânico de inspeção do galpão de revisões correntes. Esta inspeção, realizada nos menores intervalos dentre os programados por quilômetros percorridos, é feita semanalmente, após aproximadamente 3 350 km percorridos, se possível juntamente com a lavagem externa. Essa inspeção destina-se especialmente ao contrôle dos aparelhos de rodagem, das instalações dos freios e das instalações elétricas de segurança.

4.4 **Revisão corrente**

O funcionamento e as condições de tôdas as peças do equipamento mecânico e elétrico dos carros devem ser examinados na revisão corrente, em desvios com vala de servico no galpão de revisões correntes. Uma vez que as peças apresentam desgastes diferentes, as revisões devem obedecer a um esquema escalonado de acôrdo com os quilômetros percorridos (Fig. G 13).
Após 15 000 km percorridos (mais ou menos mensalmente e em lugar da quarta ou quinta inspeção) deve ser efetuada a revisão corrente 1 (R1), testando-se as instalações de comando, o funcionamento das máquinas auxiliares, comutadores, escôvas de carvão, aparelhos de distribuição e seus contatos, conexões de cabos, baterias, resistências e todos os demais equipamentos, fazendo-se sua manutenção e, caso necessário, sua substituição. Cuidado especial deve ser dispensado às instalações elétricas e mecânicas de frenagem e aos aparelhos de rodagem.
Há uma série de serviços de manutenção que não são necessários em intervalos tão curtos. Tais serviços devem ser executados em cada quarta R1, i. é, após 60 000 km (aproximadamente cada quatro ou cinco meses), como revisão corrente 2 (R2), adicionalmente aos serviços da R1. Visa-se nestes serviços principalmente a revisão dos freios, com sua limpeza e lubrificação dos cilindros, inclusive reajuste dos freios; outrossim, o contrôle dos mancais dos eixos, limpeza das caixas de conexão dos cabos e a medição dos frisos das rodas. As peças de suporte dos carros, especialmente as armações dos truques e as suspensões, devem ser vistoriadas quanto a fissuras e perfeito assentamento.
Após 180 000 km haverá necessidade de uma ampliação de serviço para algumas peças de desgaste, de modo que se deve efetuar, ao invés de cada terceira R2 (aproximadamente de 14 em 14 meses), uma revisão corrente 3 (R3). Será necessário examinar, particularmente, se após êsse percurso devam ser usinados os aros das rodas.

4.5 **Revisão geral**

A revisão corrente compreende o exame da parte mecânica do carro sòmente na medida em que não seja necessário desmontar seus componentes. A fim de que

seja resguardada a segurança operacional torna-se necessário, todavia, submeter periòdicamente tôdas as peças sujeitas a desgaste ou a envelhecimento a uma revisão mais detalhada, na qual, após a limpeza das partes visadas, pode ser determinado exatamente o grau de desgaste ou eventuais avarias dessas peças. A desmontagem necessária para êsses serviços, especialmente dos aparelhos de rodagem, freios, acoplamentos, comando da composição, instalações de segurança e sinalização, deve ser feita após cada 360 000 km ou, o mais tardar, cada três anos, por ocasião da revisão geral (RG 1). Êstes valôres representam (ao contrário dos prazos para revisões correntes) prazos limites que não deveriam ser ultrapassados. Nas revisões gerais desmontam-se simultâneamente todos os elementos construtivos dos carros, conforme necessário, efetuando-se. seu contrôle e, se fôr o caso, sua reforma ou substituição, a fim de evitar o mais possível interrupções do serviço causadas por paralizações ou avarias, até a RG 1 seguinte. O tempo de imobilização dos carros poderá ser abreviado mantendo-se um estoque de peças de reposição importantes, recuperadas ou revisionadas (truques montados, motores, caixas de engrenagem, aparelhos de distribuição, reostatos, conversores, grupos de ventiladores, acoplamentos, etc.).
Considerando as elevadas quilometragens dos carros, bem como o intenso tráfego previsto, será conveniente fixar para cada quarta RG 1 (ou seja, após 1,44 milhões de quilômetros percorridos, ou, no máximo, 12 anos) uma revisão geral ampliada com modernização (RG 2), visando particularmente a renovação das instalações internas e, eventualmente, a pintura.

4.6 **Reparos eventuais**

Apesar do intenso programa de manutenção acima descrito, será impossível evitar tôdas as avarias durante as operações. Os respectivos reparos, de acôrdo com seu volume, deverão ser executados como R 0 no galpão de revisões correntes, ou como RG 0 no galpão de revisões gerais. Também neste caso um estoque das principais peças prontas para montagem contribui sensìvelmente para diminuir os tempos de imobilização do carro avariado.

4.7 **Demanda de tempo e pessoal**

De acôrdo com o número dos diversos serviços de manutenção, estabelecido para cada ano no esquema de manutenção (Fig. G 13) e as horas de trabalho necessárias para cada um dêsses serviços, é possível calcular a demanda de pessoal para a manutenção dos carros.
O número de horas deverá ser estimado com base na experiência obtida em carros semelhantes por emprêsas de transporte análogas, já que não existem valôres experimentais para o Rio de Janeiro.
Os dados assim conseguidos, referentes a unidades de três carros, estão reunidos nas Tab. G 3 e G 4. O pessoal em serviço necessário para uma unidade tripla será:

$$\frac{\text{homens-hora de trabalho necessários por ano}}{\text{tempo total de trabalho por ano}}$$

O cálculo baseia-se em uma semana de cinco dias com 45 horas, ou seja, um tempo de trabalho anual de 2 286 h.
Para determinar a demanda total de pessoal foram feitos os seguintes acréscimos aos números calculados:

38% para férias, enfermidades, instrução e outras ausências,

30% para oficinas auxiliares, transporte, estocagem, limpeza de oficinas, etc. (exclusive conservação).

Daí resultam 0,6 operários para a manutenção de cada carro do metrô, o que corresponde aproximadamente aos valôres alcançados por outras emprêsas de transporte coletivo similares.

4.8 **Estocagem**

O valor do estoque permanente necessário para a manutenção pode ser indicado no presente Estudo sòmente em têrmos de percentagens dos custos de aquisição dos carros.
Visto haver necessidade já para os primeiros carros, de um estogue básico de peças de reposição, peças sobressalentes e materiais, a percentagem estabelecida diminuirá com o aumento do número de carros. Em cada uma das etapas de construção pode-se calcular com os valôres da Tab. G 5.
O consumo do estoque depende da construção, da quilometragem anual, do estado de manutenção e da idade dos carros. Os custos respectivos são apresentados em K 3.1.3.3, nas taxas estabelecidas para a manutenção dos carros.

4.9 **Oficinas para a manutenção do material rodante**

O conjunto das oficinas que contém as instalações de manutenção está situado entre a Avenida Presidente Vargas e a EFCB (E 1.1.7 — Fig. G 14). Comunica-se diretamente com a Linha 1 a oeste da Estação Central do Brasil e com a Linha 2 nas proximidades da Estação Praça da Bandeira. Essa posição central permite realizar os serviços de manutenção em um único local, com vias de acesso curtas, em postos de manutenção e em oficinas especializadas (Fig. G 14 e G 15).

Tab. G 3
Demanda de tempo para manutenção por unidade de três carros

Item	Grupo de manutenção	Serviço	Sigla	A ser efetuado por	Vêzes por ano	Periodos ou quilometragens 10^3 km	Horas de trabalho por item h	Horas de trabalho por ano h/ano	Operários por ano	Observações
1	Conservação	Limpeza a sêco interna	—	Pessoal de limpeza	342	diário	1	342	—	—
2		Limpeza externa	—	Pessoal de limpeza	52	semanal	0,75	39	—	—
3		Limpeza úmida interna	—	Pessoal de limpeza	13	mensal	15	195	—	—
4	Total 1 a 3							576	0,252	
5	Vistoria	Serviço técnico preparatório	P	Maquinista	—	Início da viagem	—	—	—	—
6		Serviço técnico final	F	Maquinista	—	Término da viagem	—	—	—	—
7		Inspeção	I	Pessoal da oficina	39	semanal	1	39	—	—
8	Total 5 a 7							39	0,017	
9	Revisões	Revisão corrente 1	R 1	Pessoal da oficina	7,95	15	20	159	—	—
10	correntes	Revisão corrente 2	R 2	Pessoal da oficina	1,77	60	40	71	—	—
11		Revisão corrente 3	R 3	Pessoal da oficina	0,44	180	80	35	—	—
12		Reparos eventuais	R 0	Pessoal da oficina	—	—	—	80	—	30% de 9+10+11
13	Total 9 a 12							345	0,151	
14	Revisões gerais	Revisão geral 1	RG 1	Pessoal da oficina	0,33	max. 3 anos 360	2000	660	—	incl. tempo para reposição de peças
15		Revisão geral 2	RG 2	Pessoal da oficina	0,11	max. 12 anos 1440	4000	600	—	
16		Reparos eventuais	RG 0	Pessoal da oficina	—	—	—	252	—	20% de 14+15
17		Usinagem das rodas	—	Pessoal da oficina	0,44	180	15	8	—	incl. 30% para imprevistos
18	Total 14 a 17							1520	0,664	
19	Total 8+13+18								0,832	

Tab. G4
Demanda de pessoal para manutenção do material rodante ("Linha Prioritária" e Rêde do Metrô)

Item	Referência	Conservação	Vistoria	Revisões correntes	Revisões gerais	Total manutenção
1	Operários em serviço para cada unidade de três carros	0,252	0,017	0,151	0,664	1,084
2	Reserva para oficinas auxiliares, transportes, estocagem, limpeza das oficinas		30%	30%	30%	—
3	Reserva para férias, enfermidade, instrução	38%	38%	38%	38%	—
4	Operários para a manutenção de cada unidade de três carros (sub-total)	0,348	0,031	0,271	1,190	1,840
5	Pessoal total para a "Linha Prioritária" (100 unidades de três carros)	35	3	28	120	186
6	Pessoal total para a Rêde do Metrô (276 unidades de três carros)	82	7	75	328	492

Tab. G5
Valor do estoque permanente para manutenção do material rodante

Etapa de construção	Número de composições (unidades de três carros)	Valor do estoque permanente (% do valor da composição)
I	100	2
II	42	2
III	28	1,5
IV	12	1,5
V	74	1,3
VI	20	1,2
Total da Rêde do Metrô	276	1,68*

* Média ponderada

4.9.1 Postos de manutenção

4.9.1.1 Número

O fator determinante das dimensões das oficinas é antes de tudo o número de postos de manutenção necessários.
Êste número é aqui fixado, por estimativa, para os diferentes serviços envolvidos na conservação, vistoria e revisões correntes, com base no número de horas necessárias anualmente (G4.7), o possível número de operários e o tempo total de trabalho:

$$\text{Número de postos para conservação, vistoria e revisões correntes} = \frac{\text{horas de trabalho necessárias por ano}}{\text{número de operários x tempo total de trabalho por ano}}.$$

Para as revisões gerais só será possível tomar por base a duração estimada da revisão, já que grande parte do tempo consumido se refere à recuperação das peças de reposição, em cada oficina especializada:

$$\text{Número de postos para revisões gerais} = \frac{\text{duração da revisão} \times \text{número de revisões por ano}}{\text{tempo total de trabalho por ano}}.$$

Os valôres assim estabelecidos devem ser multiplicados por fatôres de pico, uma vez que o número real de postos a ser determinado deve comportar uma reserva, sobretudo para o caso de uma afluência irregular de carros e os picos de serviço que daí possam resultar.
A Tab. G6 apresenta todos os dados referentes às unidades de três carros.

4.9.1.2 Disposição

A disposição dos postos de manutenção é mostrada nas Fig. G14 e G15. A limpeza diária a sêco do interior do carro é feita em qualquer desvio de estacionamento. No conjunto das oficinas estão previstos, para êste serviço, 25 postos no pátio de manobras e 35 nas ramificações das vias de serviço e demais instalações. Com o provimento de plataformas de serviço em quase tôdas as vias de estacionamento, inclusive nas ramificações das vias de serviço, evita-se a necessidade de grandes operações de manobra para a limpeza a sêco.
Para a limpeza externa semanal está previsto um equipamento de lavagem externa inteiramente automático, com o

Carro de metrô sôbre uma vala de serviço



Tab. G6
Número de postos de manutenção dos carros – "Linha prioritária" (1975) e Rêde do Metrô (1990)

Item	Grupo de manutenção	Tipo de manutenção	Local de manutenção	Número de ocorrências por ano	Horas de trabalho por ocorrência [h]	Horas de trabalho por ano [h/ano]	Equipe para cada ocorrência [pessoas]	Tempo total de imobilização por ano [h]	Número de postos de manutenção para cada unidade de 3 carros	"Linha Prioritária" (100 unidades de 3 carros)			Rêde do Metrô (276 unidades de 3 carros)		
										Número estimado de postos de manutenção	Fator de pico de trabalho	Número de postos de manutenção adotado	Número estimado de postos de manutenção	Fator de pico de trabalho	Número de postos de manutenção adotado
1	Conservação	Limpeza a sêco interna	Desvio de estacionamento	342	1	342	3	114	0,0500	5	—	—	13.8	—	—
2		Limpeza externa	Pôsto de lavagem*	52	0,75	39	3	13	0,0057	0,57	1,75	2	1,6	1,25	2
3		Limpeza úmida interna	Desvio de lavagem	13	15	195	6	32,5	0,0145	1,45	2,75	4	4,0	2,0	8
4	Total 1 a 3									7,02		6	19,4		10
5	Vistoria	Serviço técnico preparatório	Desvio de estacionamento	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6		Serviço técnico final		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7		Inspeção	Desvio de inspeção	39	1	39	2	19,5	0,0085	0,8	2,5	2	2,2	1,82	4
8	Total 5 a 7									0,8		2	2,2		4
9	Revisões correntes	Revisão corrente 1	Desvio com vala de serviço	7,95	20	159	6	26,5	0,0116	1,16	2,07	4	3,2	1,13	6
10		Revisão corrente 2		1,77	40	71	6	11,8	0,00515	0,52			1,4		
11		Revisão corrente 3		0,44	80	35	6	5,8	0,00254	0,25			0,7		
12		Reparos eventuais		—	—	80**	4	20	0,00875	0,88	2,27	2	2,4	1,25	3
13	Total 9 a 12									2,81		6	7,7		9
14	Revisões gerais	Revisão geral 1	Pôsto com macaco	0,33	2000	660	22****	30	0,0131	1,13	1,0	2	3,1	1,09	6
15		Revisão geral 2		0,11	4000	600	20****	20	0,00875	0,88			2,4		
16		Reparos eventuais		—	—	252***	17****	15	0,00656	0,66	1,33	1	1,8	1,11	2
17		Usinagem das rodas	Tôrno mecânico sob piso	0,44	15	8	1	8*****	0,0035	0,04	—	—	0,1	—	1
18	Total 14 a 17									2,71		3	7,4		9

* Instalação para duas unidades de três carros acopladas
** 30% dos itens 9+10+11
*** 20% dos itens 14+15
**** Inclusive restauração de peças de reposição nas oficinas auxiliares
***** Inclusive 30% para trabalhos imprevistos

qual podem ser lavadas, de cada vez, duas unidades de três carros acopladas. O equipamento consiste em espargidores de água e solução detergente, bem como escôvas rotativas, diante dos quais os carros vão passando devagar, puxados por um guincho.

Na limpeza úmida do interior dos carros deverão ser usados equipamentos (aspiradores de pó por via úmida, etc.) que permitam economizar tempo, a fim de observar o período de trabalho fixado em 15 h. Para isto são necessárias plataformas de serviço que sirvam a duas vias adjacentes, com cêrca de 2 m de largura, mesma altura que as plataformas das estações e providas de tomadas de corrente elétrica e de água. Visto que durante o serviço o terceiro trilho deve ser desligado e estabelecido seu contato com a terra, os postos de limpeza úmida devem ser reunidos em um conjunto separado. Os oito postos necessários são distribuídos em quatro vias.

O serviço técnico preparatório (P) e o serviço técnico final (F) não requerem postos próprios. São executados nos desvios de estacionamento, onde as composições são recebidas e devolvidas. Para a verificação do equipamento de segurança é necessário que as vias de acesso aos trechos da linha possuam as instalações adequadas. Os desvios para a inspeção devem dispor de acesso direto a partir das vias de serviço.

As revisões correntes (R1, R2 e R3) exigem 9 postos de manutenção (Fig. G15). Oito dêsses postos encontram-se na ala de revisões correntes. Os postos são providos de valas de serviço contínuas de 70 m, de acôrdo com o comprimento da unidade de três carros. O pôsto nº 9 está situado no galpão de revisões gerais adjacente e possui o equipamento dos demais postos lá existentes, a fim de que possa ser utilizado para serviços de revisão geral, no caso de volume de trabalho irregular.

As revisões gerais (RG1 e RG2), assim como o considerável volume de reparos eventuais suposto (RG 0), requerem 6 e 2 postos, respectivamente. Para os carros desacoplados de uma unidade de três carros são necessários três postos individuais. Dentre os postos em desvio morto, nos galpões de revisão, dois são destinados primordialmente a reparos eventuais (RG 0) e para a revisão geral ampliada (RG 2).

O pôsto com passagem direta para a oficina de truques é destinado preferencialmente à simples substituição do truque nos casos de reparos eventuais. Os demais postos atendem à revisão geral periódica comum (RG 1). Todos os postos de revisão geral são equipados com macacos para a suspensão da caixa do carro, separando-a dos truques.

A fim de reduzir os tempos de imobilização está prevista uma fresadora de rodas sob o piso da oficina para a usinagem das rodas, que deve ser feita nos intervalos entre as revisões gerais; nessa fresadora são repassadas as rodas da composição, mesmo acoplada, e montadas nos próprios truques. Entretanto, essa instalação é pouco aproveitada, dado o número de carros previsto. A conveniência de sua aquisição se decidirá após um estudo da rentabilidade, logo que seja adquirida a maior parte dos carros para a Rêde do Metrô.

4.9.2 Oficinas especializadas

Nos postos de manutenção serão executados sòmente os serviços relacionados diretamente com os carros.
As peças danificadas ou pendentes de reparo serão simplesmente substituídas. Para êsse fim, os truques (ou respectivos motores, transmissões, aparelhos de rodagem, peças de freio, etc.) como também as diferentes peças dos equipamentos elétricos e mecânicos do carro, serão tratados nas respectivas oficinas (Fig. G15).

a) Tôdas as restaurações de truques deverão ser feitas no galpão das oficinas que comunica com os postos de manutenção dos carros. Os serviços previstos no estágio final da implantação da Rêde do Metrô, i. é, cêrca de três truques por dia, requerem que as operações se processem em cadeia. Essas operações estão planejadas para um itinerário em forma de U, no prolongamento da via em que se efetua a troca dos truques. Em uma sequência de operações se realizam a desmontagem da armação com os seus diferentes elementos, limpeza, desmontagem dos motores, desmontagem das engrenagens dos eixos e serviços nos aparelhos de rodagem que, uma vez restaurados, são depositados na via oposta. Em sentido oposto se processa a montagem das peças recondicionadas (engrenagens dos eixos, motores, armações dos truques, etc.). Entre as abas do U assim

Fig. G14
Planta geral do conjunto das oficinas

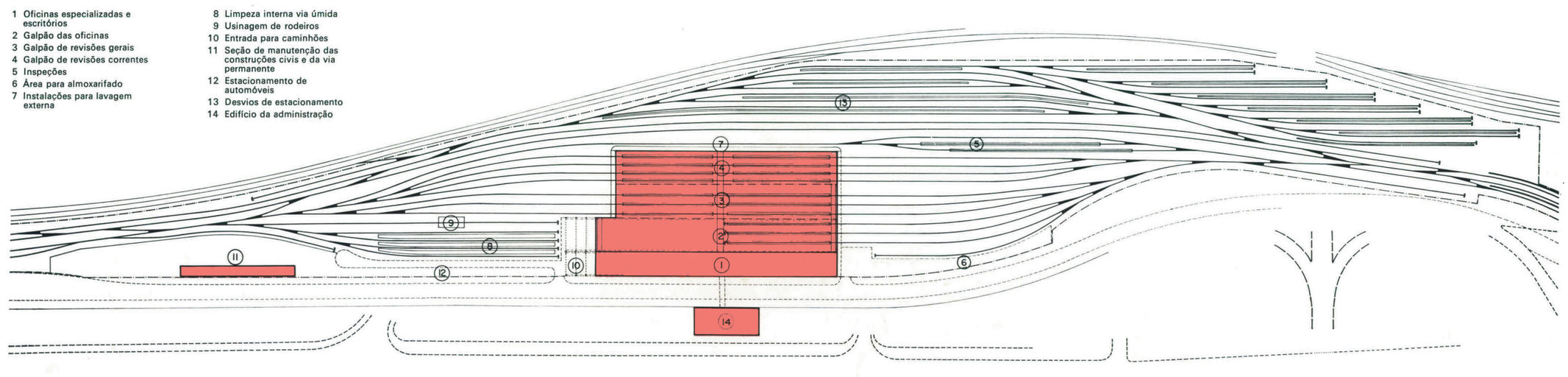
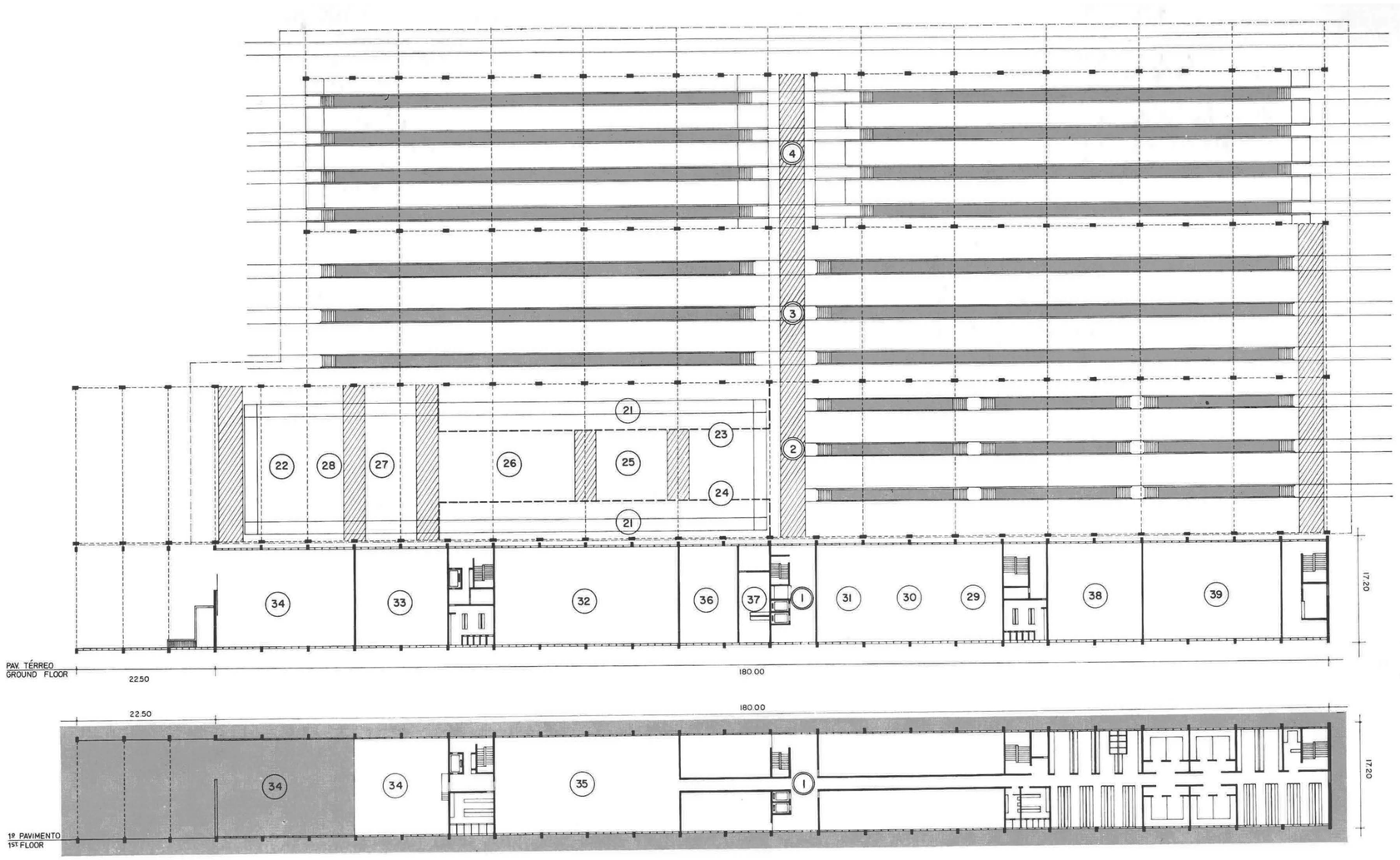


Fig. G15
Disposição interna do edifício das oficinas

1 Oficinas especializadas e escritórios
2 Galpão das oficinas
3 Galpão de revisões gerais
4 Galpão de revisões correntes
21 Oficina de truques
22 Oficina de rodeiros
23 Oficina de molas e amortecedores
24 Oficina de equipamento de freio
25 Oficina de armação de truques
26 Oficina de motores de tração
27 Oficina de transmissões
28 Oficina de rolamentos
29 Oficina de aparelhos de choque e tração
30 Oficina de equipamento pneumático
31 Oficina de equipamento da caixa do carro
32 Oficina de equipamento elétrico
33 Oficina de máquinas operatrizes
34 Almoxarifado
35 Oficina de equipamento eletrônico
36 Distribuição de ferramentas
37 Enfermaria
38 Oficina de equipamento mecânico de estações, pátios e via permanente
39 Oficina de equipamento de luz e força, terceiro trilho e empilhadeiras



formado situam-se as oficinas especializadas para as diversas peças na ordem correspondente. Todo o galpão é percorrido por uma ponte rolante de 10 t para a movimentação dos truques. O transporte dos truques de e para a oficina de revisões gerais se processa por meio de uma via transversal (ao lado da linha principal de transporte), para a qual se faz a transferência dos truques por meio da ponte rolante.
Nos últimos 30 m do galpão das oficinas está previsto um mezanino para o depósito suplementar de peças de reposição e materiais, igualmente servido pela ponte rolante.

Além das espaçosas oficinas para o recondicionamento dos truques, ainda estão previstas as seguintes oficinas especializadas:

b) Para serviços na caixa do carro (especialmente guarnições internas, como portas, janelas, etc.) e para as respectivas oficinas de serralheria, funilaria, marcenaria e pintura, dispõe-se de uma área de 480 m² no pavimento térreo do edifício dos escritórios. Nesse mesmo local, encontra-se o depósito de peças de reposição para êsses serviços.

c) Numa área equivalente está instalada a oficina para todo o equipamento elétrico do material rodante, na qual são reparadas as máquinas auxiliares, conversores, ventiladores, aparelhos de distribuição, relés e, num compartimento especial, as baterias. Nessa seção também está incluído um depósito de peças de reposição.

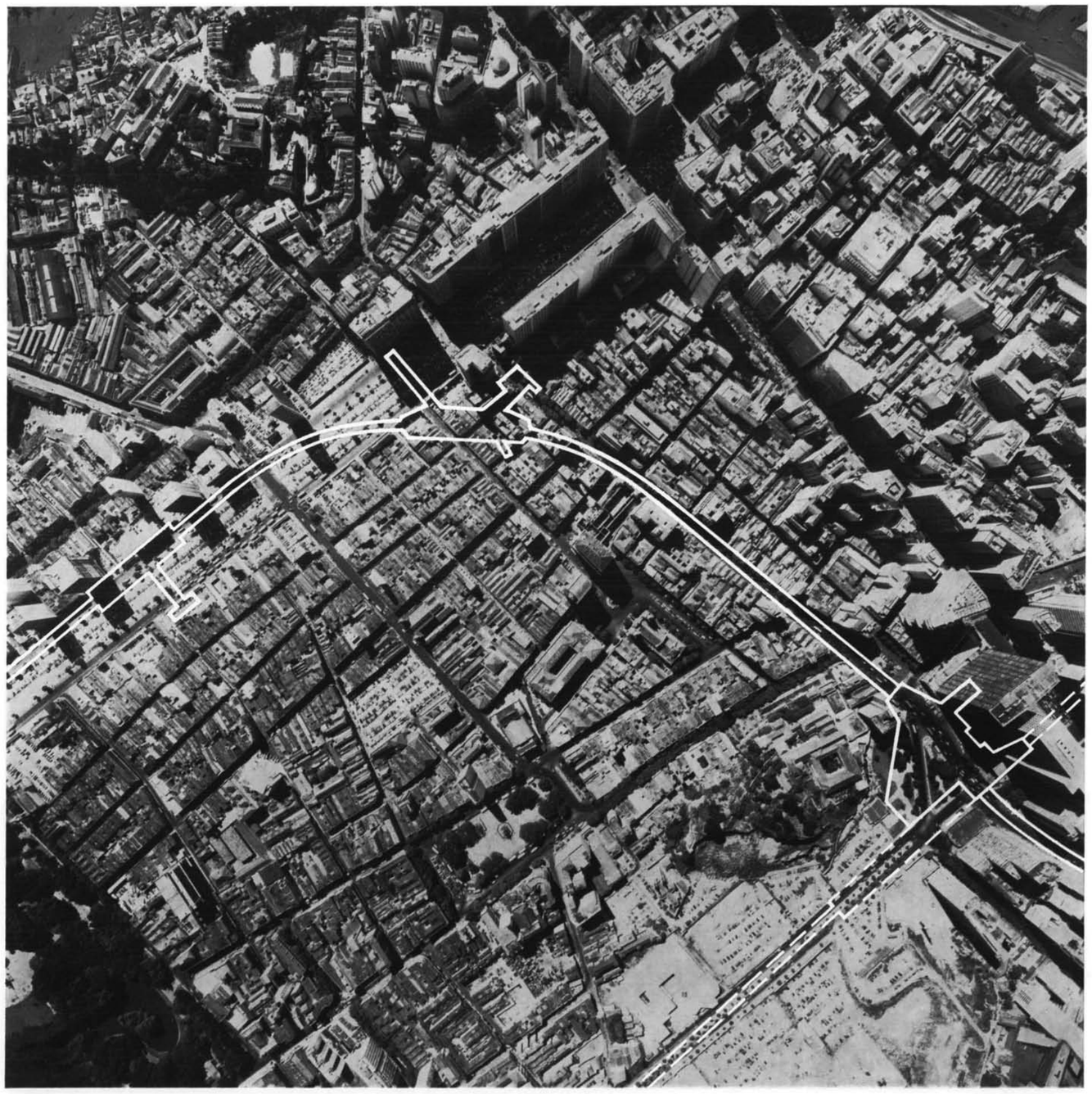
d) Numa área de 240 m² estão reunidas tôdas as máquinas-ferramenta necessárias para os serviços mecânicos.

e) O almoxarifado ocupa uma área de 360 m² no pavimento térreo e 250 m² no primeiro pavimento, ambos servidos pela ponte rolante. No já citado mezanino do galpão das oficinas dispõe-se ainda de uma área de 600 m² para despósito.

f) Na oficina de equipamento eletrônico com 480 m², localizada no primeiro pavimento, além dos aparelhos eletrônicos para segurança e comando dos carros, também é prestada assistência técnica à rêde de alto-falantes e aos aparelhos de radiocomunicação das composições. A organização dessa oficina está vinculada à oficina de manutenção das instalações de sinalização e telecomunicações.

g) No pavimento térreo encontram-se ainda o depósito de ferramentas e um ambulatório.

H A “Linha Prioritária”

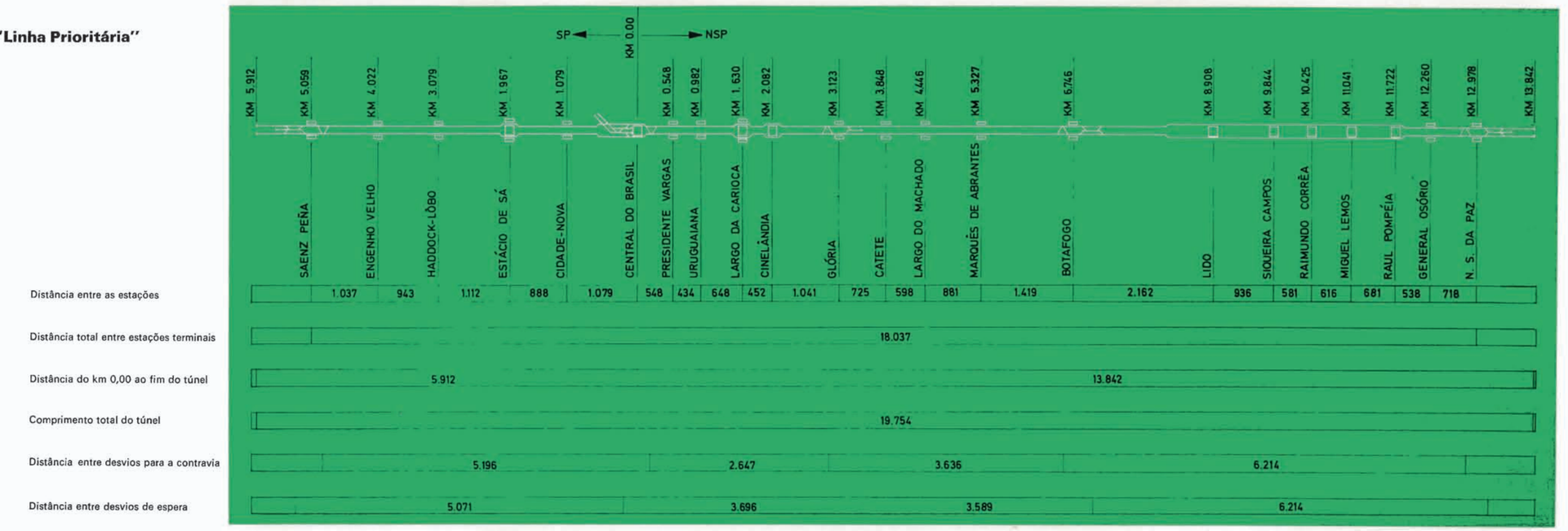


Traçado da "Linha Prioritária" e da Linha 2 no Centro

Para a "Linha Prioritária" (E1.1) escolhida pelo Grupo de Estudos, cujo traçado e concepção básica do ponto de vista técnico e operacional propostos foram aprovados pelo Govêrno do Estado da Guanabara em princípios de julho de 1968, deviam ser apresentados estudos técnicos preliminares.

Na elaboração dêsses estudos preliminares dever-se-ia chegar a um grau de profundidade tal que habilitasse o Govêrno a promover a adjudicação imediata dos contratos para elaboração detalhada dos projetos construtivos das obras civis e sistemas, bem como dos serviços preliminares que marcassem o início da construção. Os métodos e resultados dos estudos preliminares descritos a seguir baseiam-se, precipuamente, no Cap. F, "Elementos básicos para o planejamento técnico".

Fig. H1
Esquema técnico da "Linha Prioritária"



1. Traçado e condições urbanísticas

1.1 Traçado

A determinação do traçado da "Linha Prioritária" foi descrita em E1.1. A Fig. H1 mostra o princípio técnico de traçado da "Linha Prioritária", a disposição das plataformas, os desvios travessões, os desvios de ultrapassagem, as vias de retôrno e de estacionamento nas estações terminais e o desvio de bifurcação para o conjunto das oficinas.
O projeto do traçado das vias na escala 1:5 000, em planta baixa, e na escala 1:5 000/250, em corte longitudinal, é apresentado na Fig. H2 (4 partes).
Serviram de base para essa figura plantas em escala maior, 1:1000/100, que se encontram à disposição, para consulta, na sede da Companhia do Metropolitano.
O conjunto das oficinas, com o traçado de suas vias, consta da Fig. G14.
As partes do conjunto das oficinas que deverão ser construídas para a operação da "Linha Prioritária" estão relacionadas em H7.

Na Fig. G10 é feito o confronto entre as velocidades máximas admissíveis de acôrdo com o traçado e com a via permanente e as velocidades máximas possíveis de acôrdo com as instalações mecânicas. Pode-se observar que as velocidades de operação serão determinadas quase que exclusivamente pelos índices de desempenho do material rodante.
De acôrdo com I 2.1, a velocidade média na "Linha Prioritária" é de 34,03 km/h, valor sensìvelmente elevado, considerando-se uma distância média entre os pontos médios das estações de apenas 0,859 km, e um tempo de parada de 30 s em cada estação intermediária.
O traçado poderá, portanto, ser considerado como satisfatório.

1.2 Condições urbanísticas

Como já foi observado em E1.1, a "Linha Prioritária" atenderá às maiores concentrações populacionais da Guanabara, vale dizer à população que reside no sopé norte da Serra da Carioca, na orla marítima da baía e nos bairros da Zona Sul.
A região urbana por ela abrangida compreende um núcleo que contém, predominantemente, estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços, para onde aflui diàriamente grande parte da população econômicamente ativa dessa região. Como acontece também em outras metrópoles mononucleares — Chicago, Nova York, Paris Buenos Aires, etc. — encontram-se, na periferia da área central da cidade, estreitas faixas residenciais, cujas habitações, em acelerado processo de decadência, são alugadas a preços relativamente baixos, servindo precipuamente como abrigo ou primeiro local de estada para determinadas categorias de trabalhadores e imigrantes (bairros de Gamboa, Santo Cristo, Catumbi, etc.).

Os demais bairros servidos compreendem, de um lado, áreas residenciais das classes média e alta, com bolsões de moradias operárias (favelas, etc.), como em Ipanema, Copacabana, Botafogo, Flamengo, Catete, Glória e Tijuca; de outro lado, encontram-se aí áreas em estado de transição, ainda sem caráter definido (Aldeia Campista e Rio Comprido); outras, de renovação urbana (Cidade Nova) e ainda outras caracterizadas como habitat das classes operária, média e média-baixa (Vila Isabel, Andaraí, etc.). As áreas residenciais em questão constituem importantes subcentros de comércio, prestação de serviços e recreação, particularmente Copacabana, Catete e Tijuca. A simples menção dêsses bairros traz à mente o conceito da máxima renda per capita e do maior poder aquisitivo em comparação com os habitantes das demais regiões do Estado.

O processo utilizado para a escolha da "Linha Prioritária" bem como a motivação do traçado da linha nos diversos bairros, estão indicados em E1.1.

2. Anteprojeto das obras civis

2.1 Condições do subsolo

2.1.1 Objetivo da pesquisa do subsolo

A pesquisa do subsolo e das condições do seu lençol freático é imprescindível para orientar o traçado de uma linha, possibilitar a escolha de métodos construtivos adequados e permitir um dimensionamento econômico das cavas de construção e das estruturas.
O volume das pesquisas devia ser adaptado às exigências de um estudo preliminar, i. é, os resultados deveriam fornecer uma primeira visão das condições do subsolo ao longo da "Linha Prioritária" (Fig. H 3). Ao mesmo tempo era preciso observar que êsses resultados serviriam de base para pesquisas do subsolo mais acuradas a serem efetuadas durante a elaboração do projeto detalhado dessa linha.

2.1.2 Coleta e análise de pesquisas anteriores

A fim de obter uma idéia geral sobre as condições do subsolo logo no início do curto período previsto para o Estudo, procedeu-se à coleta e ao estudo de tôdas as publicações acessíveis sôbre o assunto.
Essas publicações, além de estudos anteriores sôbre o metrô, continham sobretudo dados sôbre várias centenas de sondagens feitas pelo Instituto de Geotécnica do Estado, e por diversas emprêsas particulares, entre os quais foram selecionados como aproveitáveis os elementos referentes a cêrca de cinquenta sondagens. Uma vez conhecidos os resultados das sondagens efetuadas pelo Grupo de Estudos foi necessário excluir novamente os das sondagens anteriores, porque se constatou que a classificação do solo não estava suficientemente definida para fins de comparação.
Algumas emprêsas locais especializadas mostraram boa vontade, cedendo ao Grupo de Estudos pesquisas próprias de laboratório, com dados característicos de mecânica dos solos, acumuladas em sua longa experiência. Afora isto, técnicos especialistas em subsolo contribuiram com seus conhecimentos sôbre o solo local.
Com essa coletânea de resultados de sondagens e experiências já existentes foi possível, desde cedo, reconhecer os problemas de mecânica dos solos e adaptar aos mesmos os métodos de pesquisa do Grupo de Estudos.

2.1.3 Pesquisas efetuadas

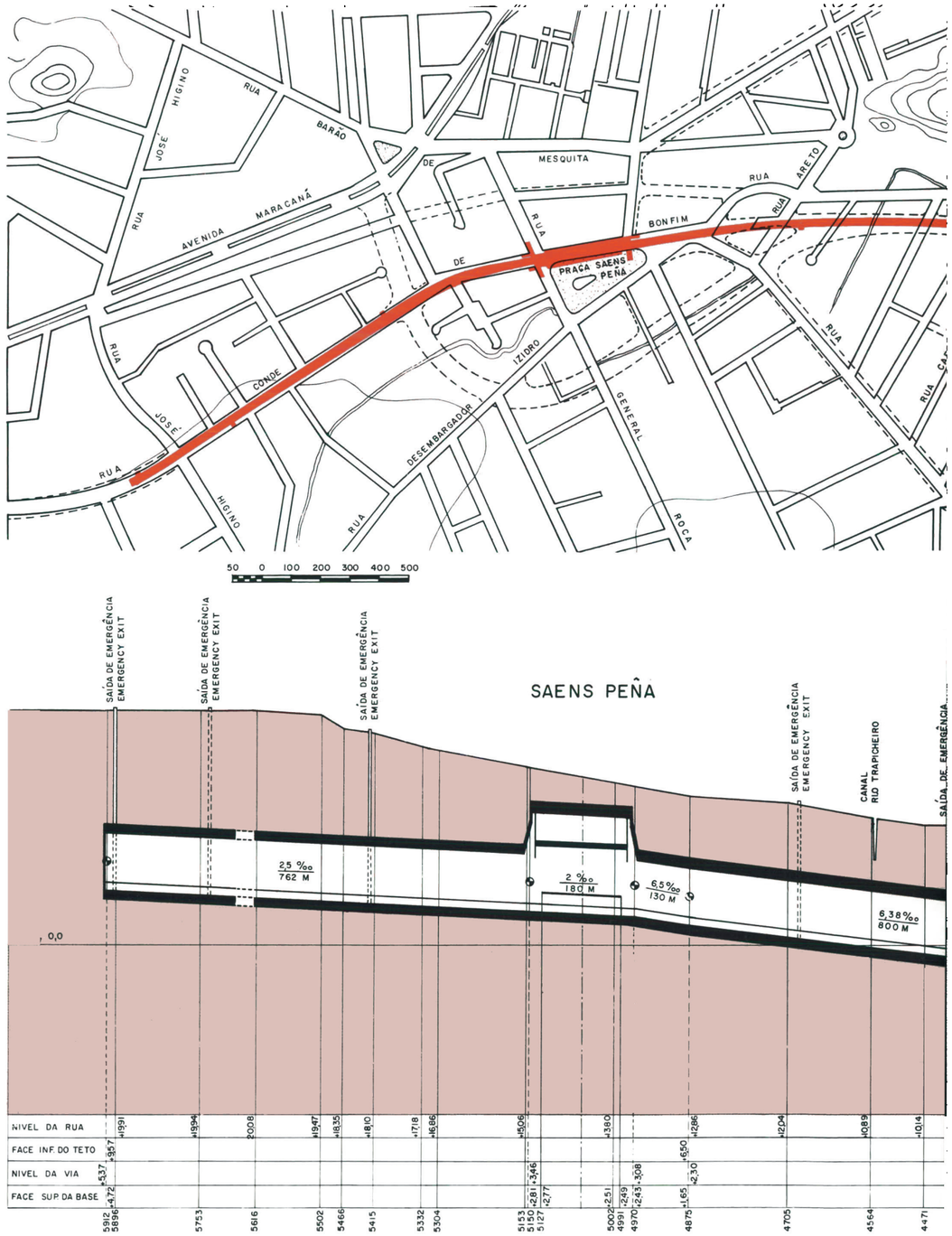
2.1.3.1 Programa de sondagens

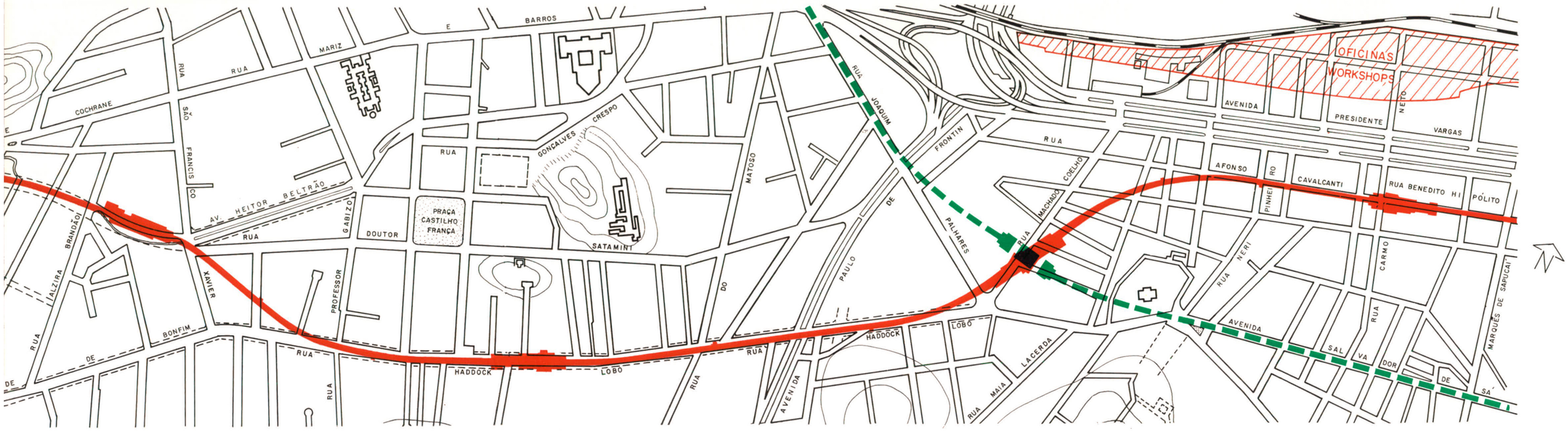
No sentido de obter uma visão conjunta das condições do subsolo, foram executadas 53 sondagens de 2½" de diâmetro ao longo da "Linha Prioritária", com comprimento total de 1 800 m lineares, a distâncias variáveis entre 200 e 800 m. No Centro da cidade a distância entre as perfurações foi menor que nas áreas externas. A profundidade das sondagens variou entre 15 e 45 m. De conformidade com os problemas de mecânica dos solos que se apresentam na construção do metrô, as sondagens foram feitas até à profundidade de 25 m abaixo do nível provável da fundação do túnel. Foram instalados 30 piezômetros, para observação demorada das oscilações do nível do lençol freático.
O local e a profundidade de cada sondagem, bem como dos diversos piezômetros, estão indicados na Fig. H 3 (3 partes). As sondagens estão tôdas designadas pela letra A, acrescida de um número.

2.1.3.2 Testes de mecânica dos solos "in situ"

As 53 sondagens serviram para o reconhecimento rotineiro das camadas do subsolo, exame visual dos tipos de solo e ensaios simples de classificação.

Fig. H 2 – parte 1
Planta da "Linha Prioritária"
Tijuca–Central do Brasil
km 5,9–0,8




OFICINAS
WORKSHOPS
RUA MARIZ E BARROS
COCHRANE
RUA SÃO FRANCISCO
AV. HEITOR BELTRÃO
RUA GABIZO
DOUTOR
PRAÇA CASTILHO FRANÇA
GONÇALVES CRESPO
SATAMINI
RUA MATOSO
RUA JOAQUIM PALHARES
RUA DE FRONTIN
RUA MACHADO COELHO
AVENIDA PRESIDENTE VARGAS
AFONSO PINHEIRO
CAVALCANTI
RUA BENEDITO HIPÓLITO
RUA NERI
RUA CARMO
MARQUÊS DE SAPUCAÍ
AVENIDA SALVADOR DE SÁ
RUA MAIA LACERDA
RUA HADDOCK LOBO
RUA PROFESSOR XAVIER
RUA ALZIRA BRANDÃO
RUA DE BONFIM
RUA DO PAULO
AVENIDA

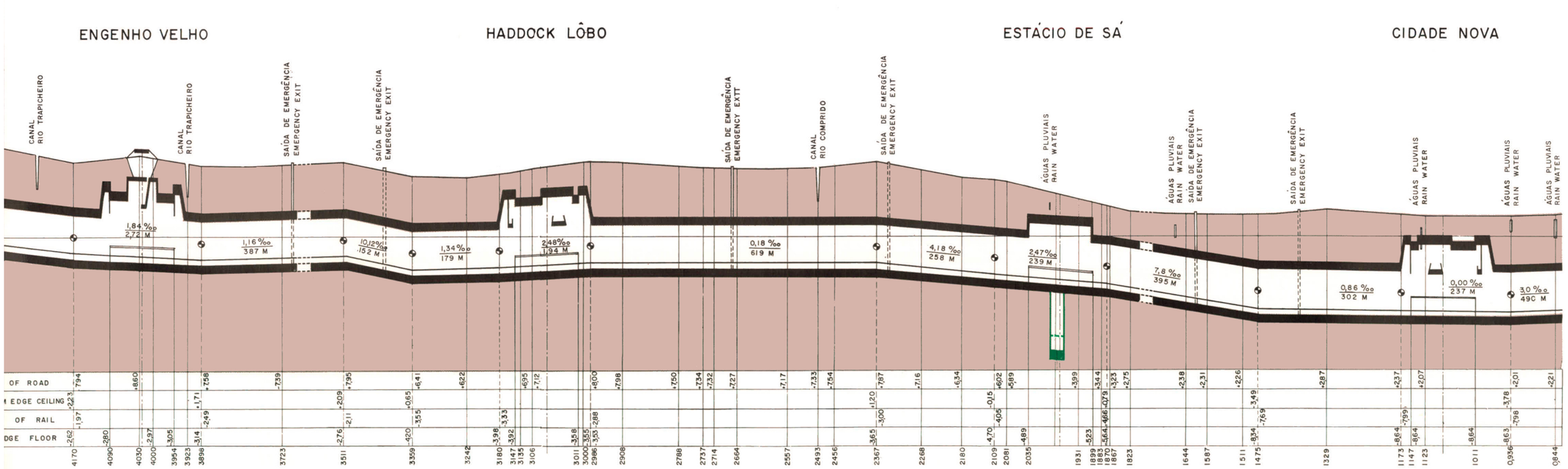
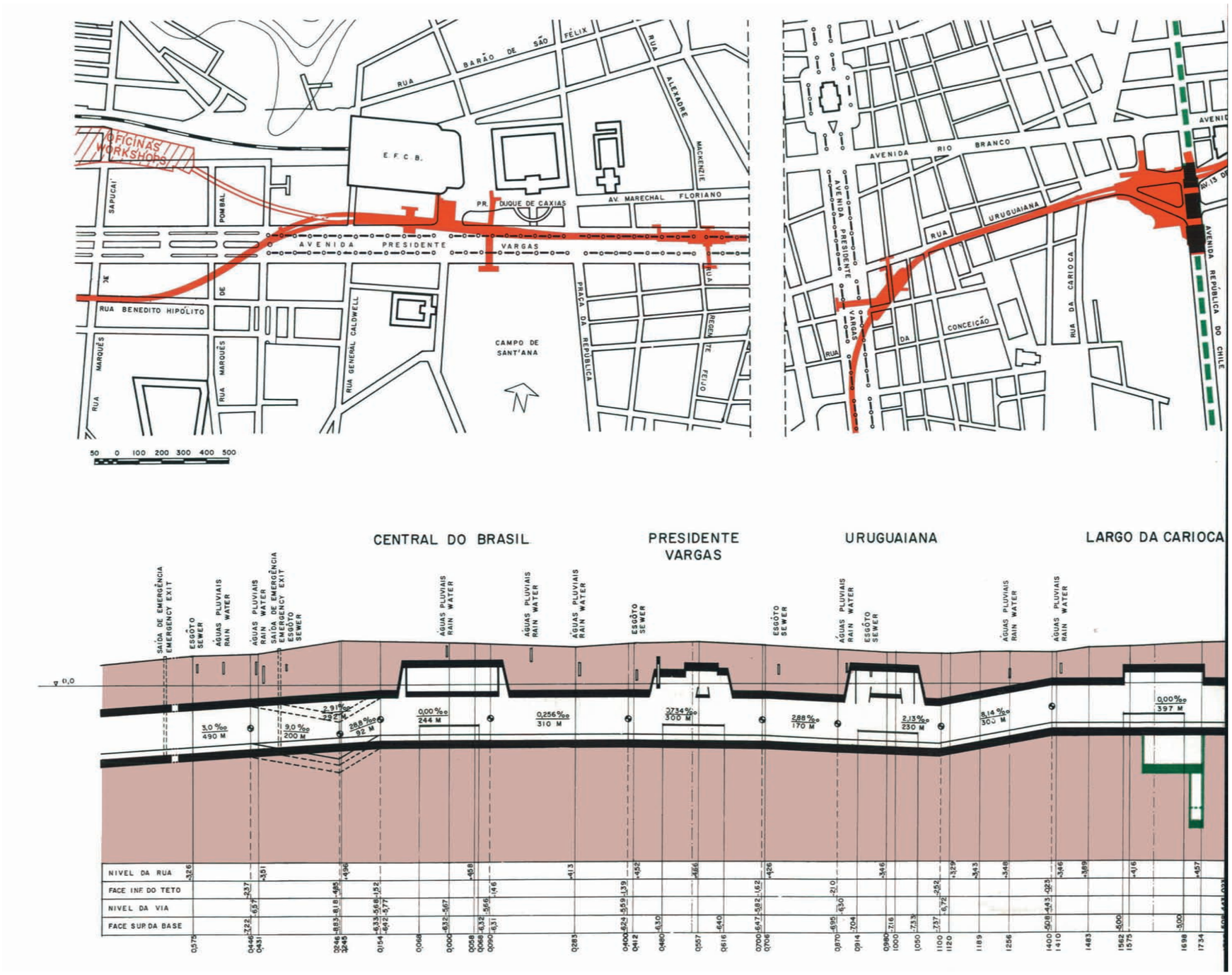
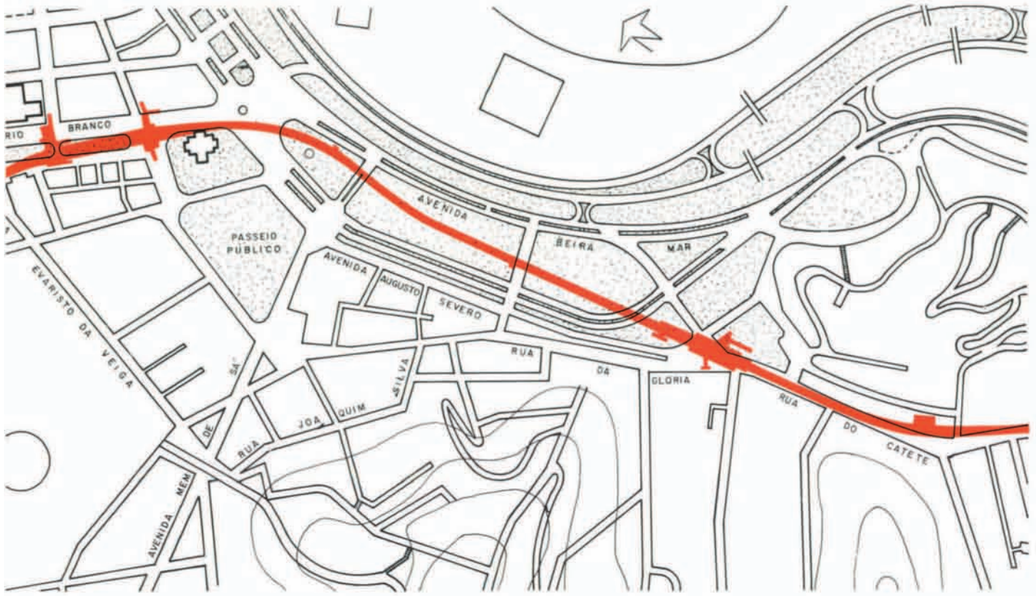
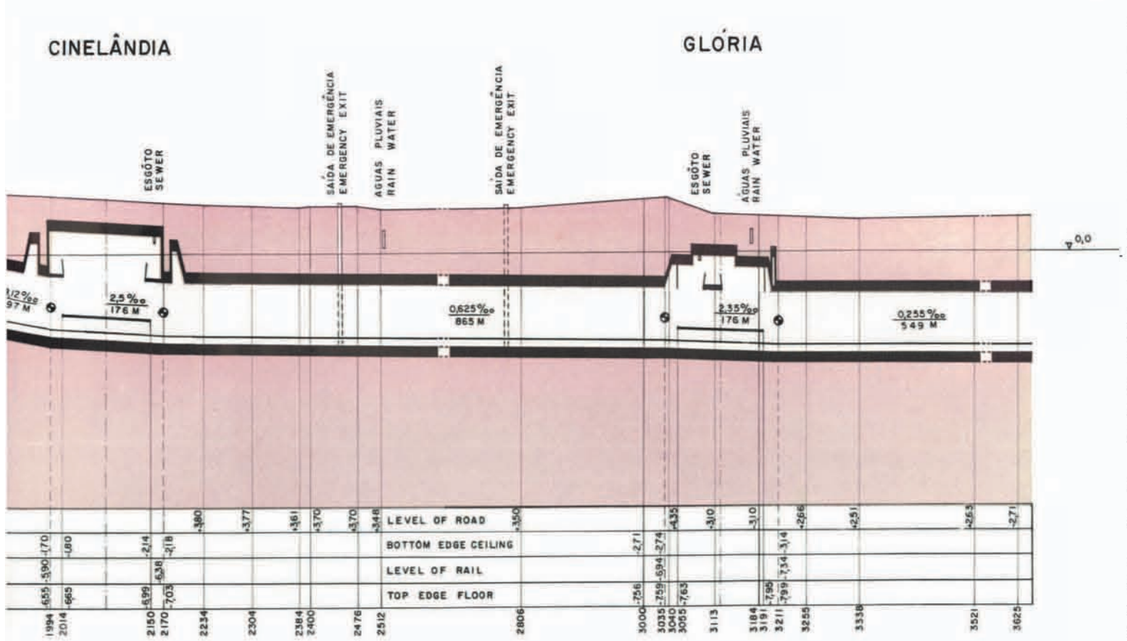

ENGENHO VELHO
HADDOCK LÔBO
ESTÁCIO DE SÁ
CIDADE NOVA
CANAL RIO TRAPICHEIRO
SAÍDA DE EMERGÊNCIA EMERGENCY EXIT
CANAL RIO COMPRIDO
ÁGUAS PLUVIAIS RAIN WATER
1,84 ‰ 2,72 M
1,16 ‰ 387 M
10,12 ‰ 152 M
1,34 ‰ 179 M
2,48 ‰ 1,94 M
0,18 ‰ 619 M
4,18 ‰ 258 M
2,47 ‰ 239 M
7,8 ‰ 395 M
0,86 ‰ 302 M
0,00 ‰ 237 M
3,0 ‰ 490 M
OF ROAD
EDGE CEILING
OF RAIL
DGE FLOOR

Fig. H 2 – parte 2
Planta da "Linha Prioritária"
Central do Brasil–Ipanema
km 0,5–3,6







Após a perfuração de cada metro de solo foi feito um ensaio-padrão de penetração ("Standard Penetration Test" — SPT), segundo Terzaghi ou de acôrdo com as normas brasileiras. A amostra deformada do solo assim obtida servia apenas para a classificação visual do solo para simples testes mecânicos em laboratório.

Ao todo foram feitos 1600 ensaios-padrão de penetração tendo sido testadas no laboratório 400 amostras deformadas do solo. Afora êstes, ainda foram efetuados "vane-tests" de cisalhamento e testes para a determinação da permeabilidade com o auxílio de sondas especiais de 2½" ou de 3". Em camadas de argila e silte foram obtidas, com o amostrador Shelby, amostras quase indeformadas, com 2" de diâmetro.

Algumas sondagens com sonda de compressão holandesa, para a determinação da resistência estática ("deep sounding"), ofereceram uma possibilidade para a comparação dos resultados com os ensaios-padrão dinâmicos de penetração.

2.1.3.3 Testes de mecânica dos solos em laboratório

Entre as amostras deformadas do solo foram escolhidas amostras características em intervalos de cêrca de dois até três metros de profundidade, as quais foram submetidas no laboratório a simples ensaios de classificação.

Em aditamento, foram executados alguns testes de laboratório por amostragem com amostras de solo não deformadas.

Os resultados dos diversos ensaios poderão ser examinados detalhadamente na sede da Companhia do Metropolitano.

2.1.4 O subsolo ao longo da "Linha Prioritária"

2.1.4.1 Topografia e geologia

A topografia e a geologia da área metropolitana do Rio de Janeiro estão descritas em B 1. Por isso abordar-se-ão aqui apenas peculiaridades que se apresentam ao longo da "Linha Prioritária".

No trecho entre Ipanema e Estácio de Sá, passando pelo Centro da cidade, numa extensão de cêrca de 14 km, a superfície do terreno está localizada entre as cotas 2 até 6 m acima do nível do mar. Além da Estação Estácio de Sá, nos quatro quilômetros seguintes até Tijuca, o terreno vai gradualmente subindo até à cota de 20 m acima do nível do mar. Um exame da Fig. H 3 mostra que a "Linha Prioritária" tem seu traçado em uma planície litorânea que forma um "U" aberto para oeste, envolvendo a Serra da Carioca. Apenas em alguns lugares a "Linha Prioritária" se aproxima muito das faldas da serra, chegando mesmo a atravessá-las, como p. ex., no Largo da Carioca, na Glória e nos Morros da Babilônia e do Cantagalo.

A superfície do terreno, transversalmente à linha do metrô, também é quase horizontal. O declive da serra para o litoral é quase sempre imperceptível. Sòmente nos pontos de contato do traçado da linha com os esporões de serra que afloram bruscamente é que se apresentam maiores declives longitudinais e transversais.

De acôrdo com a evolução geológica da região da "Linha Prioritária", podem distinguir-se cinco camadas principais:

a) Camada 1: Rocha sã

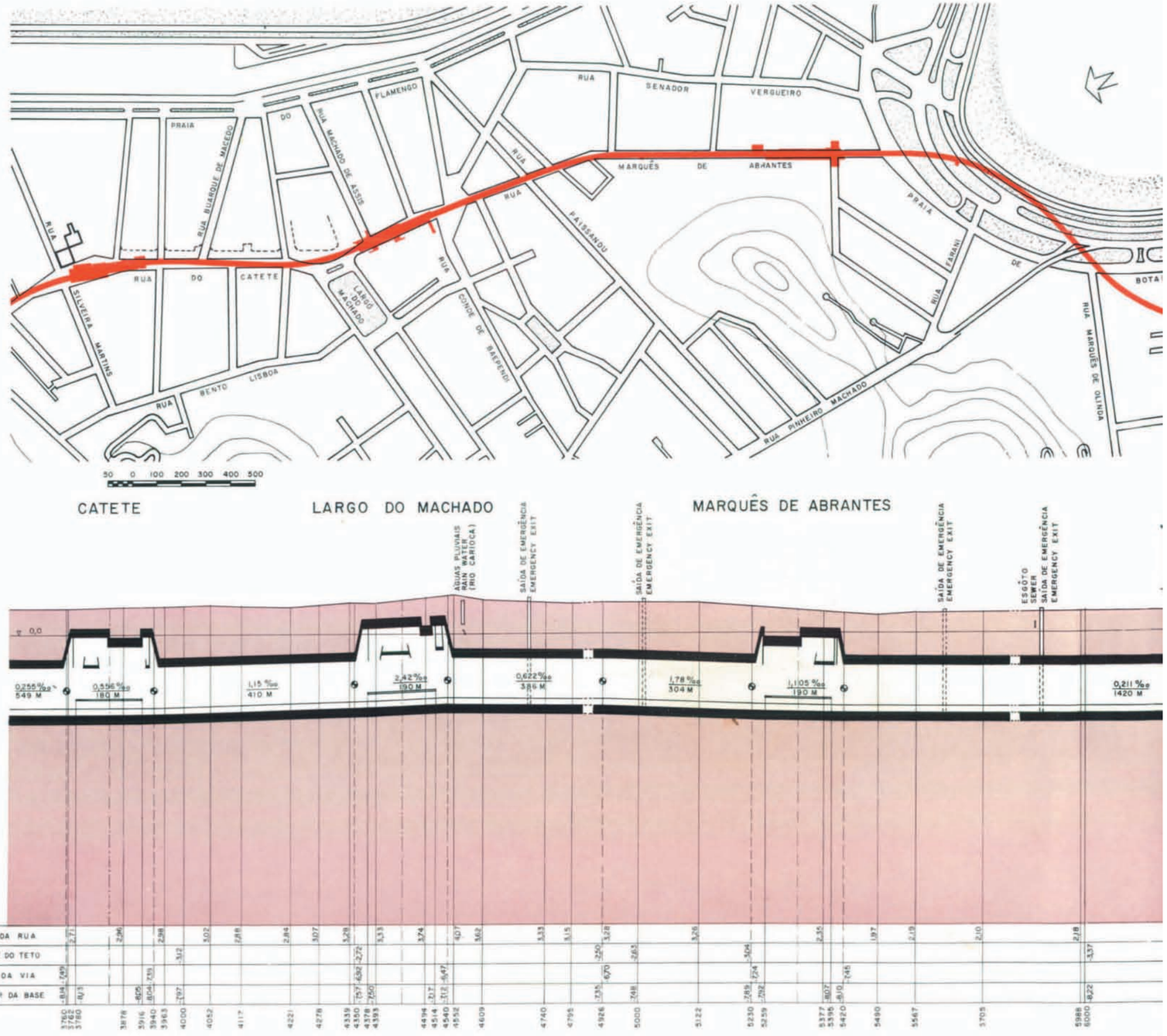
A rocha sã que ocorre na área em questão é constituída principalmente de gnaisse. Ela forma a base dos solos sedimentares na maioria das vêzes a mais de 45 m de profundidade, tornando-se aparente nas faldas das montanhas que se erguem na planície litorânea.

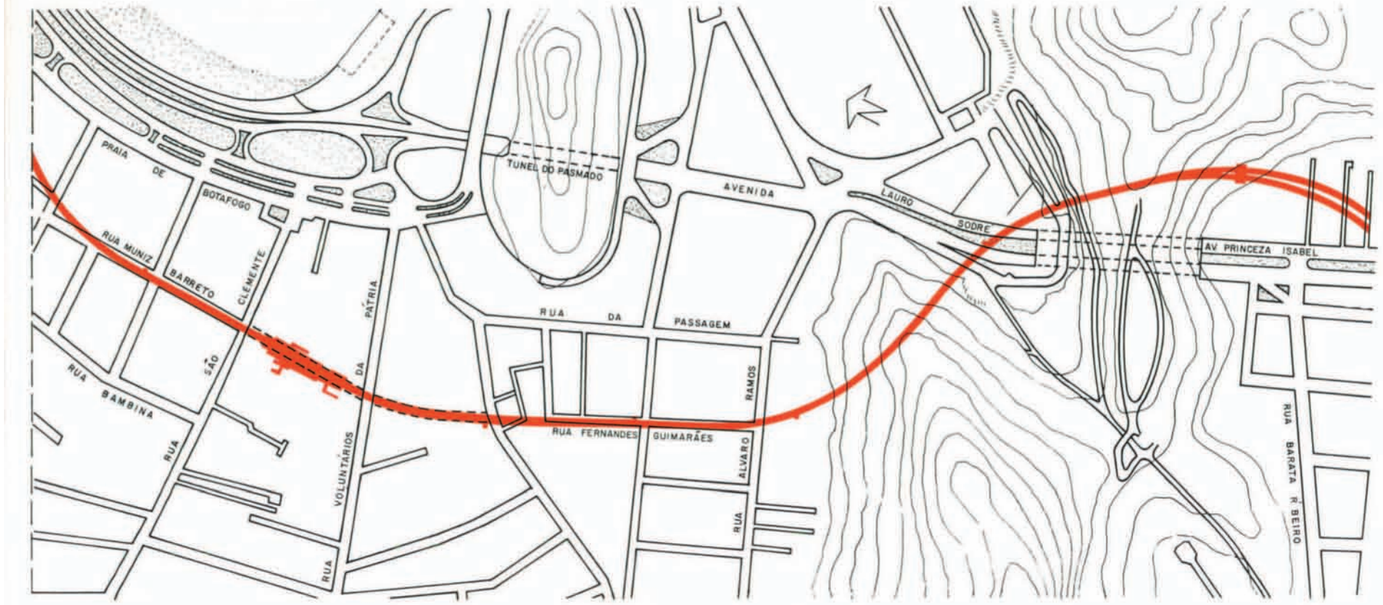
A julgar pelos resultados das sondagens, parece que o relêvo dessa rocha sob a planície litorânea acompanha as mesmas ondulações escarpadas das montanhas que se descortinam de longe em tôrno da cidade. As sondagens acusaram, p. ex., a existência de encostas rochosas subterrâneas com um mínimo de 30 graus de inclinação.

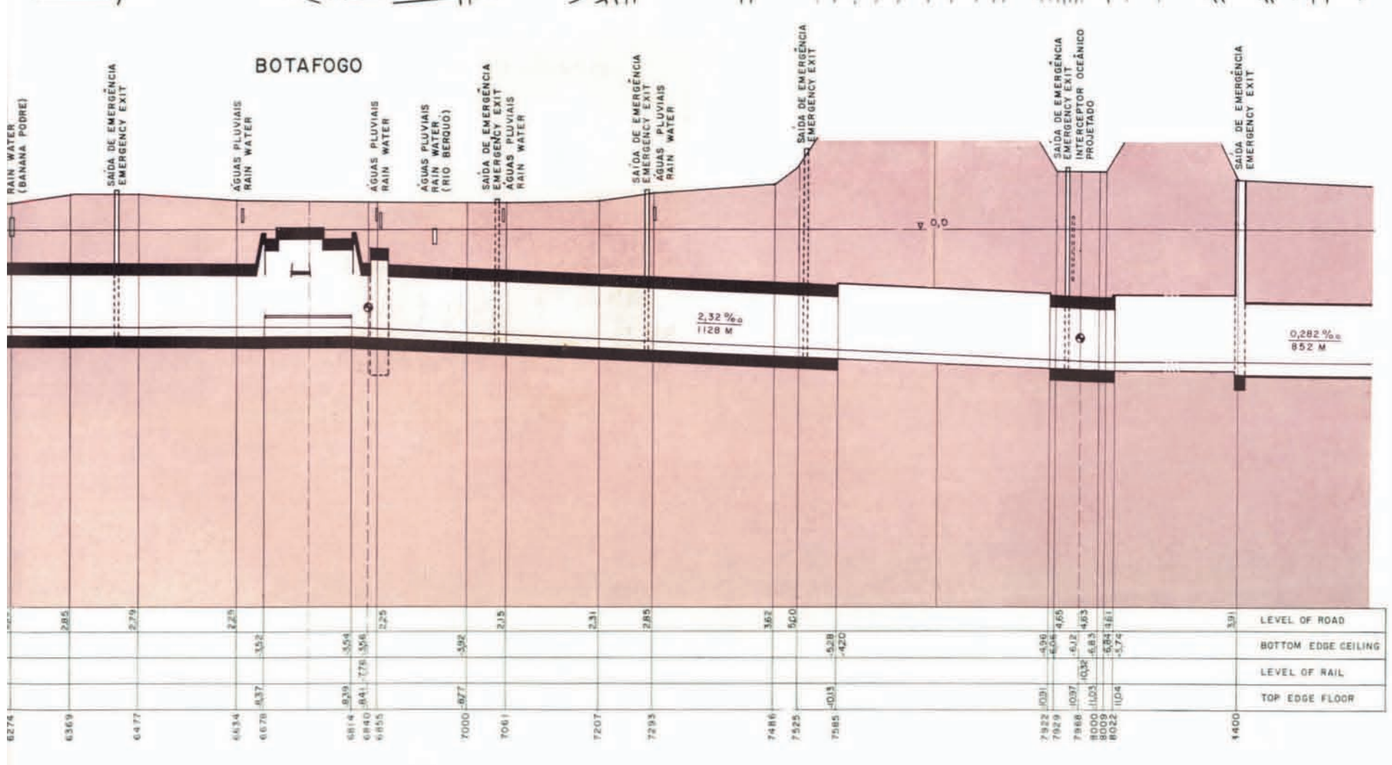
b) Camada 2: Rocha alterada "in situ" (solo residual)

Sob certas influências externas a rocha sã se decompõe de início sob a forma de pedras e pedregulho,

Fig. H 2 – parte 3
Planta da "Linha Prioritária"
Central do Brasil–Ipanema
km 3,6–8,6







depois como areia, silte e finalmente argila. De acôrdo com a natureza e a duração da atuação dos fatôres erosivos, a espessura atual e o grau de decomposição das zonas alteradas variam de um local para outro. É possível que uma parte da rocha alterada "in situ" já tenha sido removida pela erosão. A rocha que, depois de alterada, ainda permanece no local de origem, transformada em solo, será a seguir denominada "solo residual", segundo a expressão inglêsa, muito adequada, "residual soil".

A espessura máxima de solo residual encontrada nas sondagens efetuadas pelo Grupo de Estudos foi de 25 m, no Largo da Carioca. Estas grandes profundidades de decomposição são ocasionadas pelo clima quente e úmido.

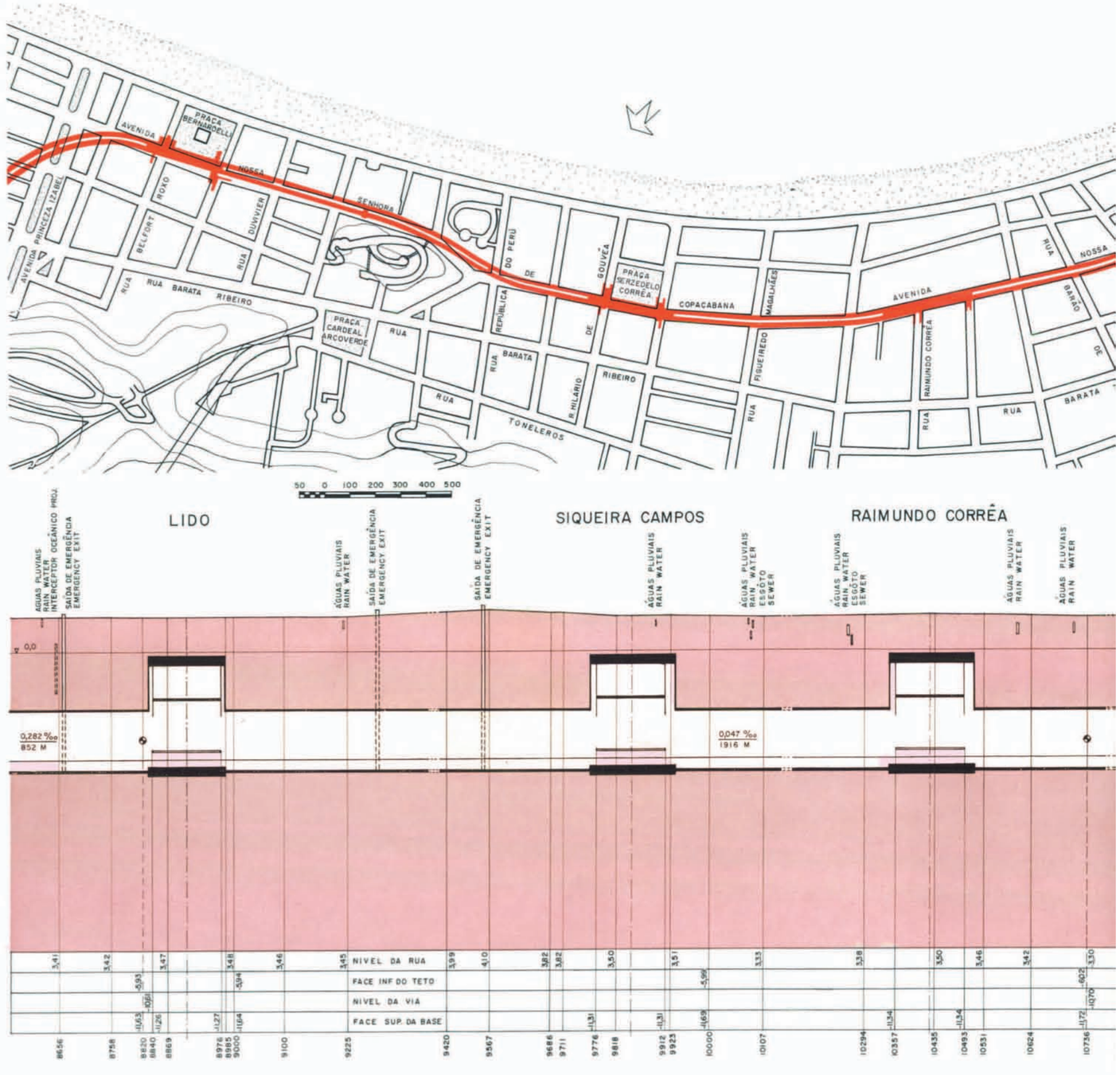
Como rochas originais apresentam-se, no Rio de Janeiro, além de várias formas de gnaisses, também quartzito e diabásio. Predominam, todavia, as formas de gnaisses, que contêm quartzo, feldspato e mica. O que mais ràpidamente se altera é o feldspato, que se caoliniza; em segundo lugar, a mica. O quartzo é o menos sujeito à decomposição, sendo principalmente desintegrado mecânicamente devido a variações de temperatura, e polido durante o transporte pela ação das águas e da gravidade.

c) Camada 3: Sedimentos coluviais ("colluvial soil")

Das encostas dos morros desprendem-se, às vêzes, detritos da rocha ainda intacta ou da rocha original já decomposta em solo, os quais se despenham pelo vale abaixo. No fundo do vale êsse material (argila, silte, areia, pedregulho, pedras ou blocos de rocha) se deposita em alternância com sedimentos provocados pela ação da água e do vento. Formam-se, então, camadas e lentes consistentes, do próprio material ou de mistura com outros sedimentos.

O material que, precipitado pela fôrça de gravidade se deposita no sopé das montanhas, chama-se colúvio ("colluvial soil"). Segundo a história das formações geológicas, trata-se geralmente de solos de decomposição relativamente recentes. É por isto que na região urbana

Fig. H 2 – parte 4
Planta da "Linha Prioritária"
Central do Brasil–Ipanema
km 8,6–13,8



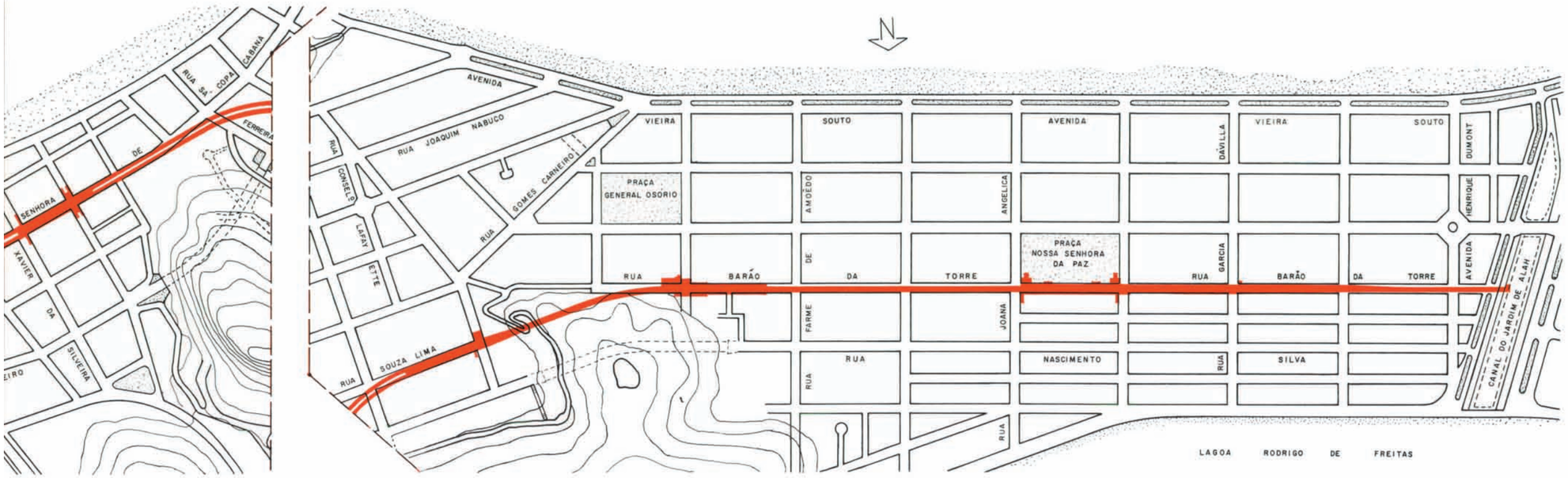
do Rio de Janeiro ainda se encontra, ao lado de areias quartzosas, uma quantidade relativamente grande degrãos não alterados de biotita preta, mica e feldspato. Frequentemente essas camadas de solo formam uma sedimentação muito desagregada.

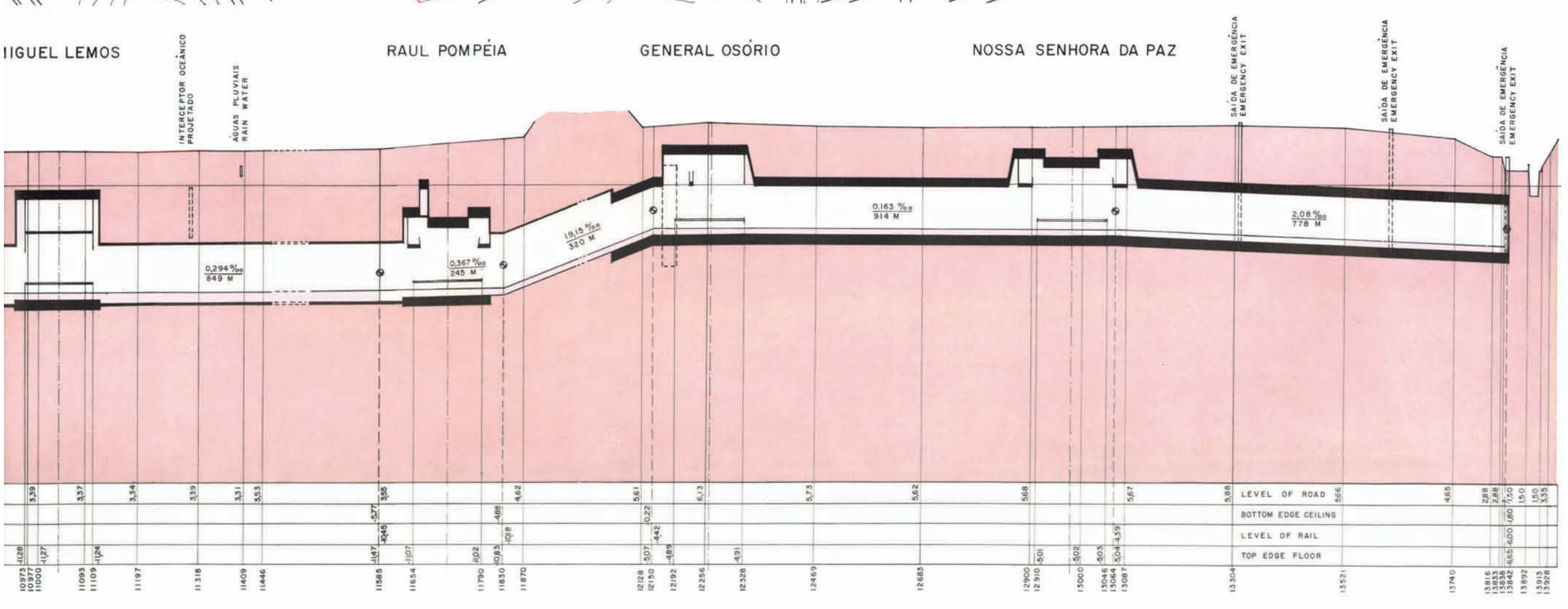
d) Camada 4: Sedimentos aluviais

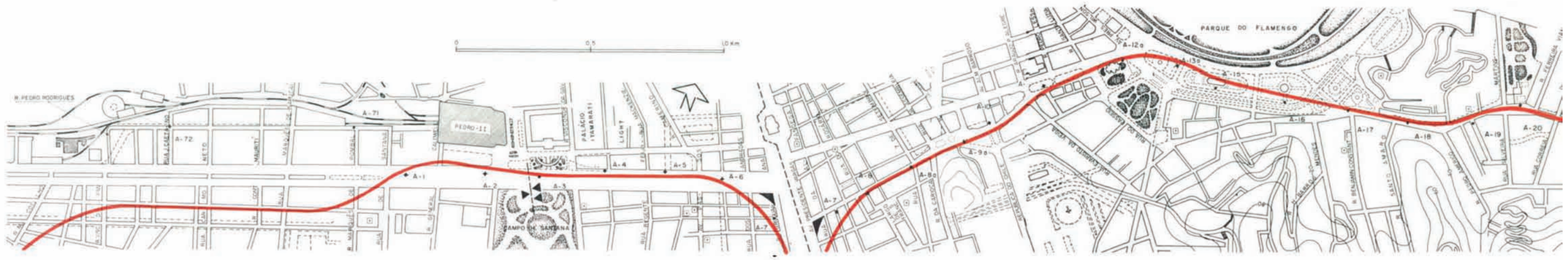
Os terrenos de aluvião são constituídos de solos inorgânicos ou orgânicos transportados e depositados pelas águas correntes. A origem dêsses terrenos é rocha alterada que sofreu erosão pela ação das águas. Pode-se ver, pelo sistema fluvial da Guanabara, que a origem dos sedimentos aluviais nas zonas adjacentes à baía só pode ser a Serra da Carioca que aí é constituída principalmente de gnaisses. Portanto, é de se esperar que os sedimentos que se encontram ao longo da "Linha Prioritária" também sejam constituídos principalmente de vários tipos de quartzo e mica, assim como de argila caolinizada que é o produto final da decomposição do feldspato. É natural que o solo possa estar ainda enriquecido com restos de mariscos e, nos brejos, com outras matérias orgânicas (como, p. ex., as encontradas na Avenida Presidente Vargas).
Pode-se admitir que os sedimentos ao longo do litoral (Copacabana e Ipanema) tenham sido trazidos de locais muito afastados da costa pelo movimento das ondas e pelas correntes marinhas.
A espessura das sedimentações aluviais verificadas por meio de sondagens ultrapassa 40 m (como, p. ex., na Avenida Presidente Vargas e na Rua Uruguaiana). É principalmente nesses sedimentos aluviais que serão localizadas as construções do metrô.

e) Camada 5: Aterros artificiais

Para a conquista de terrenos adicionais para edificações foram aterrados muitos pântanos e áreas da cidade situadas ao nível do mar. Como atêrro empregou-se quase sempre o material de desmonte de morros de solo residual, mas também foram executados aterros de lixo. Encontram-se êsses aterros em tôda a extensão da


N
AVENIDA
RUA JOAQUIM NABUCO
RUA CONSELH. LAFAYETTE
GOMES CARNEIRO
RUA SOUZA LIMA
VIEIRA
SOUTO
AVENIDA
DAVILLA
VIEIRA
SOUTO
DUMONT
HENRIQUE
PRAÇA GENERAL OSÓRIO
AMOEDO
ANGELICA
PRAÇA NOSSA SENHORA DA PAZ
RUA GARCIA
AVENIDA
CANAL DO JARDIM DE ALAH
RUA BARÃO DA TORRE
RUA FARME DE AMOEDO
RUA JOANA ANGELICA
RUA NASCIMENTO SILVA
RUA
LAGOA RODRIGO DE FREITAS

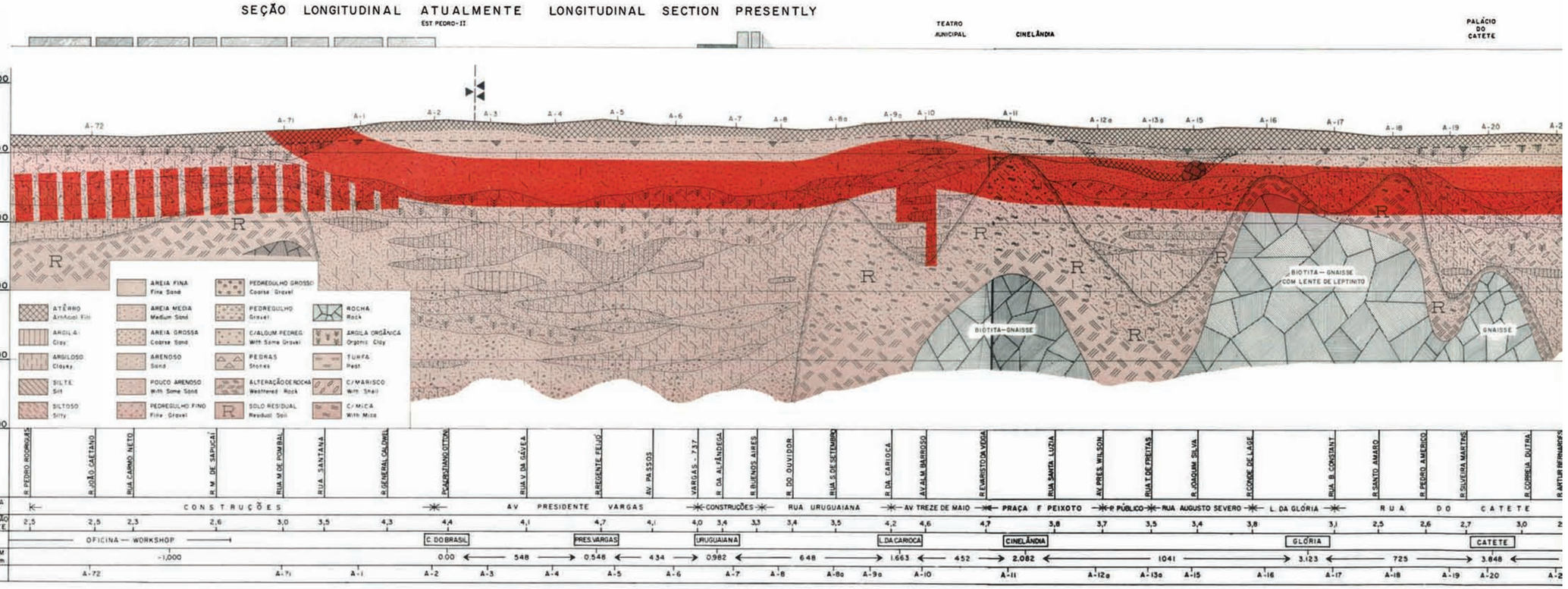

IIGUEL LEMOS
RAUL POMPÉIA
GENERAL OSÓRIO
NOSSA SENHORA DA PAZ
INTERCEPTOR OCEÂNICO PROJETADO
ÁGUAS PLUVIAIS RAIN WATER
SAÍDA DE EMERGÊNCIA EMERGENCY EXIT
SAÍDA DE EMERGÊNCIA EMERGENCY EXIT
SAÍDA DE EMERGÊNCIA EMERGENCY EXIT
0,294 %o 849 M
0,367 %o 245 M
19,15 %o 320 M
0,163 %o 914 M
2,08 %o 778 M
LEVEL OF ROAD
BOTTOM EDGE CEILING
LEVEL OF RAIL
TOP EDGE FLOOR



SEÇÃO LONGITUDINAL ANTIGAMENTE — LONGITUDINAL SECTION PRE-EXISTING



SEÇÃO LONGITUDINAL ATUALMENTE LONGITUDINAL SECTION PRESENTLY



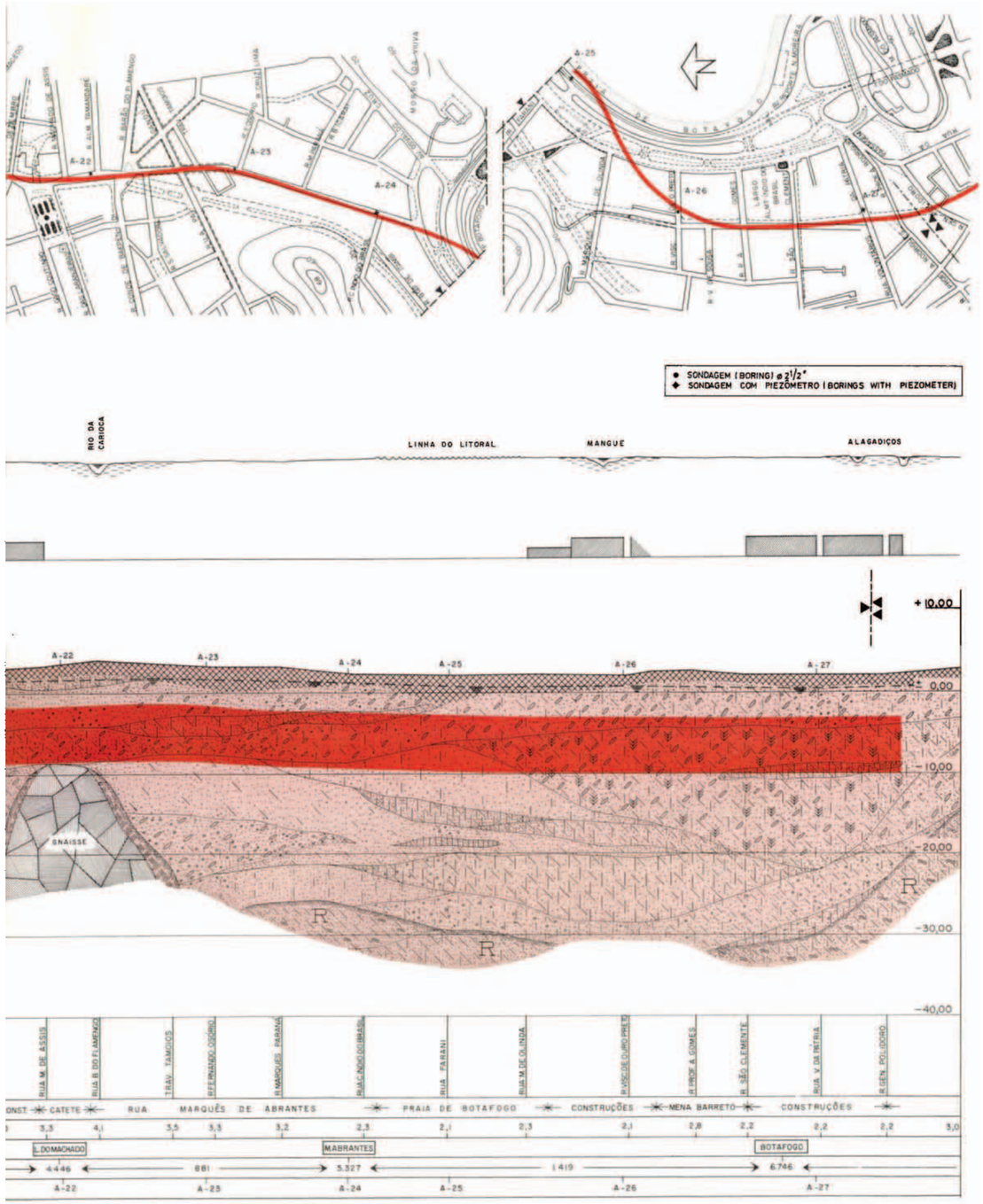
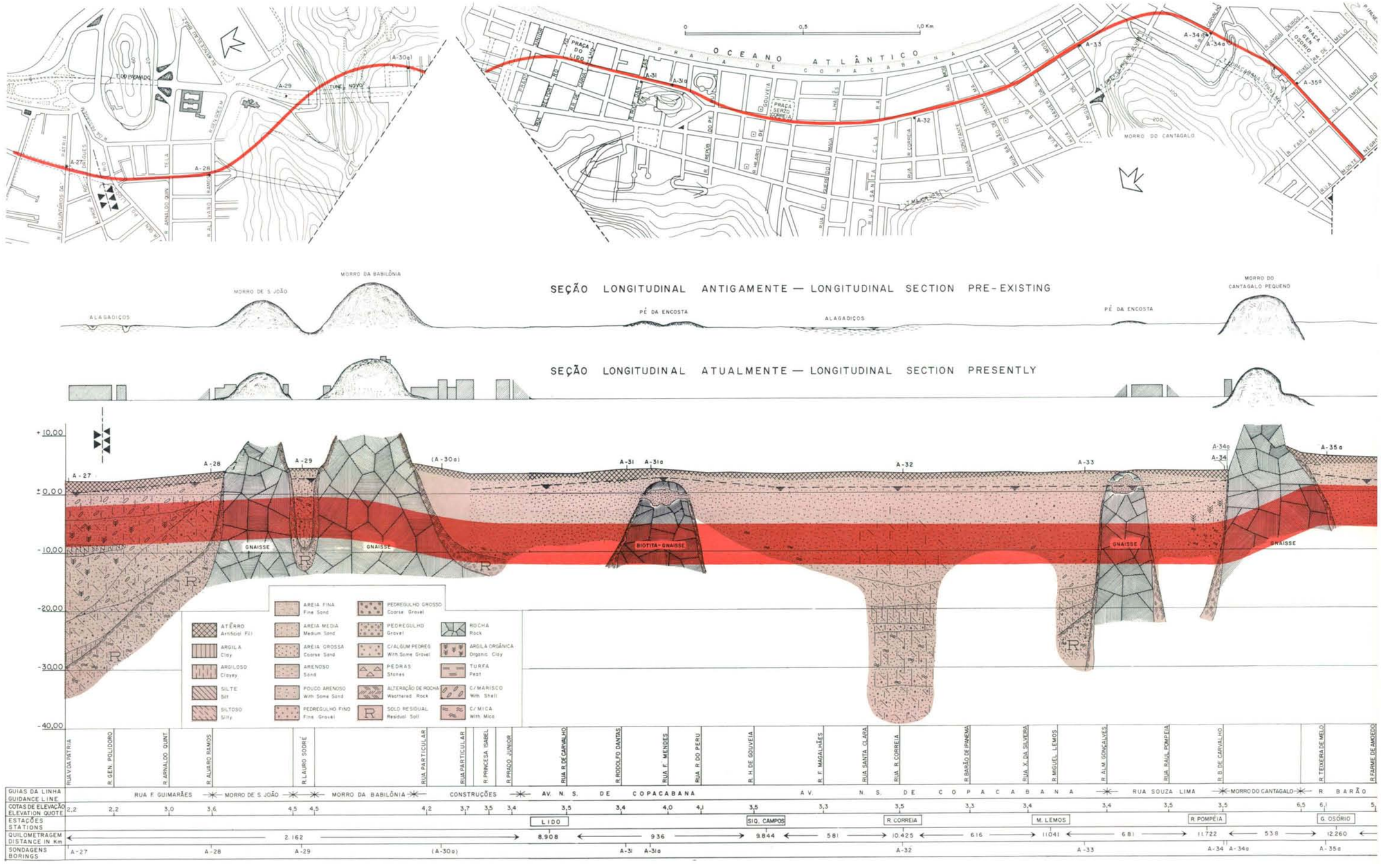


Fig. H3 – parte 1
Seção do subsolo
Central do Brasil–Botafogo

"Linha Prioritária", em espessuras de um até três metros. Só em casos excepcionais é que atingem uma espessura de até oito metros (como, p. ex., na Praia do Flamengo).

2.1.4.2 Perfil longitudinal

Na Fig. H3 (3 partes) está ilustrado o perfil longitudinal do solo ao longo da "Linha Prioritária".
O perfil focaliza, além da superfície do terreno, o desenvolvimento esquematizado das camadas do solo, o nível superior do lençol freático e o túnel do metrô. Acima dos perfis longitudinais encontra-se a planta de situação da "Linha Prioritária", com os locais das diversas sondagens e o perfil do terreno natural, como seria presumivelmente antes de qualquer urbanização, reconstruído de antigos mapas e descrições históricas.
Êsse perfil apresenta lagunas, brejos, córregos naturais, morros e praias. O conhecimento do primitivo estado natural do terreno permite reconhecer melhor os fatôres que deram origem à formação do atual perfil do solo.
Abaixo do perfil original do terreno em seu estado natural está representado o perfil atual com os cursos d'água, morros e áreas edificadas. Uma comparação entre os dois perfis mostra as alterações incisivas que a natureza sofreu pela mão do homem.
O mencionado perfil longitudinal do solo oferece uma idéia aproximada da estrutura das camadas do subsolo até 30 e 40 m de profundidade. Em vários pontos a rocha subterrânea aflora à superfície. Pela Fig. H3 vê-se que isto se dá, ao norte da linha, nos flancos da Serra da Carioca; no centro e ao sul, entretanto, apenas em esporões dessa serra. A profundidade da superfície da rocha varia muito. Nas zonas intermediárias entre os afloramentos, as sondagens a 40 m de profundidade não atingiam mais a rocha.
A camada de solo residual, frequentemente muito espêssa, cobre a rocha sã e foi perfurada em grandes trechos, tais como da extremidade norte da "Linha Prioritária" seguidamente até a Estação Estácio de Sá, em profundidades de 10 até 30 m (flanco norte da Serra da Carioca); na área do conjunto das oficinas, em profundidades de 10 até 15 m (faldas do Morro da Providência) e da Rua Uruguaiana, seguidamente, até Botafogo, em profundidades muito variáveis de 5 até 35 m (faldas da Serra da Carioca).
O relêvo do solo residual fornece uma imagem real da formação geológica primitiva, ora soterrada sob a baixada de aluvião da cidade. O Centro da cidade está situado no prolongamento da Serra da Carioca. Entre o espigão central dessa serra e o Morro da Providência estende-se (aproximadamente ao longo da Avenida Presidente Vargas) um profundo vale subterrâneo. Há outro vale subterrâneo relativamente raso (profundidade máxima = 35 m) que liga a enseada de Botafogo à Lagoa Rodrigo de Freitas. Na Estação Raimundo Correia, em Copacabana, foi feito uma sondagem de 43 m de profundidade sem encontrar solo residual. Evidentemente o último espinhaço da serra precipita-se nesse local abruptamente para o mar. Na extremidade sul da linha, antes do canal do Jardim de Alah, encontrou-se solo residual a uma profundidade de 27 m. Os sedimentos têm, pois, aí uma espessura considerável. Logo a oeste do canal, a rocha sã aflora à superfície do terreno, elevando-se portanto de maneira quase a pique.
A maior parte do solo residual apresenta-se em camadas medianamente compactas ou compactas, constituídas essencialmente de areia silto-argilosa.
A rocha e o solo residual encontram-se cobertos de sedimentos aluviais das mais diferentes espécies e granulometrias, interrompidos, em alguns lugares, por depósitos coluviais. As camadas sedimentares mais espêssas (40 m e mais) encontram-se na Avenida Presidente Vargas e na área adjacente à Rua Uruguaiana, na Enseada de Botafogo e nas Praias de Copacabana e Ipanema.
Nas sedimentações localizadas no trecho da Tijuca e Botafogo encontram-se, em sequência colorida, areias argilosas finas e médias, alternadas com argas pouco arenosas e siltes. Estas camadas alternadas estão, em grandes extensões (da Central do Brasil até o Largo do


SEÇÃO LONGITUDINAL ANTIGAMENTE — LONGITUDINAL SECTION PRE-EXISTING
SEÇÃO LONGITUDINAL ATUALMENTE — LONGITUDINAL SECTION PRESENTLY
MORRO DA BABILÔNIA
MORRO DE S. JOÃO
ALAGADIÇOS
PÉ DA ENCOSTA
MORRO DO CANTAGALO PEQUENO
GNAISSE
BIOTITA-GNAISSE
AREIA FINA Fine Sand
AREIA MÉDIA Medium Sand
AREIA GROSSA Coarse Sand
ARENOSO Sand
POUCO ARENOSO With Some Sand
PEDREGULHO FINO Fine Gravel
PEDREGULHO GROSSO Coarse Gravel
PEDREGULHO Gravel
C/ALGUM PEDREG. With Some Gravel
PEDRAS Stones
ALTERAÇÃO DE ROCHA Weathered Rock
SOLO RESIDUAL Residual Soil
ATÊRRO Artificial Fill
ARGILA Clay
ARGILOSO Clayey
SILTE Silt
SILTOSO Silty
ROCHA Rock
ARGILA ORGÂNICA Organic Clay
TURFA Peat
C/MARISCO With Shell
C/MICA With Mica
GUIAS DA LINHA GUIDANCE LINE
COTAS DE ELEVAÇÃO ELEVATION QUOTE
ESTAÇÕES STATIONS
QUILOMETRAGEM DISTANCE IN Km
SONDAGENS BORINGS
RUA F. GUIMARÃES — MORRO DE S. JOÃO — MORRO DA BABILÔNIA — CONSTRUÇÕES — AV. N. S. DE COPACABANA — A V. N. S. DE C O P A C A B A N A — RUA SOUZA LIMA — MORRO DO CANTAGALO — R. BARÃO
LIDO
SIQ. CAMPOS
R. CORREIA
M. LEMOS
R. POMPÉIA
G. OSÓRIO
2.162
8.908
936
9.844
581
10.425
616
11041
681
11.722
538
12.260

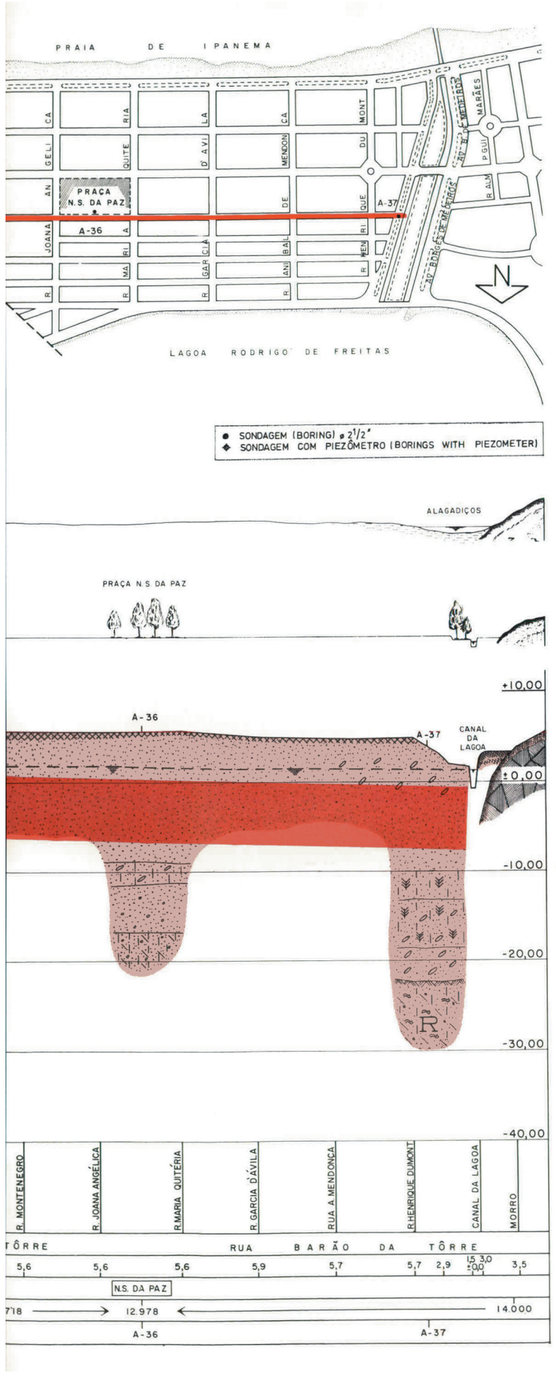


Fig. H3 – parte 2
Seção do subsolo
Botafogo–Ipanema

Machado), cobertas por uma camada de areia pura fina a média e cuja espessura atinge até oito metros. Na Enseada de Botafogo também se encontram camadas intermediárias de areia dêsse tipo, com granulometria bem uniforme, a grandes profundidades. Na Avenida Presidente Vargas, na Rua Uruguaiana e em Botafogo, encontra-se uma dessas camadas de areia pura sôbre uma camada de argila muito mole, ligeiramente orgânica. Na Avenida Presidente Vargas, a grande profundidade (cêrca de 30 m), encontra-se ainda uma segunda camada orgânica, porém menos espessa e mais compacta. A camada orgânica superior atinge, nesse local, 7 m de espessura e, em Botafogo, 17 m. A presença de solos coluviais é muito frequente no trecho entre o Largo da Carioca e a Glória e nas proximidades da extremidade norte da "Linha Prioritária". Êstes solos, em geral constituídos de uma mistura de argila e areia com mica, apresentam frequentemente uma sedimentação extraordinàriamente fôfa.
Nas praias de Copacabana e Ipanema encontram-se, até a produndidade de 15 a 20 m, quase ùnicamente areias puras finas ou médias compactas. Abaixo dêstes níveis, pelo menos em alguns lugares, se encontram areias argilosas e argilas arenosas compactas. Na Rua Raul Pompéia e na extremidade sul da "Linha Prioritária" elas também contêm matérias orgânicas.

2.1.4.3 Condições do lençol freático

O nível do lençol freático medido nas sondagens está indicado no perfil longitudinal (Fig. H3). Em todo o percurso da "Linha Prioritária" êle corre quase paralelamente à superfície, numa profundidade de um a três metros, com exceção das regiões rochosas de Copacabana e Ipanema.
De Ipanema à Cidade Nova o nível do lençol freático encontra-se entre 0,50 e 3,00 m acima da "cota zero do Estado", que corresponde aproximadamente ao nível do mar. Dada a pouca distância entre a linha do metrô e o litoral — entre 100 e 1 500 m — é lícito admitir, devido às diferenças do nível freático, a existência de certas correntes de água subterrânea em direção ao mar, quase sempre transversais à linha do metrô. Na Avenida Presidente Vargas o movimento das águas subterrâneas parece quase nulo. Se houver, aí, qualquer corrente, esta deverá ser paralela à linha do metrô, em virtude do relêvo do subsolo rochoso.
Os dados mencionados referem-se à altura do nível do lençol freático nos meses de inverno (junho—setembro). Para os meses de verão ainda não foram feitas observações. Considerando a intensa precipitação pluviométrica pode-se contar com uma elevação do nível freático.

2.1.5 Agressividade das águas

Da Tijuca até Botafogo foram tiradas amostras de água subterrânea em nove furos de sondagem diferentes, as quais foram submetidas à análise química para efeito de determinação do grau de agressividade das águas ao concreto. Sete das amostras analisadas não revelaram qualquer agressividade; duas delas, entretanto, revelaram agressividade muito intensa.
Os detalhes das análises químicas poderão ser examinados na sede da Companhia do Metropolitano.

2.1.6 Conclusões relativas às condições do subsolo

2.1.6.1 Tipos de solo

No traçado da "Linha Prioritária" apresentam-se quase todos os tipos de subsolo, tais como saibro, areia, silte, argila, solo orgânico, rocha alterada, rocha sã e aterros.
Torna-se assim necessário o emprêgo dos mais variados métodos de construção nos diversos trechos da linha.

2.1.6.2 Lençol freático

Como o nível natural do lençol freático está imediatamente abaixo da superfície do terreno, tôdas as construções subterrâneas para o metrô ficarão completamente imersas nas águas do subsolo. Isto não requer apenas sua impermeabilização mas exige também métodos de construção apropriados, tais como rebaixamento do lençol freático, escavação do solo debaixo d'água, impermeabilização das paredes da cava de construção e outros.

2.1.6.3 Heterogeneidade do solo

Apresentam-se sérias disparidades de resistência e comportamento do subsolo no tocante ao recalque. Assim, p. ex., ocorrem transições bruscas de solos argilosos, moles e inconsistentes para rochas rígidas.
Em tais zonas de transição será necessário empregar métodos ou medidas construtivas especiais, como, p. ex., fundações em estacas, tratamento dos solos ou o emprêgo de juntas de dilatação extremamente elásticas. Possíveis movimentos diferenciais de grande amplitude devem ser devidamente considerados na previsão da seção transversal típica do túnel.

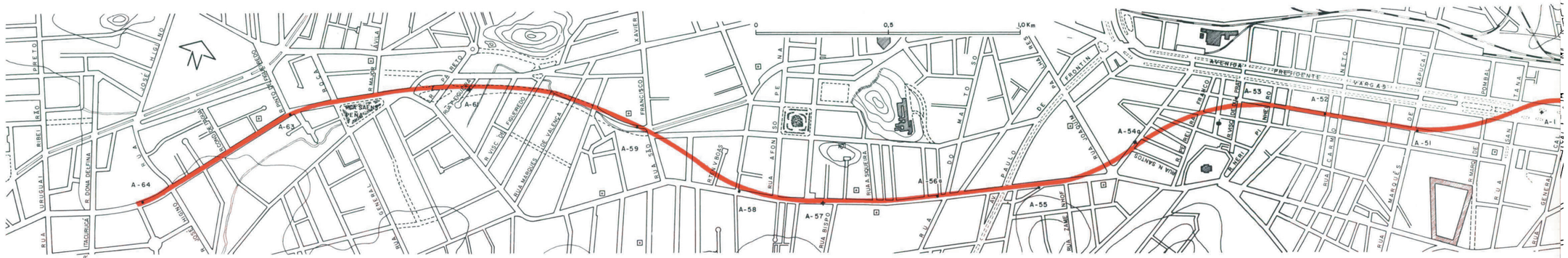
2.1.6.4 Camadas de argila mole

Em certos trechos as construções deverão repousar sôbre camadas de argila mole sujeitas a grandes recalques. Daí resulta a necessidade de:

a) Fundações em estacas, tratamento do solo, troca de solo ou juntas de dilatação extremamente elásticas e a consequente ampliação da seção transversal do túnel.
b) Métodos de construção sem rebaixamento do lençol freático na parte externa da cava, caso, devido à eliminação do empuxo vertical os recalques resultantes no solo venham a ameaçar as edificações vizinhas.
c) Se a argila mole encontrada fôr muito sensível a deformações, evitar a intensa trepidação provocada pela cravação de estacas e de estacas-prancha, sobretudo na vizinhança de edifícações com fundações rasas.

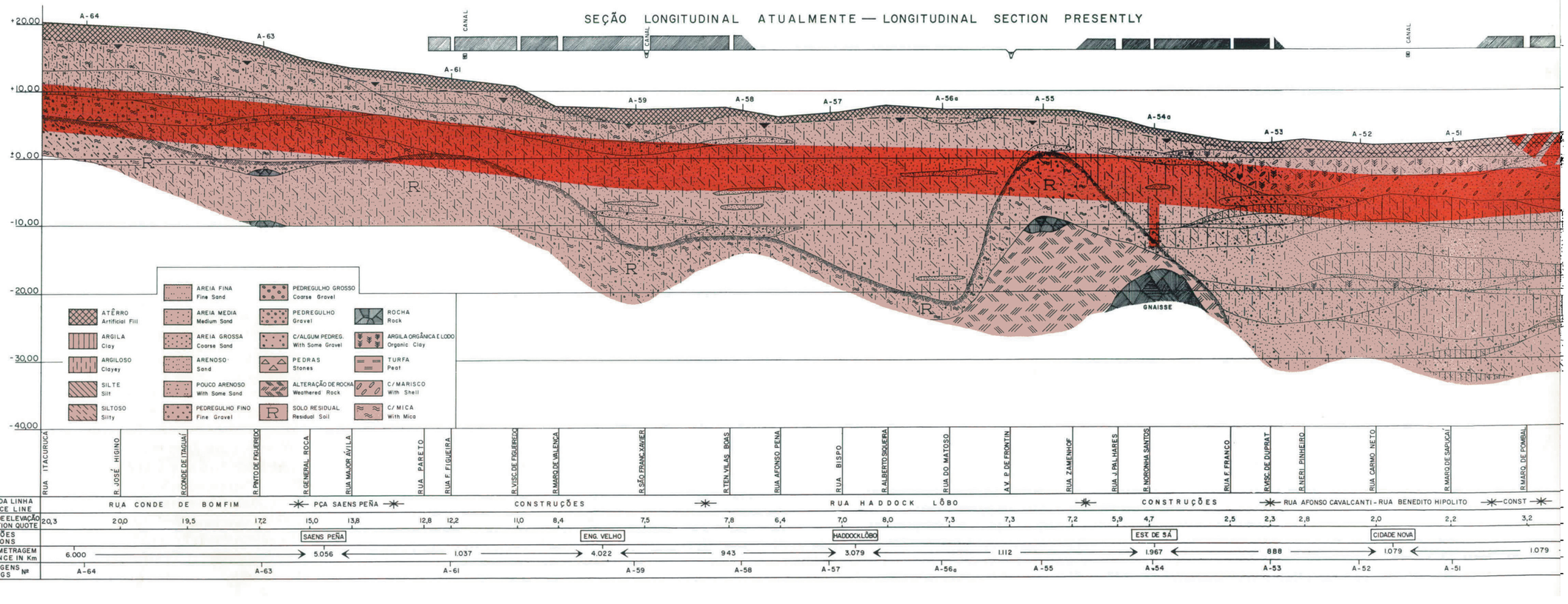
2.1.6.5 Corrente de água subterrânea

A água subterrânea corre quase sempre no sentido transversal ao traçado do túnel. Por esta razão, pode se tornar necessária a adoção de medidas para o escoamento das águas do subsolo de um lado para



SEÇÃO LONGITUDINAL ANTIGAMENTE — LONGITUDINAL SECTION PRE-EXISTING

SEÇÃO LONGITUDINAL ATUALMENTE — LONGITUDINAL SECTION PRESENTLY



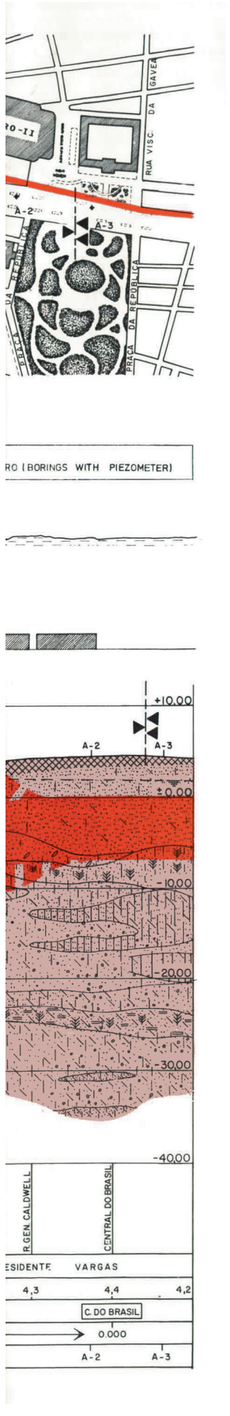


Fig. H 3 – parte 3
Seção do subsolo
Central do Brasil–Tijuca

o outro de uma cava ou estrutura impermeabilizada, a fim de impedir represamentos.

2.1.6.6 Permeabilidade

Em geral, o solo é apenas medianamente ou pouco permeável à água.
Em consequência, é pequena a velocidade de escoamento da corrente das águas subterrâneas, como também é insignificante seu efeito refrigerante sôbre as paredes do túnel.

2.2 Influências das rêdes de serviços públicos

2.2.1 Elaboração de plantas de levantamento

As concessionárias do Estado da Guanabara, para

águas pluviais:	SURSAN, Departamento de Urbanização e Departamento de Obras,
esgôto:	SURSAN, Departamento de Saneamento,
água potável:	CEDAG,
energia elétrica:	Light,
gás:	Sociedade Anônima do Gás do Rio de Janeiro,
telefones:	Companhia Telefônica Brasileira (CTB),
telégrafo:	Departamemto do Correios e Telégrafos (DCT),

receberam, cada uma, plantas da cidade contendo o traçado da "Linha Prioritária", com a solicitação de fornecer todos os dados sôbre as rêdes existentes na área do traçado.
Após o recebimento dos dados solicitados (em parte com datas antigas), as rêdes citadas, inclusive diversos detalhes sôbre sua profundidade, diâmetro, material, poços, etc., foram registradas em plantas de situação na escala de 1:500. (As plantas recebidas estão, em parte, numa escala menor.) A extensão da "Linha Prioritária" exigiu 47 plantas (H 2.3/4 s a 50 s), nas quais também é mostrada a planta baixa do túnel, incluindo os acessos ás estações. As plantas H 2.3/1s a 3s apresentam as fontes de referência e as datas da última revisão, ao passo que a planta H 2.3/51 s é uma planta geral. Tôdas essas plantas poderão porventura servir para o anteprojeto do remanejamento necessário das rêdes de serviços públicos, e podem ser consultadas na sede da Companhia do Metropolitano. Algumas das rêdes maiores que cruzam o traçado foram registradas nos cortes longitudinais constantes da Fig. H 2.
A seguir serão apresentados alguns comentários com vistas às influências recíprocas entre rêdes de serviços públicos e metrô.

2.2.2 Águas pluviais

Como já foi delineado em B 1.4 (Escoamento das águas), a "Linha Prioritária" está situada em sentido transversal à direção principal do escoamento superficial. Por isto a rêde de tubos e galerias coletoras de águas pluviais sempre cruza a "Linha Prioritária", de modo que esta rêde será, talvez, das mais atingidas pela construção do metrô. Essa rêde se encontra em ampliação permanente a cargo da SURSAN, mediante retificações e canalizações de rios, elevações de pontes que obstruem o escoamento bem como reformas, ampliações ou novas construções de galerias subterrâneas.
Na Tijuca existem ainda regiões que, com chuvas fortes, podem ficar inundadas com quase 2 m de altura d'água o que, em certas circunstâncias, também poderá representar um problema para o metrô.
Presentemente está sendo planejado um túnel extravasor de 6,6 km de extensão, do Rio Maracanã até a Avenida Niemeyer, atravessando a Serra da Carioca, que deverá escoar as vazões dos afluentes dos Rios Joana, Maracanã, Macacos e Rainha, mediante tomadas d'água correspondentes. O Rio Maracanã pode, ocasionalmente, trazer volumes de água de até, aproximadamente, 100 m^3/s.
Após o término da construção do túnel extravasor será possível diminuir os volumes de água do Rio Trapicheiros, que corre ao lado da Estação do metrô Engenho Velho e cruza o traçado repetidas vêzes, desviando seus afluentes, quando de chuvas fortes, para o leito do Rio Maracanã aliviado pelo túnel extravasor. Em decorrência de construções e trabalhos dêste gênero serão reduzidos os efeitos de chuvas fortes sôbre a construção do metrô e, com isso, também sôbre o futuro metrô.

Na região da Cidade Nova numerosas galerias de grande porte transpõem a linha do metrô, que é suficientemente profunda para lhes dar passagem por cima, rumo ao canal do Mangue, como, p. ex., o Rio Papa-Couve, com vários metros de largura, canalizado subterrâneamente ao longo da Rua Marquês de Sapucaí. Mais atingida é a galeria de águas pluviais na Avenida Presidente Vargas, de 2,60×1,40 m, com fundação sôbre estacas, que se estende a leste da Estação Central do Brasil ao longo de 200 m do traçado do metrô, cruzando a linha novamente a oeste da estação, antes de desembocar no Canal do Mangue. Seu remanejamento deve ser planejado muito cuidadosamente. Uma galeria subterrânea especialmente ampla foi construída para o Rio dos Caboclos, com 5,00×2,50 m, cruzando o traçado na Praça José de Alencar.

O Rio Banana Podre atravessa a "Linha Prioritária" na Rua Visconde de Ouro Prêto numa galeria subterrânea de 4,00×2,00 m. Suas águas são recolhidas pela galeria de cintura, na Praia de Botafogo.
Análogo é o caso do Rio Berquó, cujo sistema de galerias (canais subterrâneos) tem mais de 2 400 m de extensão e larguras compreendidas entre 2,00 e 5,50 m.

Atravessa o túnel do metrô no percurso da Rua Professor Álvaro Rodrigues e termina, com tempo sêco, no Interceptor Oceânico de Botofogo; com fortes chuvas, desemboca diretamente no mar mediante um sistema automático de comportas. Em Copacabana as galerias transversais de maior importância são a da Rua Santa Clara com 3,00×1,20 m, e a da Rua Constante Ramos com 2,00×1,00 m, enquanto que em Ipanema a influência das águas pluviais torna-se naturalmente menor, devido à ausência de encostas montanhosas nos fundos do bairro. A profundidade do metrô é suficiente em todos os locais, mormente em Copacabana, com o túnel em escudo de maior profundidade.

2.2.3 Esgotos

As seções transversais dessas rêdes já são bem mais reduzidas do que as de águas pluviais. Cruzando com o túnel aparecem galerias de 1,13×0,75 m nas Estações Cinelândia e Glória, enquanto que na Rua do Catete uma galeria idêntica corre durante algumas centenas de metros por cima do túnel e da estação do mesmo nome.
De maior influência sôbre o metrô será o prolongamento previsto do Interceptor Oceânico, já existente até Botafogo, que presentemente recolhe os esgotos da Glória, Catete, Flamengo, Laranjeiras e Botafogo, lançando-os ao mar mediante utilização da Elevatória de Botafogo a leste do Pão de Açúcar (aprox. 6 000 m^3 por hora). As plantas recebidas do Departamento de Saneamento da SURSAN, datadas de junho—julho de 1966, mostram que o prolongamento do Interceptor Oceânico segue através do Túnel Nôvo (do Leme) para a praia, onde inflete para oeste, permanecendo quase 2,5 km paralelo à Avenida Atlântica, atingindo, através da Rua Almirante Gonçalves, o Interceptor Norte, projetado, no Morro do Cantagalo. Seu declive é muito pequeno (de Botafogo até a Rua Almirante Gonçalves, ou seja, numa extensão de 4 200 m a diferença de nível é de apenas 1,50 m). A seção transversal, no princípio, é de 3,00×5,00 m e, no final, de 5,30×5,00 m, cruzando o traçado do metrô ao norte do Túnel Nôvo, na Avenida Princesa Isabel e no cruzamento da Avenida N. S. de Copacabana com a Rua Almirante Gonçalves.
Em razão do Interceptor Oceânico foi preciso dispor o túnel do metrô, ao norte do Túnel Nôvo, a uma profundidade de cêrca de 5,00 m mais do que seria normalmente necessário. Nos demais pontos o metrô já se encontra suficientemente profundo devido à construção do túnel pelo método do escudo.
Recomenda-se localizar o Canal de Confluência planejado — pelo qual correrá o esgôto após passar pela Elevatória do Morro de Cantagalo, cruzando o metrô e desembocando no mar — próximo à Estação Raul Pompéia, pois aí o metrô se encontra a profundidade maior do que na Estação General Osório.

2.2.4 Água potável, gás, energia elétrica, telefone e telégrafo

As rêdes para água potável, energia elétrica, gás, telefone, e telégrafo são de dimensões bem menores do que as galerias de águas pluviais e esgotos, se não se considerar seus poços de inspeção, casas de transformadores, etc. Em compensação, são bem mais numerosas. Seu remanejamento deverá, igualmente, ser planejado cuidadosamente e executado com a devida antecedência.

2.2.5 Óleo, gasolina e correio pneumático

Para complementação, deve ser citado que, às vêzes, como, p. ex., nas proximidades de postos de gasolina, também são encontradas rêdes de óleo e gasolina.
Em Bruxelas o novo túnel do metrô foi utilizado para a instalação de uma rêde para o correio pneumático. Em geral deve-se salientar, todavia, que a manutenção por pessoas estranhas de rêdes de serviços públicos, alheias ao metrô, quase sempre gera dificuldades e por isso sua instalação não é, em princípio, recomendável.

2.2.6 Rêdes aéreas, etc.

Evidentemente, também tôdas as rêdes aéreas, bem como os postes de sustentação, iluminação e outros que interfiram com a construção do metrô, deverão ser temporária ou definitivamente desviados ou removidos.



Largo da Glória — Praça Paris

2.3 **Trechos de linha**

A determinação da "Linha Prioritária" em planta baixa e em corte longitudinal, além dos elementos do traçado (entrevia, raio mínimo, rampa máxima permitida, etc.) e das seções transversais típicas (Fig. F15 a F23), teve que considerar a topografia, condições do subsolo, edificações existentes, tráfego de superfície, rêdes de serviços públicos, etc.
As edificações existentes foram assinaladas nas plantas H2.4/1s a H2.4/26s, que poderão ser consultadas na sede da Companhia do Metropolitano. Essas plantas contêm as seguintes indicações para os prédios ao longo da "Linha Prioritária":

Número do prédio, sua utilização, número de pavimentos, estado de conservação e dados sôbre os tipos e profundidade das fundações de numerosos prédios adjacentes à linha. Para a determinação das fundações foram consultados arquivos e obtidas informações de emprêsas construtoras, de firmas especializadas em fundações, bem como de proprietários. Houve boa receptividade por parte de todos em responder aos questionários enviados com esta finalidade.

Assim foi possível elaborar o anteprojeto econômico e técnico da "Linha Prioritária", constatando-se que em tôda a sua extensão de 19,754 km o traçado será, com maior vantagem, subterrâneo. Êsse anteprojeto serviu de base para a estimativa dos custos de construção necessária para a determinação da viabilidade do metrô.
As plantas baixas e os cortes longitudinais dos túneis e das estações podem ser encontrados na Fig. H2 para a qual serviram de base plantas em escala maior, 1:1 000/100, que se encontram à disposição, para consulta, na sede da Companhia do Metropolitano.
A descrição dos anteprojetos das estações se encontra em H2.4, que contém 92 plantas mostrando detalhadamente as concepções arquitetônicas das estações.
Alguns comentários serão feitos a seguir sôbre o anteprojeto dos trechos em túnel. A fim de permitir um melhor exame, a linha foi dividida em sete trechos.
Em princípio o túnel foi colocado tão alto quanto o permitiam as rêdes de serviços púvlicos, a fim de diminuir o mais possível o problema das cavas de construção e os perigos do empuxo vertical decorrentes do alto nível do lençol freático.

2.3.1 Central do Brasil — Glória (km 0,000—3,123 CB-NSP)

Êste trecho deveria cruzar o Centro pelo seu centro de gravidade. Essa condição é mais eficientemente atendida pela Avenida Rio Branco ou uma das ruas paralelas. Devido ao intenso tráfego de superfície e da grande densidade de construções existentes naquela área, foi previsto o traçado em subterrâneo. A avaliação comparativa conduziu à decisão de lançar o traçado do metrô pela Rua Uruguaiana. A condução do metrô da Avenida Presidente Vargas para a Avenida Rio Branco tornaria necessária a passagem por baixo de diversos edifícios com fundações sôbre estacas profundas, o que, devido às condições do subsolo e do lençol freático, exigiria a utilização do método do escudo a grande profundidade, com emprêgo de ar comprimido. O traçado pela Rua Uruguaiana permite, ao contrário, a utilização de métodos construtivos a céu aberto, mais simples e mais econômicos.
A fim de reduzir ao mínimo a necessidade da aquisição de terrenos na curva entre a Avenida Presidente Vargas e a Rua Uruguaiana, foi necessário situar o traçado na pista norte da Avenida Presidente Vargas, com o que também a Estação Central do Brasil ficou mais próxima da Estação D. Pedro II (H2.4.1.1) permitindo, também aqui, o emprêgo dos métodos construtivos a céu aberto.
No cruzamento da Rua Uruguaiana com a Rua Buenos Aires haverá necessidade de passar por baixo de um edifício de dez andares sôbre fundações em estacas de apenas 5 m de profundidade, ou demoli-lo. O restante da área a ser adquirida na curva mencionada, onde será localizada a Estação Uruguaiana, só contém prédios de baixo valor. A Rua Uruguaiana, de grande movimento devido a ser relativamente estreita, oferece maiores dificuldades quanto à manutenção do movimento comercial, remanejamento das rêdes de serviços públicos, execução da cava de construção e das obras pròpriamente ditas (p. ex., remoção do material escavado). As construções laterais exigem, em grande parte, um escoramento da cava com paredes muito rígidas. A partir do Largo da Carioca há mais espaço disponível; a partir do prédio do antigo Senado até a Estação Glória desaparece qualquer influência de edificações laterais, sendo possível, nesse trecho, o emprêgo do método construtivo a céu aberto, sem paredes de escoramento rígidas. O tráfego de superfície da Avenida Rio Branco não sofrerá restrições porque a linha passará rente ao prédio do Senado.
O projeto da Fundação dos Terminais Rodoviários de construir uma garagem subterrânea na Glória deve ser coordenado com o do metrô.

2.3.2 Glória — Morro de São João (Botafogo) (km 3,123—7,585 CB-NSP)

Neste trecho, que começa na Rua do Catete e será executado pelo método de construção a céu aberto, foi especialmente estudada a possibilidade de se evitar a estreita e movimentada Rua Marquês de Abrantes, conduzindo-se o traçado pela rua paralela, projetada a oeste, conforme a Resolução 44 de 10 de outubro de 1962.
Uma vez que é bastante difícil e, portanto, dispendioso conduzir o traçado da Praça José de Alencar para a rua projetada em virtude dos altos edifícios existentes, e considerando, por outro lado, que um metrô deve atender uma zona comercial existente e não evitá-la, o traçado foi estabelecido pela Rua Marquês de Abrantes.
Considerações análogas levaram a estabelecer o traçado do metrô, não pela Praia de Botafogo, mas um pouco mais para dentro, pelo projetado prolongamento da Rua Muniz Barreto ("Projeto para uma Via Subsidiária à Praia de Botafogo", aprovado pelo Decreto de 5 de janeiro de 1968), para ampliar a área de influência do metrô. Isto torna inevitável a travessia de áreas construídas. Dentre numerosas alternativas de traçado estudadas, e considerando, simultâneamente, as fundações do nôvo Viaduto Santiago Dantas, duas são as que parecem ocasionar um mínimo de intervenção, a saber:

a) passagem sob o "Colégio da Imaculada Conceição" e

b) penetração na área das edificações baixas da Praia de Botafogo n.°s. 294 a 300, mediante passagem parcial sob o prédio n.° 290 e passagem sob dois cinemas (construções leves) adjacentes.

Nas figuras é mostrada a alternativa b).

O traçado, saindo da Rua Marquês de Abrantes, segue, portanto, até a Avenida das Nações e inflete, na alternativa b), para a Rua Muniz Barreto. Ao sul da Estação Botafogo segue um trecho em túnel de aproximadamente 300 m de extensão, em via tripla, terminando o trecho, finalmente, no sopé do Morro de S. João. Uma vez deixada a Rua Marquês de Abrantes só há a considerar edifícios altos isolados e aquisições temporárias de terrenos na extensão visível nas plantas H2.4/16s a H2.4/18s.
Neste trecho foi estudada a possibilidade de inundações pelo mar. Em anos anteriores, principalmente nos meses de agôsto, violentas ressacas de vários dias de duração, entre outros danos provocaram na amurada da Praia do Flamengo, em virtude dos vagalhões de água e areia, a obstrução da rêde de águas pluviais, causando, como p. ex., em 1921, enchentes na Rua do Catete. Entretanto, êsse perigo já foi conjurado com a execução do Atêrro, de modo que as medidas de proteção, que de qualquer modo terão que ser previstas contra os efeitos das intensas precipitações tropicais, deverão ser suficientes.

2.3.3 Morro de São João — Morro da Babilônia (km 7,585—8,400 CB-NSP)

Êste trecho consiste de dois túneis em rocha e um trecho intermediário de aproximadamente 100 m de extensão, cruzando a Avenida Lauro Sodré, onde poderia ser aplicado o método de construção a céu aberto. O projeto de atravessar o Morro de São João por um túnel urbano, da Rua Fernandes Guimarães para a Rua Toneleros, em Copacabana, já existe há bastante tempo. Uma combinação com o túnel do metrô não é, porém, viável, já que a linha deve entrar na parte oriental da Avenida N. S. de Copacabana de maneira a permitir uma estação na Praça Bernardelli (Lido). Pelo mesmo motivo se abandonou a idéia de localizar o traçado sob a pista de rolamento do Túnel do Leme que atravessa o Morro da Babilônia, i. é., de formar, análogamente ao que se faz ùltimamente no Túnel Velho, um túnel em dois andares.
Tanto o trecho sob a Avenida Laura Sodré como também o túnel através do Morro da Babilônia estão a maior profundidade, já que na Avenida Lauro Sodré deve ser considerada a passagem sob o projetado Interceptor Oceânico e, em seguida ao túnel em rocha, seu prosseguimento previsto como trecho profundo em escudo.

2.3.4 Morro da Babilônia — Morro do Cantagalo (km 8,400—11,830 CB-NSP)

Êste trecho é constituído pela travessia longitudinal de Copacabana. Foram estudadas as alternativas do traçado pelo sopé dos morros, pela praia e ao longo de ruas intermediárias. Foi aventada a idéia de localizar o metrô no projetado alargamento da praia ao lado da Avenida Atlântica, como já foi previsto para o nôvo Interceptor Oceânico. Não sendo possível, todavia, excluir a possibilidade de danos nas instalações e operação do metrô por ocasião das grandes ressacas (a Avenida Atlântica já foi por duas vêzes seriamente afetada por ressacas) esta alternativa do traçado foi abandonada. Acresce que tanto esta alternativa como a outra, extrema, pelo sopé dos morros, não são aconselháveis pelo fato de apresentarem sòmente zonas de influência unilaterais.
O traçado mais conveniente era, portanto, o que segue ao longo da Avenida N. S. de Copacabana. A fim de não prejudicar em demasia o intenso tráfego de superfície e as rêdes de serviços públicos aí existentes, propõe-se a ampla adoção do método de construção com escudo.
O solo existente, constituído principalmente de areia, é adequado para a utilização do referido método.
O lençol freático existente pode ser deslocado mediante emprêgo de ar comprimido ou, como foi proposto, rebaixado mediante esgotamento. Encontrando-se areia movediça, torna-se, todavia, inevitável a utilização de ar comprimido. O trecho em escudo se inicia no Morro da Babilônia, passa por baixo das edificações sôbre fundações rasas a leste da Praça Bernardelli (Lido) e termina diante da Estação Raul Pompéia. Para esta e as demais estações do trecho está prevista a construção a céu aberto, uma vez que o emprêgo do método em escudo para estações envolve diversos problemas decorrentes do grande diâmetro necessário para o escudo (F8.1.3.6).
O projeto da Fundação dos Terminais Rodoviários de construir uma garagem subterrânea na Praça Serzedelo Corrêa deve ser coordenado com o do metrô planejado.

2.3.5 Morro do Cantagalo (km 11,830—12,060 CB-NSP)

O trecho inteiro é constituído de um túnel em rocha. Inicia-se no final da Rua Souza Lima e termina na Rua Barão da Tôrre. A planta C21 da Coordenação de Planos e Orçamento (1964) prevê um túnel urbano com êste mesmo traçado. O túnel do metrô é, no início, mais profundo, visto que o trecho anterior é em escudo; pode, porém, elevar-se para terminar em um trecho de construção normal a céu aberto.

2.3.6 Morro do Cantagalo—Avenida Henrique Dumont (km 12,060—13,842 CB-NSP)

Êste trecho atravessa ruas de bairro residencial, prevendo-se a construção a céu aberto a uma vez e meia em profundidade normal. O seu término pouco antes do Canal que liga a Lagoa ao mar, no Jardim de Alah, é também o término sul da "Linha Prioritária".

2.3.7 Central do Brasil—Rua José Higino (km 0,000—5,912 CB-SP)

Os pontos inicial e final dêste trecho foram determinados em função das necessidades do tráfego. Inicialmente, uma das vias atravessa por baixo da ligação com o conjunto das oficinas, seguindo-se a travessia da Avenida Presidente Vargas. No trecho seguinte foi necessário considerar o Projeto da Cidade Nova, em estudos. Tendo a CEPE-1 expressado o desejo de não cortar a área da Cidade Nova com a Linha 1, mas sòmente tangenciá-la ao norte, já que a Linha 2 o faz ao sul, restava optar pelo traçado pela Avenida Presidente Vargas ou pela Rua Benedito Hipólito. Por implicar menor perturbação no tráfego de superfície bem como por oferecer maior facilidade de acesso aos futuros moradores da Cidade Nova, foi escolhida a Rua Benedito Hipólito. Se o planejamento urbano em elaboração para essa zona tornar desejáveis ulteriores adaptações do traçado, estas poderão ser efetuadas, dentro de certos limites. As influências recíprocas entre o metrô e o viaduto atualmente em construção na Rua Marquês de Sapucaí já foram devidamente coordenadas com a CEPE-1.
Uma observação da edificação da área que entra em consideração para o traçado do metrô rumo à Praça Saenz Peña revela que a faixa dos dois lados da Rua Haddock Lôbo, no sopé da Serra da Carioca, é a parte mais densamente edificada e com as construções mais altas. Por esta razão a Rua Haddock Lôbo foi utilizada no traçado. Ao mesmo tempo, êste traçado exige menos aquisições de propriedades particulares do que traçados situados mais ao norte. Uma alternativa possível, nessa parte da "Linha Prioritária", seria o traçado pelo trajeto Rua Santa Amélia — Rua Dr. Satamini, paralelamente à Rua Haddock Lôbo. Êsses dois traçados apresentam características muito semelhantes. O cruzamento do Rio Comprido não constitui problema. O projeto do elevado ao longo da Avenida Paulo de Frontin deve levar em consideração o projeto do futuro metrô. A partir da

Igreja de São Francisco Xavier até a Praça Saenz Peña, o traçado indicado é o da projetada Avenida Trapicheiros (Decreto 1 111 de 27 de maio de 1966). Assim, excetuadas as intervenções que, de qualquer modo, terão que ser feitas para a abertura da avenida projetada, construções existentes sòmente serão atingidas na região da travessia da Rua Haddock Lôbo para o Rio Trapicheiros, evitando-se, contudo, a passagem sob edifícios altos. A sudoeste da Praça Saenz Peña o túnel deverá ser conduzido pela Rua Conde de Bonfim até a Rua José Higino, para fins de estacionamento de carros do metrô. O final do túnel deverá ser executado de forma a permitir, posteriormente, o prolongamento da "Linha Prioritária" sem maiores dificuldades construtivas, rumo ao Méier. Em todo o trecho Central do Brasil — Rua José Higino será possível a utilização do método de construção a céu aberto a profundidade normal.

2.3.8 Saídas de emergência, escoamento das águas, construções secundárias

2.3.8.1 Saídas de emergência

A localização das saídas de emergência necessárias está representada nas figuras H 2.4/1s a H 2.4/26s que podem ser consultadas na sede da Companhia do Metropolitano. Cada um dos dois trechos finais do túnel, em Ipanema e na Tijuca, será provido de uma saída de emergência adicional, para que ninguém possa ficar prêso nessas extremidades (p. ex., num caso de incêndio).

2.3.8.2 Escoamento das águas

As providências necessárias para o escoamento das águas estão descritas em F 8.7. Nos trechos onde os cortes longitudinais da Fig. H 2 revelam declividades inferiores a 3—4‰, as declividades do túnel para os poços de bombeamento a serem instalados entre as estações deverão ser aumentadas para êsse valor.

2.3.8.3 Túneis urbanos em combinação com o túnel do metrô

Cumpre salientar que muitas vêzes as escavações para metrôs são utilizadas para a construção simultânea de túneis urbanos paralelos ou transversais ao metrô. Dever-se-ia considerar essas possibilidades com a devida antecedência, sempre que o metrô cruzar ruas importantes numa profundidade adequada.

2.3.8.4 Refúgios para a população

Em épocas de guerra as instalações de metrô já têm servido de abrigo à população civil. Se existir a intenção de utilizar, eventualmente, o Metrô do Rio de Janeiro com finalidade análoga, deve-se estudar, à parte, se e onde isto seria possível sem maiores custos, e quais as providências adicionais a serem tomadas.

2.3.9 Conjunto das oficinas e seus acessos

O conjunto das oficinas previsto a oeste da Estação Central do Brasil será alcançado através de um trecho em via dupla, que iniciando na Estação Central do Brasil, deriva do túnel 300 m depois, atingindo através de um trecho em rampa o nível do conjunto das oficinas, algo mais elevado mediante atêrro. Na extremidade do túnel será recomendável prever um trecho de adaptação, objetivando uma transição tão contínua quanto possível para a claridade.
Na área do conjunto das oficinas deverá ser executada uma infraestrutura bem drenada e compactada. Entre as vias de estacionamento deverão ser previstas passagens. As composições estacionadas deverão ficar abrigadas sob telhados leves para evitar que, no verão, penetrem no túnel demasiadamente pré-aquecidas.

2.4 **Anteprojeto das estações**

O anteprojeto das estações da "Linha Prioritária" teve que levar em consideração tanto os elementos básicos de caráter construtivo (F 5.3) como o fluxo de tráfego (E 1.2.2), mediante um dimensionamento correspondente de tôdas as partes das estações.
Uma vez determinada a localização das estações da Rêde do Metrô, o computador, de posse dêsses e de outros dados adicionais que lhe foram fornecidos, estava habilitado a determinar o volume diário de tráfego em cada estação do metrô. Êsses fluxos de tráfego convertidos para a hora de "rush" serviram de base para o dimensionamento das estações da "Linha Prioritária".
Neste sentido veja-se E 1.2.2 onde são apresentados os fluxos de tráfego diários de tôdas as estações da "Linha Prioritária" (Fig. E 11) e a percentagem a ser aplicada para a determinação do tráfego das horas de "rush".
Alguns princípios de configuração arquitetônica constituem a base do anteprojeto. Nas estações com plataformas externas os acessos foram colocados em pontos distantes um têrço das cabeceiras das plataformas e as saídas nas próprias cabeceiras. A posição do mezanino varia de estação para estação, a fim de executar sempre da melhor forma possível a sua tarefa de regular e distribuir o fluxo de tráfego. Há casos onde ocupa a gare inteira; outros, onde ocupa apenas uma área mínima necessária.
No caso de plataformas internas, foi resolvido dividir o mezanino, sendo um para cada cabeceira de estação. Também assim é possível obter um tráfego dirigido na plataforma.
Uma vez que tôdas as estações da "Linha Prioritária" (incluindo as de Copacabana, situadas entre túneis construídos pelo método do escudo)

serão construídas pelo método a céu aberto,

serão ventiladas para fins de climatização e, ainda,

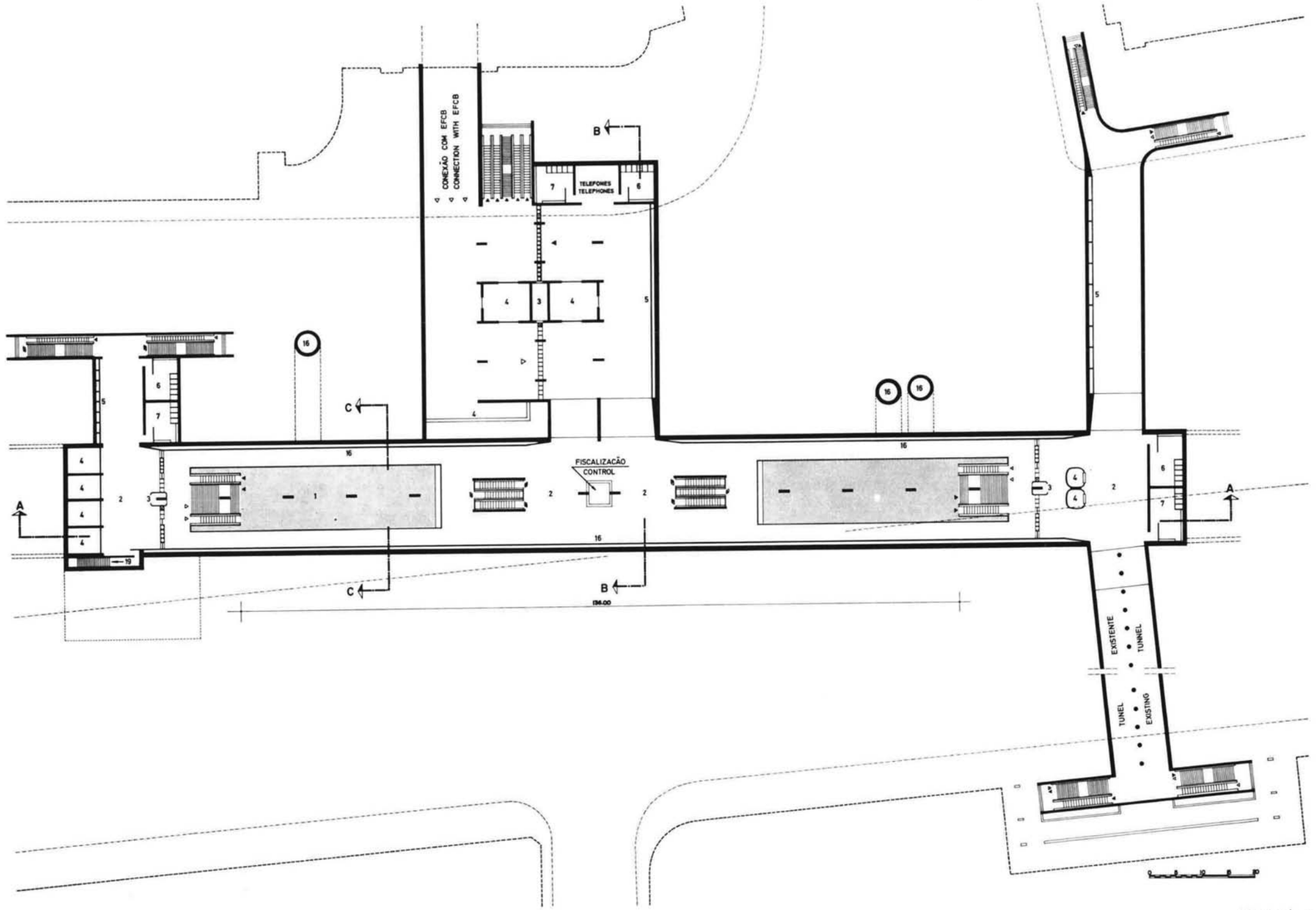
terão todos os acessos e saídas, caso necessário,

colocados alguns degraus acima do nível da rua para evitar inundações,

êsses assuntos não serão pormenorizados nas descrições a seguir.

No que diz respeito às instalações para ventilação, veja-se H 4 e respectivas figuras. A fixação da posição das diversas tôrres de ventilação na paisagem urbana e da altura das proteções necessárias contra enchentes será deixada para estudos detalhados posteriores.

Fig. H4 – parte 1
Estação Central do Brasil



2.4.1 As 22 estações do metrô

2.4.1.1 Central do Brasil
(km 0,000)

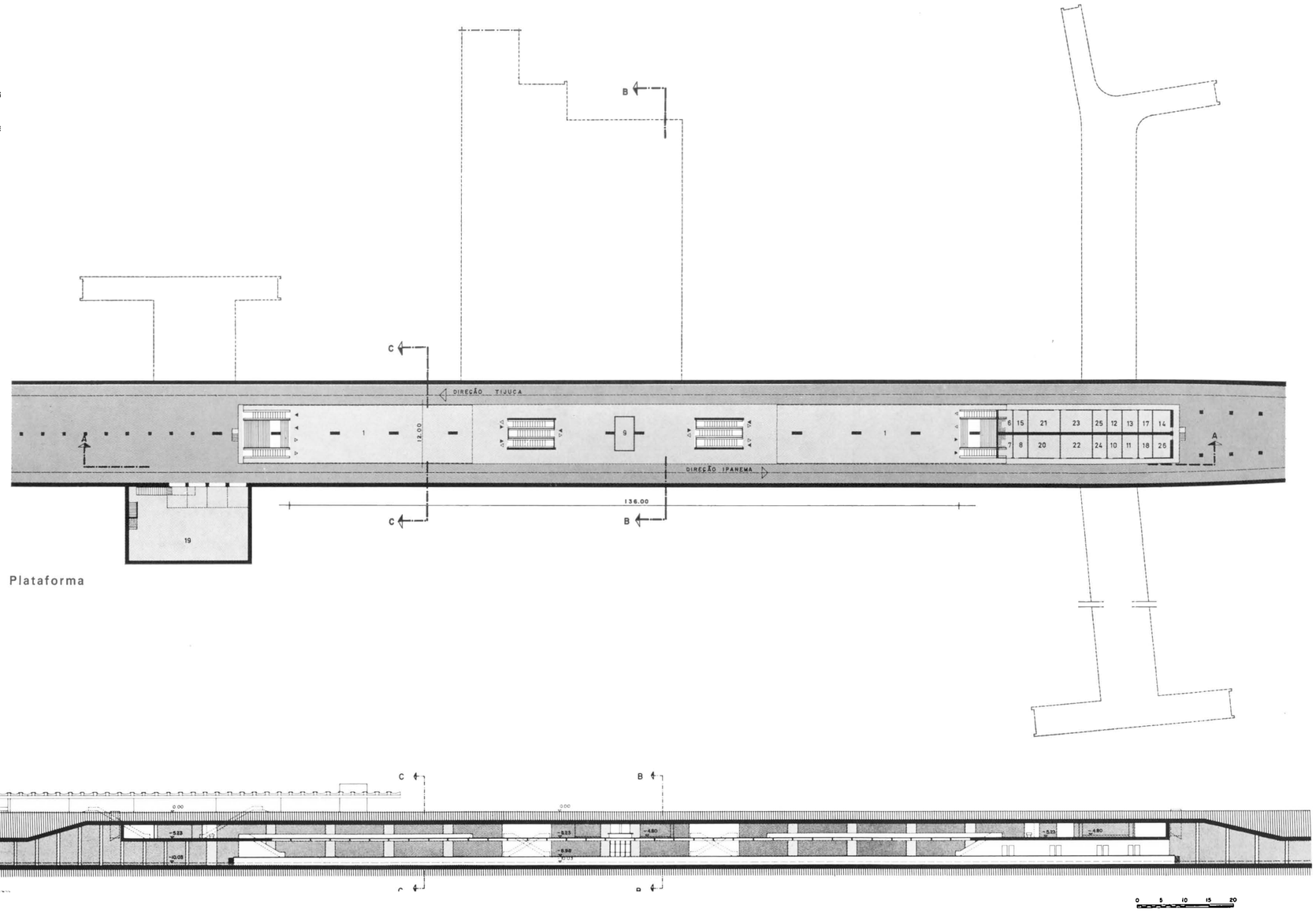
a) A importância e o volume do tráfego coletivo das linhas da Estrada de Ferro Central do Brasil na Estação terminal D. Pedro II, exigiram que a primeira linha do metrô passasse pela referida estação, e que a estação projetada servisse principalmente ao tráfego de baldeação. Os problemas de construção e do tráfego de superfície existente aconselharam o traçado do metrô pela Avenida Presidente Vargas e não pela Avenida Marechal Floriano. Assim, a nova estação pôde, quanto ao espaço, ser planejada independente da Estação D. Pedro II, embora isso exija caminhadas mais longas dos passageiros que baldeiam. O Monumento ao Duque de Caxias foi respeitado nesse traçado. O galpão do mercado existente deveria ser demolido e adquiridos os terrenos necessários.

b) O fluxo de tráfego diário nesta estação atingirá seu máximo assim que a Zona Sul da cidade e a Tijuca forem ligadas ao metrô (i. é, entre 1975 e 1980); diminuirá, entretanto, assim que as ampliações da rêde criarem novos pontos de contato entre o metrô e a estrada de ferro, aliviando a Estação D. Pedro II.
Em 1975 o fluxo máximo de tráfego, pela manhã, será de aproximadamente 35 000 passageiros por hora fazendo baldeação da estrada de ferro suburbana para o metrô, e ainda alguns milhares de passageiros do ônibus para o metrô. O fluxo simultâneo em sentido oposto é menos importante. À noite o fluxo de passageiros muda de sentido com, no mínimo, igual intensidade.

c) Considerando que uma disposição de plataformas pelo "sistema espanhol", de um lado não é necessária, já que não é atingido o número crítico de 40 320 entradas e saídas por hora (F5.2.1) e, por outro lado, também não é adequada devido ao fluxo de tráfego em um só sentido, foi escolhida a plataforma interna (largura = 12 m) com escadas rolantes reversíveis, como a solução mais

▷ Entrada
▶ Saída

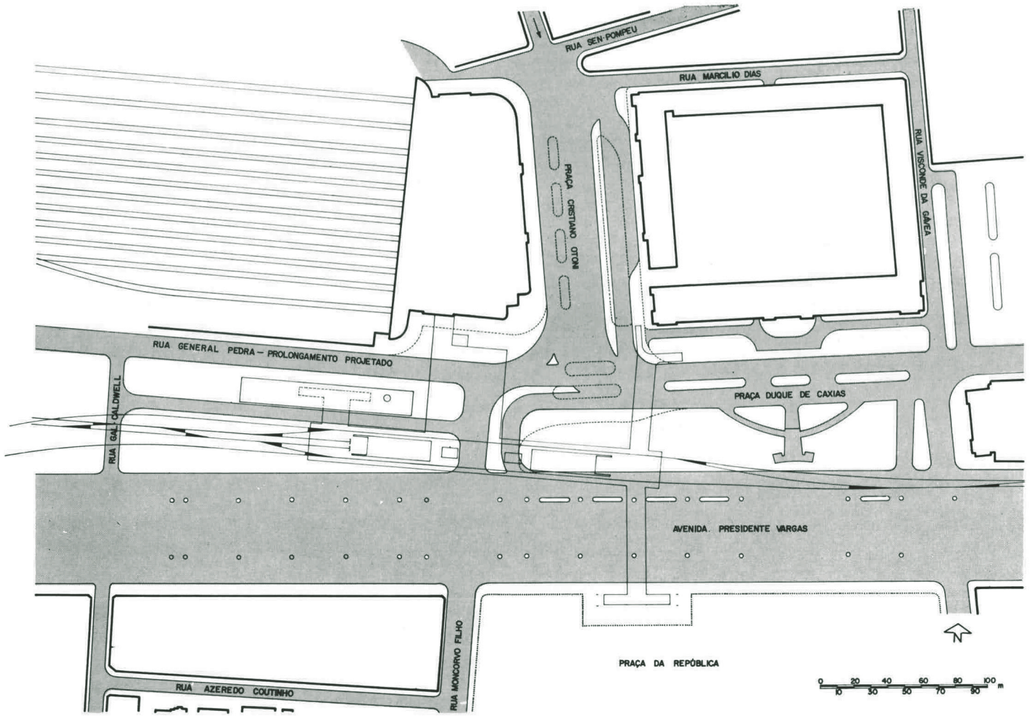
1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
5 Vitrinas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
10 Pessoal das composições
11 Fiscal de operações
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
19 Subestação
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível



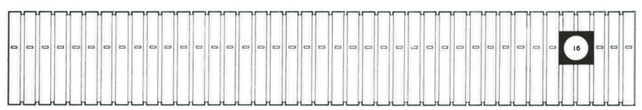
Corte longitudinal

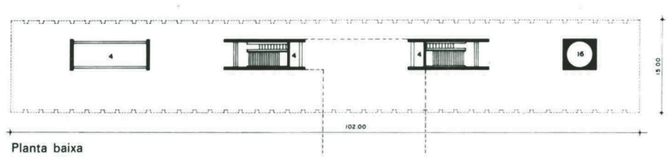
Fig. H 4 – parte 2
Estação Central do Brasil

Situação

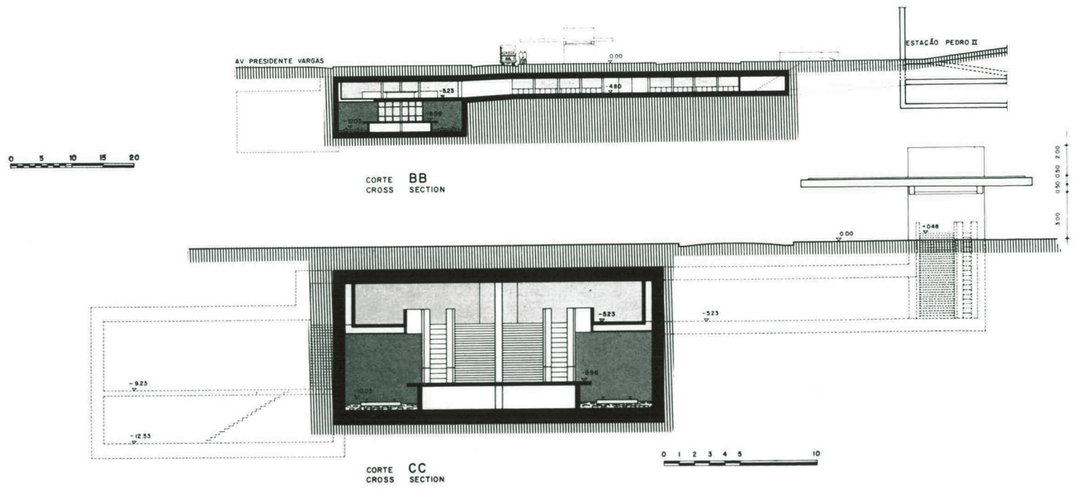


Abrigo de ônibus





Cortes transversais



conveniente. Os passageiros que baldeiam da estrada de ferro suburbana vão diretamente do subsolo da Estação D. Pedro II, sem escadas, para o recinto das bilheterias, de onde seguem pelo mezanino até a plataforma interna da estação do metrô. Com a introdução do convênio tarifário os torniquetes previstos serão dispensados.

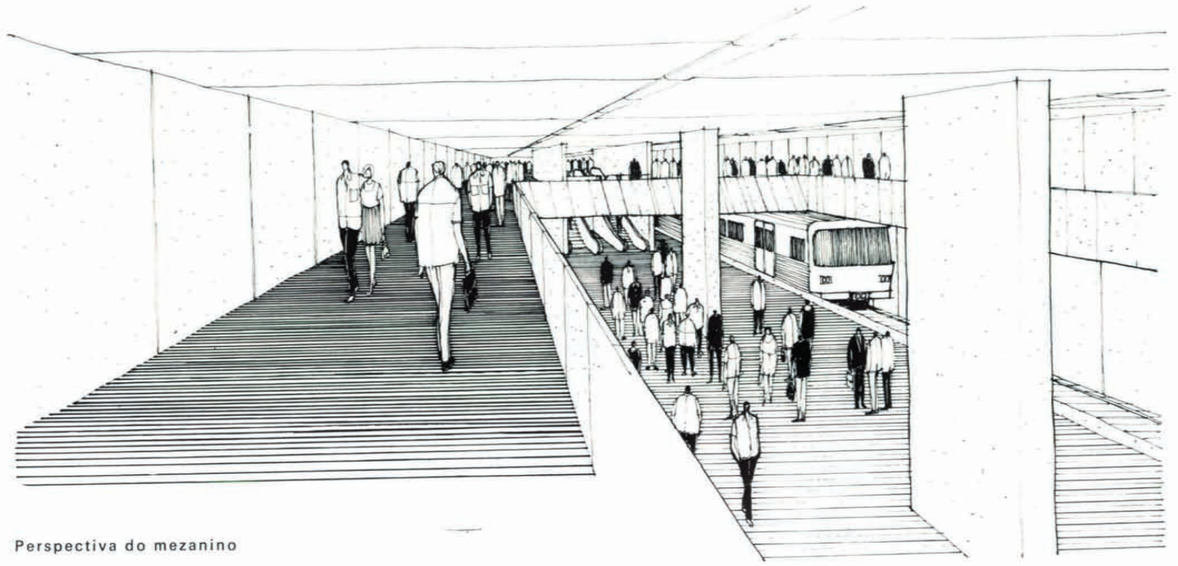
Várias escadas rolantes distribuem os passageiros o mais equilibradamente possível pela plataforma.

À tarde, com a mudança de sentido do fluxo principal, os passageiros que fazem baldeação metrô—estrada de ferro suburbana utilizam-se das mesmas escadas rolantes para atingir o mezanino e, após atravessar a sala das bilheterias, chegam à superfície através de outras escadas rolantes. Aí encontram-se à disposição todos os acessos da Estação D. Pedro II.

A fim de permitir a baldeação para a estrada de ferro suburbana sem obrigação de comprar nôvo bilhete, haverá necessidade de modificações na Estação D. Pedro II, como, p. ex., o deslocamento de alguns torniquetes existentes.

As escadas instaladas a leste da estação do metrô servem principalmente para o acesso de pedestres, os quais, além disso — utilizando o túnel de pedestres já existente atualmente e o seu prolongamento planejado — podem passar, sem impedimento, sob a Avenida Presidente Vargas em tôda sua largura, incluindo a Praça Duque de Caxias. Pelas escadas instaladas a oeste desenrola-se a baldeação entre o metrô e os ônibus.

Para esta finalidade duas escadas levarão do mezanino às duas plataformas cobertas para os pontos de ônibus.



Perspectiva do mezanino

Perspectiva do acesso

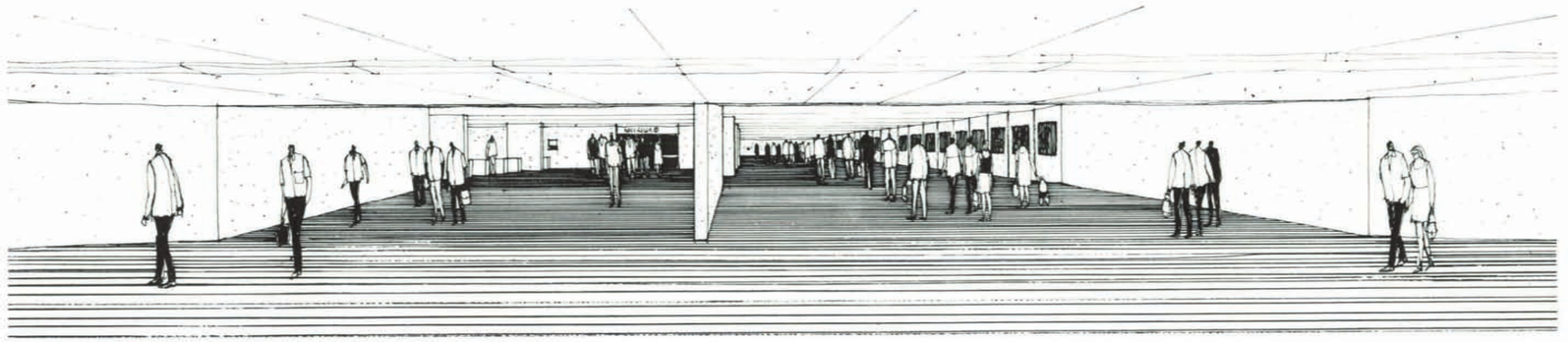
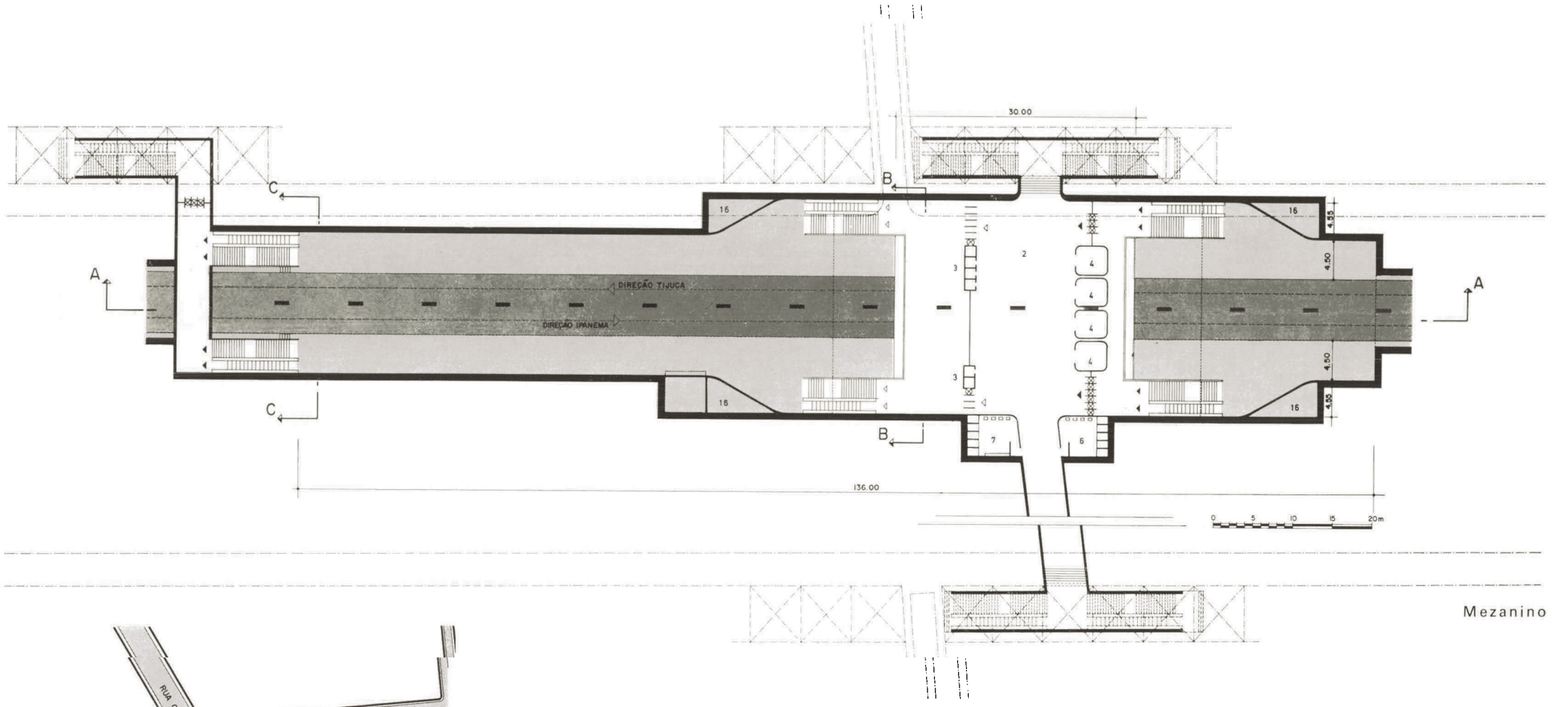
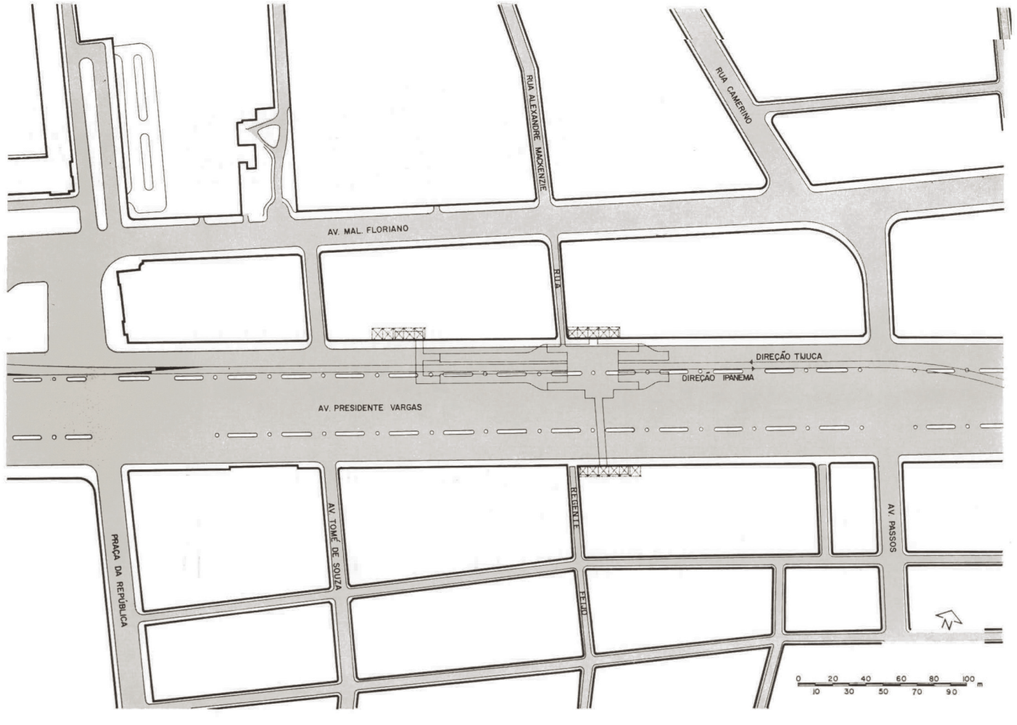


Fig. H 5
Estação Presidente Vargas



Mezanino



Situação

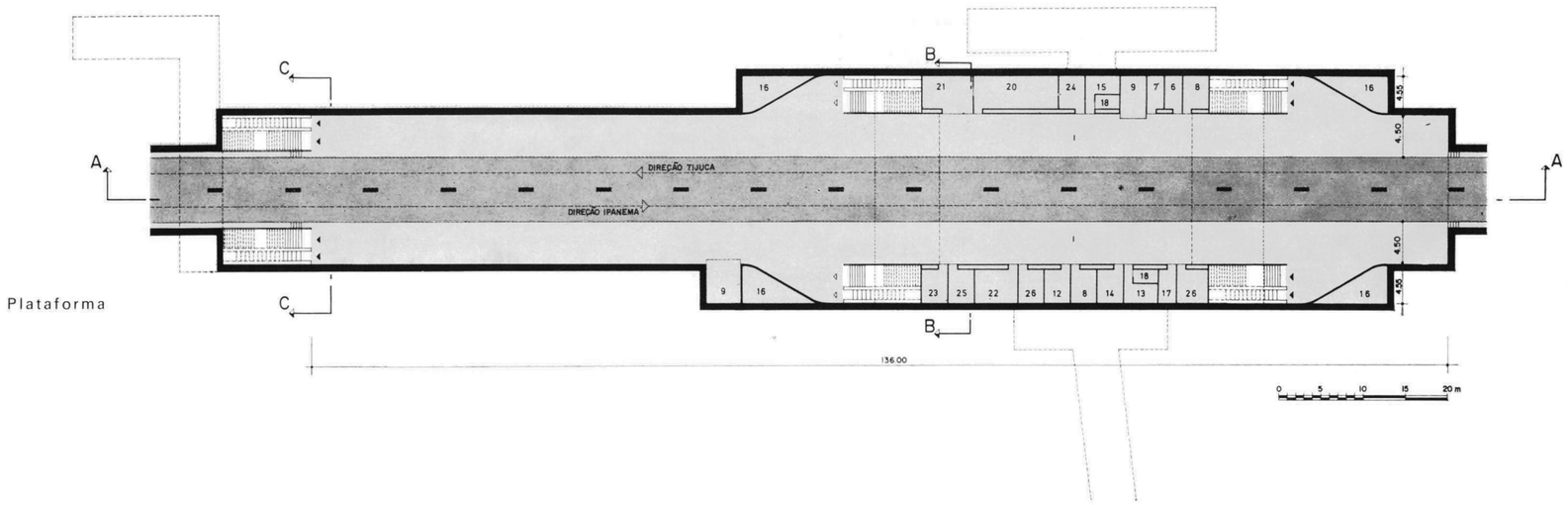
2.4.1.2 Presidente Vargas
(km 0,548 CB-NSP)

A localização desta estação e a de seus acessos na esquina da Avenida Presidente Vargas com a Rua Regente Feijó foi obtida dividindo ao meio a extensão do trecho entre suas duas estações vizinhas. As plataformas externas com a largura normal de 4,50 m são alcançadas através do mezanino colocado na parte leste da estação. Desistiu-se de um acesso pela parte oeste da estação em vista do reduzido volume de tráfego. No referido local encontram-se ùnicamente torniquetes de saída, sem fiscalização. Uma passagem subterrânea para pedestres atravessa a Avenida Presidente Vargas, permitindo o acesso à estação de ambos os lados da larga avenida. Todos os acessos encontram-se protegidos contra chuva nas galerias cobertas existentes ou planejadas.

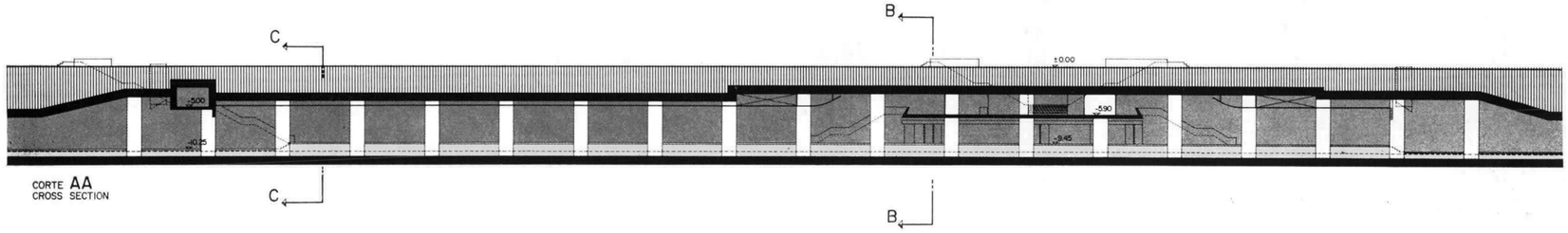
▷ Entrada
▶ Saída

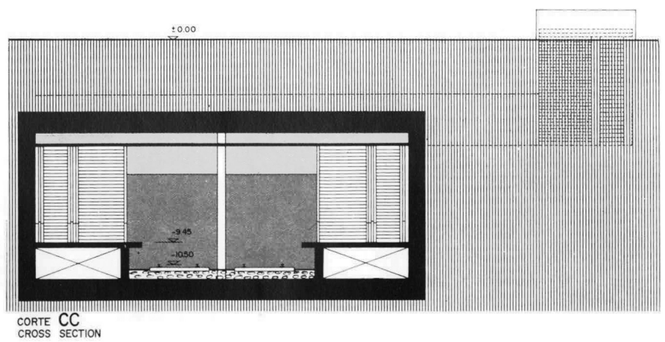
1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

Plataforma



Cortes





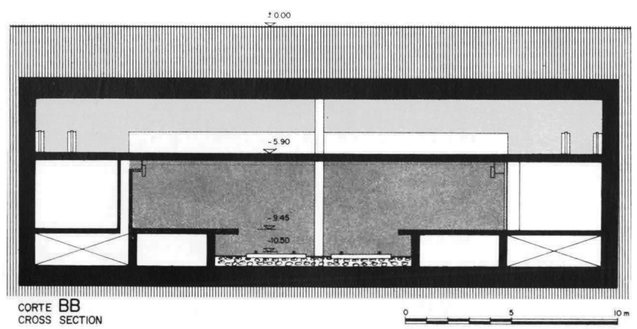
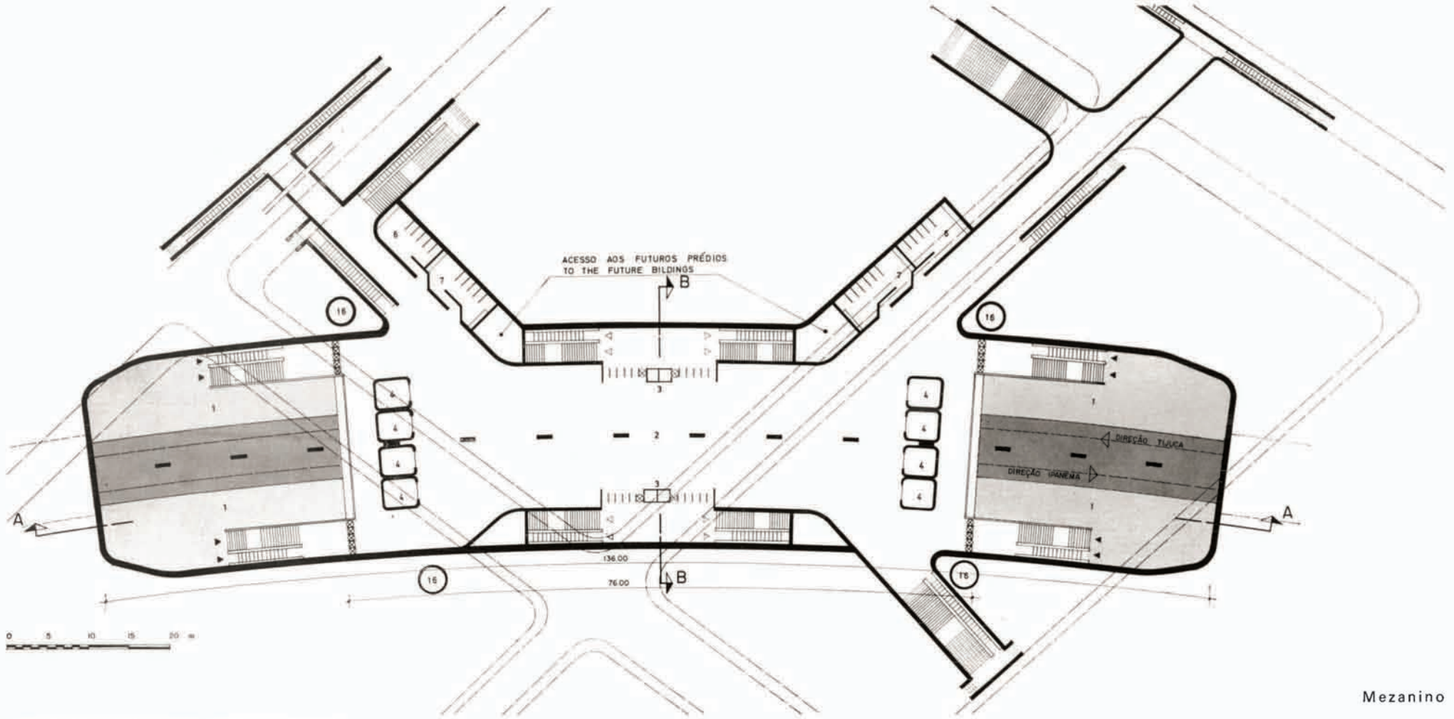


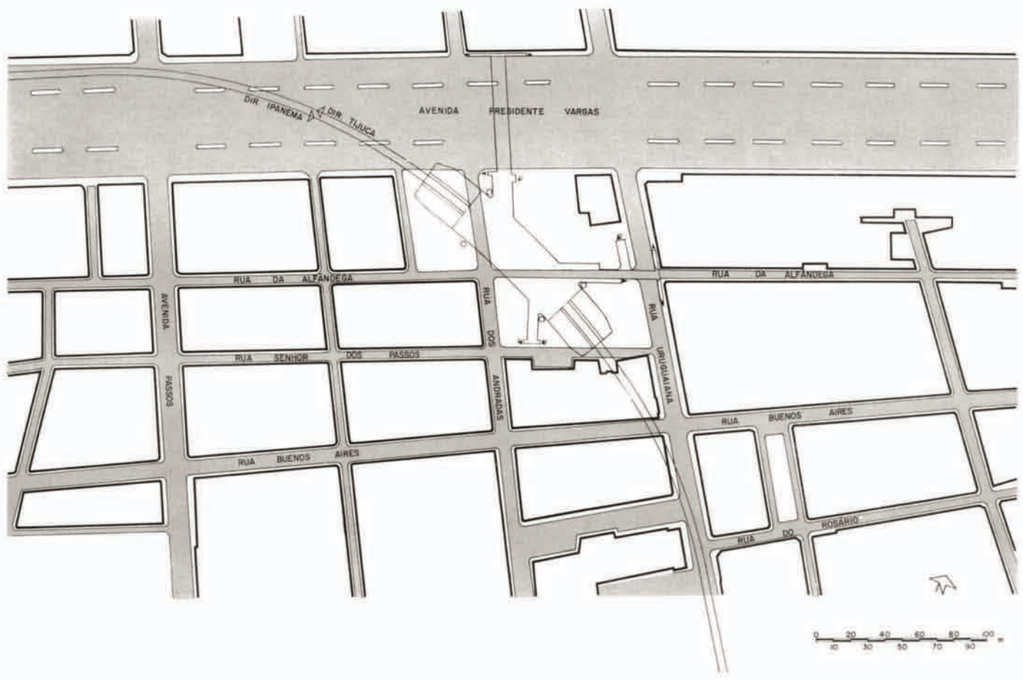
Fig. H6
Estação Uruguaiana

2.4.1.3 Uruguaiana
(km 0,982 CB-NSP)

Para determinar a posição desta estação se considerou, principalmente, a necessidade de localizar as 5 estações tipicamente do Centro (da Central do Brasil até a Cinelândia) com um afastamento ideal entre si, prever a Estação Uruguaiana o mais possível em linha reta, e levar em conta, simultâneamente, por motivos de construção, a largura relativamente pequena da Rua Uruguaiana. Apreciados todos os pontos de vista, a decisão foi favorável à localização escolhida, na curva de um raio bastante amplo de 500 m. O montante das aquisições de terrenos necessários na área da referida curva, é, devido à estação, apenas ligeiramente superior ao que teria que ser despendido se se tratasse de um simples túnel. Em compensação, fica eliminado o problema que de outro modo surgiria, de complicados escoramentos ou remoção de vários edifícios no lado leste da Rua Uruguaiana, para a localização da estação numa reta.



Mezanino

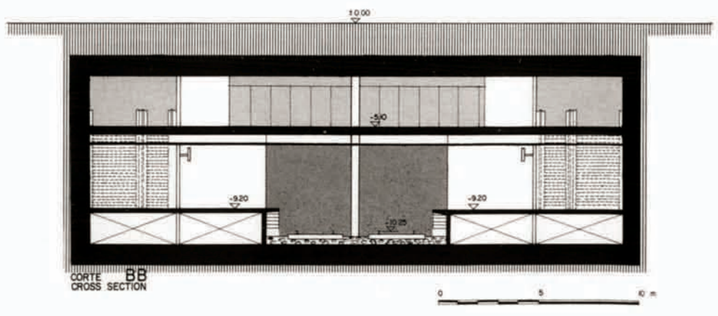


Situação

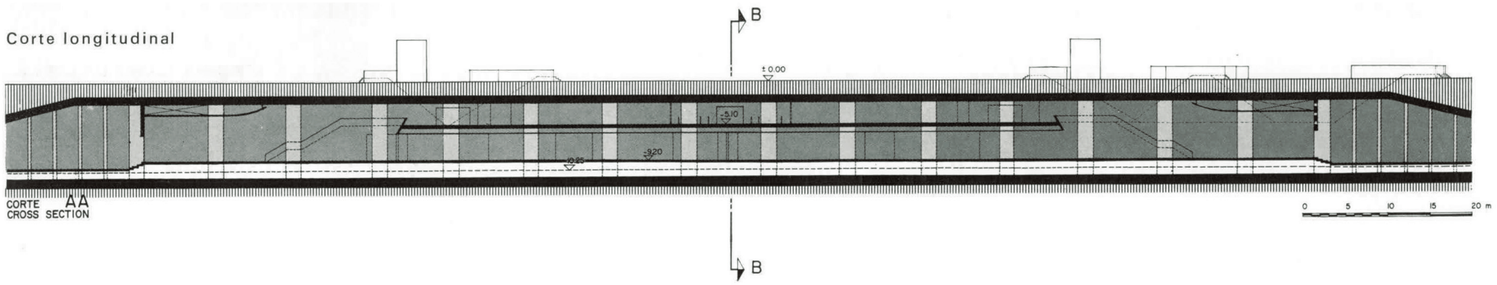
▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações

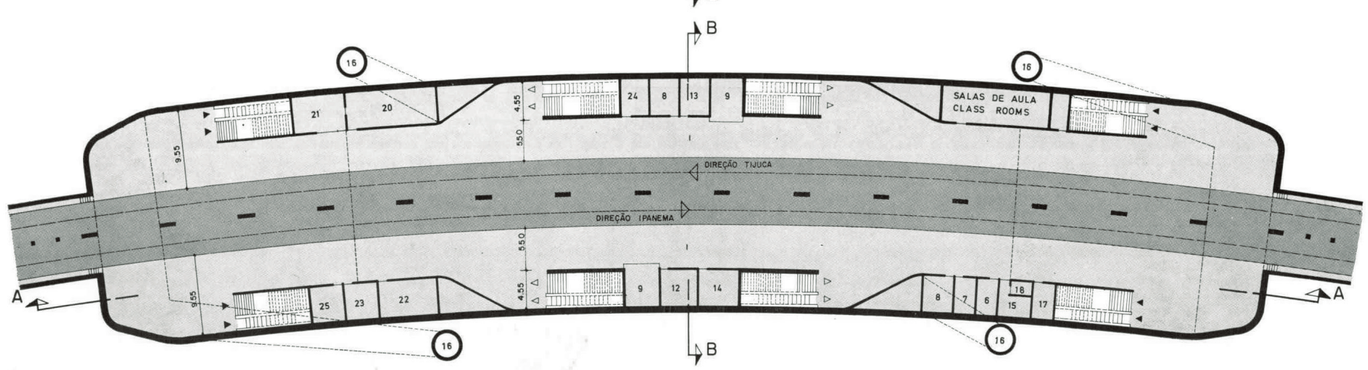
Corte transversal



Corte longitudinal



Plataforma



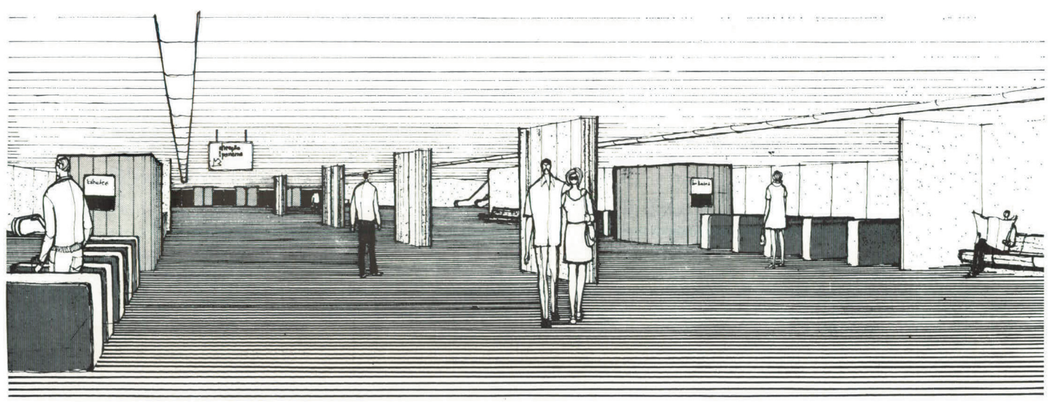
Duas plataformas externas, cada uma de 5,50 m de largura, atendem ao fluxo de tráfego esperado.

Os acessos foram colocados de tal forma que o mezanino pode ser alcançado pràticamente de todcs os lados. Uma passagem subterrânea para pedestres facilita a importante ligação por baixo da Avenida Presidente Vargas em direção à Praça Mauá que está distanciada sòmente 500 m do acesso no lado norte da Avenida Presidente Vargas, através da Rua do Acre. Esteiras rolantes horizontais para o transporte de pessoas dentro desta passagem subterrânea podem, assim, reduzir a caminhada até as cercanias da Praça Mauá, a uma distância perfeitamente admissível para usuários de metrô.

A escada de acesso prevista no lado oeste da Rua Uruguaiana começa no andar térreo do edifício ali existente.

Recomenda-se escolher os terrenos a serem adquiridos com dimensões adequadas para permitir uma nova estrutura urbanística na área da estação, p. ex., para a instalação de um centro comercial em edifícios baixos, com intercalações de áreas ajardinadas.

Perspectiva



Perspectiva

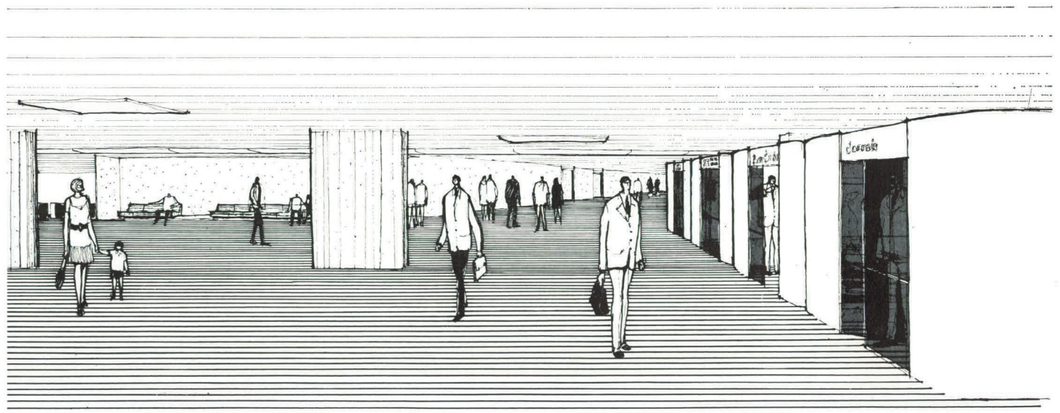
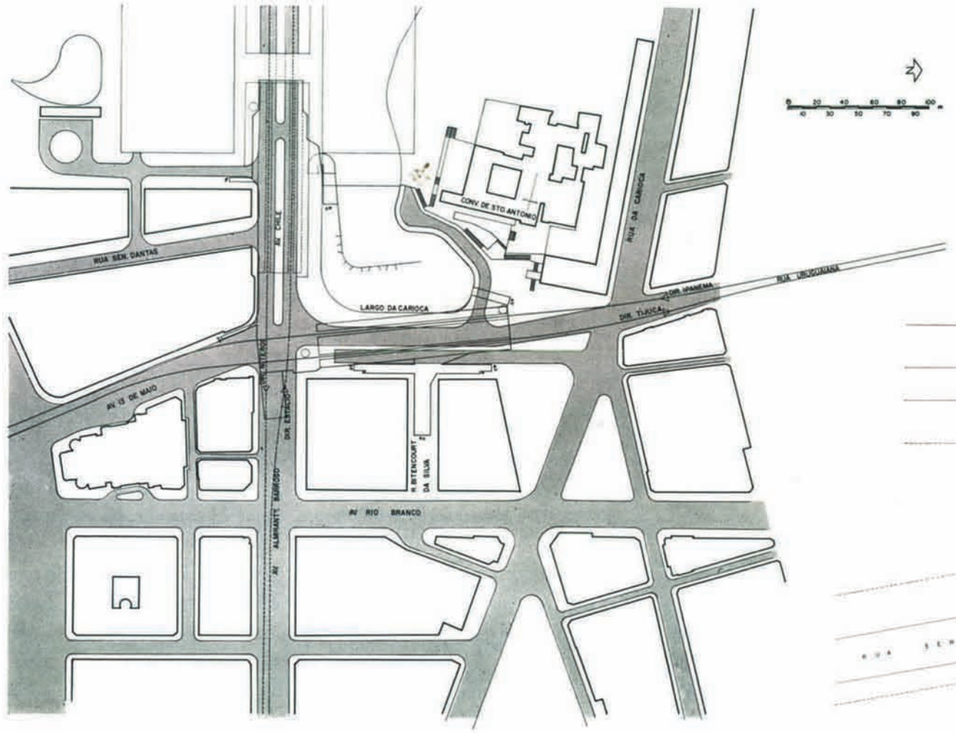
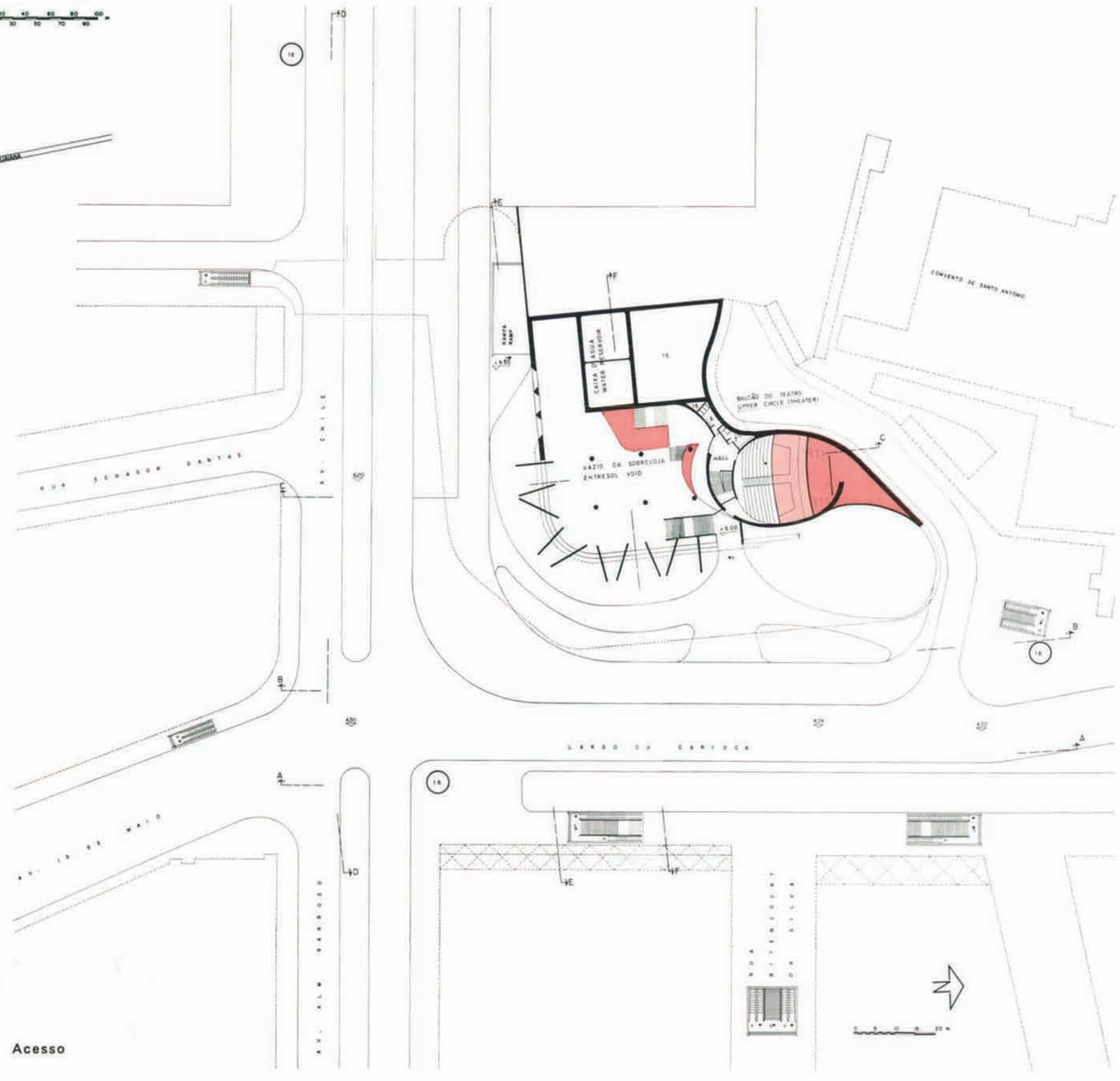


Fig. H 7 – parte 1
Estação Largo da Carioca



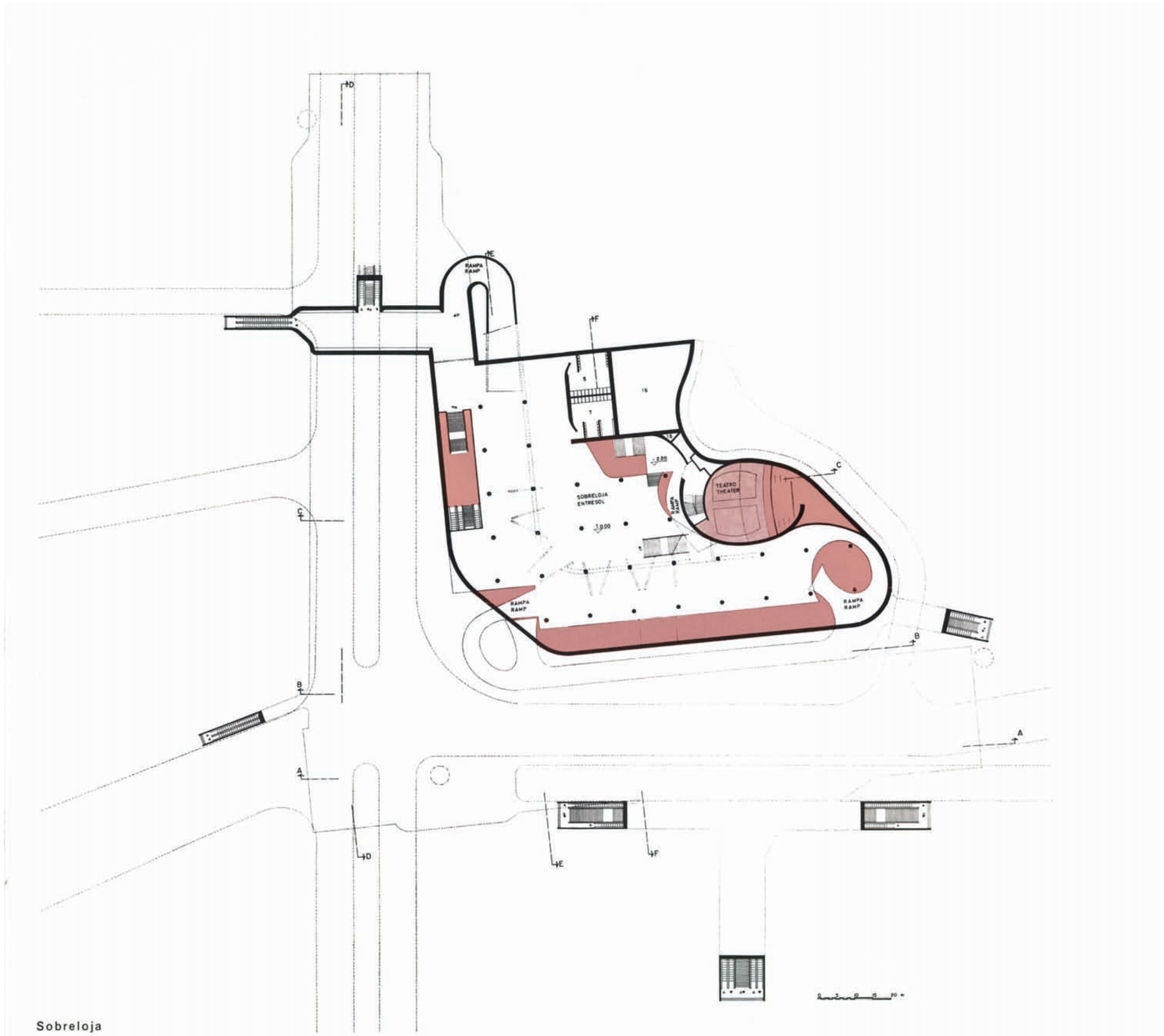
Situação



▷ Entrada
▶ Saída

6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
16 Ventilação

Acesso



Sobreloja

2.4.1.4 Largo da Carioca
(km 1,630 CP-NSP)

No Largo da Carioca a Linha 1 será futuramente atravessada, por baixo, pela Linha 2.
A estação em dois níveis assim planejada no Centro da cidade será, pois, em poucos anos, um entroncamento de tráfego de primordial importância. Prevê-se que, em 1990, esta estação seja utilizada por aproximadamente 920 000 pessoas por dia para embarque, desembarque ou baldeação. Para a instalação de recintos espaçosos correspondentes e que também estimulem a permanência dos passageiros existe uma área adequada disponível junto ao Convento de Santo Antônio.

As duas linhas do metrô cruzam-se perpendicularmente. Devido às condições locais e com o fito de manter distâncias equilibradas entre as estações, foi preciso dispor as estações das duas linhas em forma de L.

A fim de obter, um fluxo de tráfego ordenado, do grande volume de passageiros previsto, os embarques e os desembarques terão plataformas separadas (sistema espanhol).

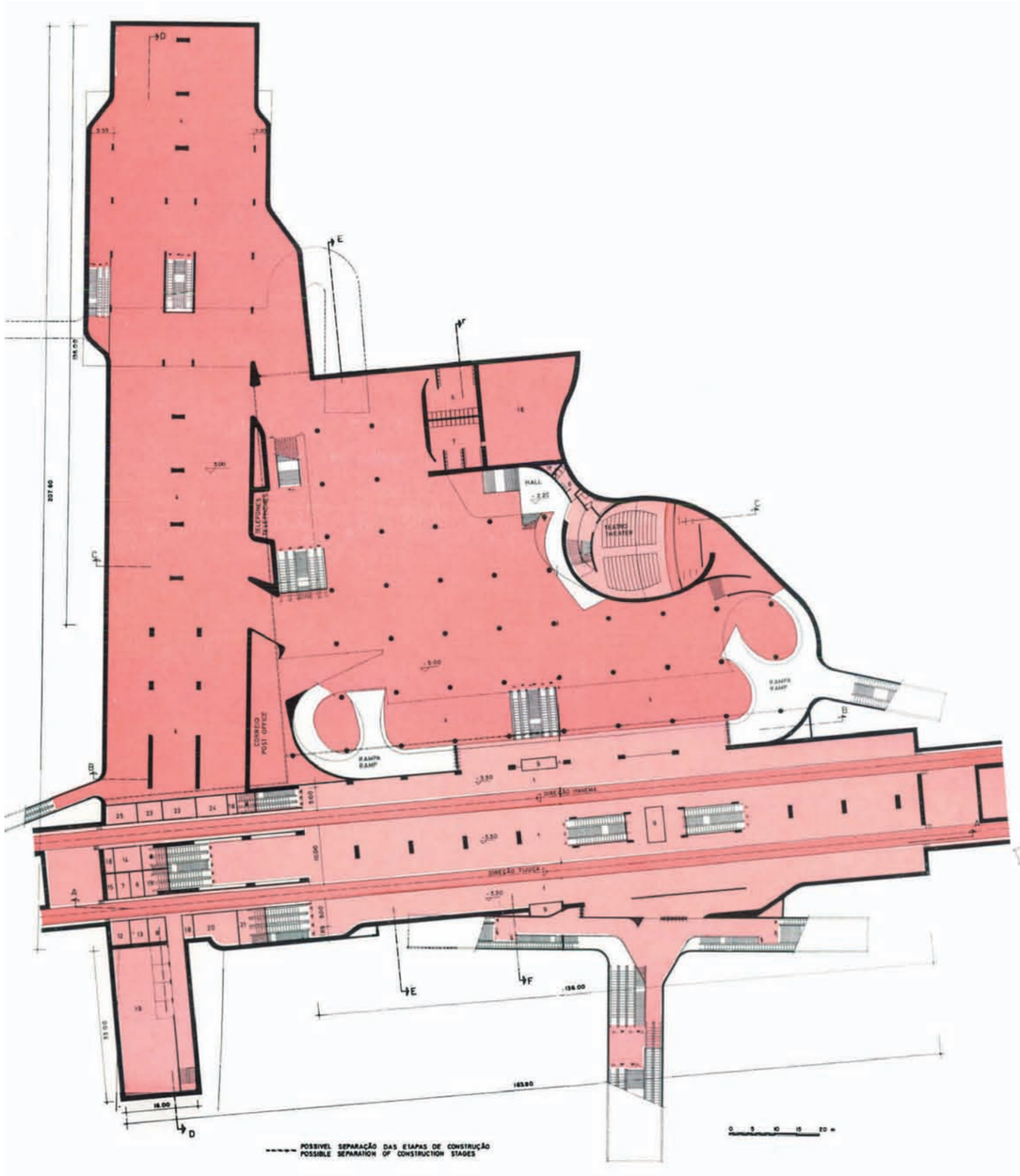
No vértice do L foi criada uma zona contínua de baldeação entre as linhas, com um mínimo de escadas rolantes e sem passagens subterrâneas para pedestres.

Do mezanino disposto entre as linhas há escadas que conduzem às plataformas internas, com 10 m de largura, não perturbadas pelo tráfego de baldeação.

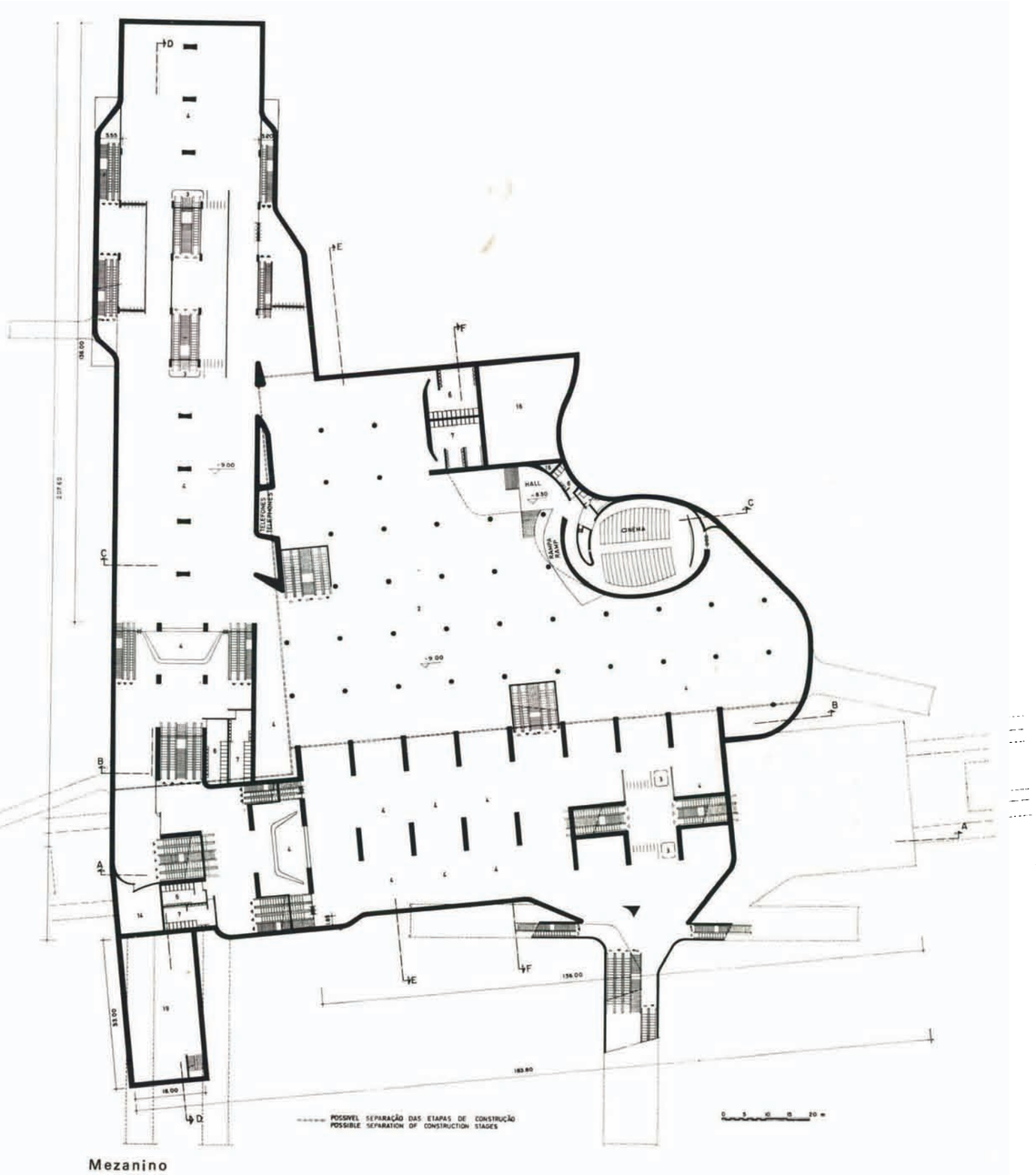
As plataformas externas, com 5 m de largura, possuem saídas através do referido mezanino — em parte, também diretas — para a superfície da rua. O fluxo de tráfego da ou para a Avenida Rio Branco passará pela Rua Bittencourt da Silva, que deverá ser fechada ao tráfego.

O mesmo mezanino estende-se além das áreas de parada pròpriamente ditas, entre os dois lados do "L", abrangendo lojas, bares, vitrinas e instalações sanitárias. Os demais pavimentos das instalações adicionais, que se desenvolvem até uma cota mais alta que o nível da rua, aproveitando o terreno em subida, contêm, ainda, uma agência de correios e telégrafos, telefones, comparti-

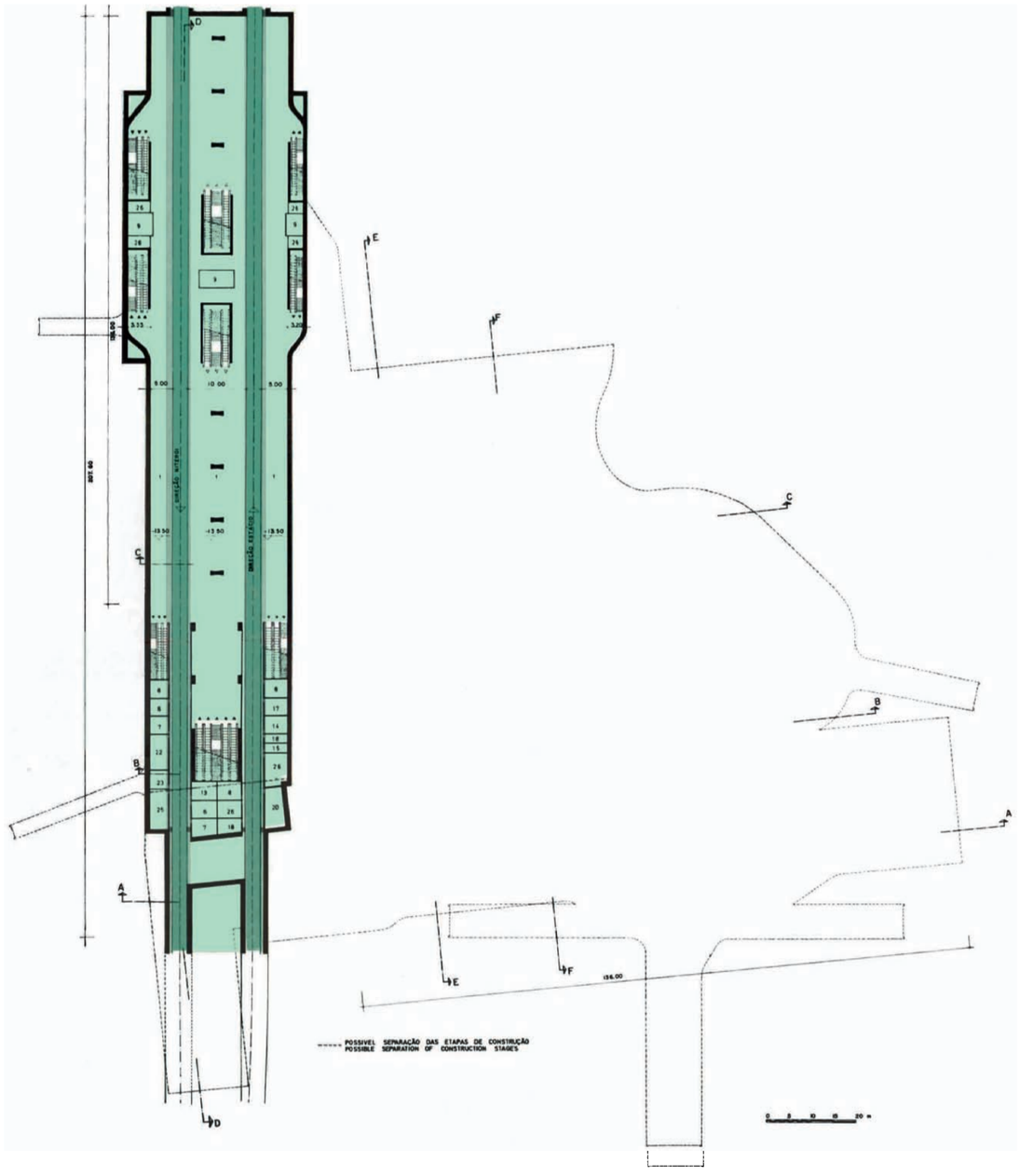
Fig. H7 – parte 2
Estação Largo da Carioca



Plataforma Linha 1



Mezanino



▷ Entrada
▶ Saída
⊳ Transferência

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
19 Subestação
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

Plataforma Linha 2

mentos individuais para bagagem, bem como cinema e teatro, cada um com 500 lugares.

Essas múltiplas instalações requerem extensas rêdes de serviços públicos, reservatórios para água, sistema de ventilação, etc.

Para a entrada de ar fresco exterior há sob a laje superior, 2 a 3 m acima do nível da rua, uma abertura circular com 1,50 m de altura e paredes-guia de 9 m de comprimento, que dão à estação um aspecto externo característico. A nova estrutura urbanística do Largo da Carioca, determinada pela construção do metrô, proporciona novamente ao Convento de Santo Antônio o realce de tôda a sua beleza, visto que o edifício de esquina que em parte o esconde e cuja licença, conforme informações recebidas, está vencida, terá que ser demolido para dar lugar ao metrô.

Durante a primeira etapa da construção (''Linha Prioritária'') basta construir sòmente as partes da futura Linha 2 que se encontram diretamente sob as vias da Linha 1, portanto, não tôda estação.

Na zona de cruzamento das duas linhas situar-se-á a cava de construção mais profunda da ''Linha Prioritária''.

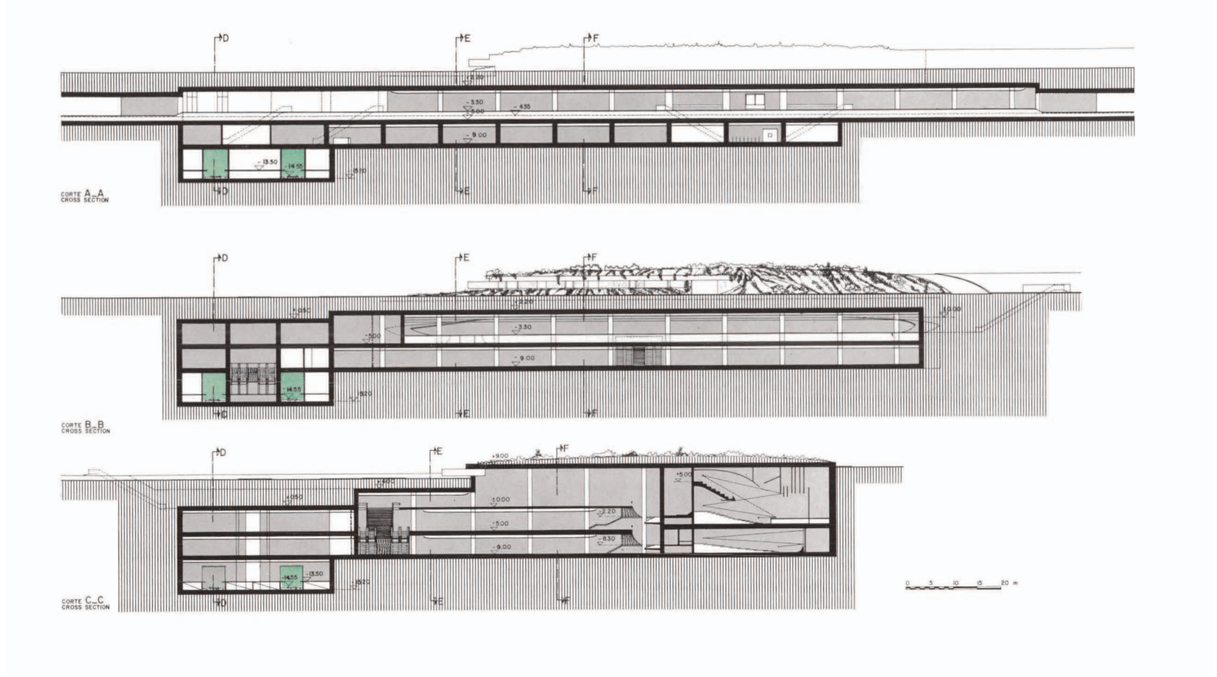
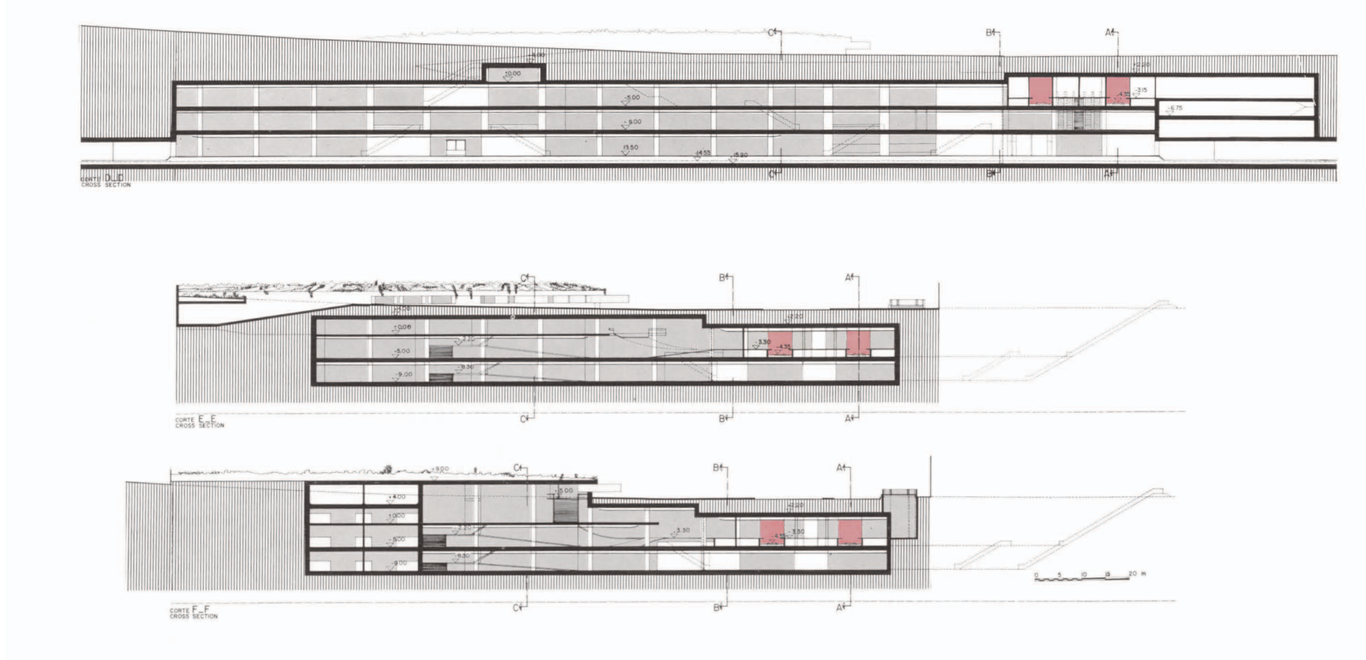
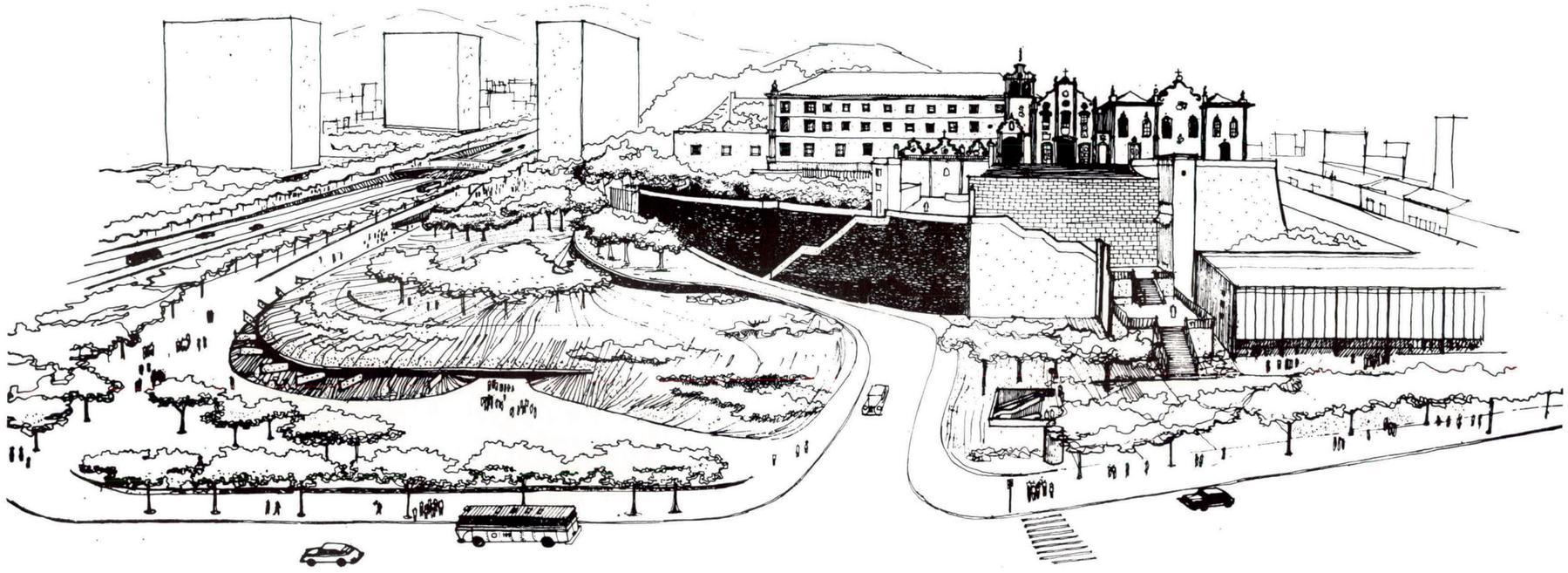


Fig. H 7 – parte 3
Estação Largo da Carioca

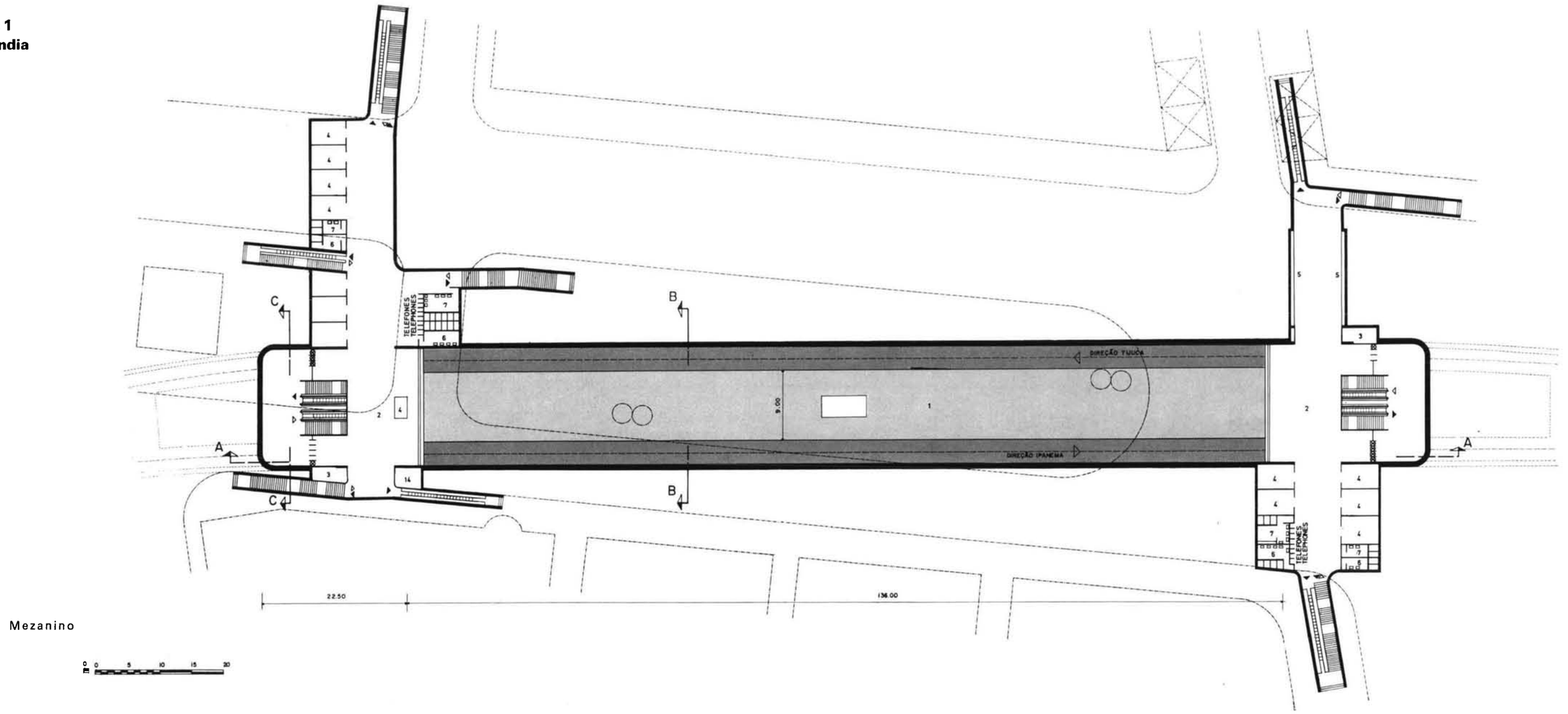
Cortes





Perspectiva

Fig. H 8 – parte 1
Estação Cinelândia



Mezanino

0 0 5 10 15 20

2.4.1.5 Cinelândia
(km 2,082 CB-NSP)

No acesso pelo sul ao Centro da cidade, a região da Cinelândia, em tôrno da Praça Floriano, forma um importante ponto de atração, não sòmente para os cariocas mas também para turistas e viajantes comerciais, graças a seus restaurantes, Teatro Municipal, cinemas, hotéis, museus e lojas.

A fim de poder dar vazão rápida ao tráfego de "rush" dos teatros e dos cinemas, a Estação Cinelândia foi planejada com recintos amplos, plataforma interna com 9 m de largura, sem apoios, e mezaninos nas duas extremidades da gare.

▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
5 Vitrinas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
10 Pessoal das composições
12 Pessoal de linha
14 Depósito
15 Bombas
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

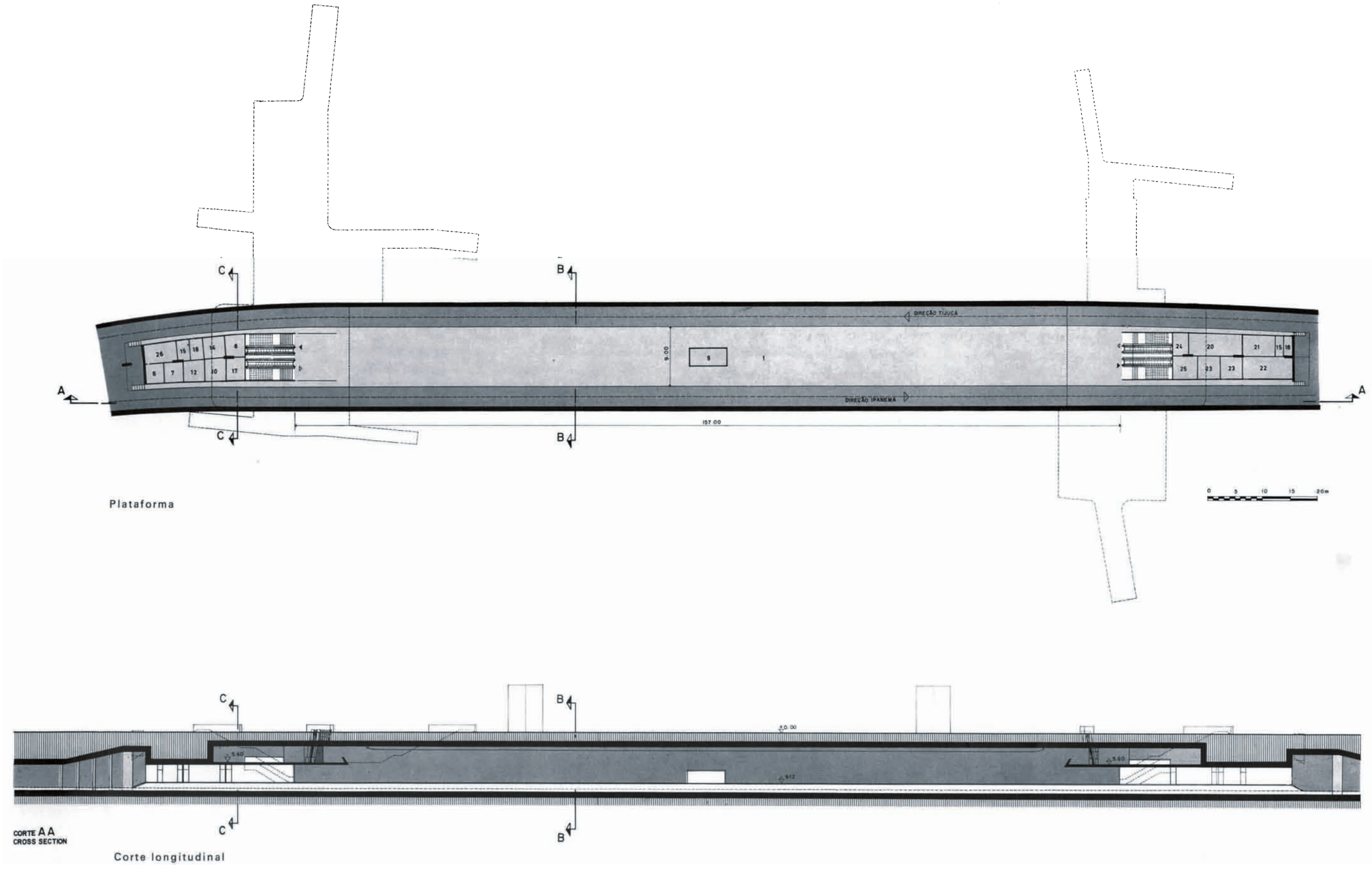
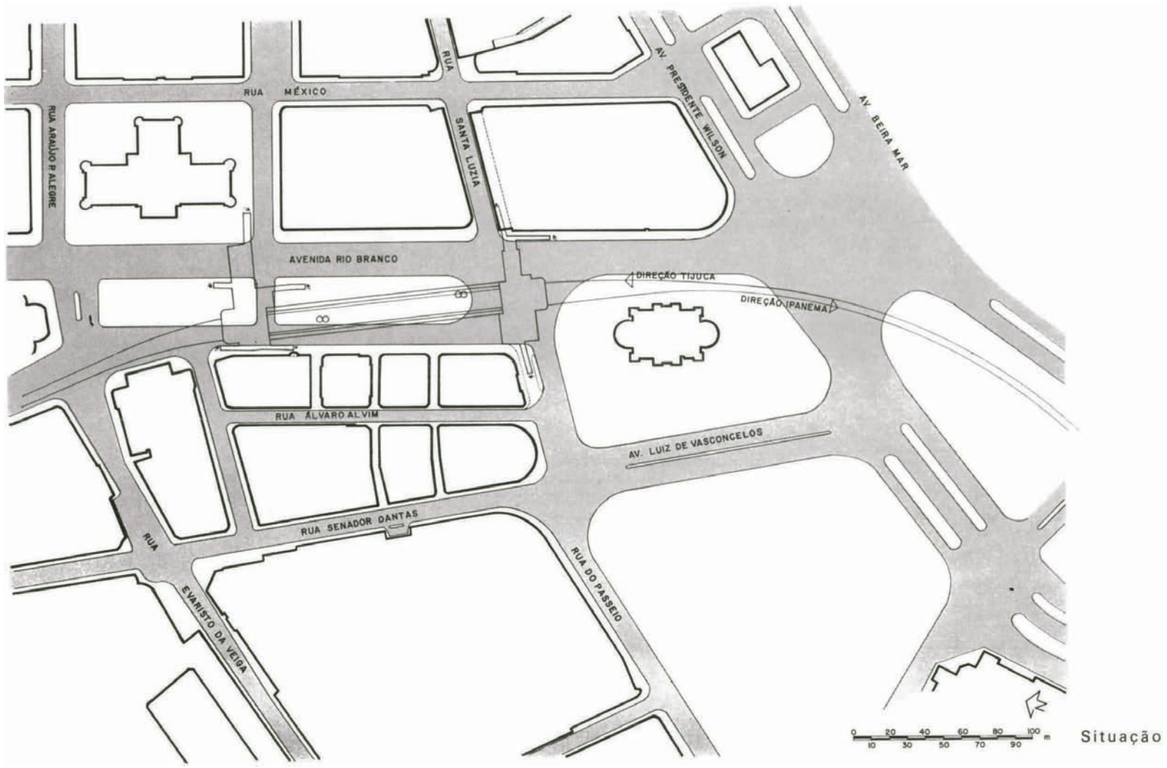
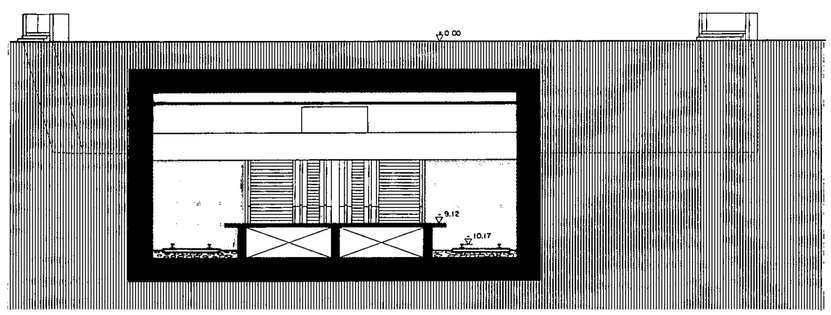

C
B
A
DIREÇÃO TIJUCA
DIREÇÃO IPANEMA
9.00
157.00
0 5 10 15 20m
Plataforma
±0.00
CORTE A A
CROSS SECTION
Corte longitudinal

Fig. H 8 – parte 2
Estação Cinelândia

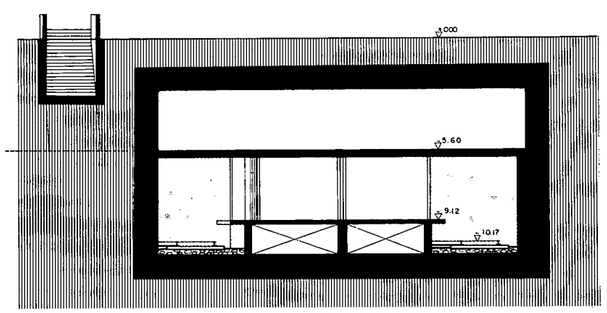


Situação

Cortes transversais



CORTE BB
CROSS SECTION



CORTE CC
CROSS SECTION

0 5 10 m

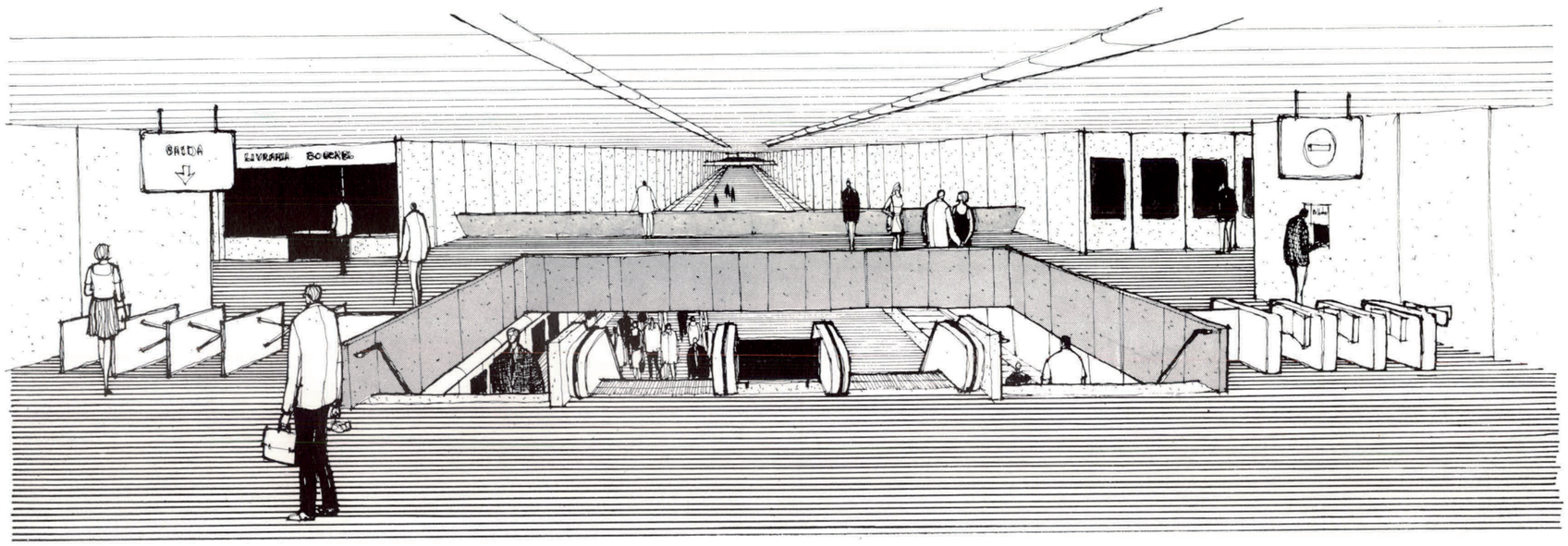
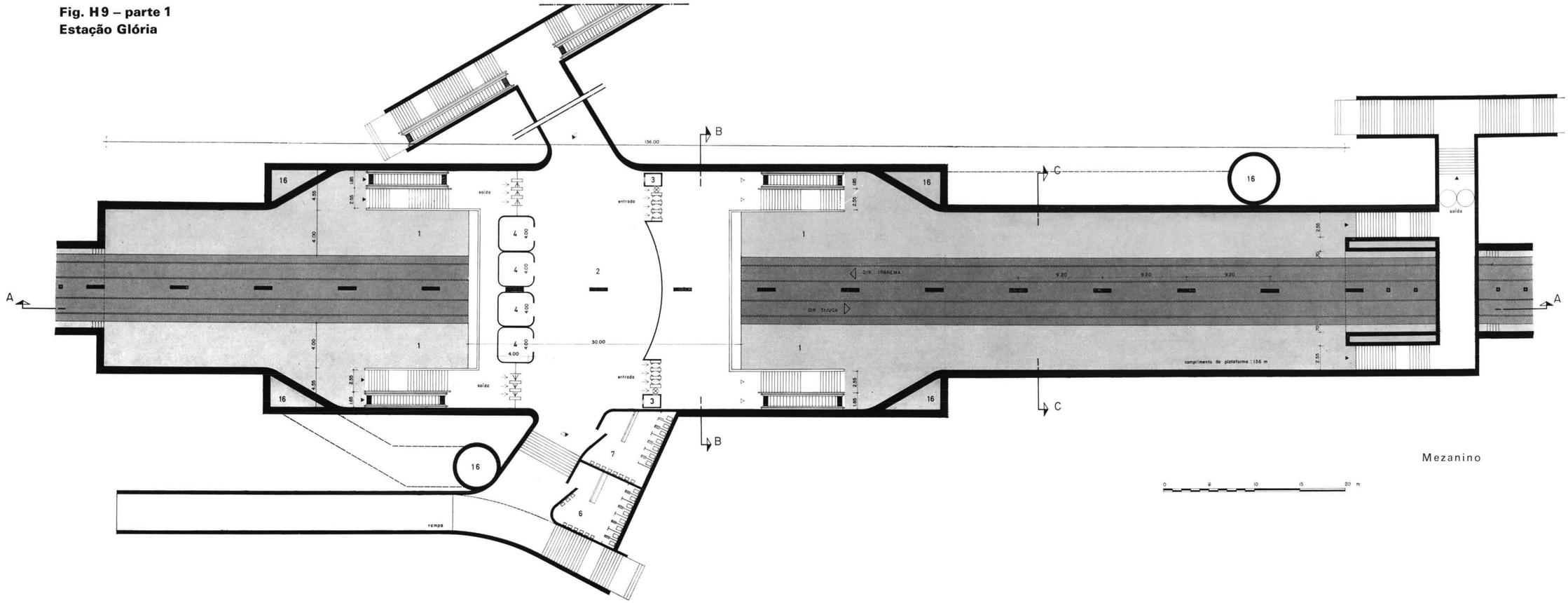

SAÍDA
LIVRARIA BOOKER

Fig. H 9 – parte 1
Estação Glória



2.4.1.6 Glória
(km 3,123 CB-NSP)

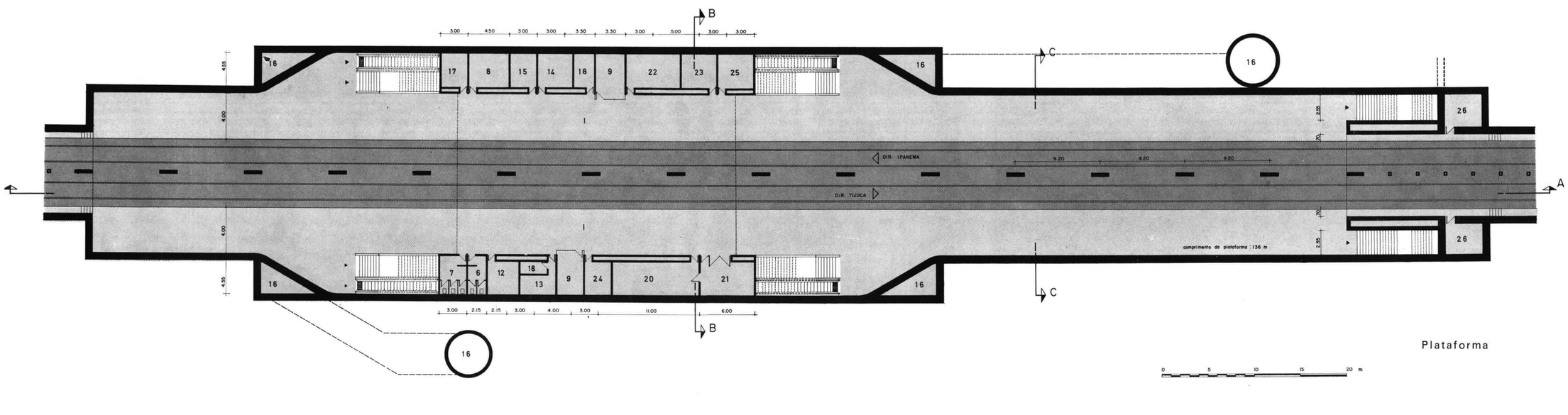
Saindo da Cinelândia o metrô se estende por baixo dos jardins públicos da Praça Paris, tornando a encontrar zona edificada a pouco mais de um quilômetro, na Estação Glória.

Esta estação apresenta a disposição típica de plataformas externas, com escadas e compartimentos operacionais localizados ao lado das mesmas. As condições locais permitem essa disposição ampla desejada pelos arquitetos.

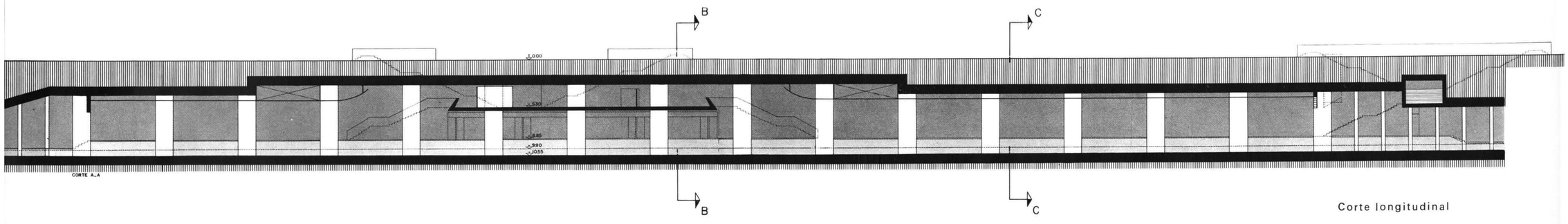
A largura normal da plataforma, de 4,00 m, é suficiente para o fluxo de tráfego previsto. O mezanino situa-se no centro de gravidade da parte sul da estação. Um dos acessos foi projetado em forma de rampa.

▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

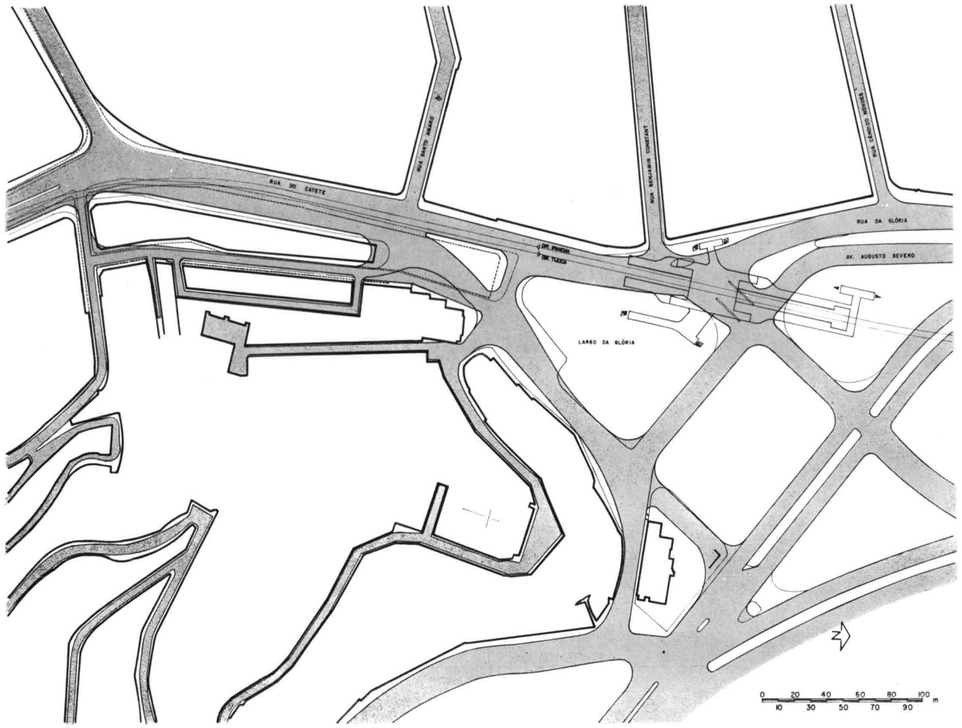


Plataforma

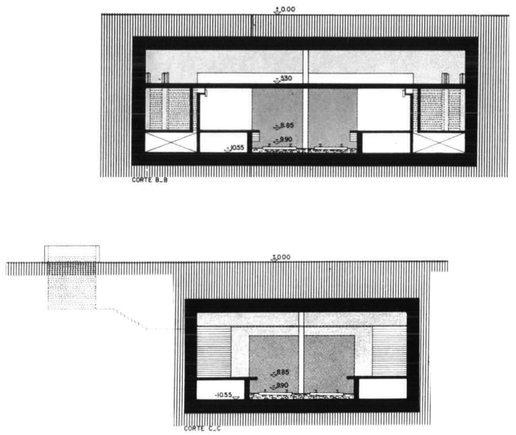


Corte longitudinal

Fig. H 9 – parte 2
Estação Glória

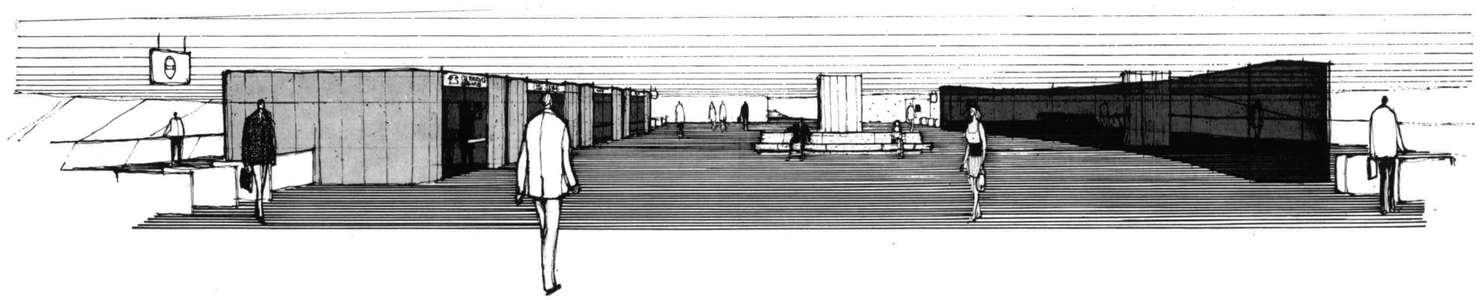


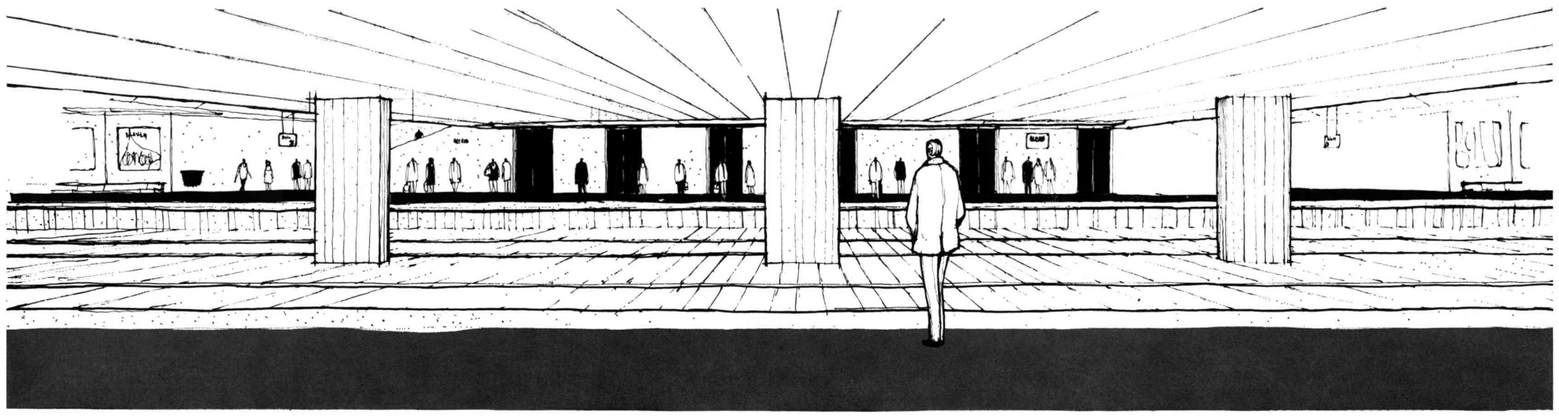
Situação



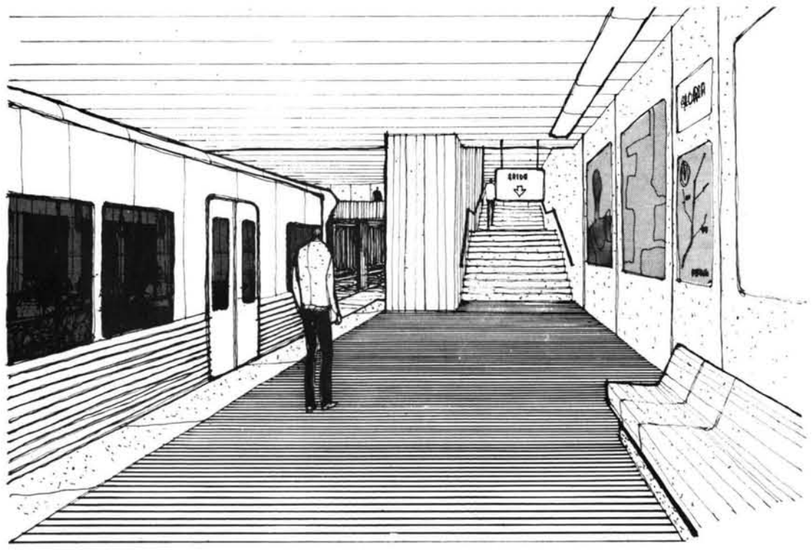
Cortes transversais

Perspectiva





Perspectivas



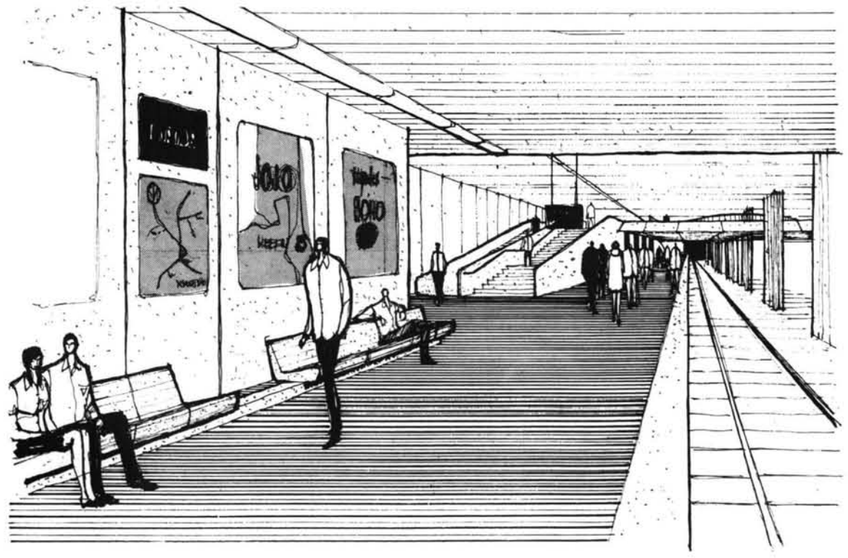
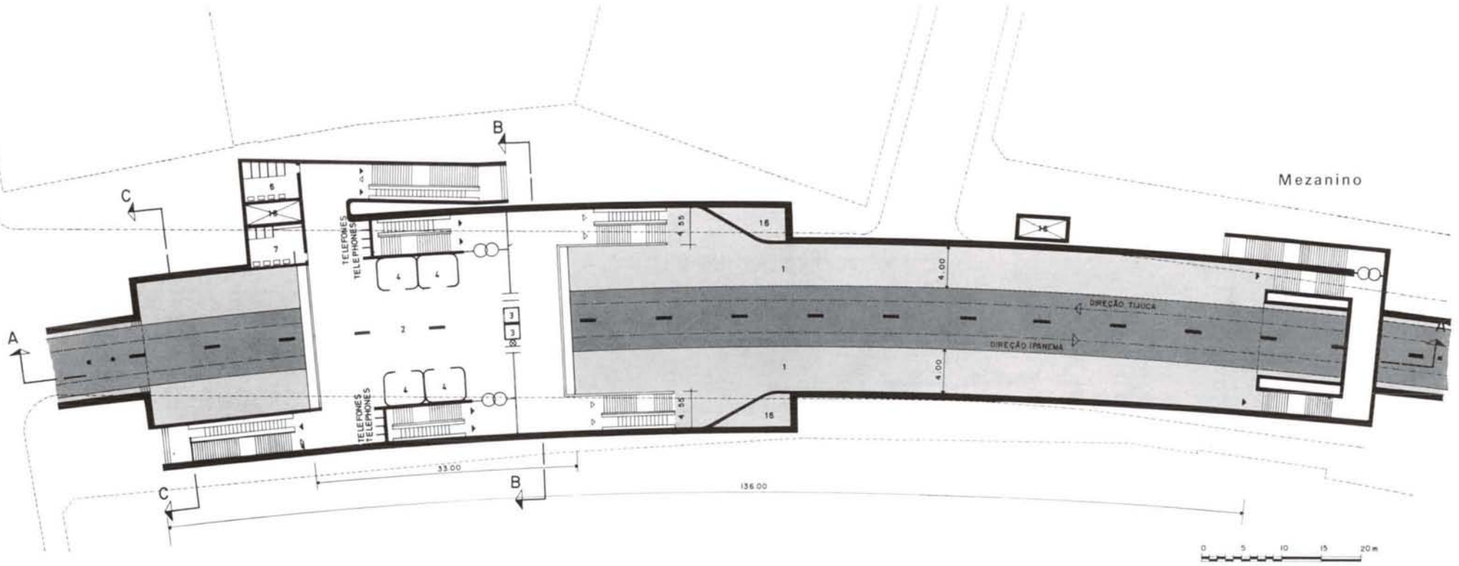
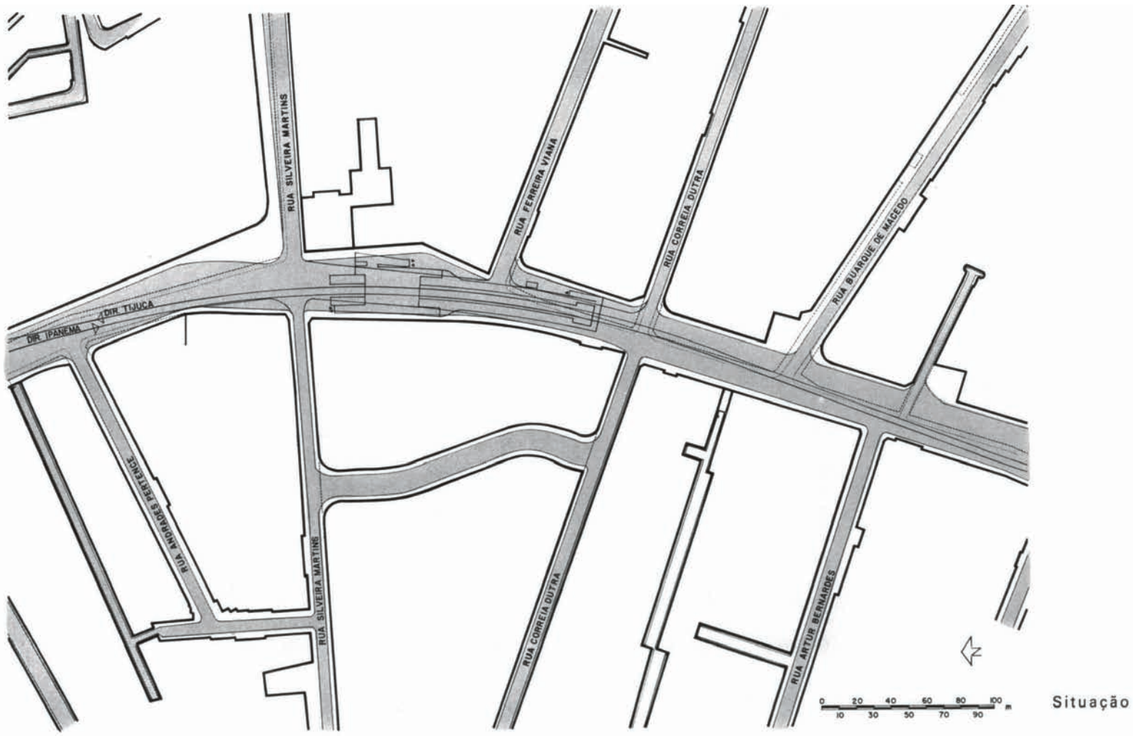


Fig. H10
Estação Catete

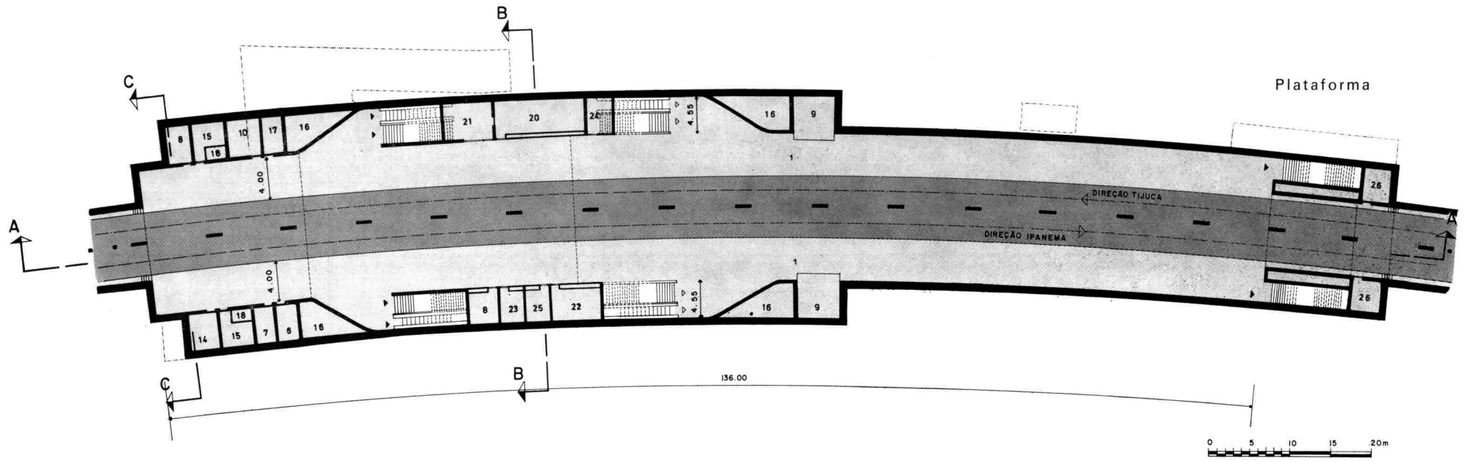




Situação

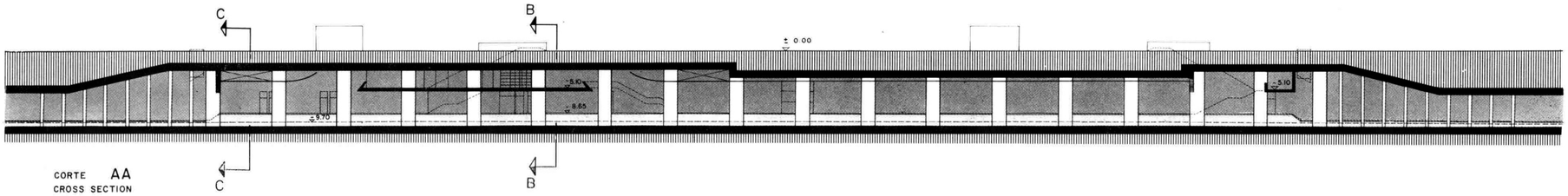
2.4.1.7 Catete
(km 3,848 CB-NSP)

A Rua do Catete, estreita e curva, obrigou a construir esta estação em forma de arco (R = 500 m). Se o Departamento de Urbanização confirmar o propósito já manifestado de remover o trecho edificado entre a Rua do Catete e a Rua Antônio Mendes Campos, haverá a possibilidade de construir a estação numa reta. Esta modificação não atingirá a concepção da estação. O mezanino encontra-se no centro de gravidade da metade norte da estação, ao contrário do da Estação Glória, com o que será conseguida uma ocupação mais equilibrada das composições. As larguras de 4,00 m para as plataformas externas satisfazem as necessidades previstas.

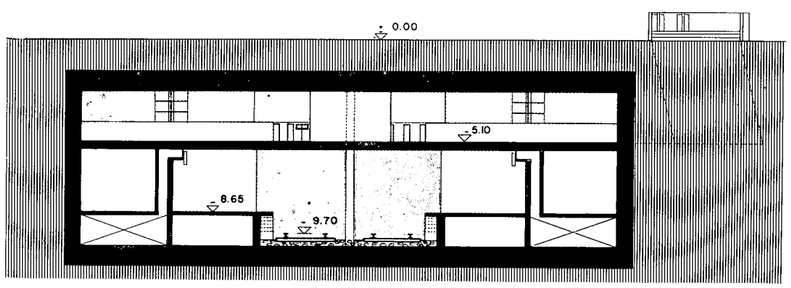


▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
10 Pessoal das composições
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

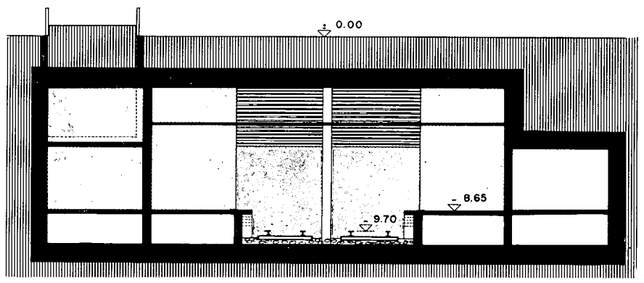


CORTE AA
CROSS SECTION



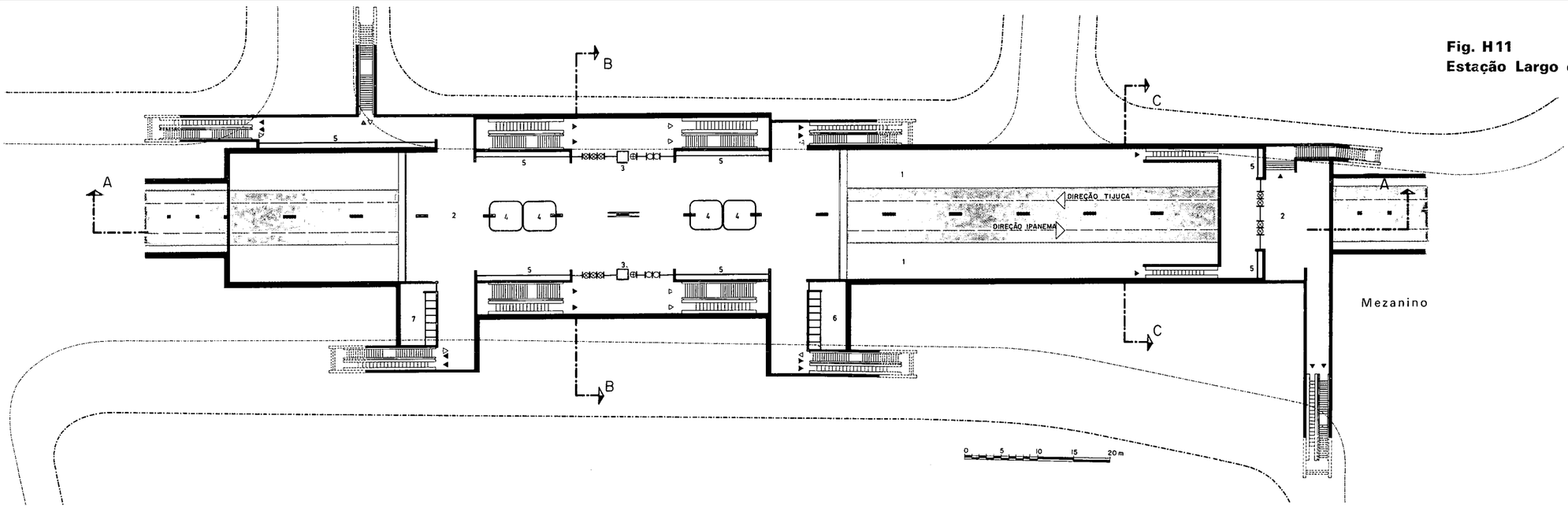
CORTE BB
CROSS SECTION

0 5 10 m



CORTE CC
CROSS SECTION

Fig. H11
Estação Largo do Machado

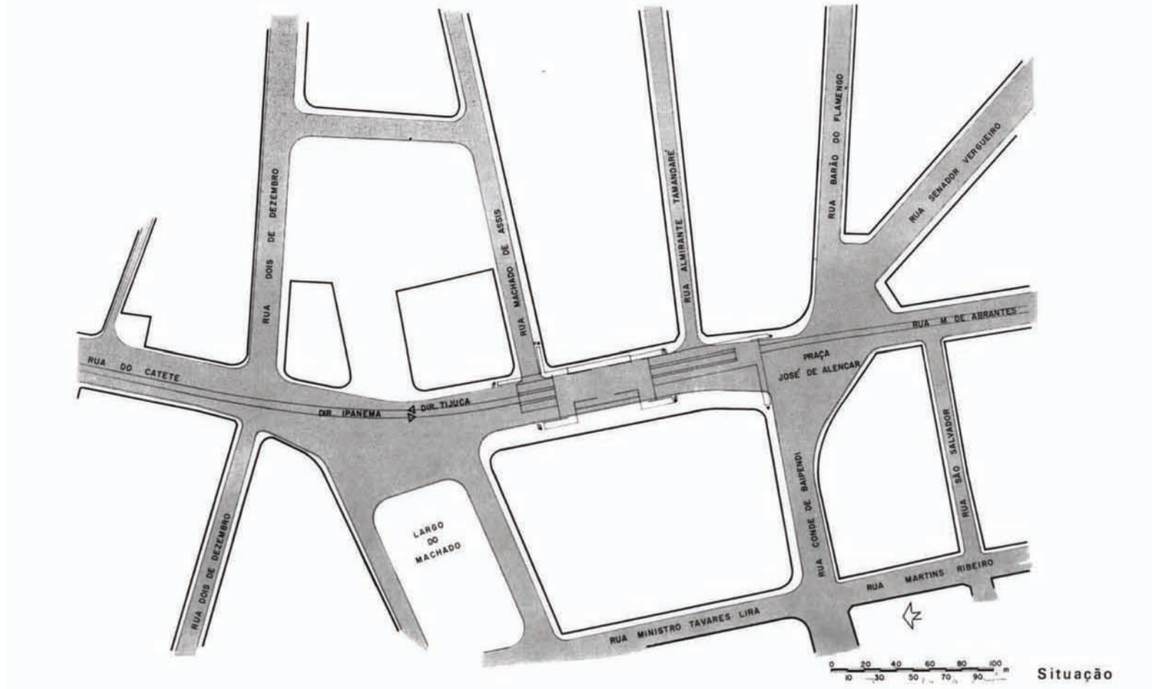


2.4.1.8 Largo do Machado
(km 4,446 CB-NSP)

Esta estação encontra-se em um setor muito movimentado, entre o Largo do Machado e a Praça José de Alencar. A elaboração do ante projeto foi baseada em alinhamentos de construções já recuados, previstos pelos PA's da Planta 7 994 — Rua do Catete, aprovada em 16 de julho de 1963.

Plataformas externas, com 4,50 m de largura, que diminuem até 3,50 m na extremidade da estação no sentido da Tijuca, atenderão o fluxo de tráfego esperado no futuro.

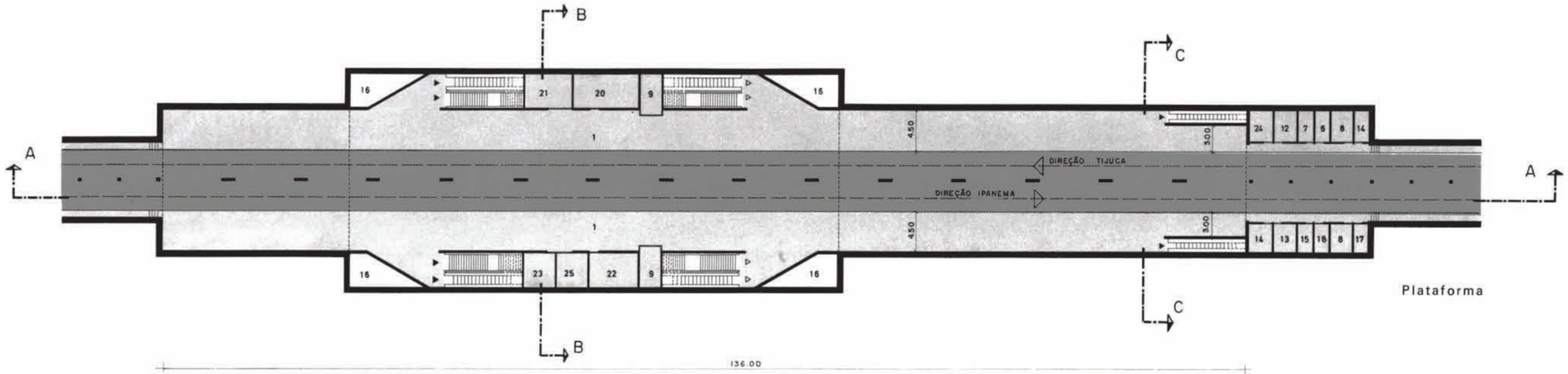
Os torniquetes do mezanino, cuja extensão é superior a 60 m, foram dispostos de tal forma que o mezanino poderá ser atravessado em sentido diagonal, de modo que as quatro entradas e saídas previstas no referido pavimento ofereçam tôdas as facilidades para passageiros e transeuntes. As escadas de saída no extremo sul da estação estão ligadas a uma passagem subterrânea para pedestres cruzando a Rua do Catete.



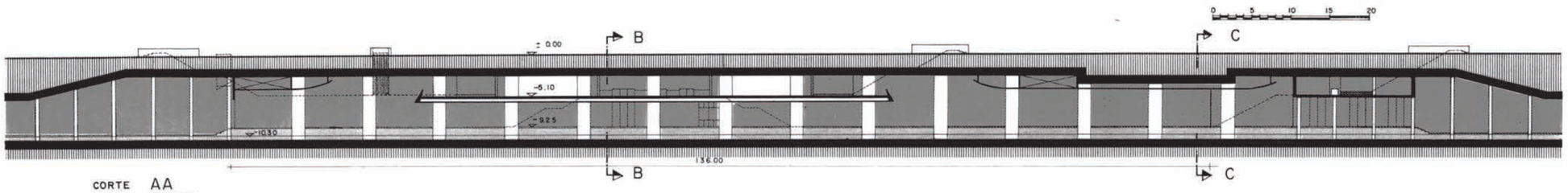
Situação

▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
5 Vitrinas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações

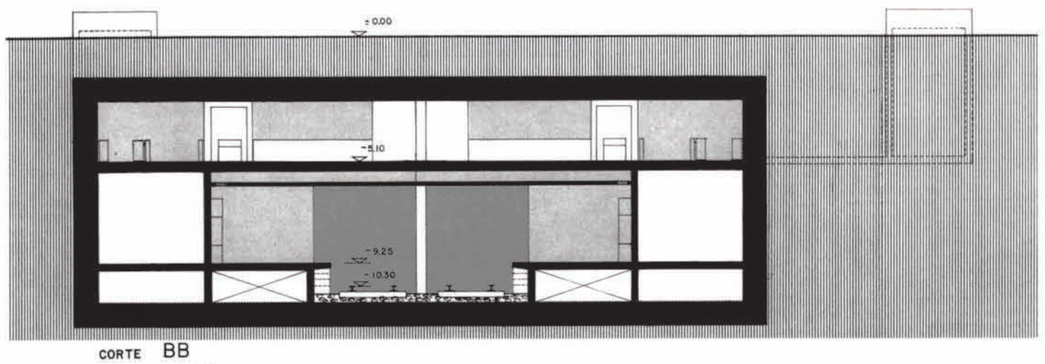


Plataforma

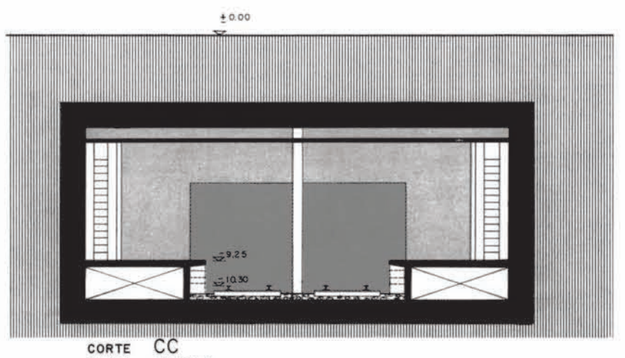


CORTE AA
CROSS SECTION

Cortes



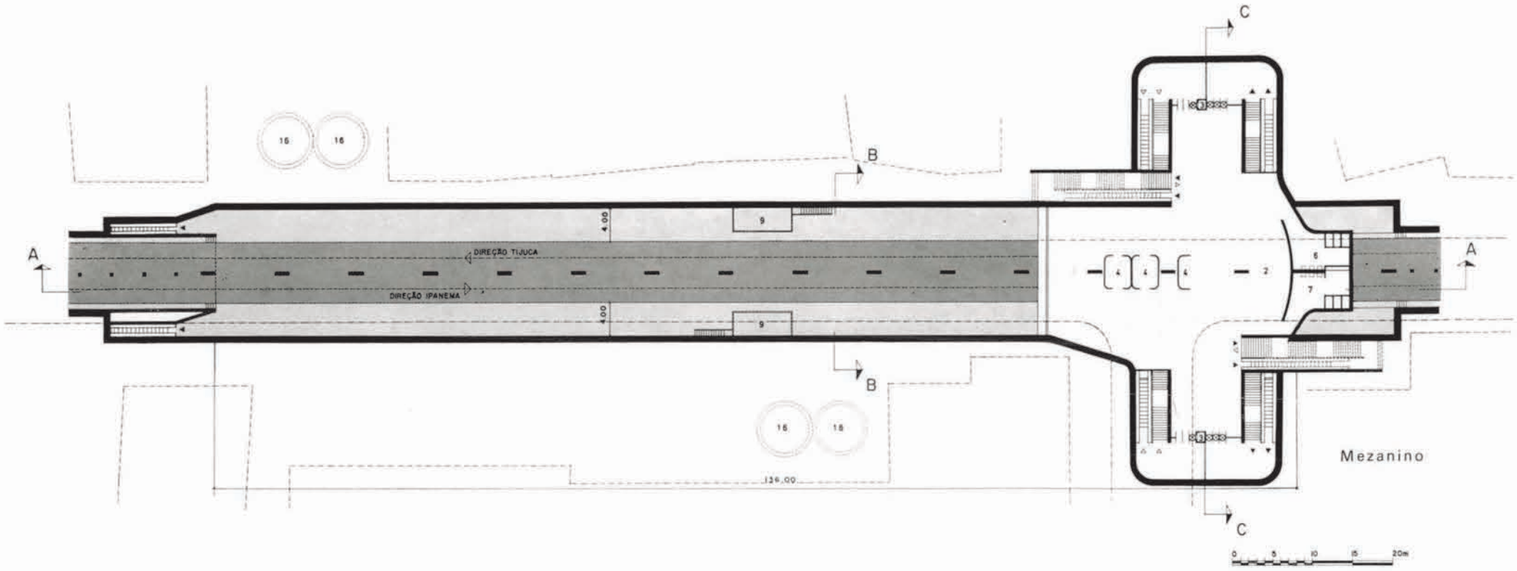
CORTE BB
CROSS SECTION

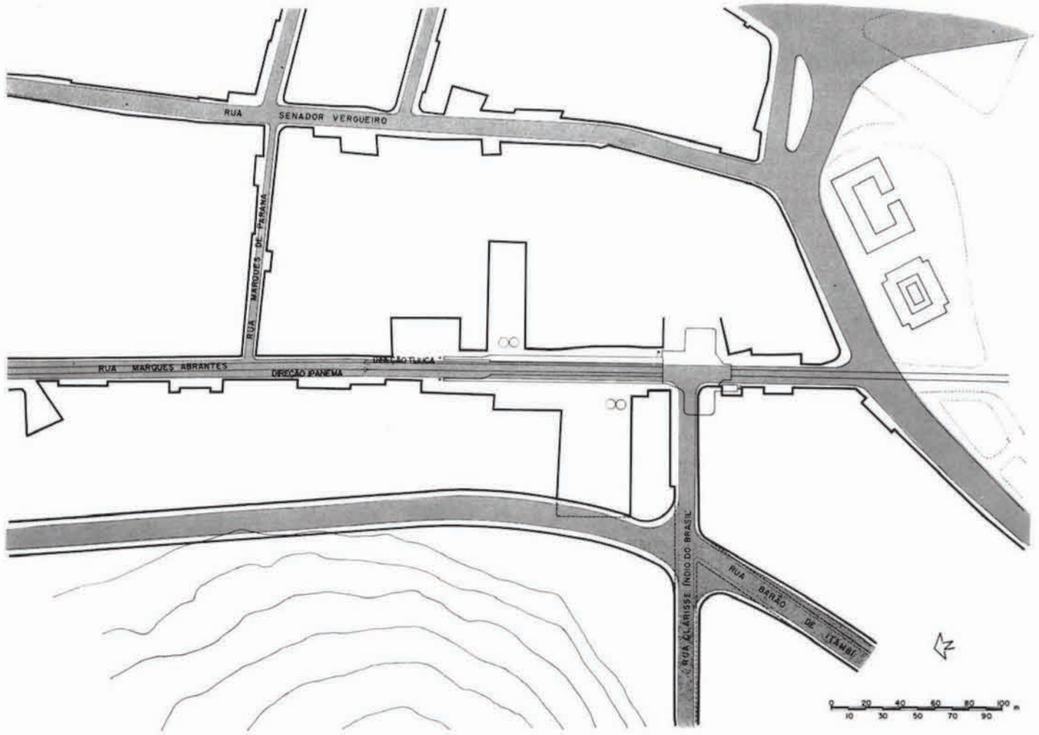


CORTE CC
CROSS SECTION

0 1 2 3 4 5 10 m

Fig. H12
Estação Marquês de Abrantes



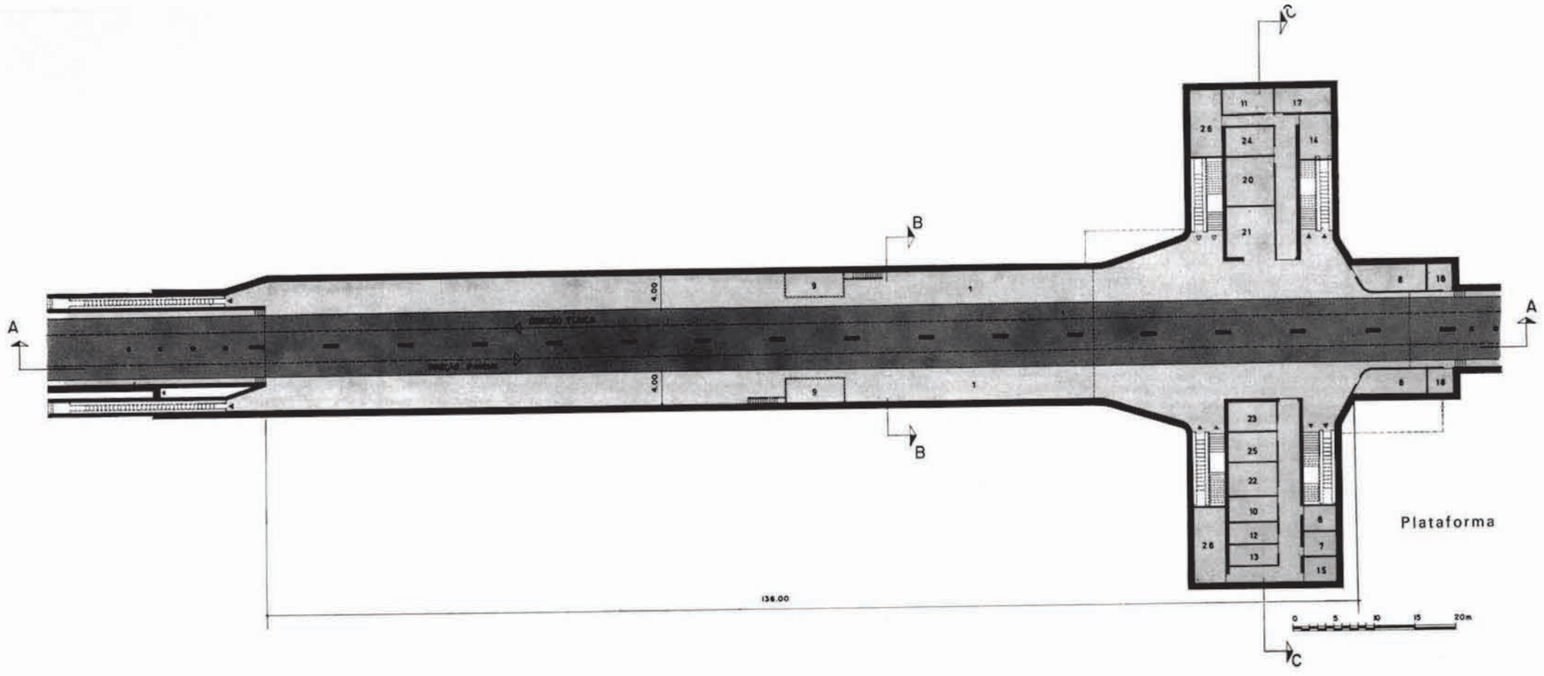


Situação

2.4.1.9 Marquês de Abrantes
(km 5,327 CB-NSP)

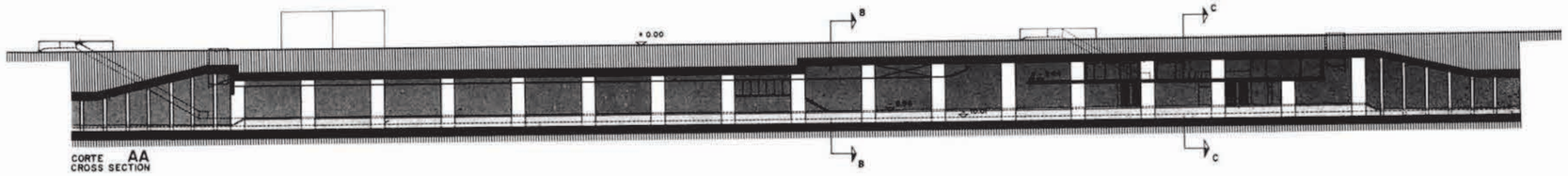
Situada no centro de gravidade da faixa de altas construções e densamente povoada da Enseada de Botafogo, a estação deveria proporcionar, também aos moradores das áreas do Morro da Viúva, um acesso relativamente fácil ao metrô. Era necessário evitar maiores aquisições de imóveis. De outro lado, a Rua Marquês de Abrantes é bem estreita. Com a disposição lateral dos compartimentos operacionais e do mezanino na Rua Clarisse Índio do Brasil ou em espaços livres entre construções, tornou-se possível a disposição das plataformas externas de 4,00 m de largura, conforme está lustrado nas Fig. H12.

A fim de não restringir as larguras das plataformas, as salas dos despachadores foram colocadas a altura tal que permitem uma passagem livre por baixo das mesmas.



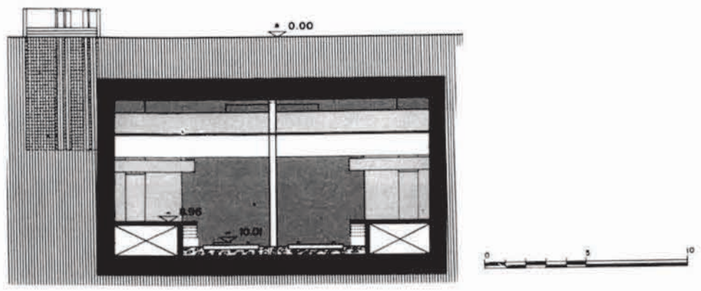
▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
10 Pessoal das composições
11 Fiscal de operações
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

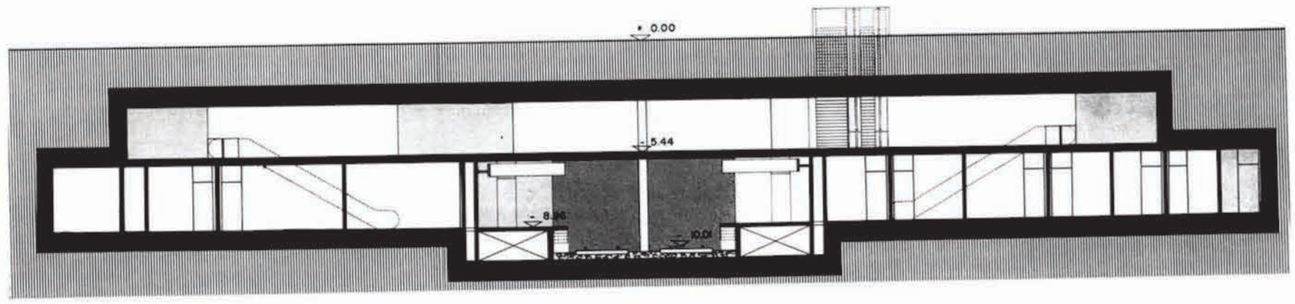


CORTE AA
CROSS SECTION

Cortes



CORTE BB
CROSS SECTION

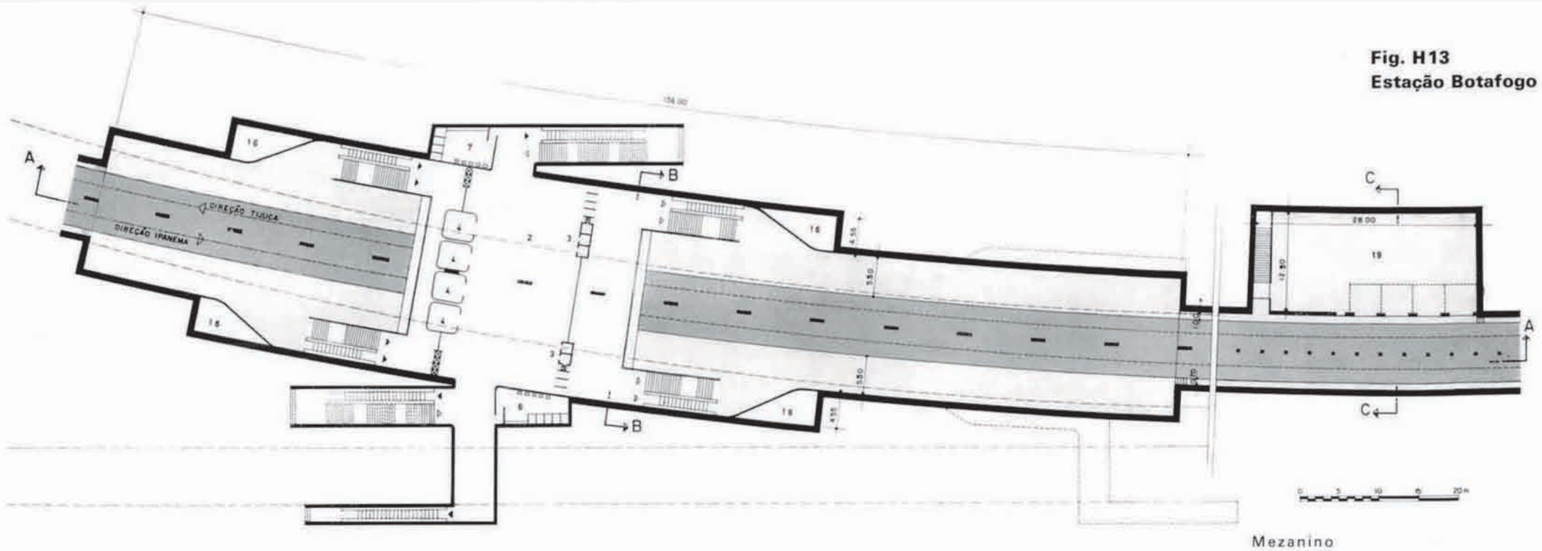


CORTE CC
CROSS SECTION

2.4.1.10 Botafogo
(km 6,746 CB-NSP)

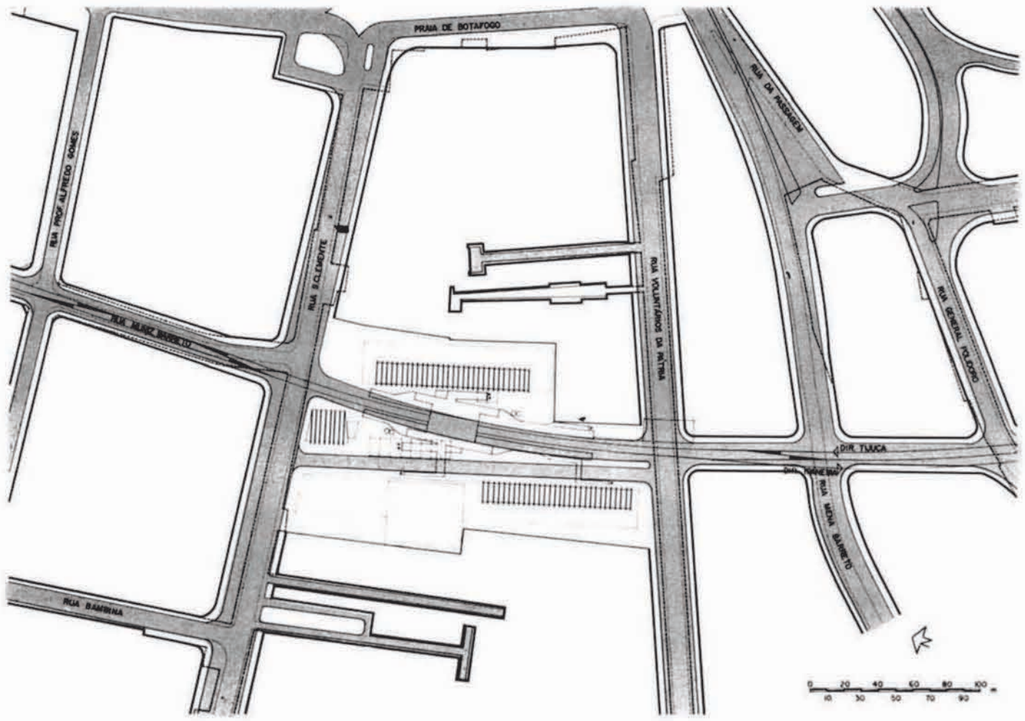
Botafogo é a última estação do metrô antes de Copacabana. Foi necessário planejar com todo o cuidado o serviço dos ônibus de acesso das zonas do Jardim Botânico, Lagoa e Botafogo, porquanto a êstes caberá o transporte de considerável parte dos passageiros desta estação.
A estação foi, por isto, localizada entre as Ruas Voluntários da Pátria e São Clemente, com o que também o tráfego de acesso vindo do Bairro da Urca, do lado oposto, foi devidamente considerado.
A fim de evitar uma sobrecarga no tráfego já intenso da Praia de Botafogo, com seus túneis, viadutos, etc. existentes ou projetados, e ainda para obter uma área de influência maior, a estação foi planejada a 250 m da praia, na Rua Muniz Barreto, cuja abertura entre a Rua São Clemente e a Rua Fernandes Guimarães está prevista em projeto urbanístico da cidade.

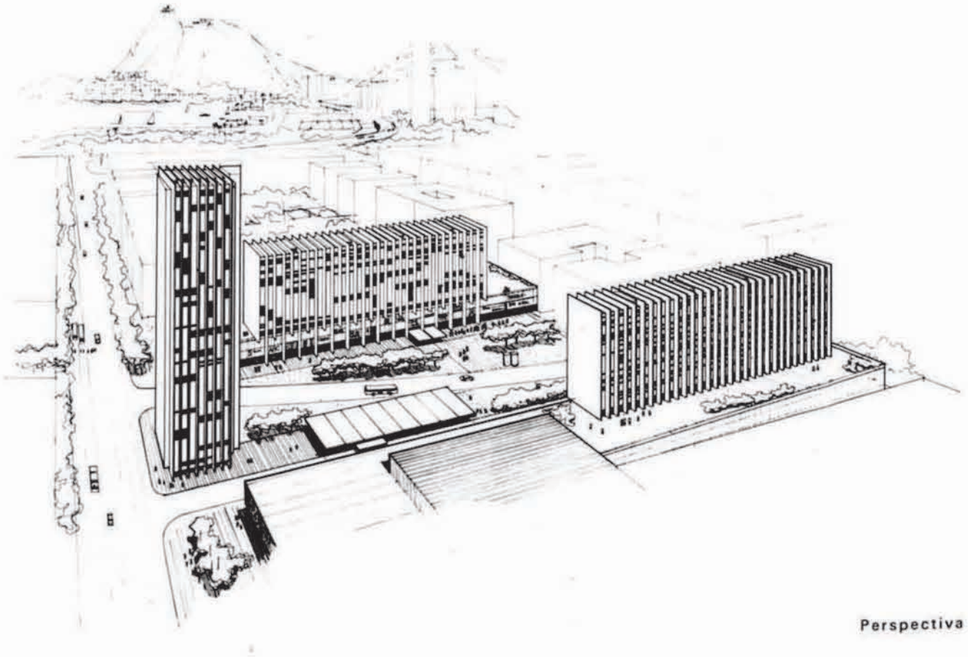
Fig. H13
Estação Botafogo



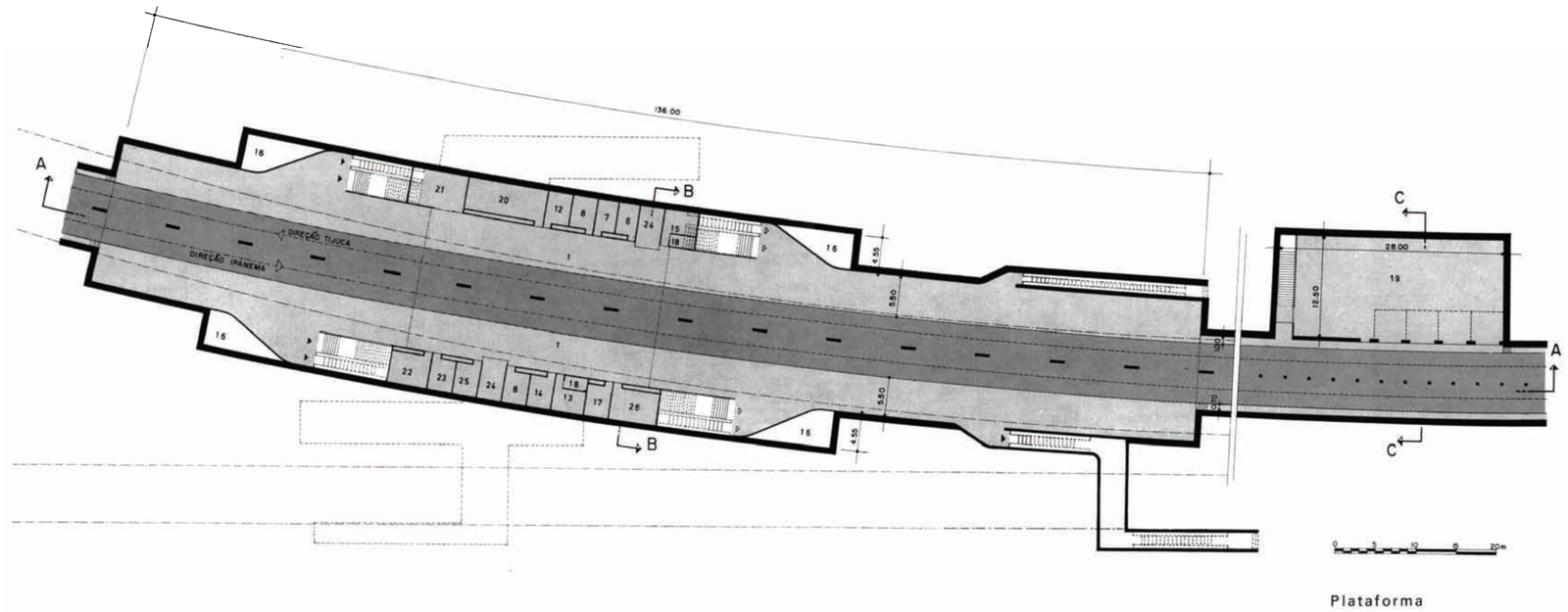
Mezanino

Situação





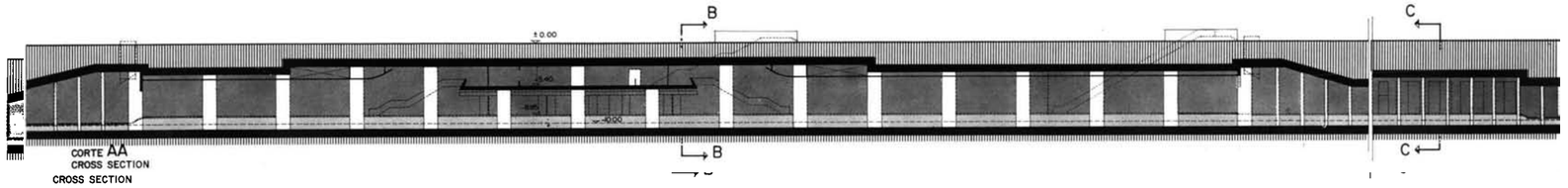
Perspectiva



Plataforma

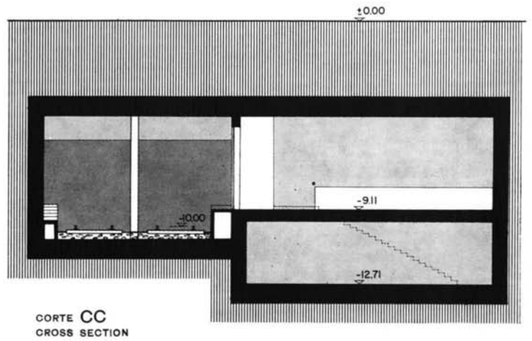
- ▷ Entrada
- ▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
19 Subestação
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível



Cortes

Em vista do tráfego intenso que se pode esperar e que também não poderá ser desafogado por parte das estações vizinhas, distantes 1,419 km e 2,162 km, deverá ser prevista uma área bastante espaçosa para o tráfego de ônibus e para o sistema "park and ride". Ao urbanista ,ao arquiteto e ao engenheiro deparar-se-ão tarefas interessantes se num entroncamento desta espécie fôr construído, também, um centro comercial. Uma proposta para a disposição das referidas instalações encontra-se na Fig. H 13.
A estação, equipada com plataformas externas de 5,50 m de largura, contém um mezanino com 30 m de extensão, com acessos que ligam os dois lados da rua. Os compartimentos operacionais estão dispostos lateralmente; a 30 m ao sul das plataformas foi projetada uma subestação.



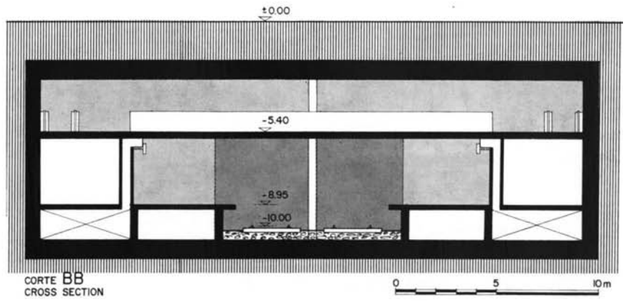
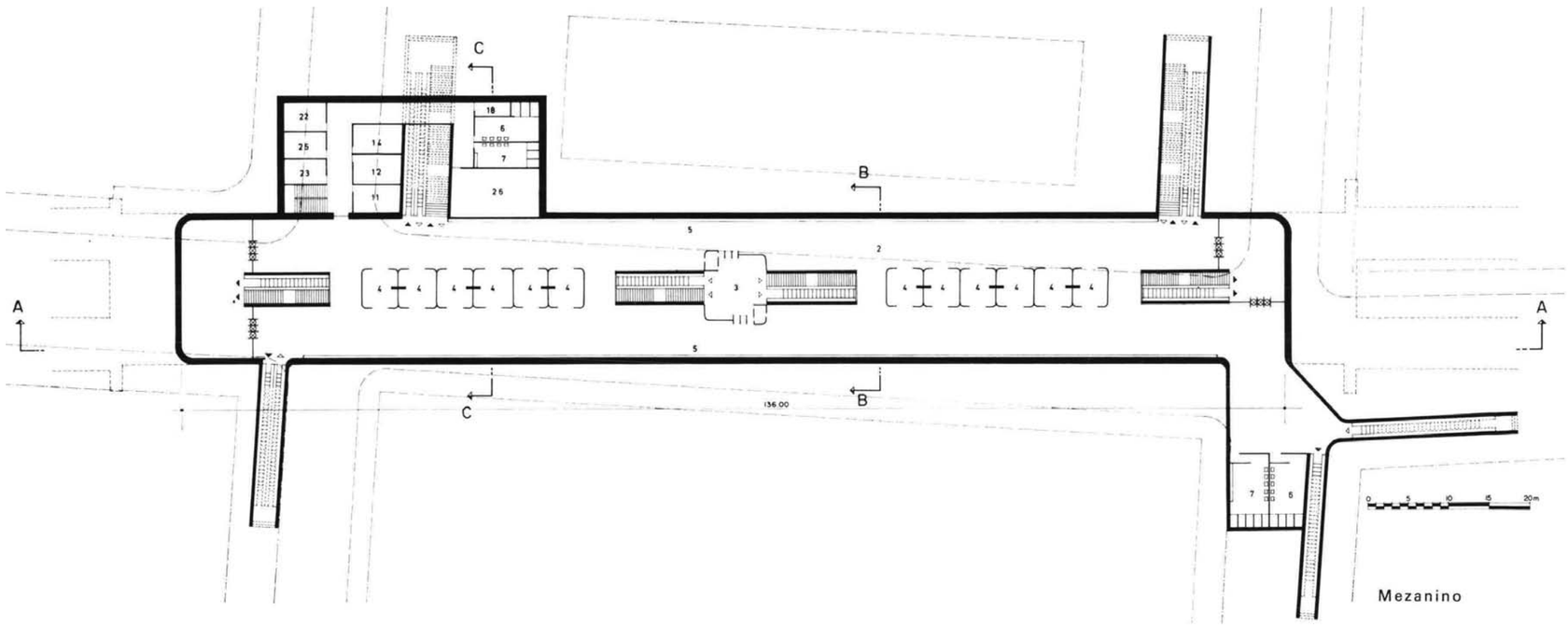
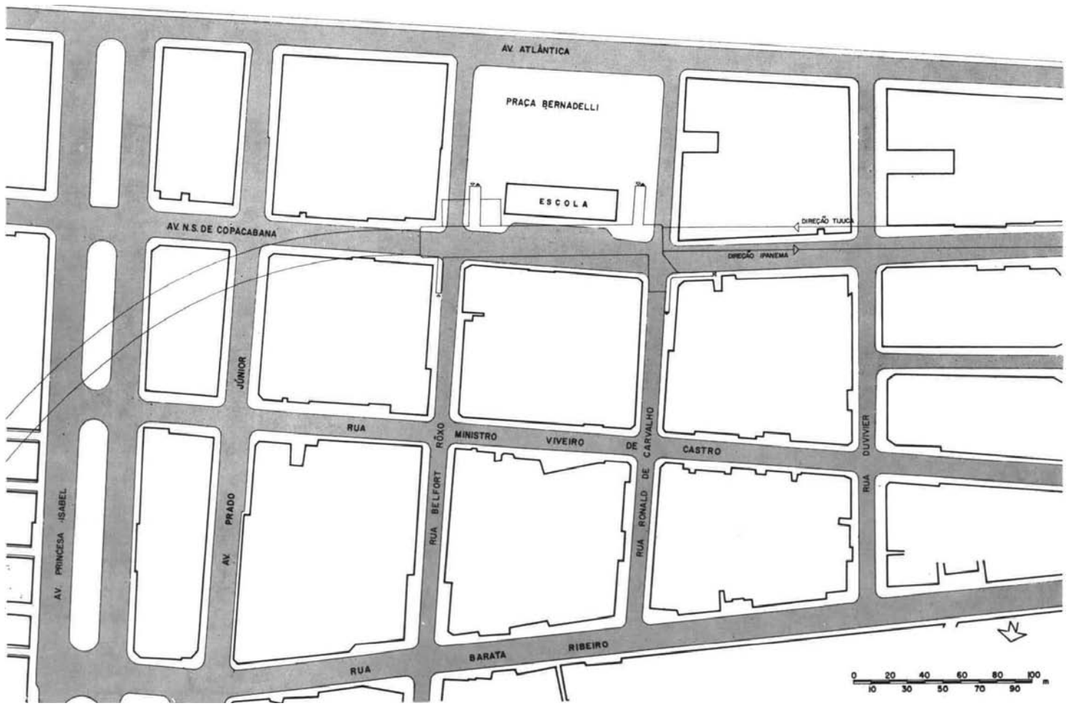


Fig. H14
Estação Lido



Situação



2.4.1.11 Lido
(km 8,908 CB-NSP)

Esta primeira estação em Copacabana deverá ser localizada o mais possível a leste para abranger em sua área de influência o Bairro do Leme. O traçado do trecho em escudo que desembocará na Avenida N. S. de Copacabana foi projetado para corresponder a esta exigência.

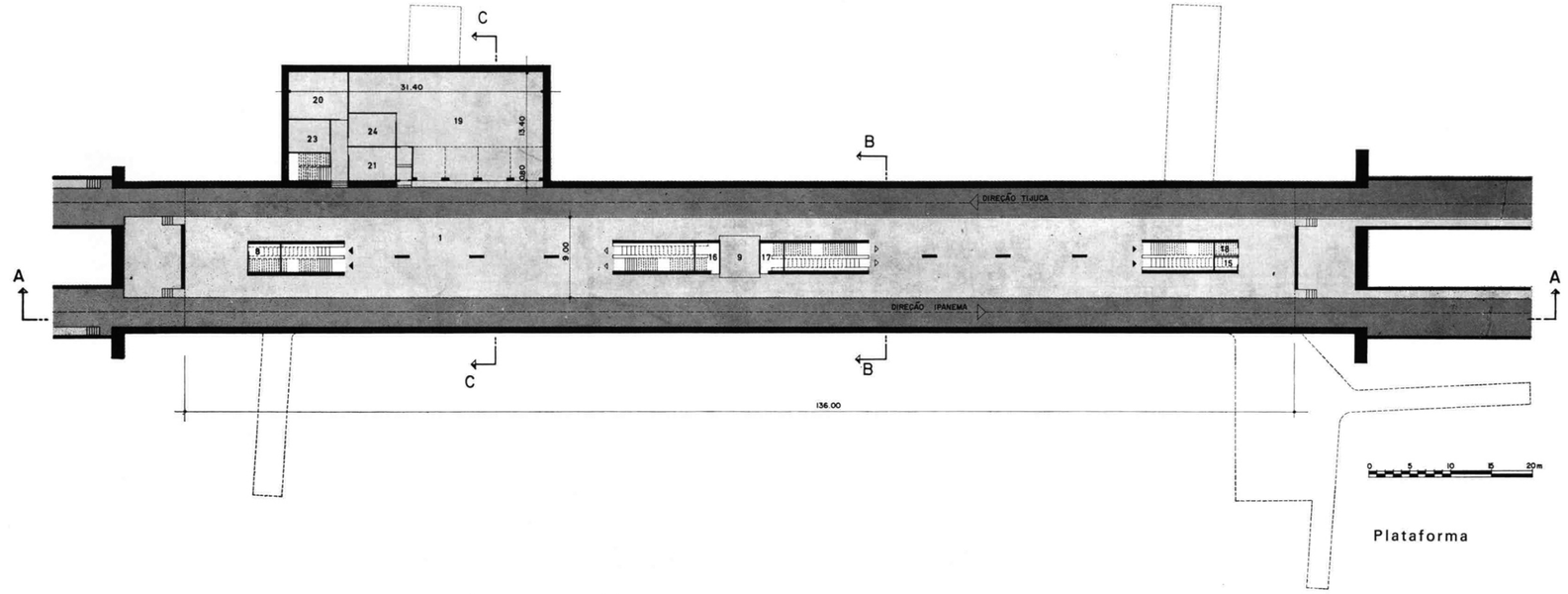
Mesmo assim não se poderá prescindir de um serviço de ônibus de acesso, pelo fato de a extremidade do Leme se encontrar a uma distância não inferior a 1,0 km.

Em virtude das edificações existentes restou para a estação uma área estreita claramente delimitada na Praça Bernardelli (Lido), onde mal podem ser instaladas, nas cabeceiras das plataformas, os poços iniciais para o avanço do escudo.

Devido ao método de avanço por escudo, empregado nos trechos em túnel adjacentes, a plataforma interna escolhida, que foi projetada com uma largura de 9,00 m em vista do volume de tráfego e das escadas, será localizada a cêrca de 13 m sob o nível da rua, mais profunda que as plataformas anteriormente descritas.

Para o mezanino, que se estende por todo o comprimento da estação e contém numerosas lojas, estão previstos cinco acessos, que servem simultâneamente para a travessia da Avenida N. S. de Copacabana, com seu tráfego intenso. A área necessária para os poços iniciais para os escudos servirá, na fase final, simultâneamente para combate aos jatos de ar.

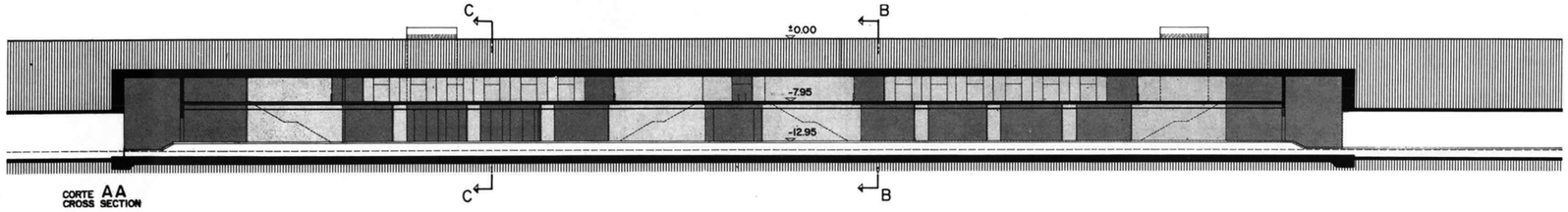
Os compartimentos operacionais, que incluem também uma subestação, tiveram que ser distribuídos muito lateralmente devido à exiguidade de espaço, dando-se preferência a uma solução de dois andares, a fim de reduzir as escavações.



Plataforma

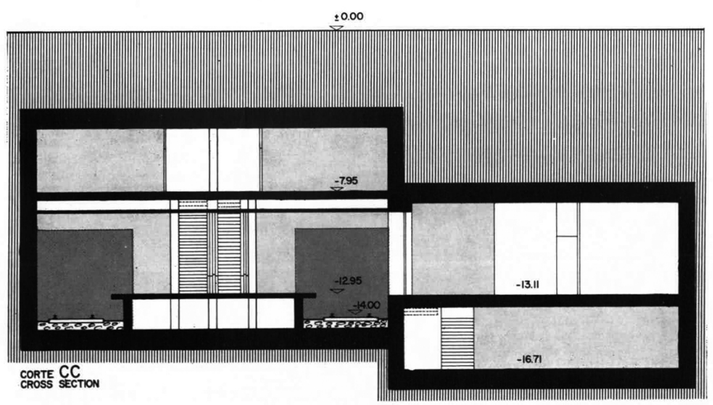
▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
11 Fiscal de operações
12 Pessoal de linha
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
19 Subestação
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

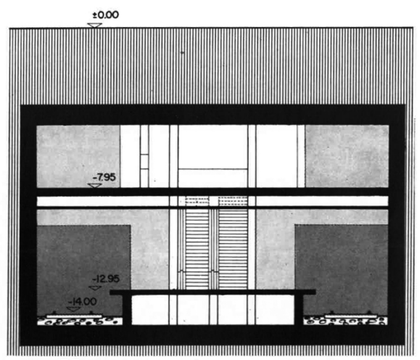


CORTE AA
CROSS SECTION

Cortes

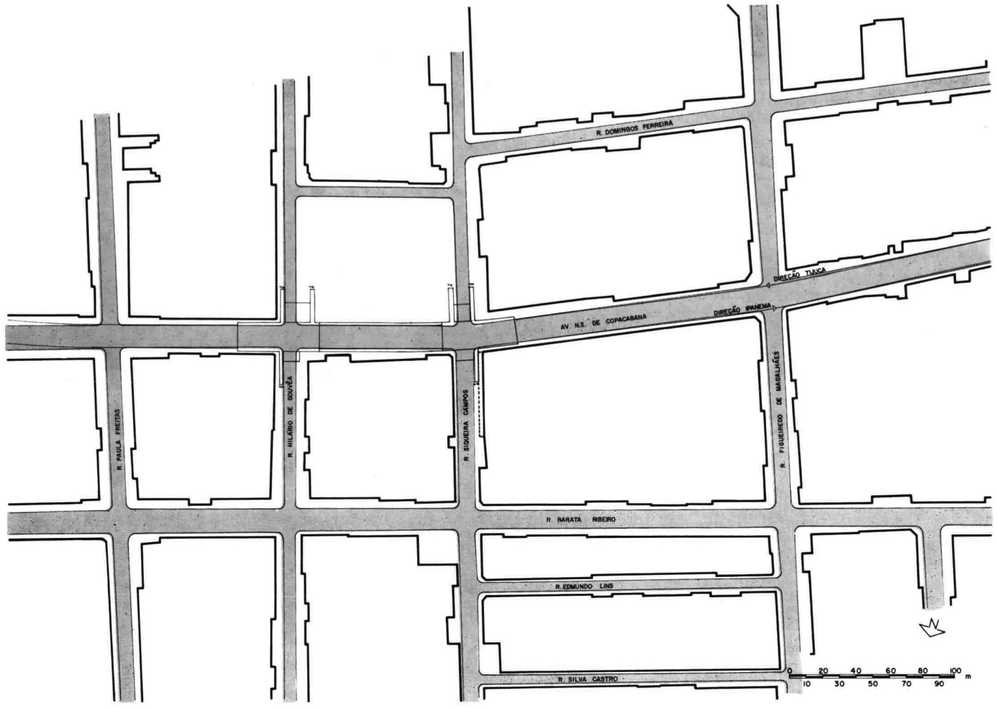


CORTE CC
CROSS SECTION



CORTE BB
CROSS SECTION

Fig. H15
Estação Siqueira Campos



Situação



Estação com plataforma interna

2.4.1.12 Siqueira Campos
(km 9,844 CB-NSP) (Fig. H 15)

Raimundo Corrêa
(km 10,425 CB-NSP) (Fig. H 2)

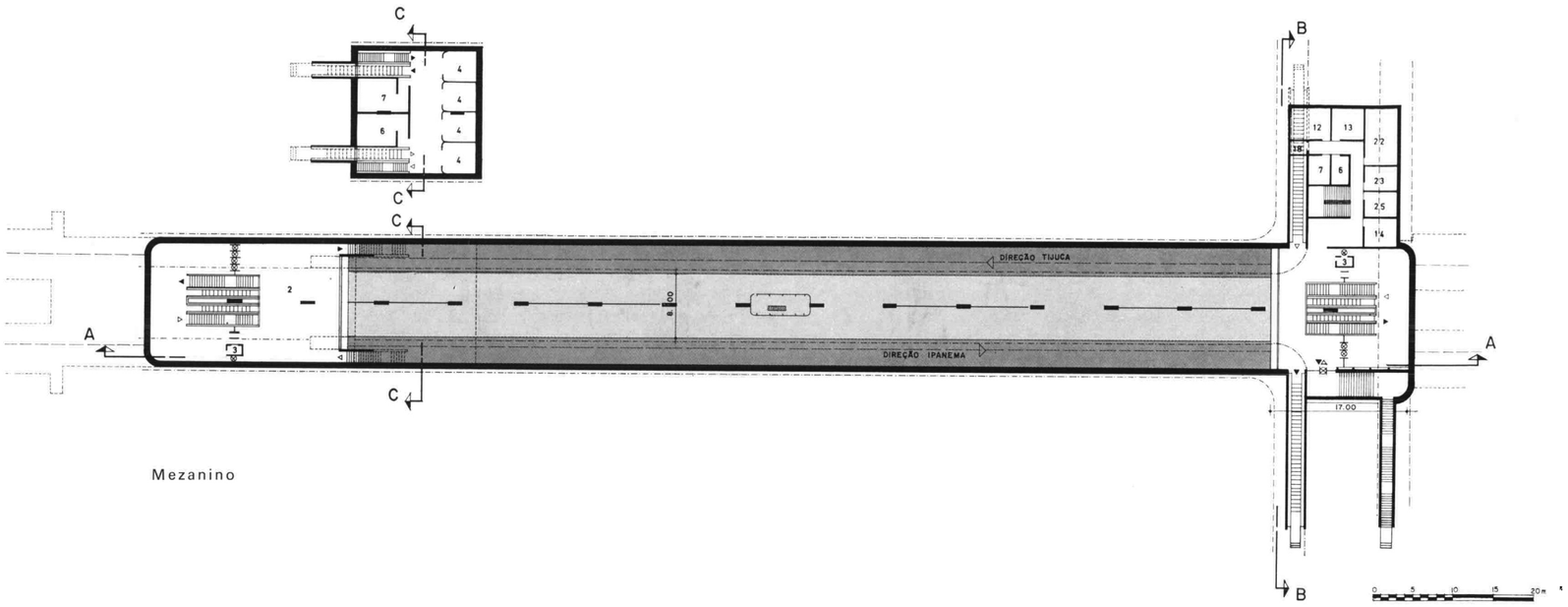
Miguel Lemos
(km 11,425 CB-NSP) (Fig. H 2)

Estas estações também estão situadas na Avenida N. S. de Copacabana. Como apresentam, em muitos aspectos, os mesmos problemas da Estação Lido, assemelham-se-lhe também no projeto. Em todos os casos os túneis adjacentes serão executados pelo método do escudo, de maneira que suas plataformas também serão internas, com larguras de 9,00 m e uma profundidade correspondente. A única diferença será, pràticamente, a disposição dos acessos, que dependerá das condições locais.

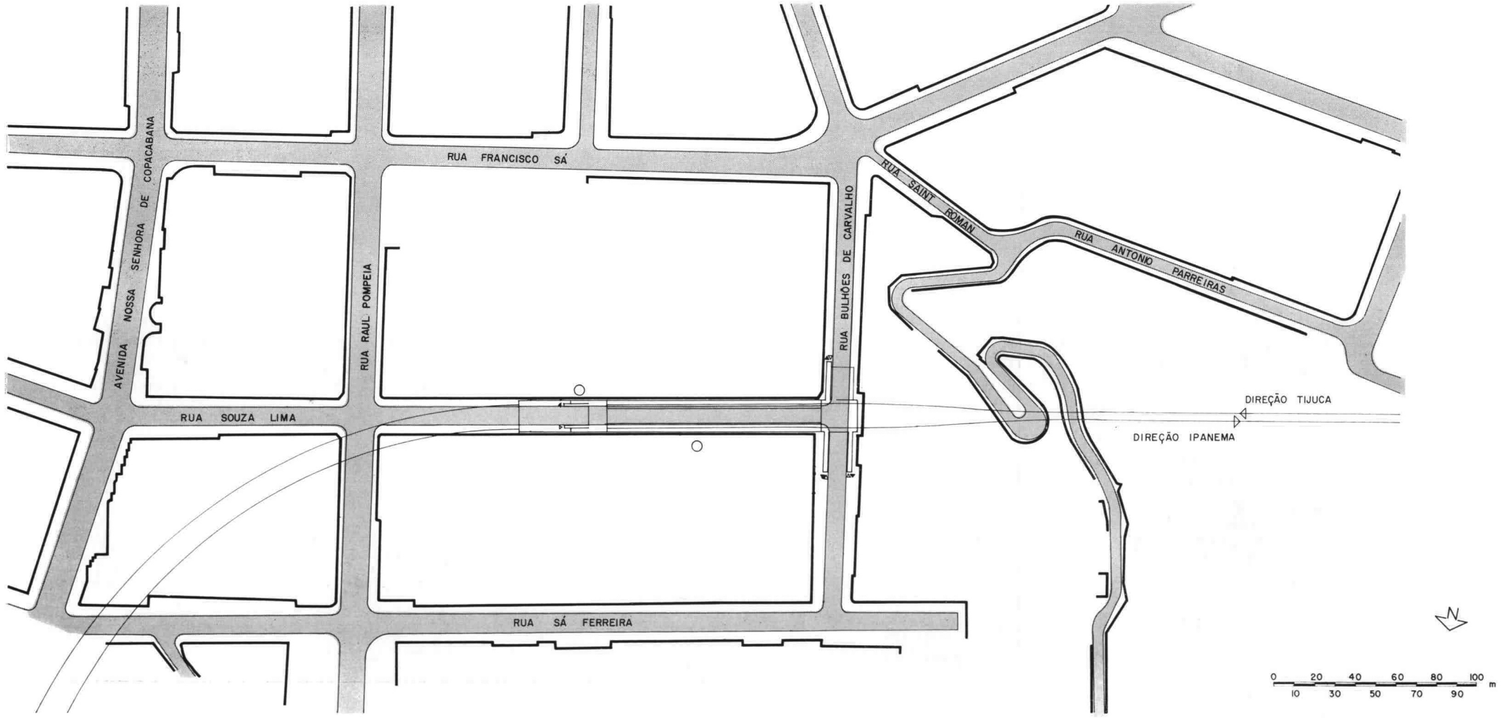
Escada rolante para estação profunda



Fig. H16
Estação Raul Pompéia



Mezanino



Situação

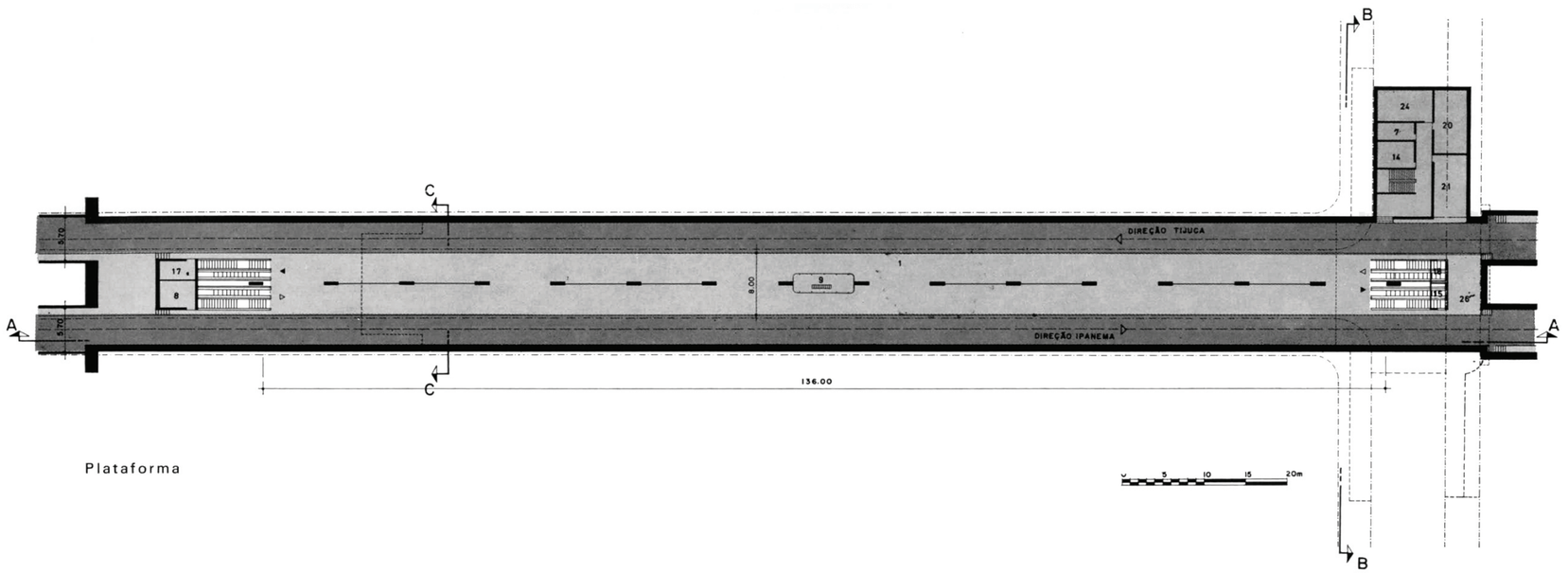
2.4.1.13 Raul Pompéia
(km 11,722 CB-NSP)

Na extremidade do Bairro de Copacabana, onde terminará o trecho previsto para ser construído pelo método de escudo, encontra-se a Estação Raul Pompéia, na Rua Souza Lima, com espaço disponível ainda mais reduzido que a Estação Lido.

A leste da estação, mais uma vez, mal se encontra o espaço necessário para o poço do escudo. A oeste da estação encontra-se um edifício de dez andares, sob o qual o metrô deverá ser construído.

Em cada cabeceira da estação foram previstos mezaninos pequenos, através dos quais pode ser alcançada a plataforma interna, a qual tem sòmente 8,00 m de largura devido à exiguidade de espaço, suficiente, porém, para o tráfego. Os compartimentos operacionais (dois andares) e mesmo as escadas de acesso na extremidade oeste da estação tiveram que ser colocadas em sentido lateral, na Rua Bulhões de Carvalho.

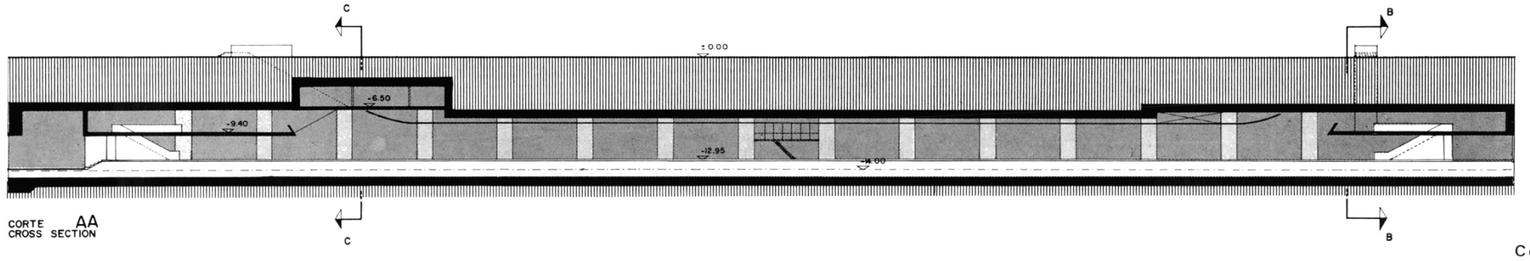
Logo que forem empreendidas pesquisas do subsolo mais pormenorizadas neste trecho, deve-se examinar, como alternativa, a possibilidade de construir a Estação Raul Pompéia na encosta rochosa próxima do Morro de



Plataforma

- ▷ Entrada
- ▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

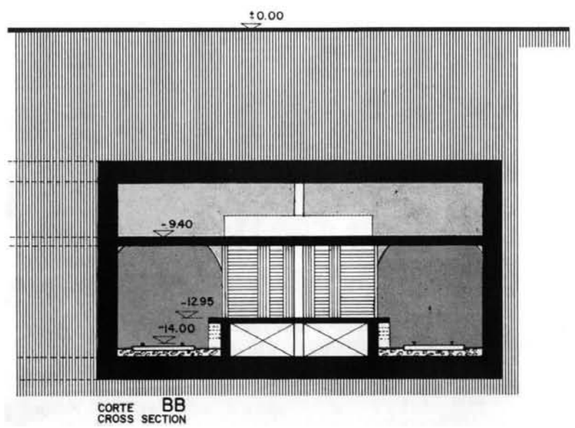


CORTE AA
CROSS SECTION

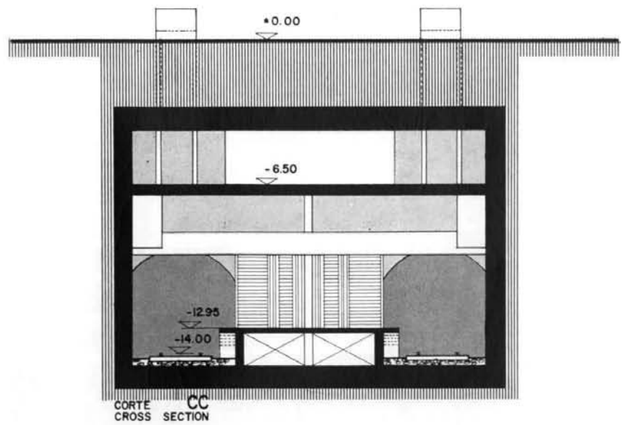
Cortes

Cantagalo. Parece viável construir na rocha uma estação com plataformas externas, de grande efeito arquitetônico, abobadada e, portanto, sem colunas.

O acesso dos passageiros a leste deveria ser perfurado desde a Rua Raul Pompéia; o acesso a oeste, desde a Rua Jangadeiros. Com esta solução poder-se-ia eliminar a próxima estação (General Osório), sem modificar sensìvelmente as áreas de influência das estações. Esta solução acarretaria, provàvelmente, grandes reduções nos custos.

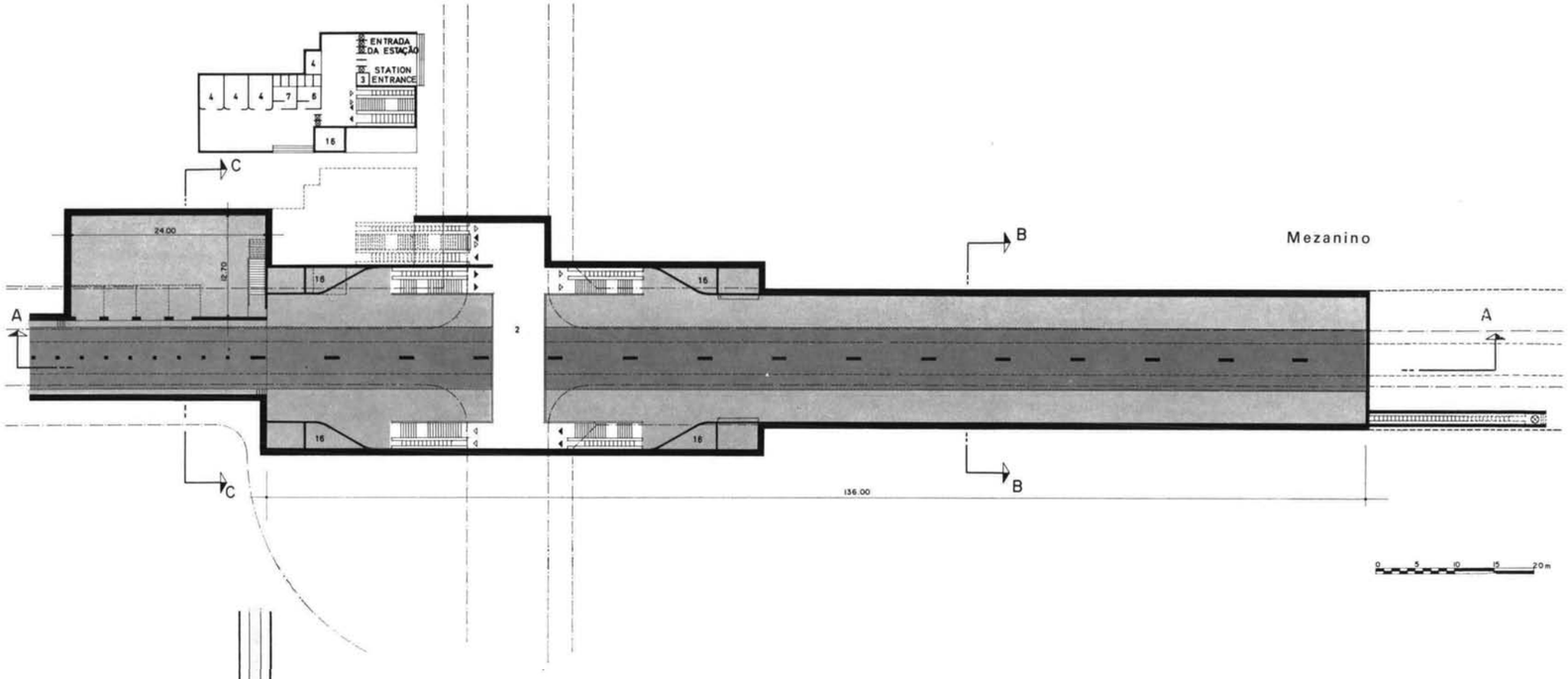


CORTE BB
CROSS SECTION

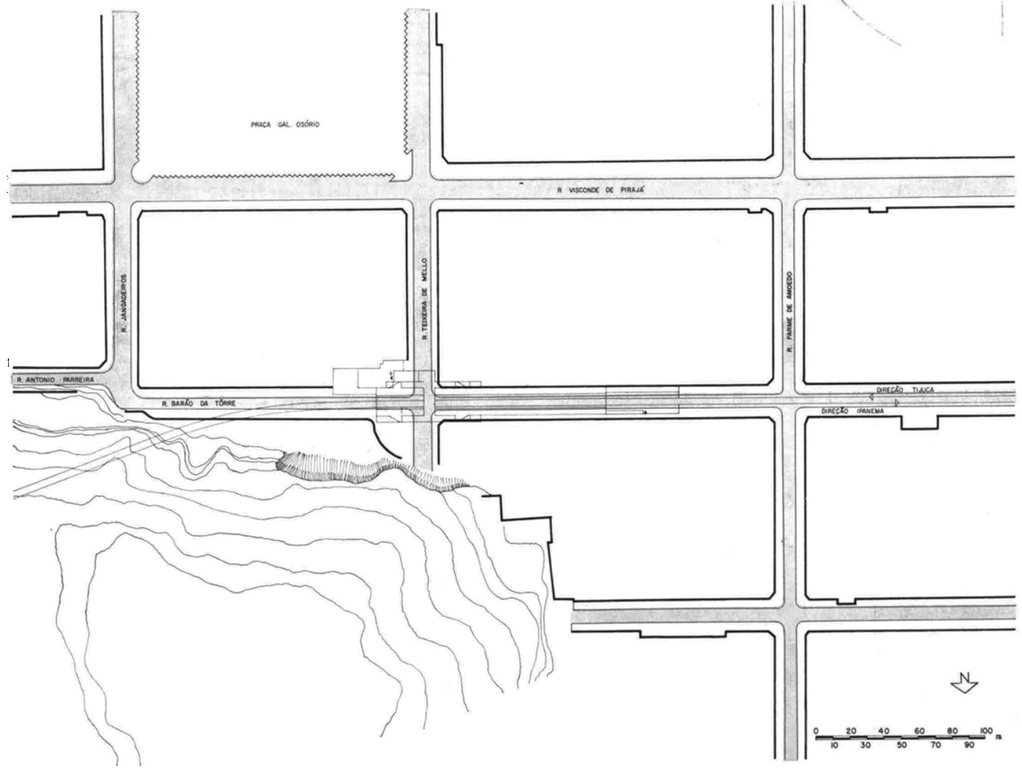


CORTE CC
CROSS SECTION

Fig. H17
Estação General Osório



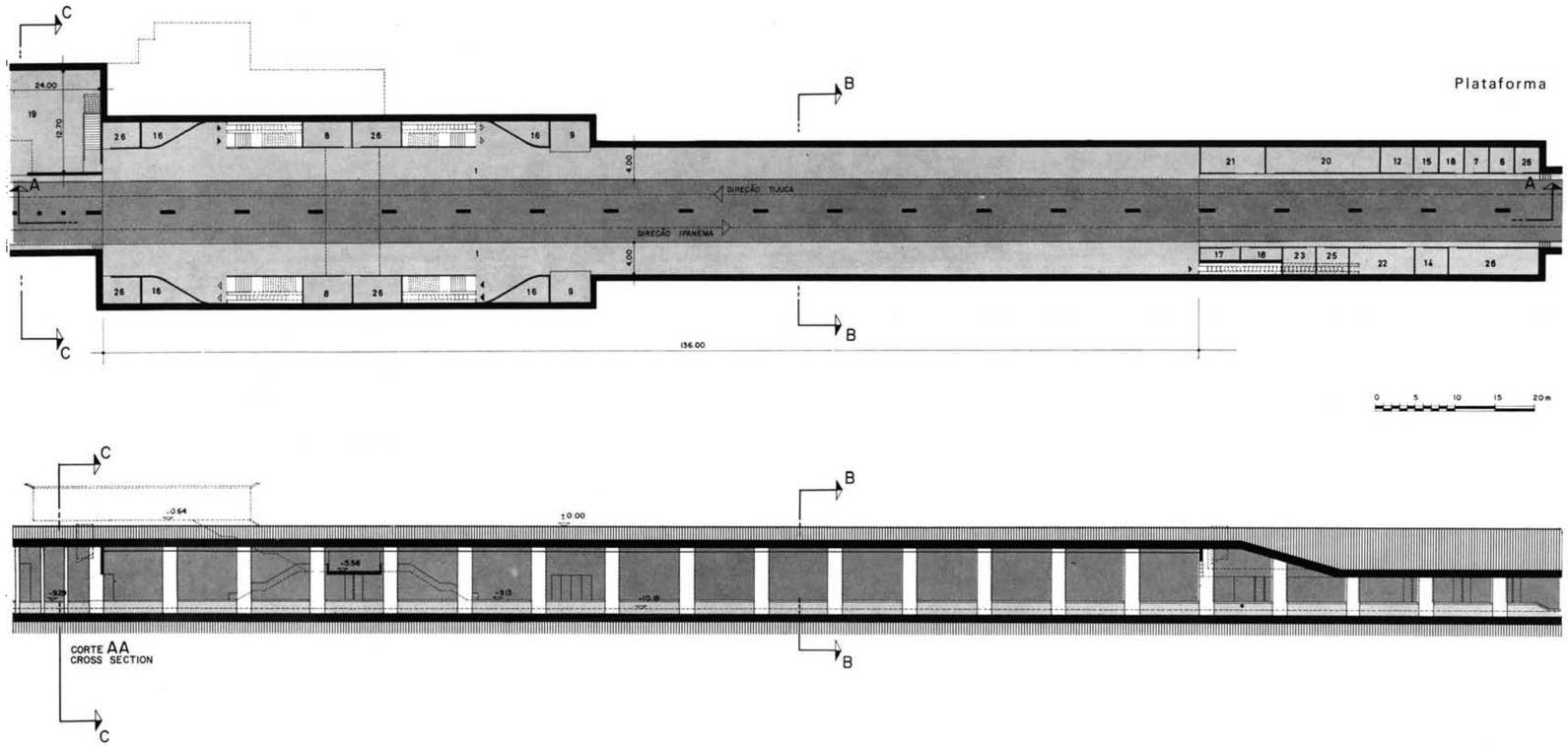
Situação



2.4.1.14 General Osório
(km 12,260 CB-NSP)

Esta estação foi prevista tão próxima da praça do mesmo nome, de intenso movimento, quanto o permitia o traçado.

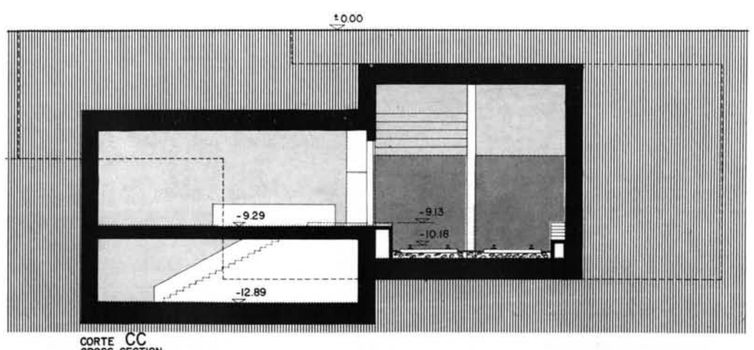
Em vez de um mezanino para distribuir o fluxo de tráfego, foi projetado um saguão na superfície. A ligação entre as duas plataformas externas, de 4,00 m de largura, foi prevista por meio de uma passagem superior dentro da gare da da estação. Para a hora de ''rush'' vespertina foi projetada uma saída adicional no extremo oeste da estação.



▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

Cortes



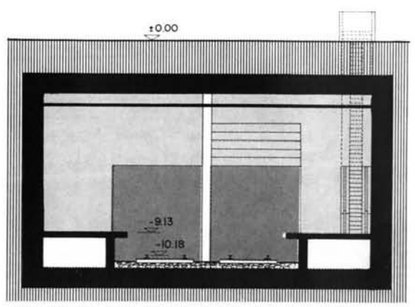
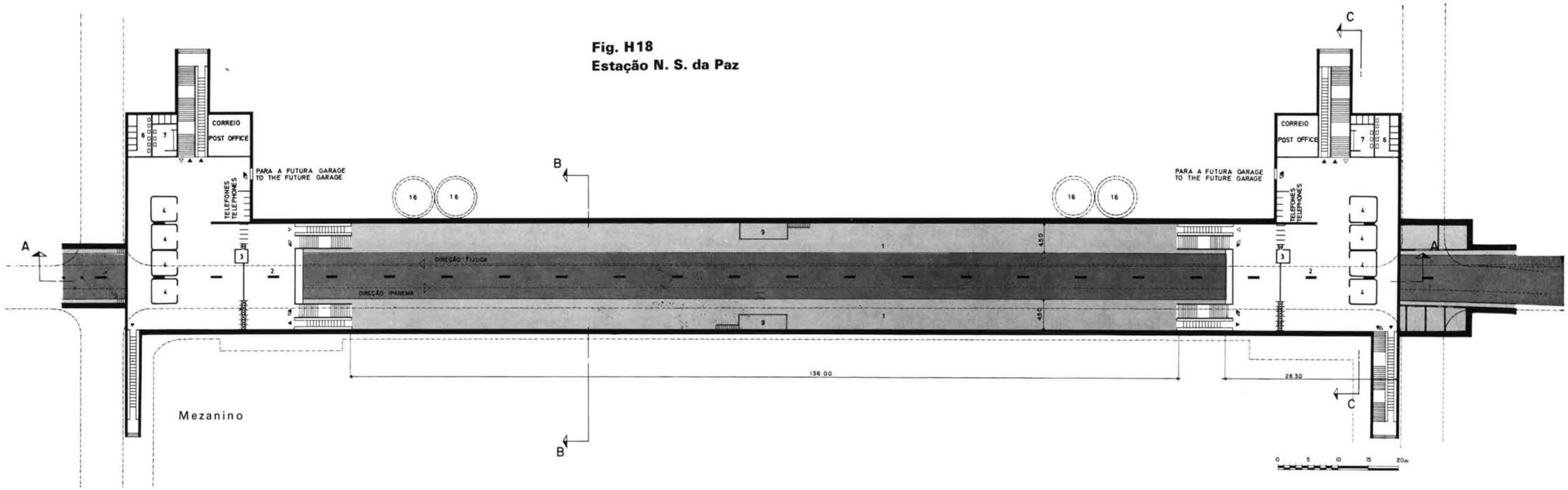
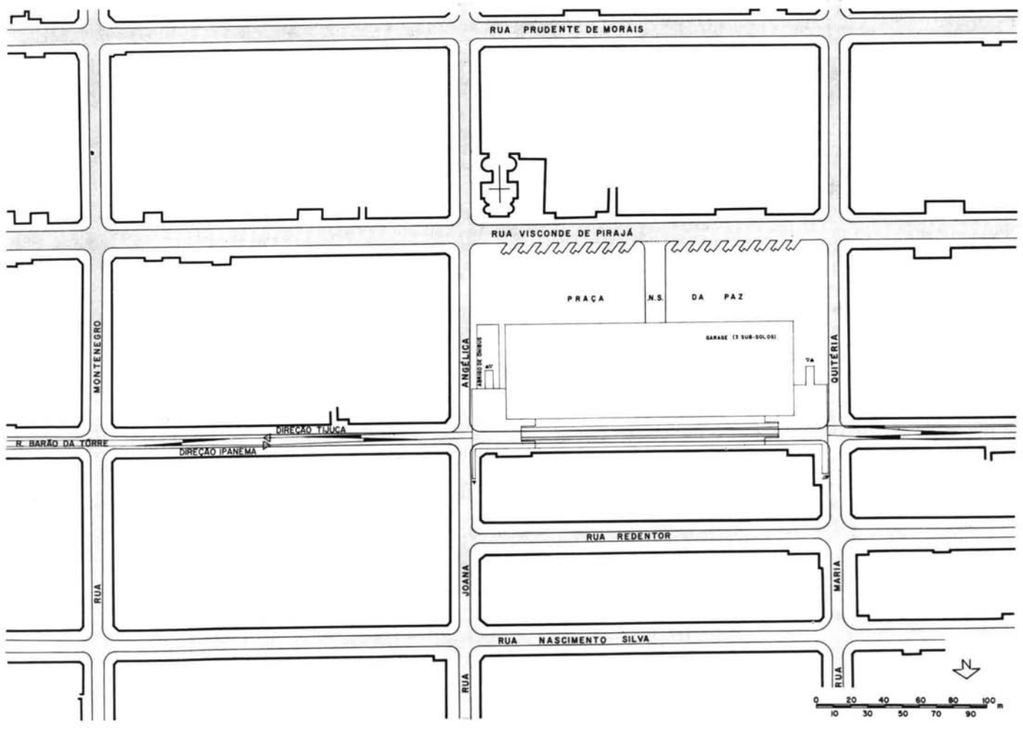


Fig. H18
Estação N. S. da Paz



Situação



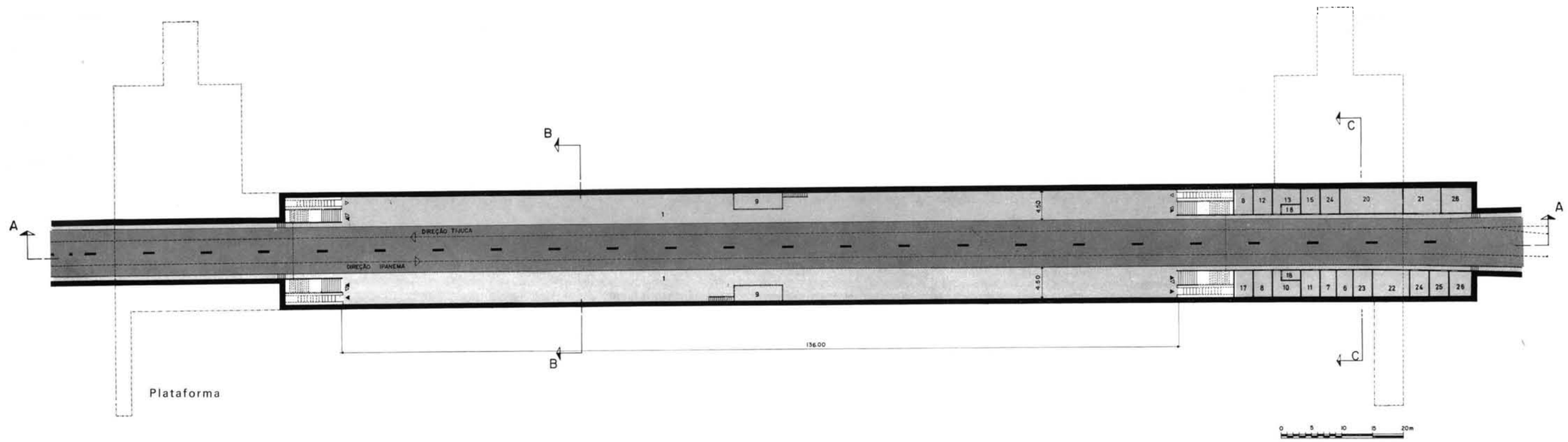
▷ Entrada
▶ Saída

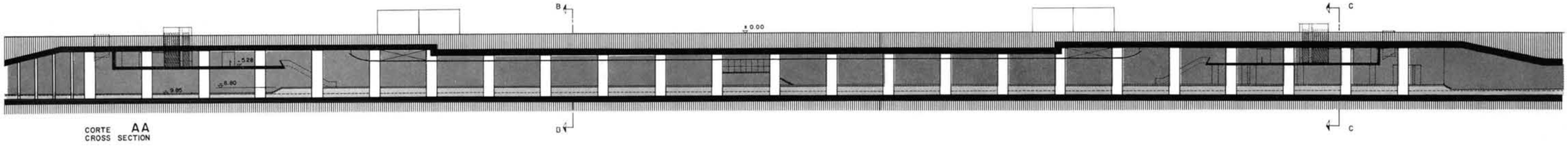
1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
10 Pessoal das composições
11 Fiscal de operações
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
15 Bombas
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

2.4.1.15 Nossa Senhora da Paz
(km 12,978 CB-NSP)

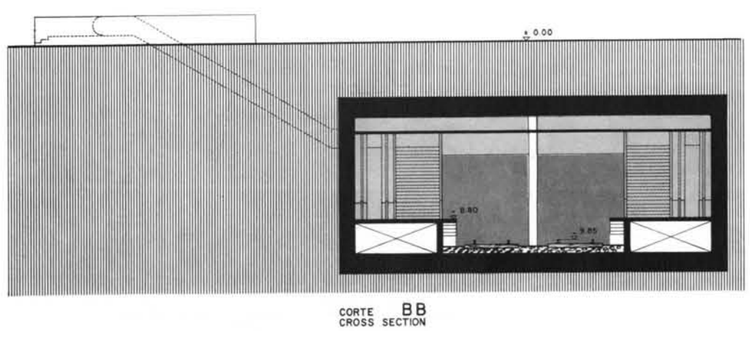
Esta estação representa a extremidade sul da "Linha Prioritária". Como no caso da Estação Botafogo, sua área de influência não está limitada pela distância que poderá ser imposta aos pedestres. A ela afluirão passageiros vindos de ônibus do Leblon, Gávea e Barra da Tijuca. O local oferece a possibilidade de se construir uma estação de ônibus. Uma garagem subterrânea de vários pavimentos, cuja localização consta da Fig. H18 poderia servir para o sistema "park and ride".
Foram projetados acessos diretos do referido local aos dois mezaninos que se encontram nas cabeceiras da estação. A largura de cada plataforma externa é de 4,50 m.

Poder-se-ia prever a construção mais estreita da plataforma norte, que serve únicamente aos desembarques. Considerando, entretanto, que a plataforma norte eventualmente servirá também aos embarques (foram previstas as ligações de vias necessárias), e que no futuro a Linha 1 talvez seja prolongada, a plataforma norte foi também projetada com uma largura de 4,50 m.
Os compartimentos operacionais previstos no prolongamento oeste da estação são seguidos de três desvios de estacionamento.
Se houver necessidade de vias de estacionamento adicionais, dever-se-ia examinar até que ponto se poderia utilizar a área da favela a oeste da Avenida Afrânio de Melo Franco para vias de estacionamento na superfície, ou ainda, uma parte da Lagoa Rodrigo de Freitas para instalações de estacionamento no subsolo.


A
B
C
DIREÇÃO TIJUCA
DIREÇÃO IPANEMA
136.00
Plataforma
0 5 10 15 20m


± 0.00
-5.28
CORTE AA
CROSS SECTION

Cortes


± 0.00
CORTE BB
CROSS SECTION

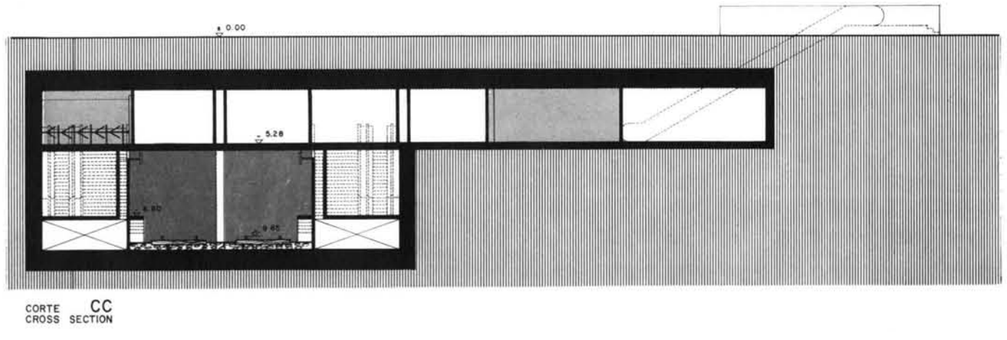
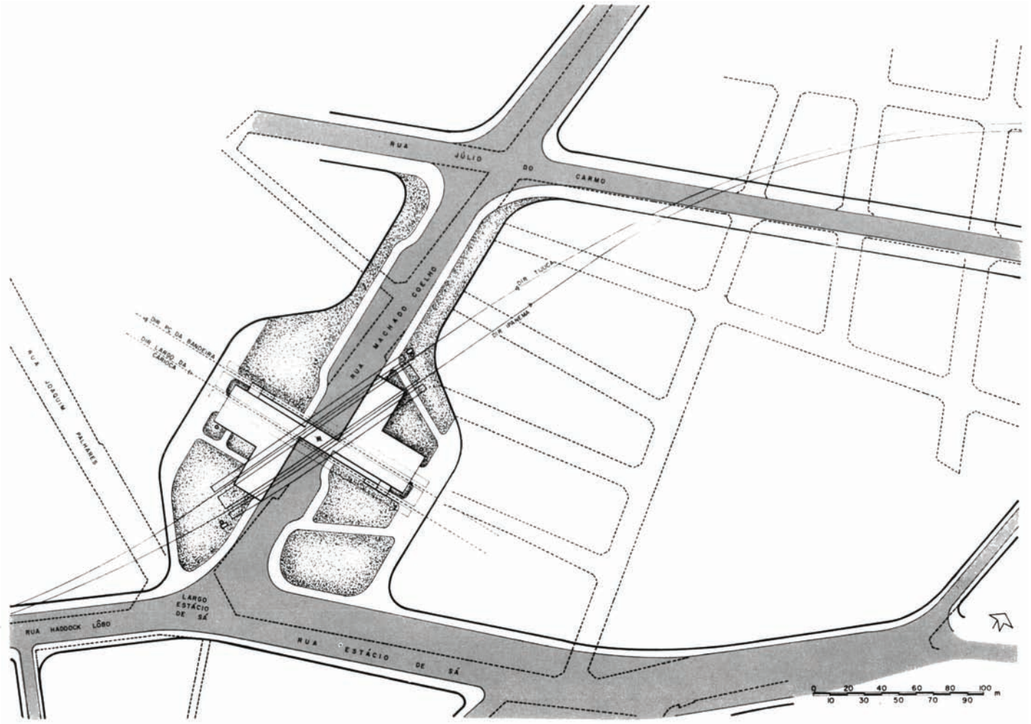

± 0.00
5.28
CORTE CC
CROSS SECTION

Fig. H 19 – parte 1
Estação Estácio de Sá



Situação

2.4.1.16 Cidade Nova
(km 1,079 CB-SP)

Esta estação encontra-se dentro de uma zona cuja urbanização está sendo projetada. É, pois, prematura a elaboração de um anteprojeto da estação, ainda mais que a CEPE-1, encarregada do projeto da Cidade Nova, ainda estuda as vantagens de aterrar tôda a área para melhor escoamento das águas. Assim, foi a estação apenas planejada, no traçado pela Rua Benedito Hipólito, no km 1,079 CB-SP, aproximadamente, a igual distância entre as duas estações vizinhas. A CEPE-1 tem, portanto, amplas possibilidades de incluir em seus planos o efeito atrativo de um metrô moderno.

2.4.1.17 Estácio de Sá
(km 1,967 CB-SP)

A estação Estácio de Sá será em dois níveis, servindo às Linhas 1 e 2, que aí se cruzam, e virá a ser, como a Estação Largo da Carioca, uma estação particularmente importante da Rêde.
Sendo conveniente não conduzir todos os ônibus procedentes da Zona Norte à Estação ferroviária D. Pedro II, ou mesmo mais adiante, em direção ao Centro, foram previstos vários pontos finais de ônibus, cujo número pode ser aumentado a qualquer tempo, conforme as necessidades.
Todavia, o tráfego de baldeação entre as linhas predominará marcadamente. Sòmente o Centro Administrativo Estadual projetado trará, além dos ônibus, uma contribuição adicional — distribuída pelo dia inteiro — ao fluxo de tráfego normal procedente da estação. Em 1990, 608 000 passageiros utilizarão diàriamente esta estação. Os motivos que determinaram a localização da estação foram expostos em E 2.1.5.2.
As condições locais na periferia da Cidade Nova permitiram um cruzamento das estações em forma de X, com uma disposição favorável das escadas rolantes. Para as duas linhas foi previsto o sistema espanhol, com uma plataforma interna de 9,00 m de largura para os embarques e duas plataformas externas, com 4,00 m de largura cada uma, para os desembarques. O mezanino que se estende sôbre as duas linhas foi transformado arquitetônicamente numa praça coberta, semi-enterrada, pelo que se obtém uma conexão direta com os ônibus, bem como uma profundidade reduzida das duas linhas do metrô. Esta praça é dividida ao meio pela Rua Machado Coelho, mas novamente unida pela sua cobertura, que servirá de ponte para a travessia de pedestres.
Em comparação com a Estação Largo da Carioca, aqui foi previsto um número bem menor de lojas e outros estabelecimentos públicos, porquanto para a maioria dos passageiros a estação servirá apenas de ponto de baldeação, sem estadia prolongada.
A configuração definitiva da estação dependerá do planejamento urbanístico — ainda não conhecido — para a região da Cidade Nova e para o Centro Administrativo Estadual.
Os trechos da Linha 2 não cruzados pela Linha 1 sòmente necessitarão ser executados por ocasião da construção daquela linha.

▷ Entrada

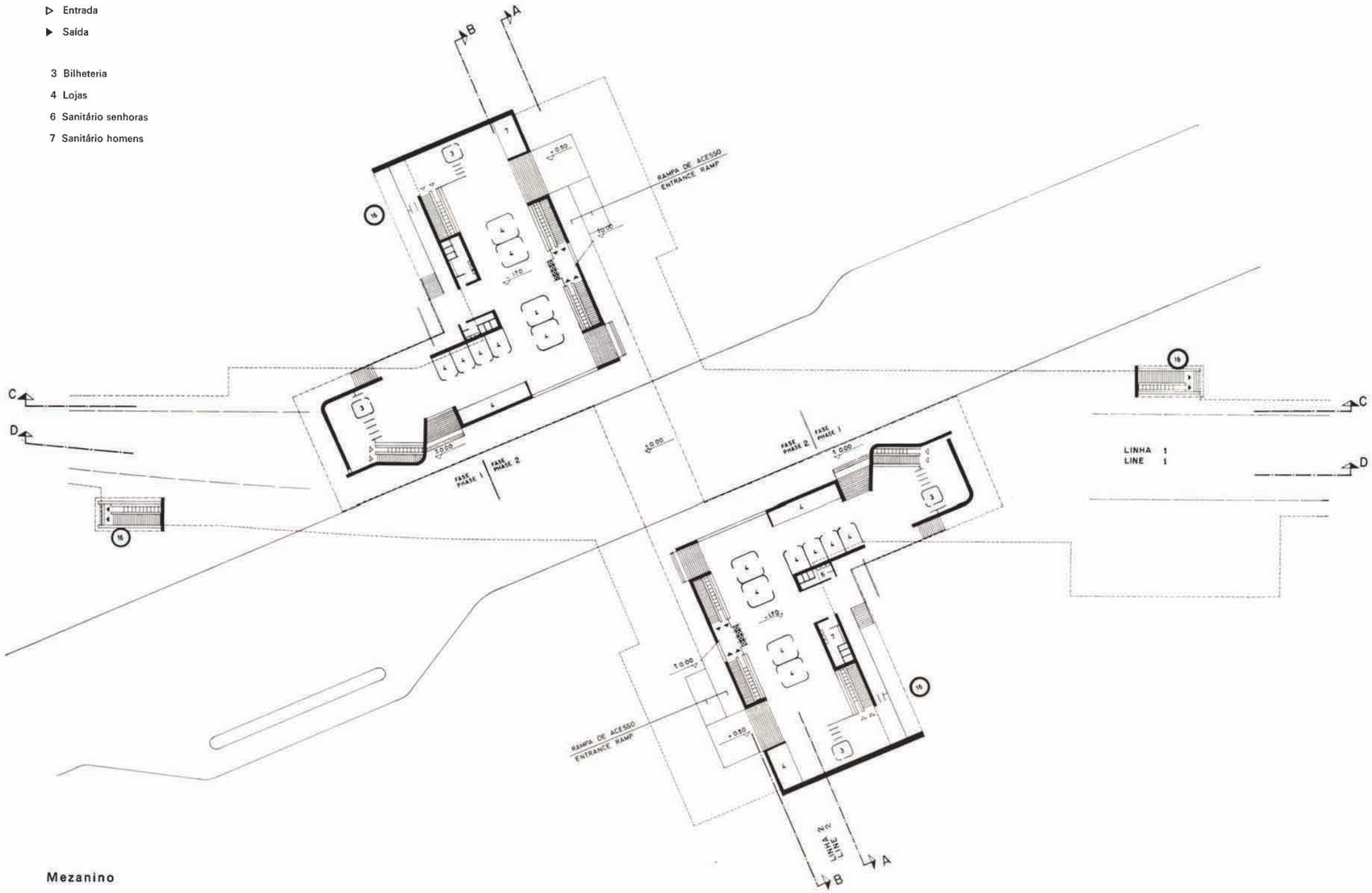
▶ Saída

3 Bilheteria

4 Lojas

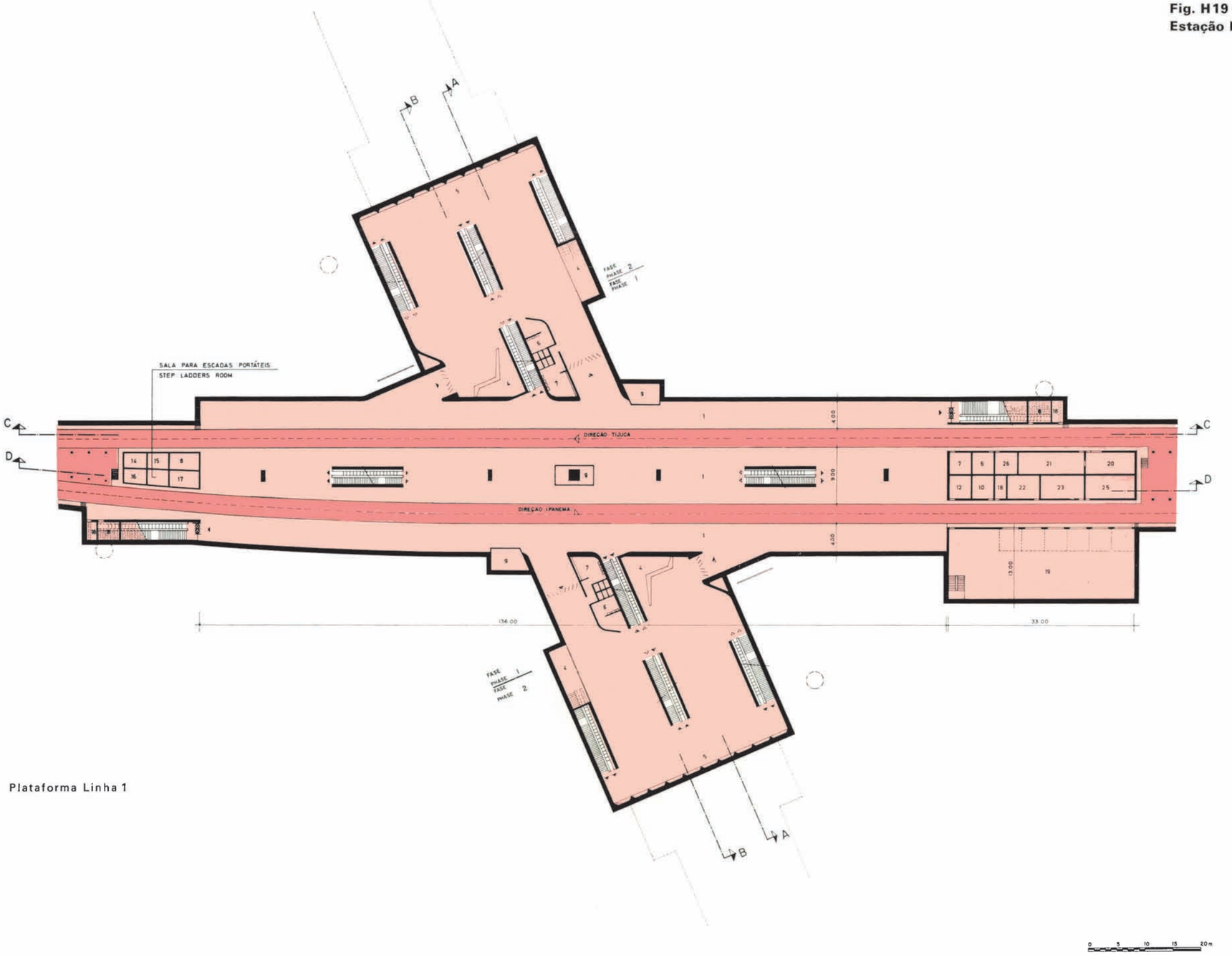
6 Sanitário senhoras

7 Sanitário homens



Mezanino

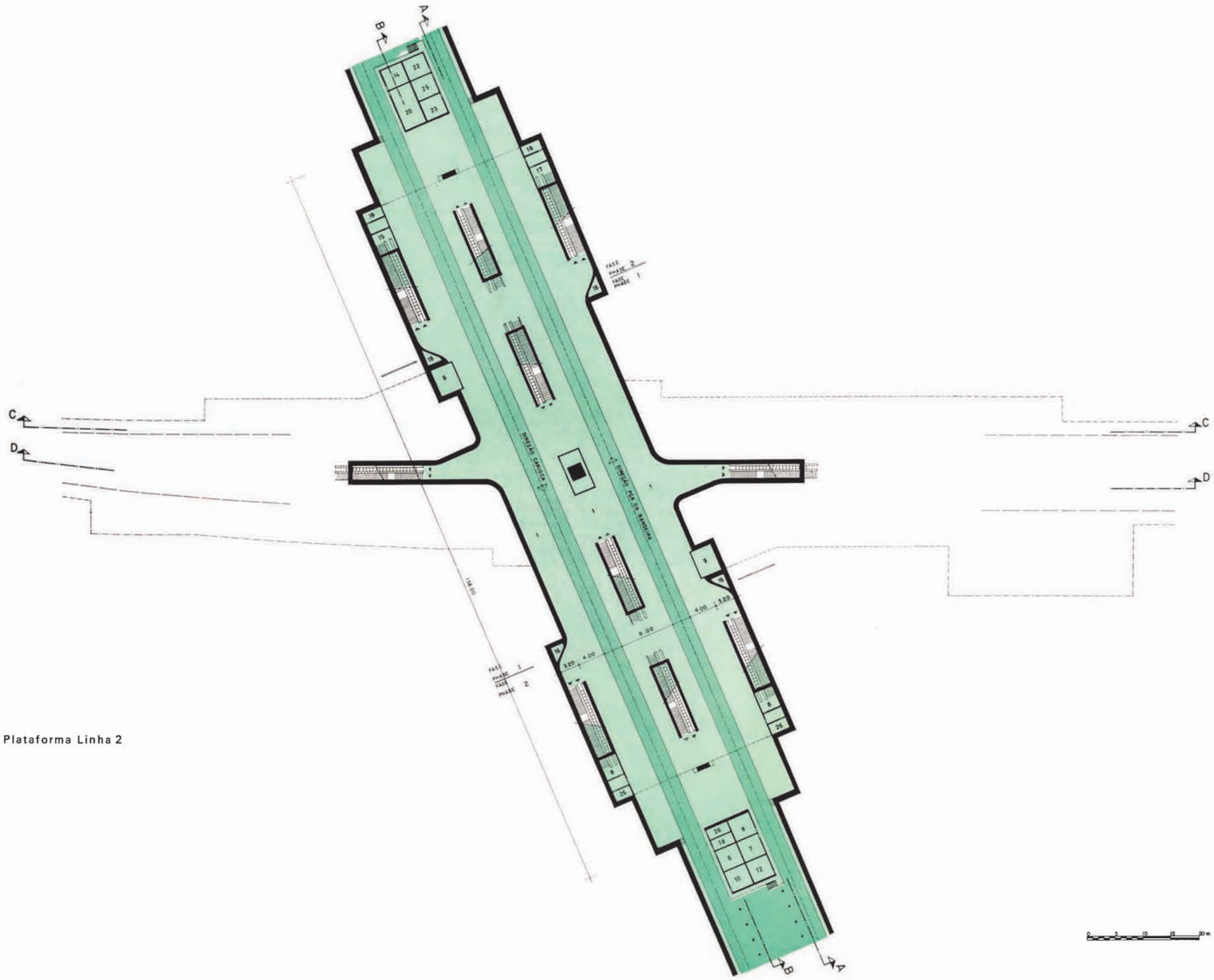
Fig. H19 – parte 2
Estação Estácio de Sá



Plataforma Linha 1

▷ Entrada
▶ Saída
▷▶ Transferência

1 Plataforma
4 Lojas
5 Vitrinas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
10 Pessoal das composições
12 Pessoal de linha
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
19 Subestação
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
25 Telecomunicações
26 Disponível



Plataforma Linha 2

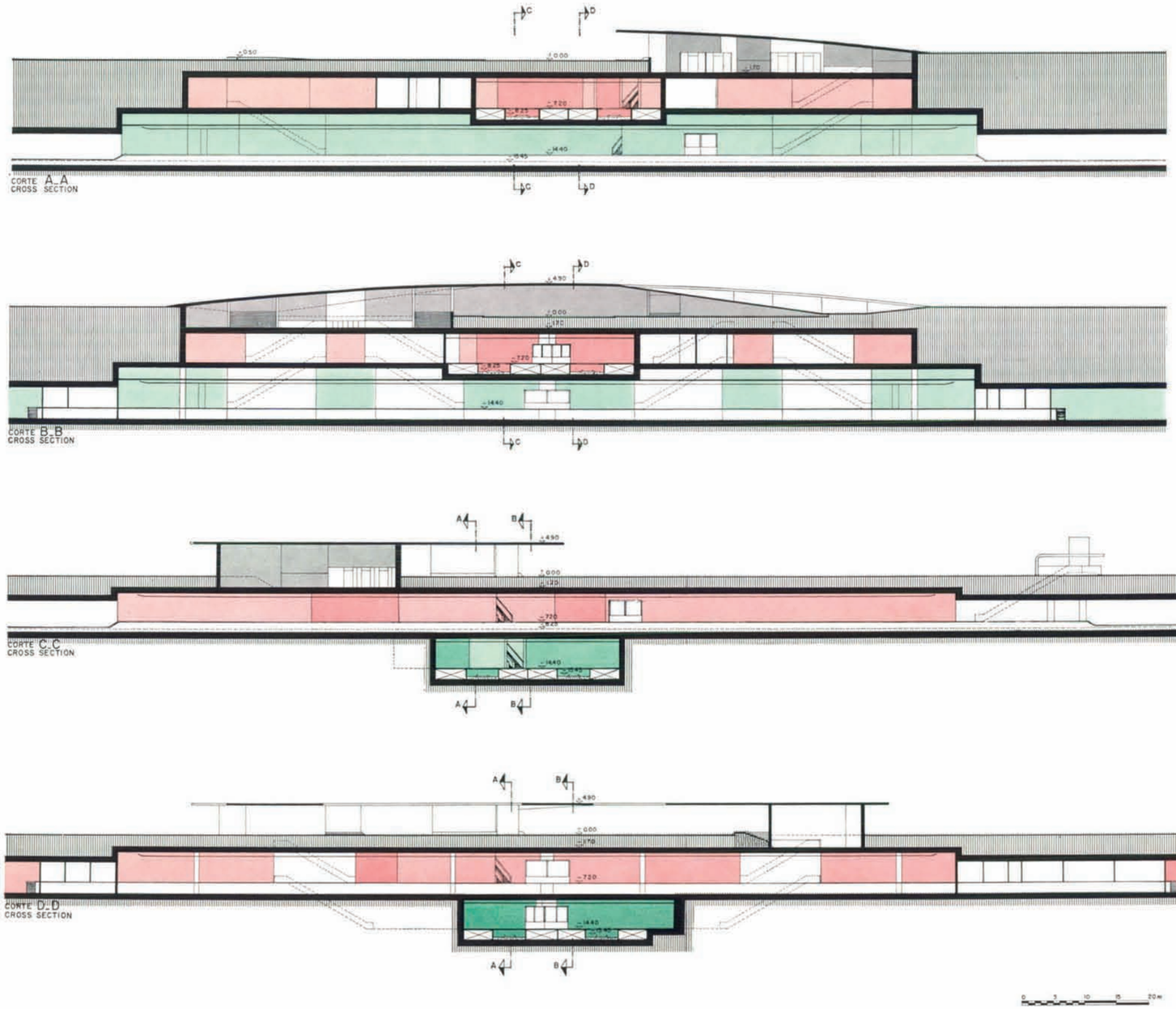


Fig. H19 – parte 3
Estação Estácio de Sá
Cortes

Perspectiva

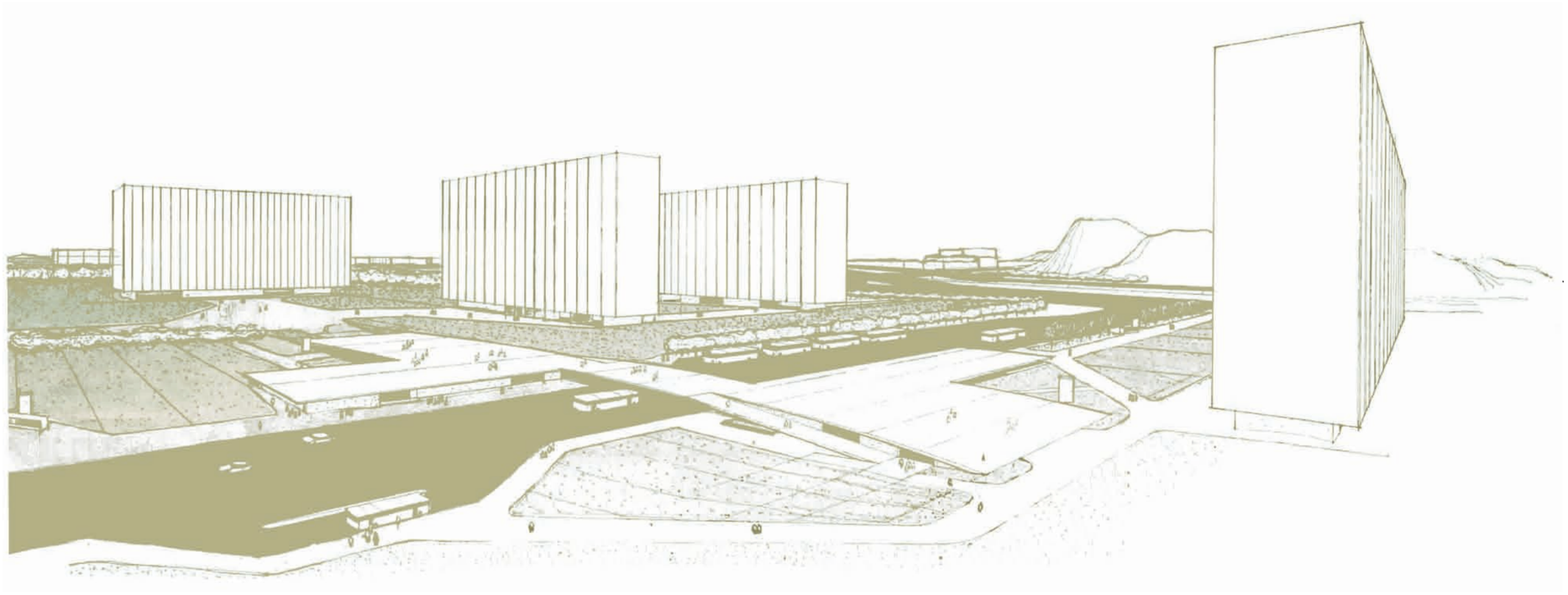
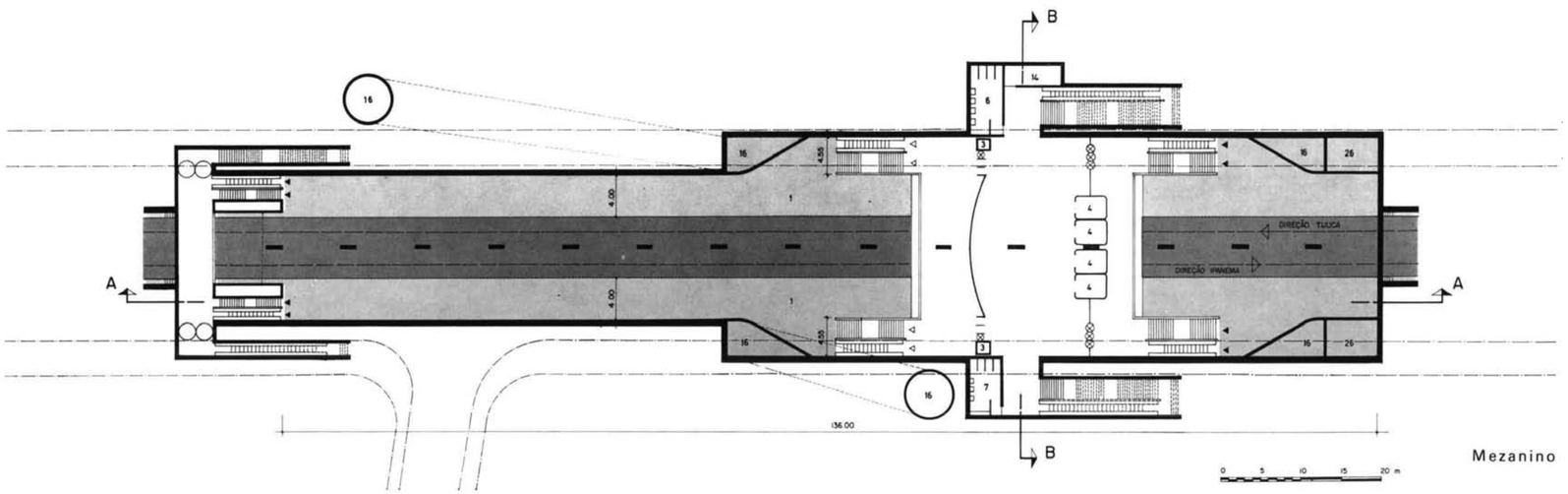
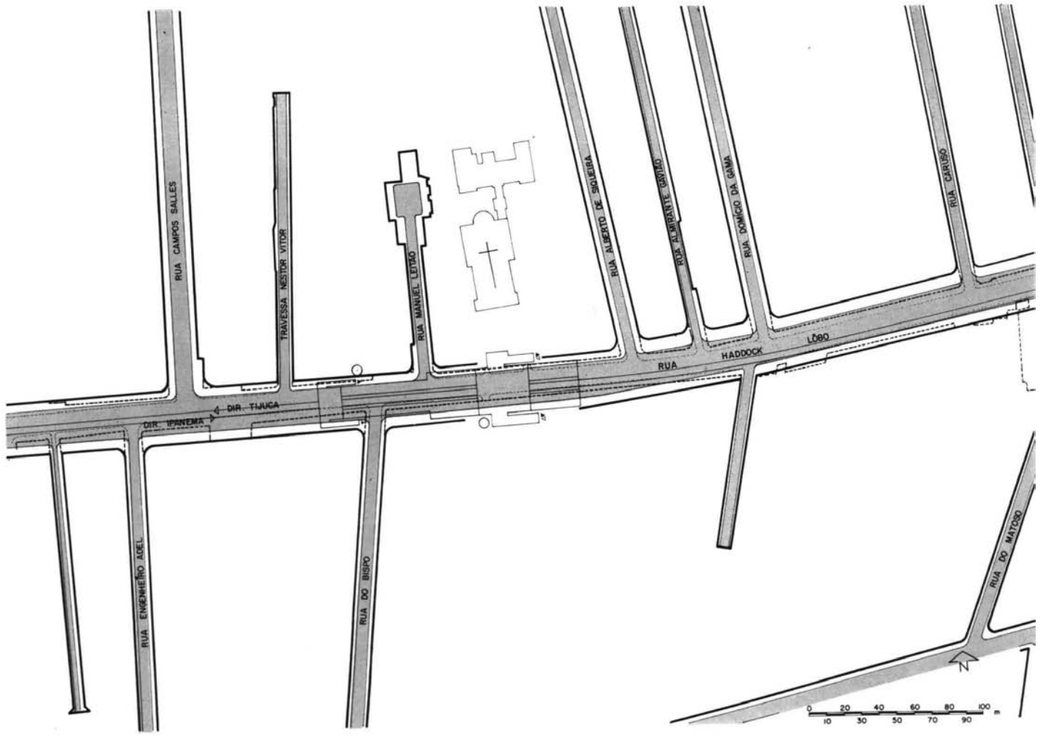


Fig. H 20
Estação Haddock Lôbo



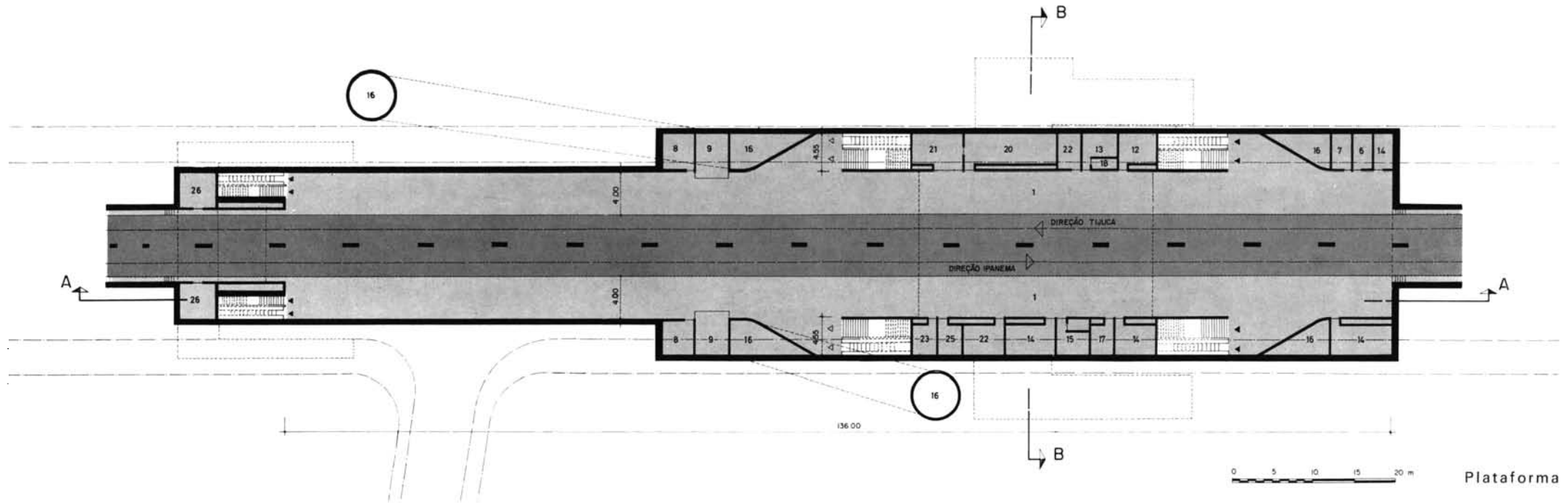
Mezanino



Situação

2.4.1.18 Haddock Lôbo
(km 3,079 CB-SP)

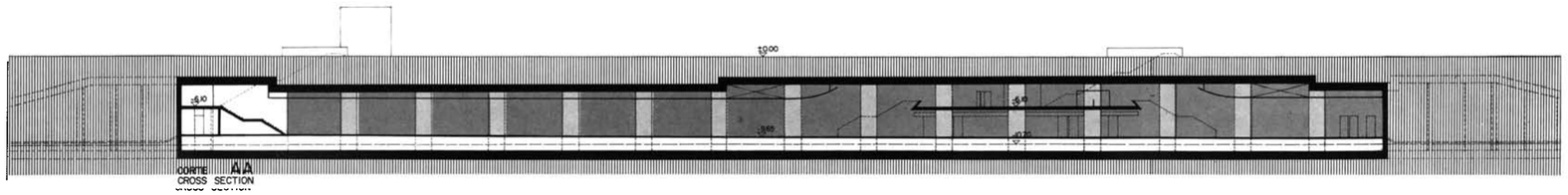
Trata-se aqui de uma estação típica com plataformas externas de 4,00 m de largura, a uma profundidade normal.



Plataforma

▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
25 Telecomunicações
26 Disponível



Cortes

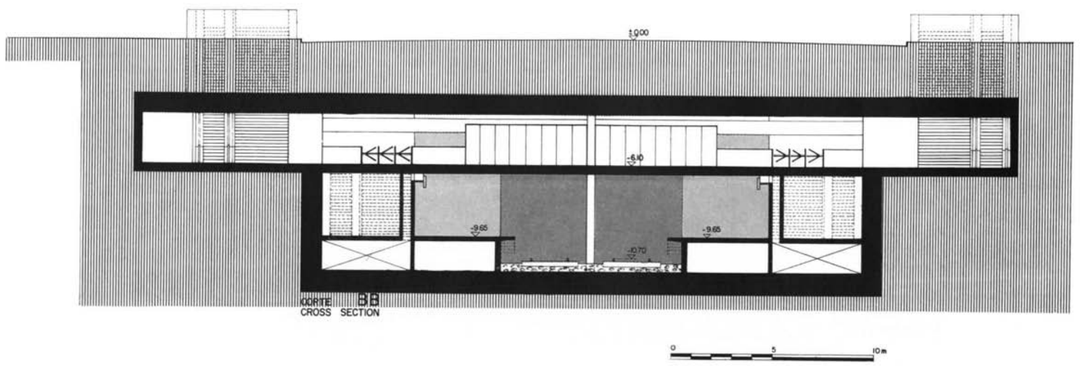
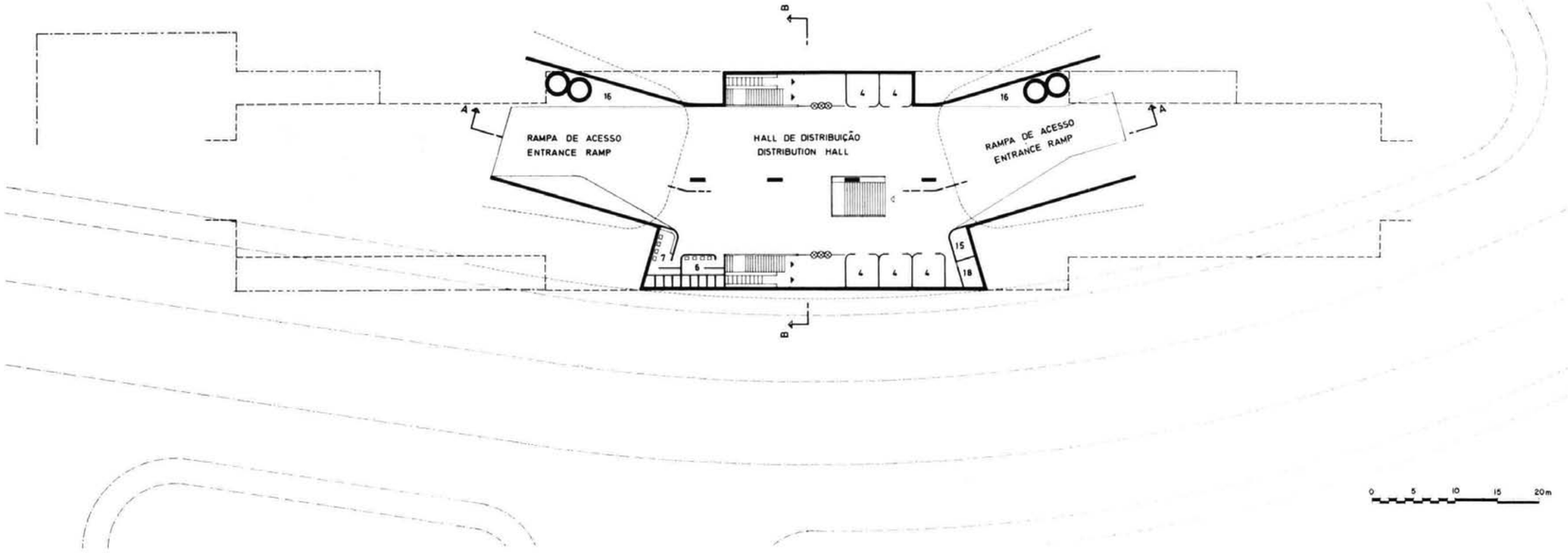
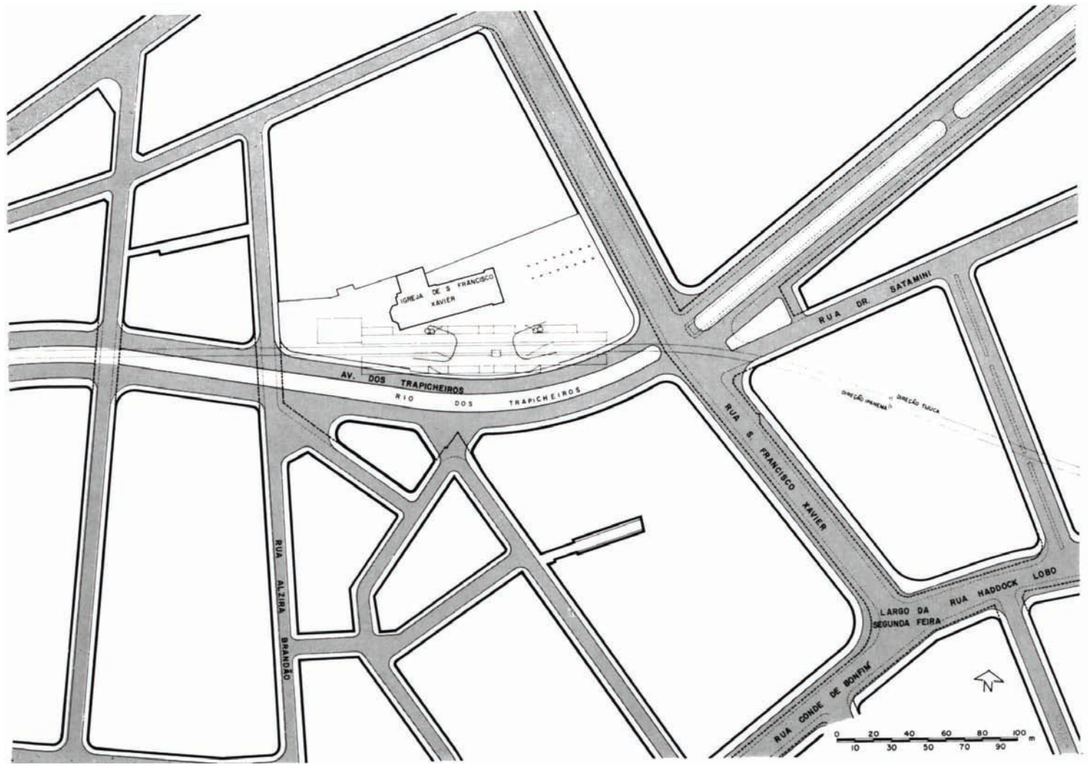


Fig. H 21 – parte 1
Estação Engenho Velho



Saguão — Hall de distribuição

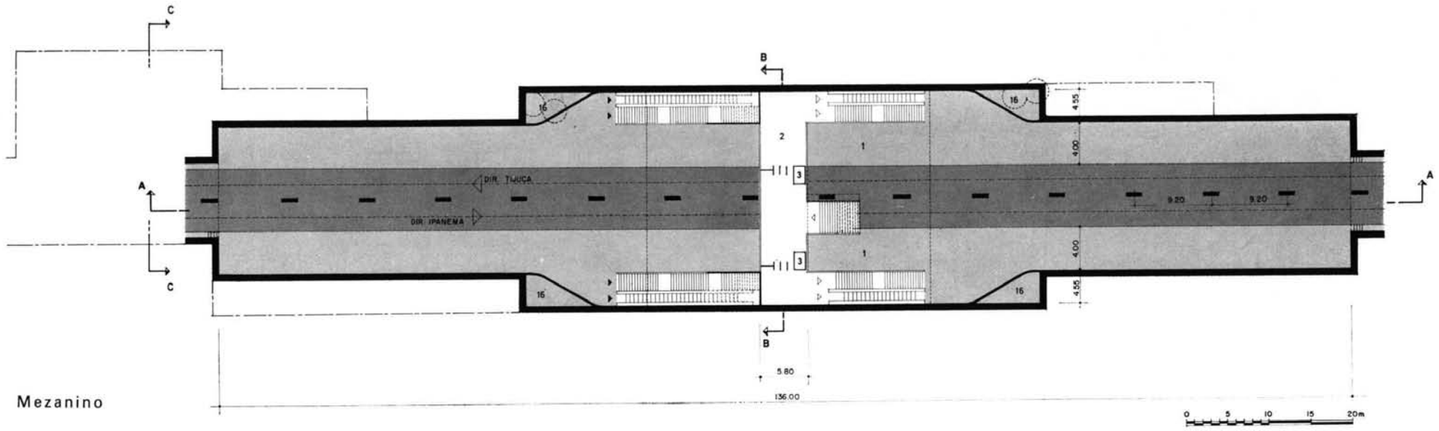


Situação

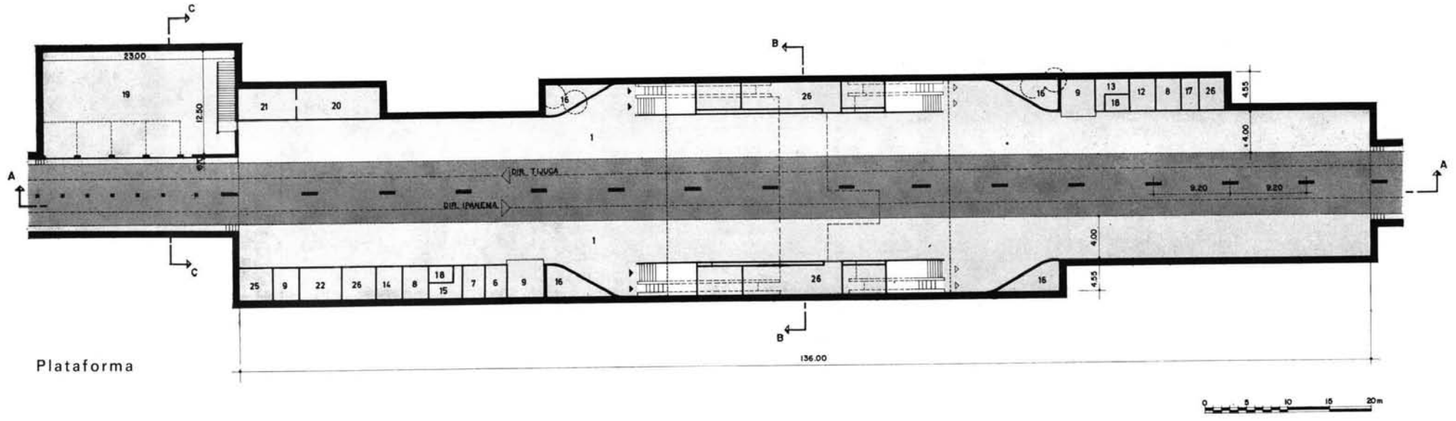
2.4.1.19 Engenho Velho
(km 4,022 CB-SP)

Em vista de o traçado ser condicionado pelo Rio Trapicheiros, esta estação não se encontra em terreno público mas no terreno da Igreja de São Francisco Xavier. É verdade que será preciso demolir algumas dependências secundárias da referida igreja, mas o local lucrará com uma hábil configuração arquitetônica do acesso à estação. Por meio de rampas largas sem cobertura, cuja execução deve merecer um cuidado todo especial para se obter proteção suficiente contra inundações por parte do Rio Trapicheiros, o passageiro chega a um saguão situado apenas 2 m abaixo do nível da rua, com lojas, etc. Uma escada curta, fixa, conduz em seguida a uma passagem transversal sôbre as vias no centro da estação, de onde, após a passagem pelos torniquetes, as plataformas externas, com 4,00 m de largura, podem ser alcançadas por meio de escadas rolantes.

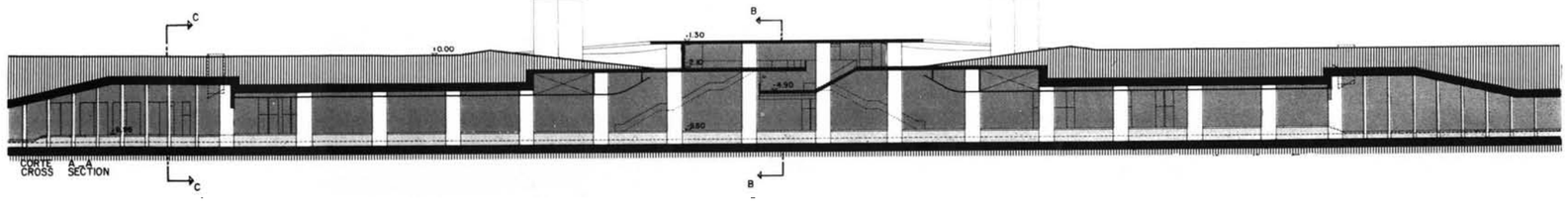
Para o passageiro que desembarca do metrô, haverá escadas que o conduzirão diretamente das plataformas ao mencionado saguão.



Mezanino



Plataforma

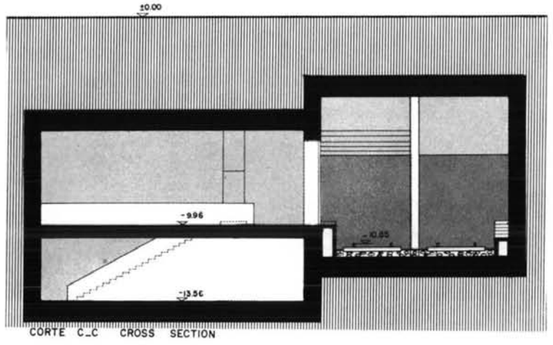


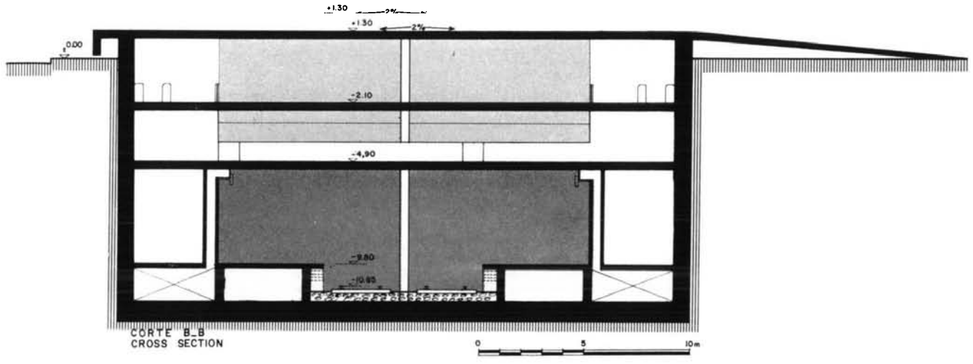
Corte longitudinal

▷ Entrada
▶ Saída

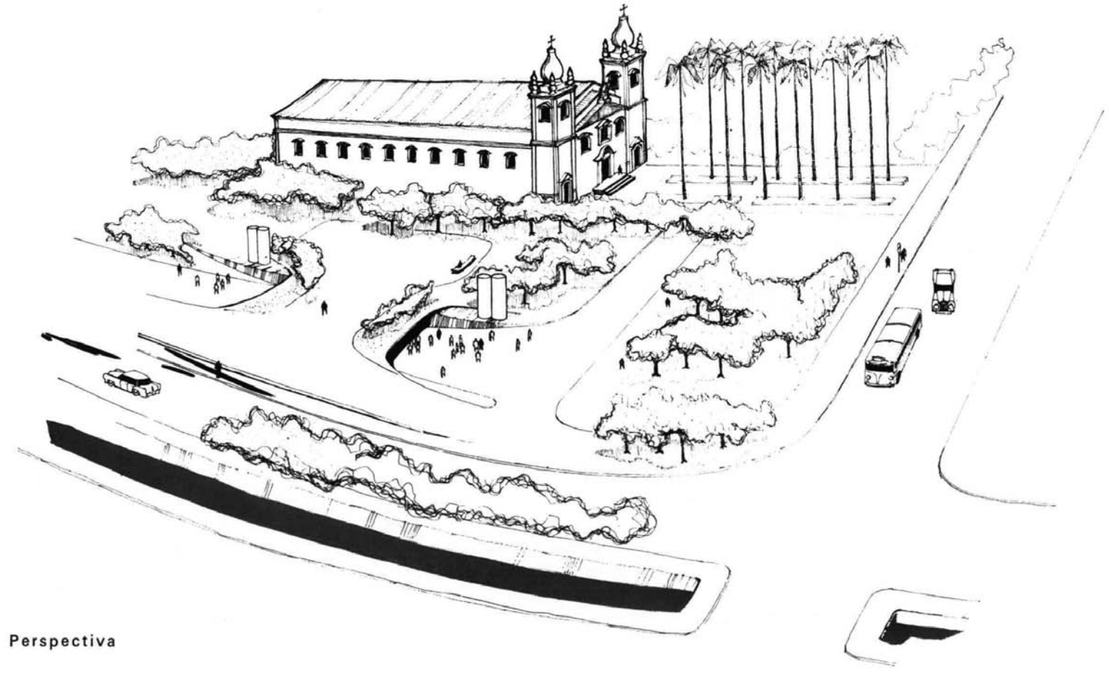
1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
5 Vitrinas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolantes
18 Lixo
19 Subestação
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
25 Telecomunicações
26 Disponível

Fig. H21 – parte 2
Estação Engenho Velho





Cortes transversais



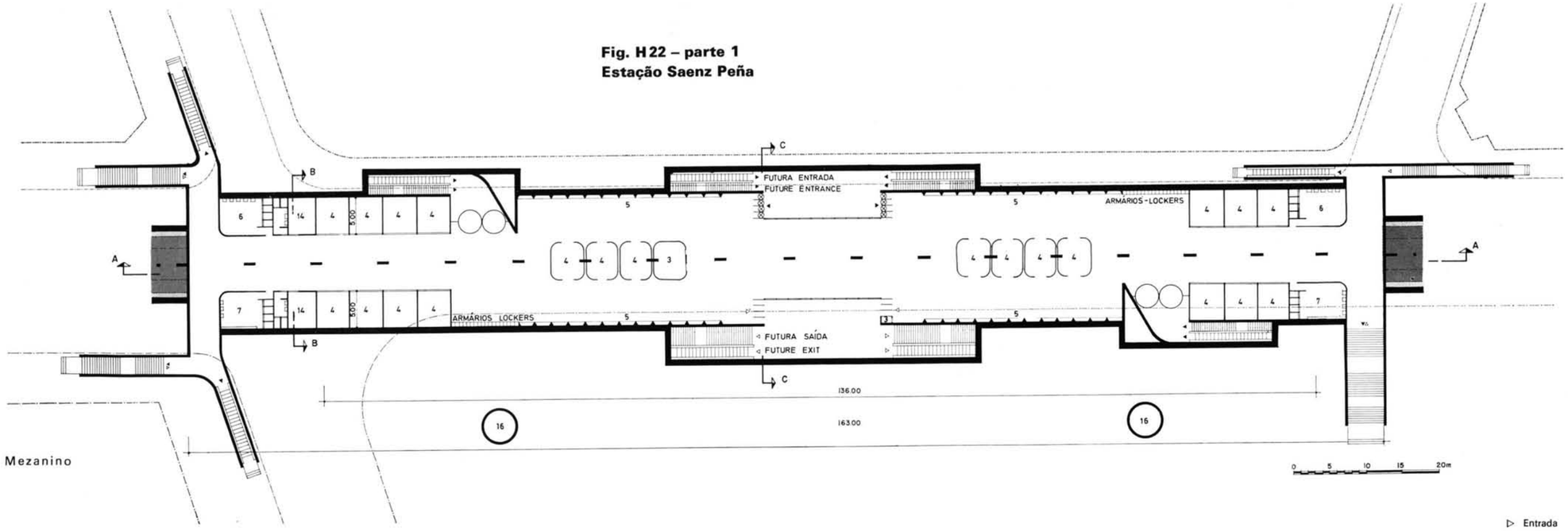
Perspectiva

2.4.1.20 Saenz Peña
(km 5,059 CB-SP) (Fig. H22)

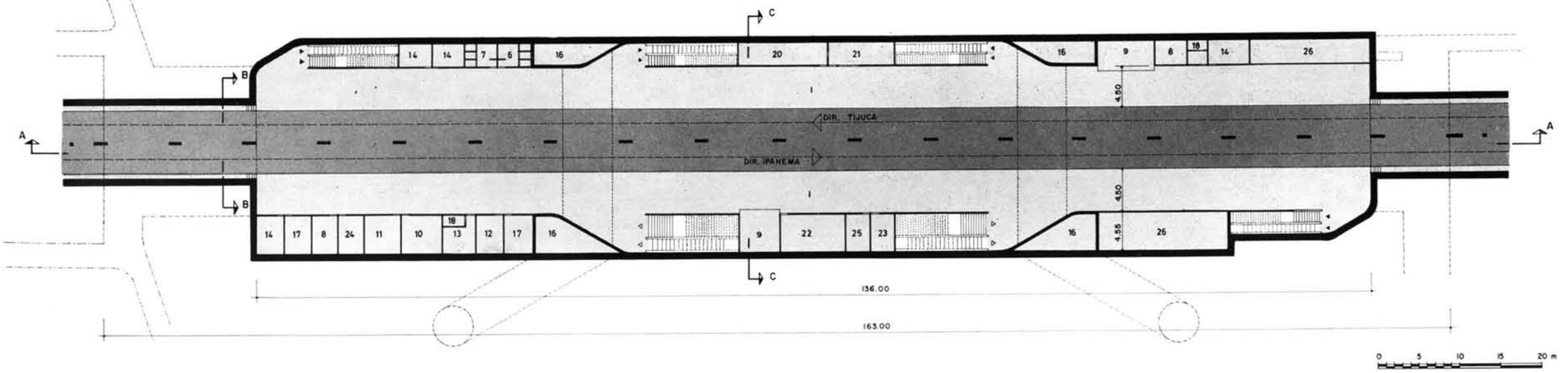
A Praça Saenz Peña representa a extremidade norte da "Linha Prioritária", embora mais tarde a Linha 1 deva ser prolongada na direção do Méier. No mínimo durante alguns anos esta estação receberá o fluxo de tráfego principal através de ônibus. A Praça Saenz Peña dispõe das áreas que temporàriamente serão necessárias para isso.

A estação, localizada em um centro comercial, foi projetada com um mezanino contínuo, com numerosos acessos, lojas, etc. A disposição dos torniquetes funciona de início com uma das plataformas externas servindo sòmente aos desembarques e a outra aos embarques, embora preveja as possíveis modificações após o prolongamento da Linha 1 além de Saenz Peña.
As escadas e os compartimentos operacionais da plataforma norte foram projetados ligeiramente mais estreitos que o normal, devido às edificações existentes; entretanto, o futuro projeto detalhado da linha poderá provàvelmente indicar as possibilidades de se evitar tal estrangulamento. As três vias de estacionamento necessárias foram dispostas em um trecho de túnel adjacente que, mais tarde, deverá servir ao prolongamento da Linha 1.

Fig. H22 – parte 1
Estação Saenz Peña



Mezanino



Plataforma

▷ Entrada
▶ Saída

1 Plataforma
2 Mezanino
3 Bilheteria
4 Lojas
5 Vitrinas
6 Sanitário senhoras
7 Sanitário homens
8 Pronto socorro
9 Despachador das composições
10 Pessoal das composições
11 Fiscal de operações
12 Pessoal de linha
13 Pessoal de limpeza
14 Depósito
15 Bombas
16 Ventilação
17 Equipamento para escadas rolante
18 Lixo
20 Distribuição principal de luz e fôrça
21 Transformadores
22 Segurança das composições
23 Baterias para sinalização
24 Comutadores
25 Telecomunicações
26 Disponível

Corte longitudinal

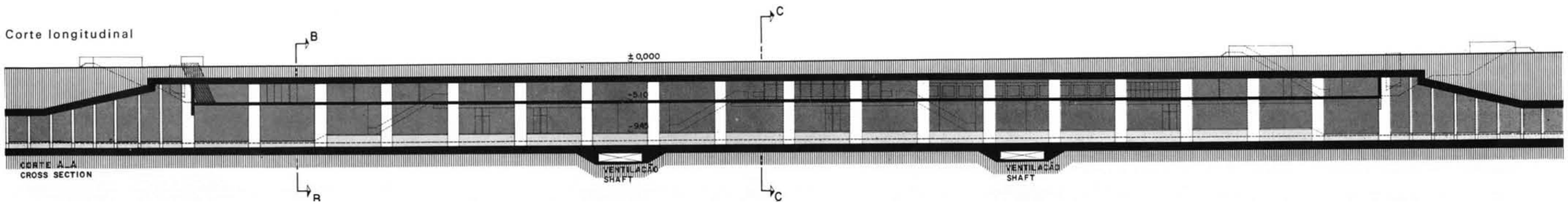
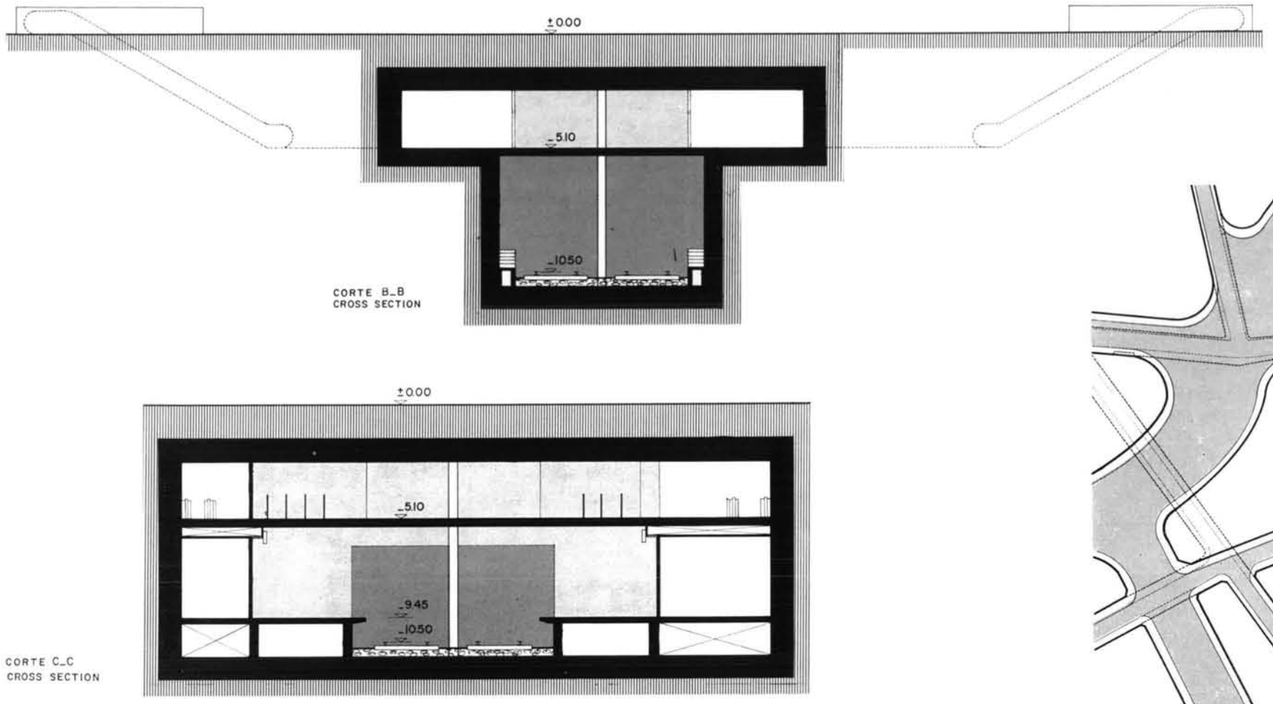
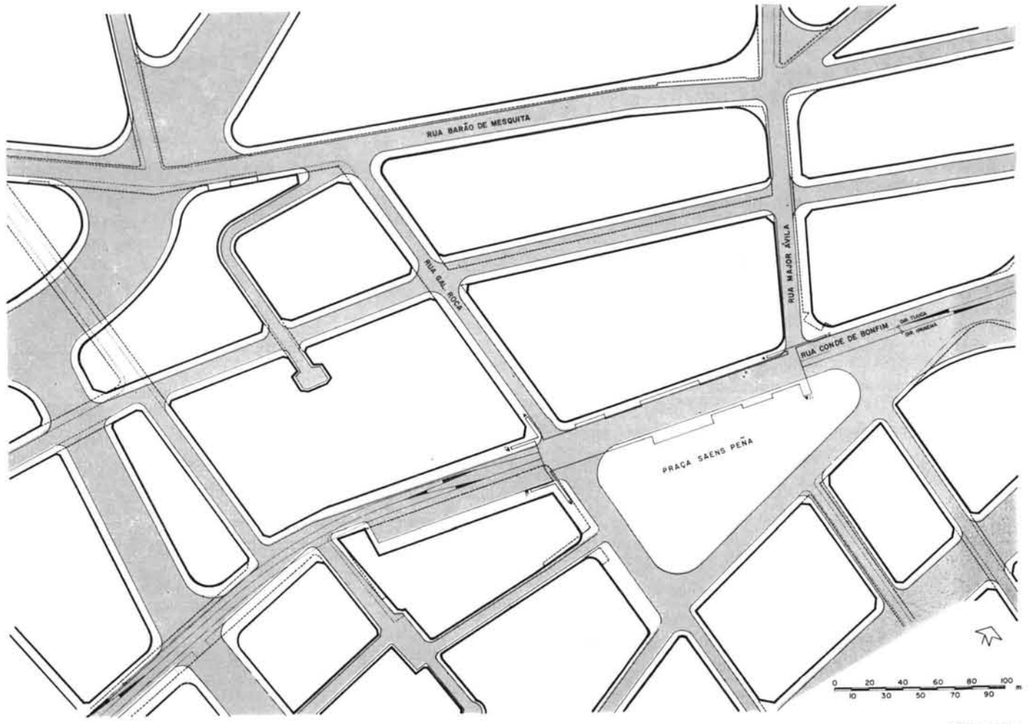


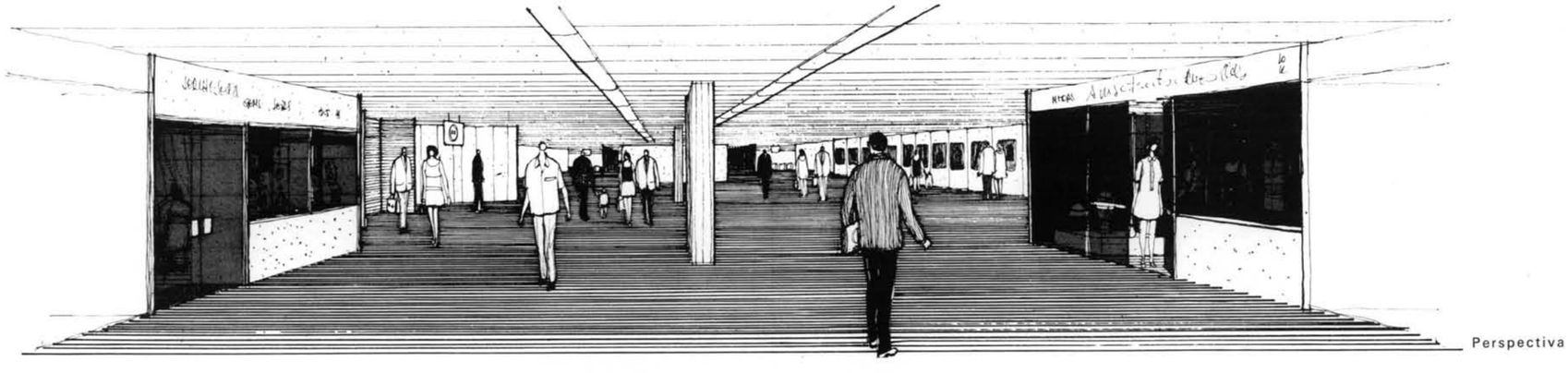
Fig. H22 – parte 2
Estação Saenz Peña



Cortes transversais



Situação



Perspectiva

2.4.2 Concepção arquitetônica

As influências arquitetônicas exercidas sôbre os anteprojetos construtivos das estações foram amplamente demonstradas. Acrescem ainda os seguintes pontos de vista arquitetônicos que se referem mais ao acabamento:

Já do ponto de vista meramente espacial, tentou-se dar a cada estrutura um caráter orientador que por si só indique ao passageiro o itinerário certo. Procurou-se apresentar as paredes laterais como unidades contínuas, dando-lhes vida através de painéis informativos, mapas da cidade, plantas de situação, bem como anúncios nas superfícies para isso previstas. Formando uma espécie de faixa que acompanha a plataforma, abrem-se para abrigar as escadas e circundam o mezanino, voltando finalmente ao ponto de partida num traçado contínuo, sem arestas e sem cantos, sempre com o propósito de indicar os limites da estação.

Dentro do espaço assim definido foram dispostos os diversos elementos próprios de uma estação, sempre visando criar um ambiente de simplicidade e de naturalidade. O mezanino é tratado como parte do todo e não como elemento isolado. Geralmente, trata-se de uma laje que corta a estação em sentido horizontal, separada da plataforma apenas por um parapeito e não por uma parede. Sempre que possível as escadas serão abertas e as lojas, elementos soltos, quase como "mobiliário". Procurou-se, ainda, tirar partido dos diversos pés-direitos, rebaixando o teto na parte da estação onde não há mezanino, o que vem ao encontro das necessidades de ventilação.

No que diz respeito ao acabamento das diversas superfícies, foram discriminados quatro elementos construtivos:

A parede circundante: para manter o caráter intencional de continuidade, esta deveria apresentar o mesmo tipo de superfície em todo o seu percurso, seja na gare da estação, no mezanino ou nos corredores que levam à rua. Pensou-se, p. ex., em uma superfície lisa, branca.

O piso: também deverá ser previsto como elemento contínuo, em que deveria ser destacada, nìtidamente, uma faixa de segurança de 65 cm de largura, paralelamente às bordas das plataformas.

As colunas e o recinto do mezanino, parapeitos, peitoris das escadas do mezanino e das plataformas, bem como as colunas destas, deveriam ser de concreto aparente.

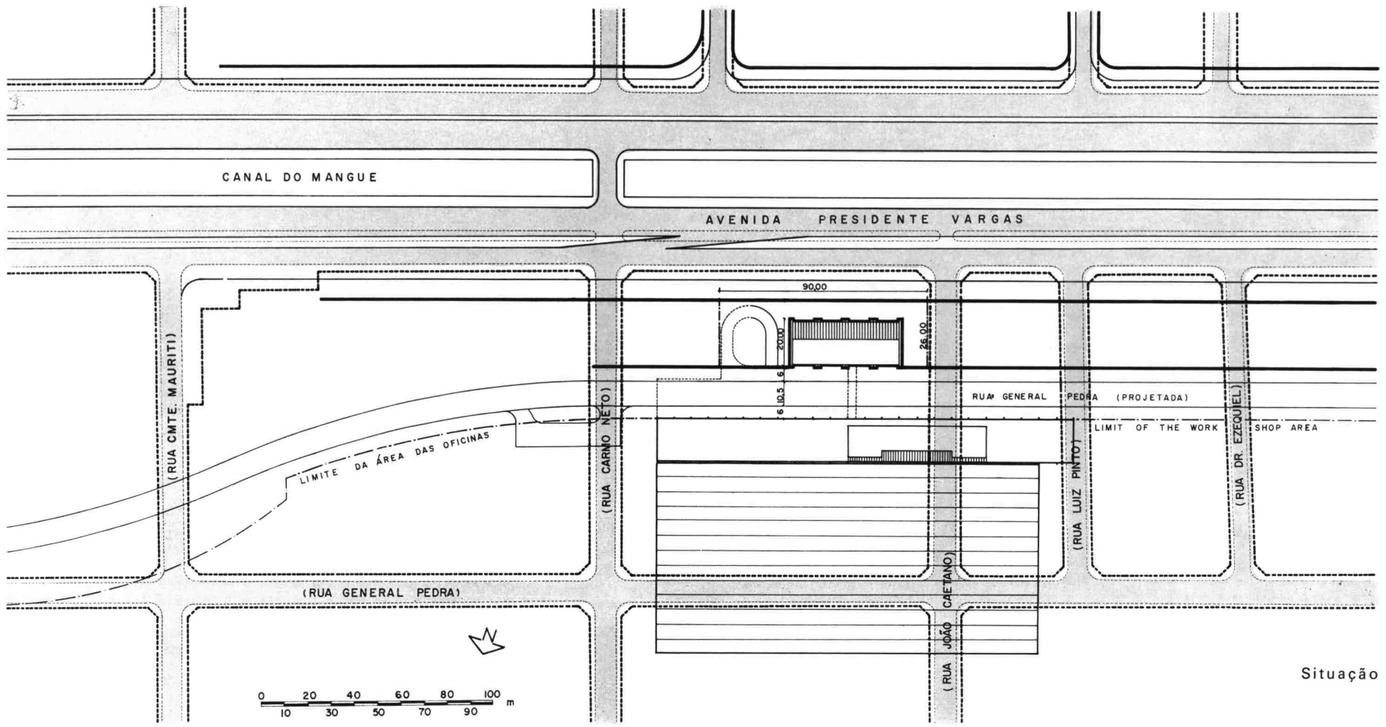
O teto: deverá ter acabamento de acôrdo com as necessidades de isolamento acústico.

Quanto à iluminação, é necessário considerar cada estação de per si e como um todo. A solução de luminárias corridas parece ser mais adequada que uma sucessão de pontos de luz isolados; êstes serão utilizados, eventualmente, para iluminação adicional do mezanino.

O uso eventual de côres em certos elementos, tais como portas de acesso aos compartimentos de serviço, vitrinas de lojas e para destacar as superfícies reservadas à propaganda, deverá se harmonizar com o problema da orientação visual dos passageiros. A maneira de se abordar, aqui, o problema da configuração das estações difere inteiramente da tendência atual em casos similares que, partindo da opinião de que é inerente ao conceito "estação subterrânea" a sensação desagradável de confinamento, procura ocultar o mais possível tudo que possa causar essa impressão, dando às estações a feição de via pública. O anteprojeto apresentado neste trabalho, ao contrário, procurou mostrar clara e nìtidamente cada estação como tal e, com o auxílio da arquitetura, criar a liberdade de espaço desejada, sem tentar "fazer de conta" que se está na rua. Sòmente em uma estação, a do Largo da Carioca, tentou-se dar ao ambiente da estação a feição de um prolongamento da rua. Trata-se de um caso específico onde, pelas condições locais e pelo imenso fluxo de passageiros, existia a possibilidade, e também o interêsse, em criar um aspecto geral movimentado e vivo, ao lado do corpo da estação pròpriamente dita, mediante partido nítida e deliberadamente diferente do de tôdas as demais estações.

2.5 **Edifício da Administração**

A sede da futura Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro tem sua instalação prevista em um edifício da administração. O terreno escolhido, com cêrca de 3 000 m², estende-se na faixa situada entre a Avenida Presidente Vargas e a nova Rua General Pedra, projetada ao sul do conjunto das oficinas, constituindo, assim parte da Cidade Nova.
O edifício terá uma situação privilegiada, relativamente ao conjunto das oficinas do metrô (com o qual estará ligado através de um túnel para pedestres sob a Rua General Pedra), ao futuro Centro Administrativo Estadual (entre a Praça da Bandeira e Estácio de Sá), bem como ao Centro da cidade.
Em 1990 a Companhia do Metropolitano com tôdas as instalações auxiliares necessitará de uma área de escritório de aproximadamente 4 000 m². Em virtude da localização do edifício com vistas a uma adequada distribuição dos diversos setores administrativos e às eventuais necessidades futuras de expansão, foi projetado um prédio com 12 pavimentos, além da cobertura, loja, sobreloja e subsolo.
A Companhia do Metropolitano deverá ocupar do 9.° ao 12.° pavimentos, a cobertura, só parcialmente construída, bem como a loja, através de uma entrada separada. Os demais pavimentos corridos, em número de oito, que podem ser alcançados através da sobreloja, poderão ser vendidos ou alugados. Seria uma medida prática alojar ainda neste edifício outros órgãos de transporte coletivo, transformando-o, assim, numa espécie de "Edifício do Trânsito".
A previsão de escritórios corridos conduziu à utilização de lajes nervuradas que distribuem suas cargas através de vigas sobre pilares previstos nas fachadas externas e nas paredes de ambos os lados do corredor central, e que têm suas fundações sôbre estacas. Desta forma é possível criar quaisquer compartimentos, utilizando-se paredes divisórias móveis, conforme as necessidades.
Através de poços nas empenas e nos pilares, e de dutos horizontais suspensos nos entreforros, foi criada a possibilidade de alojar um sistema variegado de instalações (água potável, água gelada, esgôto, cabos para luz e fôrça, dispositivos automáticos de extinção de incêndio, telefone, correio pneumático, lixo, ar condicionado central). Para as instalações sanitárias foram projetados rebaixos na laje, em ambos os lados do corredor.
O subsolo dispõe de ampla garagem acessível por meio de uma rampa e que se estende até por baixo da Rua General Pedra e para dentro do subsolo do escritório das oficinas.
Na escolha dos materiais de construção dever-se-ia tomar por critério que os elementos estruturais mencionados fiquem sem revestimento, i. é, em concreto aparente.
Para as paredes divisórias móveis deverão ser utilizados, sempre que possível, produtos pré-fabricados e padronizados. Os processos tradicionais de revestimento dos tetos e paredes com rebôco e pintura devem ser evitados.
A localização prevista para os diversos setores da Companhia do Metropolitano consta das respectivas plantas.
No 11.° pavimento será instalado o grande pôsto central de comando e a respectiva sala de comando, com cêrca de 300 m² de área; alojado dois pavimentos acima, i. é, na cobertura, encontra-se o pôsto de comando para as operações do conjunto das oficinas. Dêsse ponto, situado a cêrca de 45 m de altura, o pessoal de contrôle tem a visão necessária de todo o conjunto das oficinas.
Para as ligações de cabos para as cabines de comando está planejado um duto de cabos, entre o edifício da administração e o conjunto das oficinas, ao lado da passagem subterrânea para pedestres.
Outra instalação localizada na cobertura é um reservatório de 100 m³ de água para a limpeza dos carros, além do reservatório de mais de 200 m³ no sub-solo, que deverá também servir para a extinção de incêndios.



Situação

Fig. H 23 – parte 1
Edifícios da Administração e das Oficinas

2.6 **Edifício das oficinas**

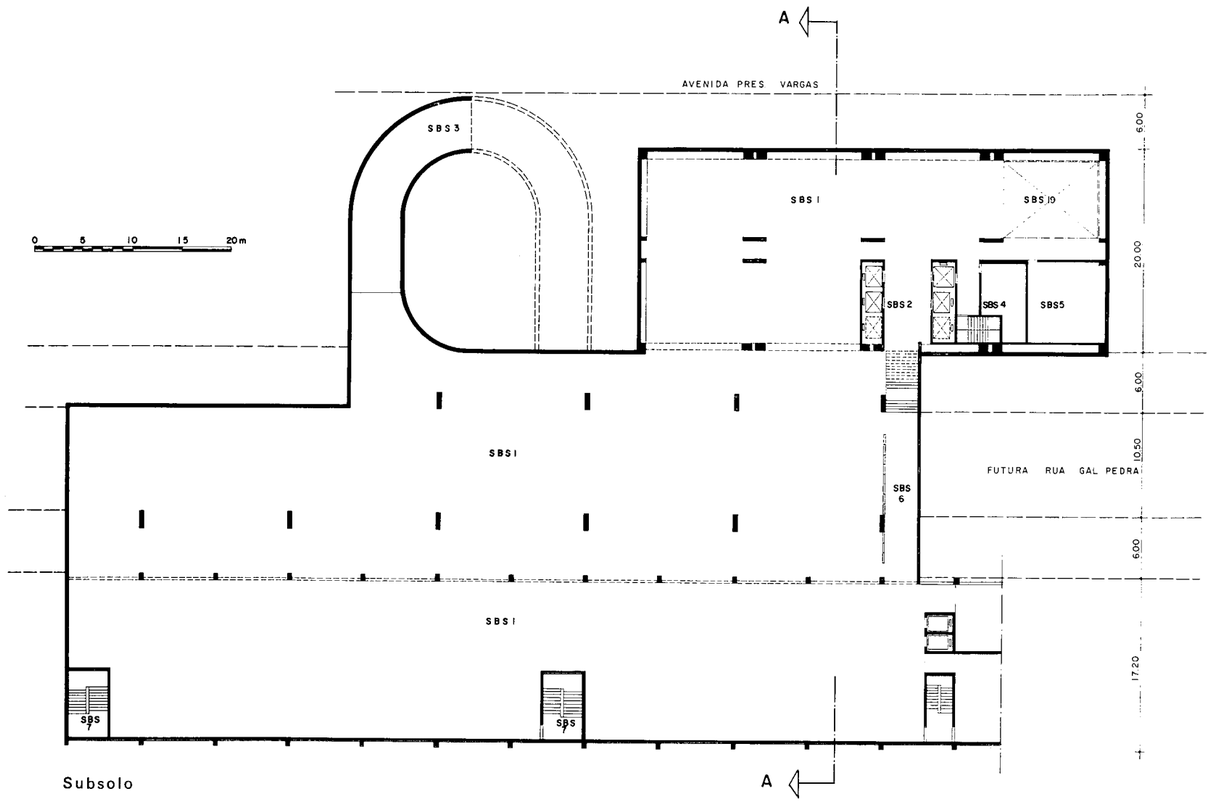
O edifício das oficinas ocupará parte do conjunto das oficinas situado a oeste da Estação Central do Brasil.
Compor-se-á de um edifício para escritórios e do galpão das oficinas.
Em I 2.5 foi feita a descrição da sequência dos trabalhos dentro do edifício das oficinas bem como de suas instalações elétricas e mecânicas, etc. Os anteprojetos elaborados correspondem às normas usuais de construção de edifícios dêsse tipo.

2.6.1 Galpão das oficinas

Visando à redução dos custos de manutenção das instalações de serviço, foi dada preferência à construção de concerto armado.
Para a cobertura das três alas do galpão das oficinas, que medirá cêrca de 75 m · 173 m = 13 000 m², foi escolhida a construção do tipo "shed" (Fig. H 23 — Parte 2).
Cada uma das seções do "shed", que geralmente mede 30,00 m de comprimento e 6,25 m de largura, deverá ser formada de elementos individuais de concreto armado unidos por protensão.

As faixas corridas de janelas dirigidas para o sul asseguram boa iluminação para o galpão.
O pé-direito do galpão será determinado, em primeiro lugar, pelo fato de que o gancho da ponte rolante de 10 t deverá poder ser suspenso até uma altura de 6,00 m; em segundo lugar, pela altura da construção da própria ponte rolante que foi calculada em 2,40 m, incluindo o gancho.
Por motivos de uniformidade, também o terceiro setor do galpão — o mais setentrional — foi projetado com a mesma altura, embora as revisões correntes que aí são previstas não exijam a instalação de ponte rolante.

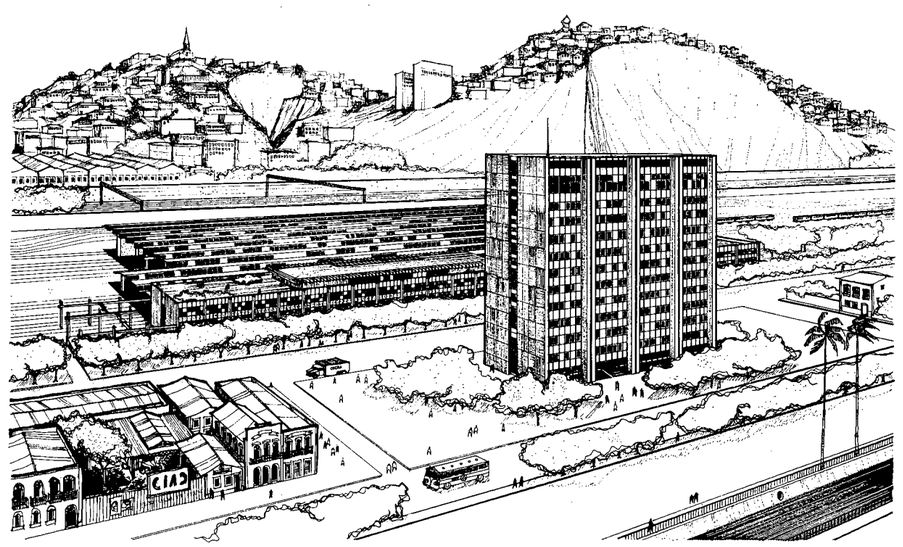
As alas individuais do galpão, que medem, cada uma, 25,00 m de largura, serão separadas por meio de fileiras de colunas — provàvelmente sôbre estacas — a intervalos de 7,50 m.
As vigas de apoio da ponte rolante repousam sôbre consolos das colunas. A ponte rolante da oficina estende-se para oeste até cêrca de 20 m fora do galpão.
No piso, que poderá ser revestido com concreto de alta resistência, ladrilhos ou madeira de grande resistência, encontram-se as vias e as valas de serviço revestidas de concreto.



Subsolo

SBS 1 Garage
SBS 2 Hall de elevadores
SBS 3 Rampa
SBS 4 Incinerador
SBS 5 Ar condicionado
SBS 6 Túnel de ligação
SBS 7 Escada de serviço
SBS 19 Caixa d'água subterrânea

Perspectiva

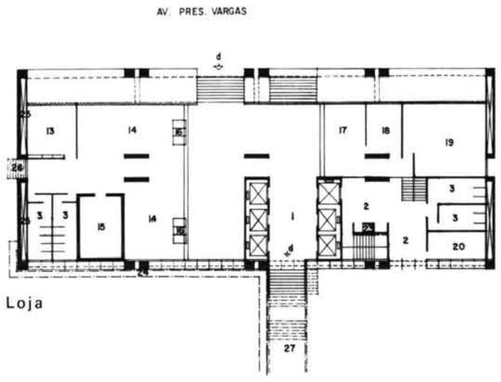


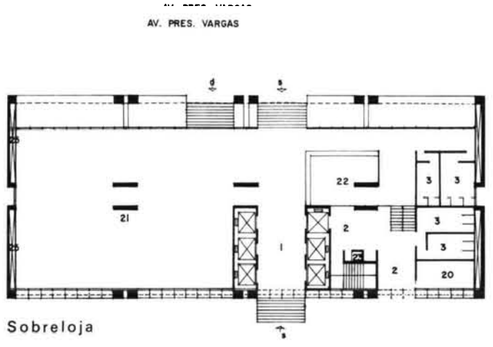
O galpão é aberto a leste e a oeste; poderá, entretanto, ser fechado mediante grandes grades de enrolar.
O acabamento do lado norte é em parede de vidro, fora da qual encontra-se, vizinha a uma rampa, a via destinada à lavagem externa dos carros, protegida por uma marquise. A face oeste confina com o edifício dos escritórios.

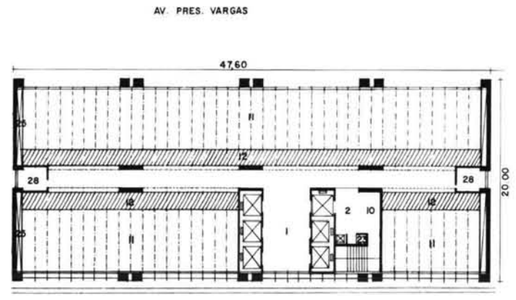
2.6.2 Edifício dos escritórios

O edifício dos escritórios é uma construção com estrutura de concreto armado, com subsolo, de 180,00 m de comprimento por 17,00 m de largura, com três e, em parte, quatro pavimentos. Além dos escritórios e de oficinas especializadas e de precisão, abriga, entre outros, uma subestação transformadora (no subsolo), vestiários e lavatórios, uma oficina de aprendizagem e uma cantina para o pessoal das oficinas.
O almoxarifado geral, na ala oeste, será servido por uma ponte rolante de 5 t, que se estende até 20,00 m para fora do alinhamento da fachada.
Como já foi dito em H 2.5, o subsolo será utilizado principalmente como garagem. Um túnel de pedestres ligará o edifício dos escritórios com o edifício da administração (Fig. H 23 — Parte 1).

Fig. H 24
Edifício da Administração



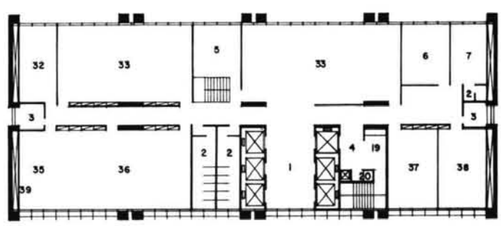




1 Hall dos elevadores
2 Hall de serviço
3 Sanitários
4 Relés
5 Comando do conjunto das oficinas
6 Casa de máquinas
7 Ar condicionado
8 Caixa d' água
9 Disponível
10 Copa
11 Salas
12 Rebaixos para sanitários
13 Chefe da pagadoria
14 Pagadoria
15 Caixa forte
16 Guichês
17 Informações
18 Depósito
19 Central de comunicações
20 Medidores
21 Hall de exposições
22 Portaria
23 Lixo
24 Duto para cabos
25 Dutos para instalações
26 Entrada projetada
27 Túnel para as oficinas
28 Ar condicionado
s Subir
d Descer

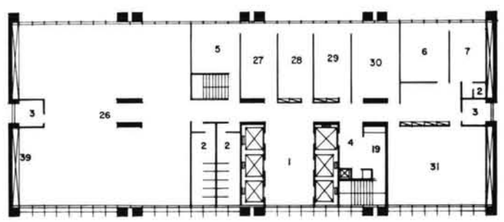
0 5 10 15 20

Plantas baixas



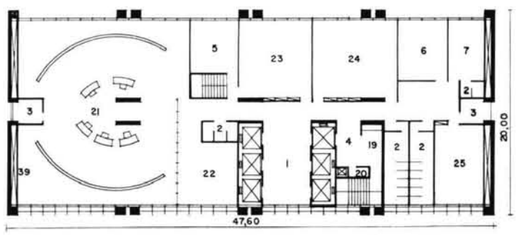
9.° pavimento

Departâmento I: Pessoal



10.° pavimento

Departâmento III: Obras

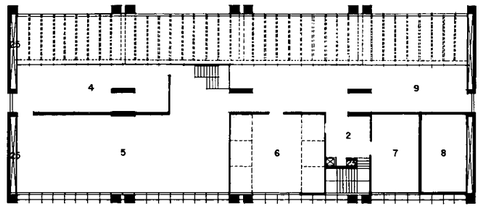


11.° pavimento

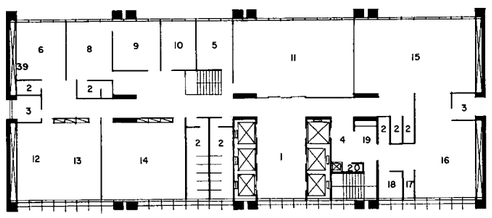
Departâmento II: Operações e tráfego

1 Hall dos elevadores
2 Sanitários
3 Ar condicionado
4 Hall de serviço
5 Arquivos
6 Sala de reuniões
7 Chefe do departâmento de obras
8 Sala do diretor
9 Secretárias
10 Procurador
11 Sala de conferência
12 Diretor substituto
13 Inspetoria
14 Biblioteca
15 Restaurante
16 Cozinha
17 Frigoríficos
18 Despensa
19 Copa
20 Lixo
21 Pôsto central de comando
22 Inspetoria de movimento
23 Horário
24 Div. de pessoal do material rodante
25 Contab. tarifária e estatística
26 Sala de relés
27 Via permanente
28 Tunéis e obras de arte
29 Edifícios e oficinas
30 Planejamento
31 Rádio
32 Patrimônio
33 Administração
34 Serv. pessoal, ass social e pagadoria
35 Cópias
36 Arquivos gerais
37 Material de escritório
38 Assuntos financeiros e contabilidade
39 Dutos para instalações

AV. PRES. VARGAS

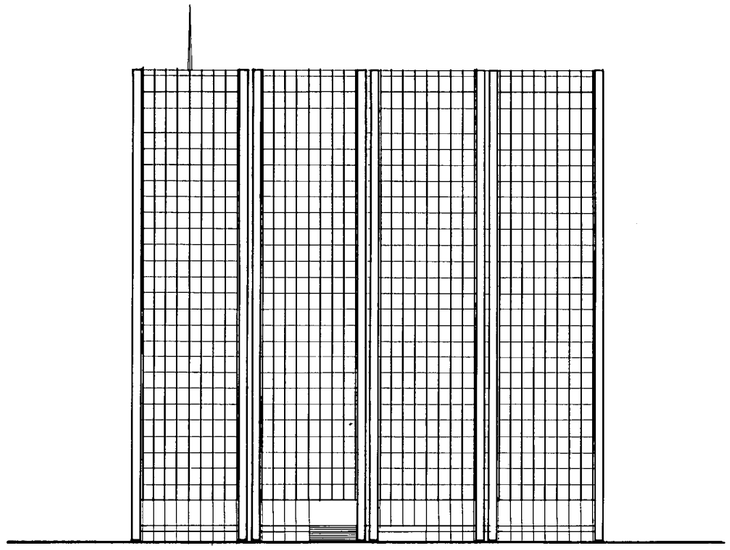


Cobertura

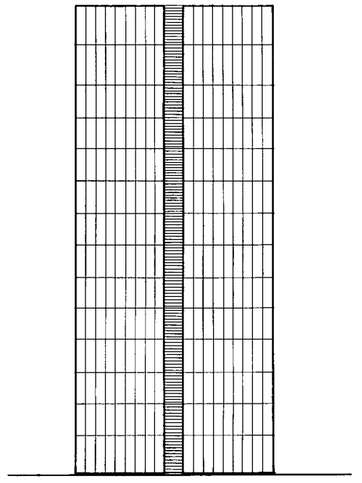


12.° pavimento

Direção Geral



Fachada principal (Av. Pres. Vargas)



Fachada lateral

Fachadas

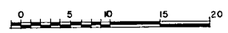
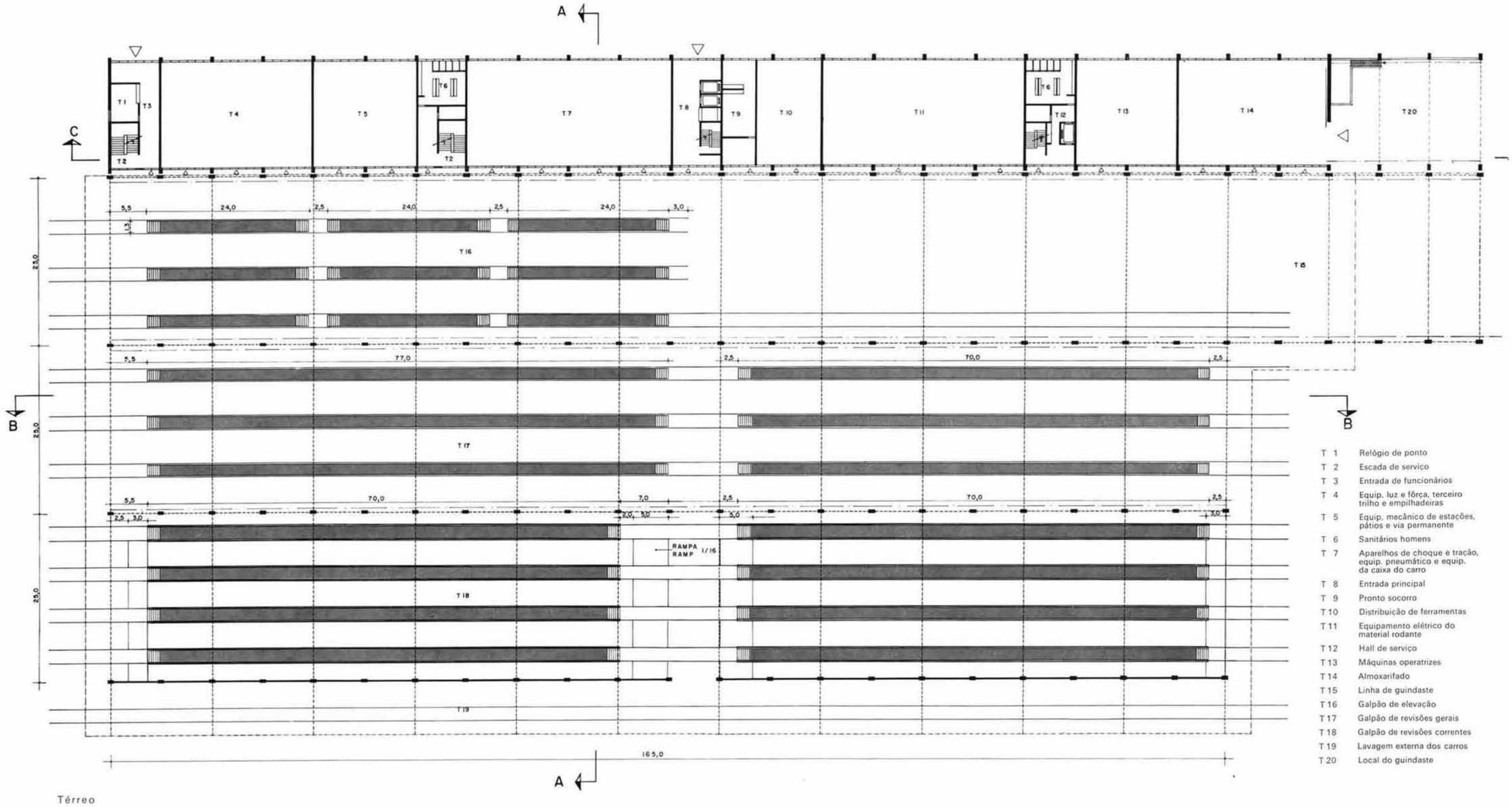
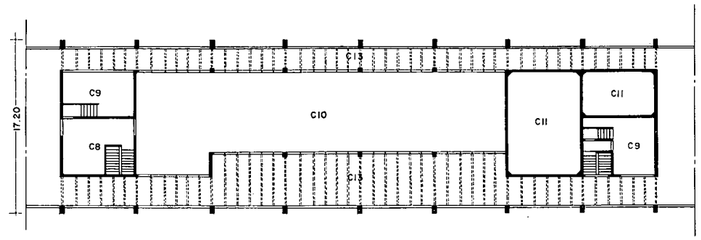


Fig. H 25
Edifício das Oficinas

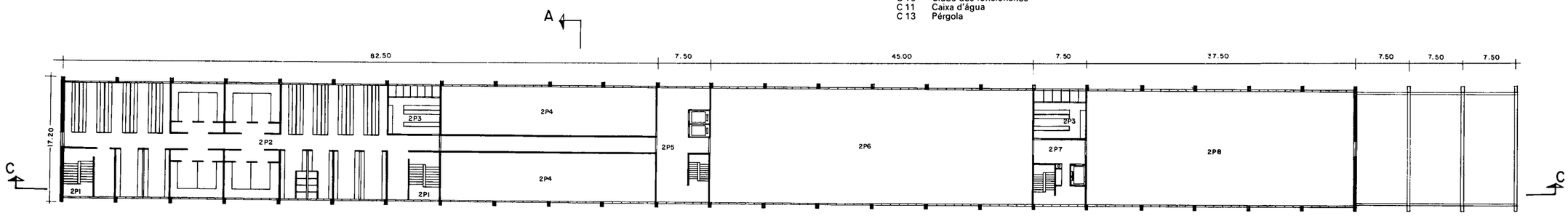


Térreo



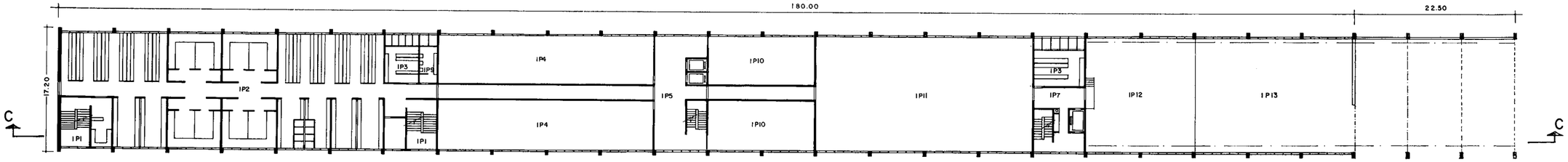
Cobertura

C 8 Depósito
C 9 Casa de máquinas
C 10 Clube dos funcionários
C 11 Caixa d'água
C 13 Pérgola



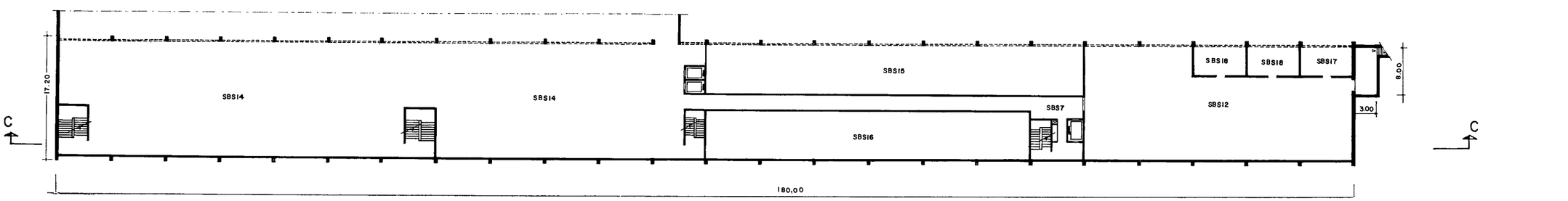
2.° pavimento

2 P 1 Escada de serviço
2 P 2 Vestiários e sanitários
2 P 3 Sanitários homens
2 P 4 Escritórios
2 P 5 Hall principal
2 P 6 Cantina
2 P 7 Hall de serviço
2 P 8 Oficina de aprendizagem



1.° pavimento

1 P 1 Escada de serviço
1 P 2 Vestiários e sanitários
1 P 3 Sanitários homens
1 P 4 Escritórios
1 P 5 Hall principal
1 P 7 Hall de serviço
1 P 9 Sanitários senhoras
1 P 10 Escritórios
1 P 11 Equipamento eletrônico
1 P 12 Almoxarifado
1 P 13 Almoxarifado

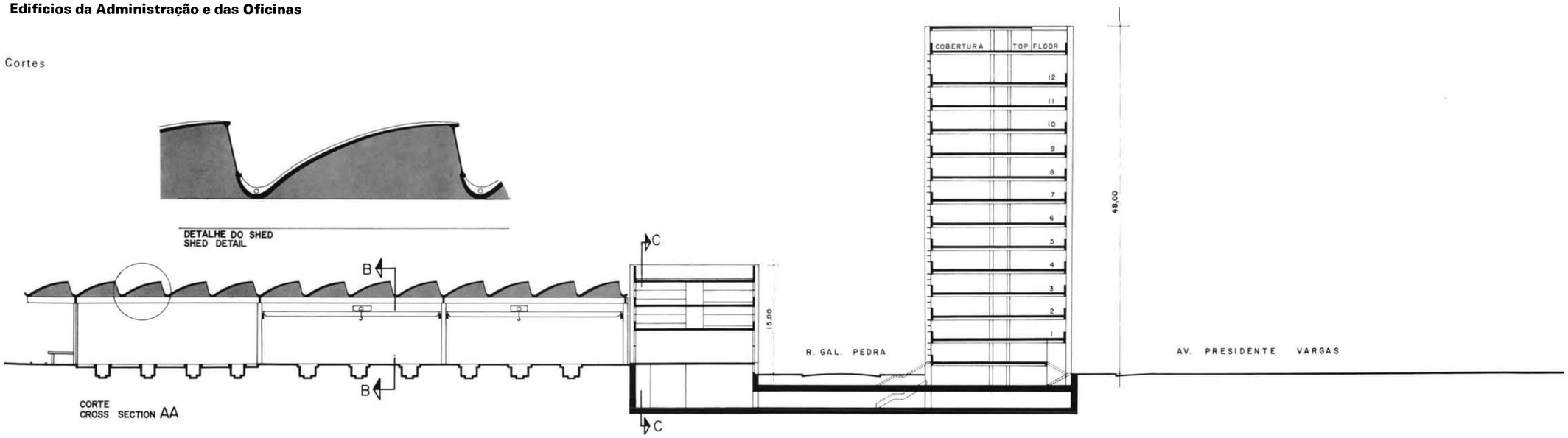


Subsolo

SBS 7 Hall de serviço
SBS 12 Depósito
SBS 14 Garage
SBS 15 Baterias
SBS 16 Depósito da cozinha
SBS 17 Sala de transformadores
SBS 18 Comutadores

Fig. H 23 – parte 2
Edifícios da Administração e das Oficinas

Cortes



3. Suprimento de energia elétrica

3.1 **Potência necessária e consumo de energia**

A potência a ser instalada serve de base para o dimensionamento das instalações elétricas. A maior parte da potência necessária e do consumo de energia destina-se à tração. Uma parte menor corresponde ao suprimento das instalações de luz e fôrça.

3.1.1 Tração

3.1.1.1 Potência necessária

Em G 2.3 foi determinado o consumo específico de energia das composições em uma rotação na "Linha Prioritária". O cálculo da potência a ser instalada deverá ser feito com base no tráfego da hora de "rush", ou seja, 40 composições de 321 t de pêso com os menores tempos de viagem possíveis. Essas composições desempenham, em uma rotação ($2 \cdot 18{,}037$ km) — portanto em 71 min e 36 s — 11 600 tkm, exigindo um consumo específico de energia de 172 Wh/tkm. Na determinação da potência necessária pode ser considerado que, para as fontes de consumo de energia intermitentes (compressores, escitação para frenagem) em 40 composições, a potência de excitação para frenagem só é necessária quando não está sendo utilizada a potência de tração. Assim sendo, um fator de simultaneidade de 0,75 é perfeitamente admissível. A potência necessária na hora de "rush" será, assim, de:

$0{,}172$ kWh/tkm $\cdot$ 11 600 tkm $\cdot$ 0,75 $\cdot$ 40 composições/h $\simeq$ 60 000 kW.

3.1.1.2 Consumo de energia

O consumo anual de energia é determinado principalmente pela lotação média anual das composições, pelo decurso normal das operações e pela média anual de potência necessária para as instalações de climatização. Pode-se calcular como sendo de 18% a lotação média anual das composições. As instalações de climatização terão uma utilização média anual, aproximada, de 35% da potência instalada. Segundo G 2.3, o consumo específico de energia de uma composição com 18% de lotação (203 t) é de 62 Wh/tkm. Admitindo-se para as instalações de climatização, etc., um fator anual de simultaneidade de 0,35, o consumo específico de energia das composições será, em média anual, de 85 Wh/tkm. De acôrdo com I 2.2, em 1975 as composições deveriam ter um desempenho anual de $6 \cdot 10^6$ composição $\cdot$ km. O consumo anual de energia para tração será, portanto:

$$203\,\text{t} \cdot 6 \cdot 10^6\,\text{km} \cdot 85\,\text{Wh/tkm} \cdot \frac{1}{1\,000}\,\frac{\text{kWh}}{\text{Wh}} = 105 \cdot 10^6\ \text{kWh}.$$

Admitindo-se uma perda de 8% sôbre o consumo na transmissão desde as subestações primárias até ao coletor de corrente dos carros, serão necessários anualmente para a tração:

$$113 \cdot 10^6\ \text{kWh}.$$

3.1.2 Instalações de luz e fôrça

As instalações de luz e fôrça abrangem a iluminação das estações e dos túneis, ventiladores, bombas e escadas rolantes bem como instalações mecânicas das oficinas.

3.1.2.1 Potência necessária

a) Iluminação, escadas rolantes, bombas, etc.; oficinas

Para a iluminação das 20 estações normais da "Linha Prioritária" deve-se admitir como necessária uma potência de 60 kW por estação. Essas estações terão, em média, de 6 a 8 escadas rolantes, com uma altura média de 5 m. Pode-se calcular que cada escada rolante terá um motor de aproximadamente 10 kW de potência. Para as escadas rolantes a potência necessária seria, portanto, em média, de 70 kW por estação. Para as bombas e outras fontes de consumo calcula-se que a potência necessária será de aprox. 50 kW.
Para cada uma das duas maiores estações, Largo da Carioca e Estácio de Sá, está prevista uma potência instalada de 120 kW para a iluminação, 180 kW para as 16 a 20 escadas rolantes e 100 kW para as bombas e demais fontes de consumo. A potência máxima necessária para iluminação, escadas rolantes, bombas, etc., e oficinas será então, em

20 estações · (60 kW+70 kW+50 kW)	= 3 600 kW
2 estações · (120 kW+180 kW+100 kW)	= 800 kW
potência instalada nas oficinas	= 750 kW
potência necessária para luz e fôrça menos ventilação	= 5 150 kW

b) Ventilação

A potência para a ventilação dos túneis e das 22 estações pode ser calculada com suficiente precisão em 675 kW para os ventiladores de insuflação e os exaustores de cada estação e trecho de túnel adjacente. A potência total a ser instalada eleva-se, assim, a 14 850 kW.

3.1.2.2 Consumo de energia

Como a "Linha Prioritária" é constituída exclusivamente de trechos em túnel, o tempo de ligação da iluminação corresponderá ao tempo de operação diária, ou seja, 20 horas. Quanto às escadas rolantes, devido ao tráfego mais reduzido às altas horas da noite, poderá ser previsto um tempo de ligação menor. Além disso, a potência instalada dos motores só será totalmente exigida no desempenho máximo de transporte de tôdas as escadas. Considerando estas condições de operação, a duração média do funcionamento simultâneo das escadas rolantes e da iluminação em tôdas as estações poderá ser estimado em 14 h diárias, ou seja, $14 \cdot 365 = 5\,110$ horas por ano.
O tempo de ligação das bombas e demais fontes de consumo é estimado, em média, em 1 hora por dia, ou seja, 365 horas por ano.
O consumo anual de energia nas estações pode portanto ser previsto em:

$$(3\,200 \cdot 5\,100) + (1\,200 \cdot 365) = 16{,}9 \cdot 10^6\ \text{kWh}.$$

Os ventiladores terão seu funcionamento regulado automàticamente, de modo a se adaptarem às variações de temperatura do dia ou da estação do ano. A utilização média anual de sua potência instalada será de apenas 35 a 40%. Pode-se calcular um funcionamento efetivo durante 3 250 horas por ano. O consumo anual de energia será, assim, de $48 \cdot 10^6$ kWh.
Para a primeira etapa da construção, o consumo anual de energia nas oficinas de manutenção foi estimado em $1{,}0 \cdot 10^6$ kWh.
Na "Linha Prioritária", em 1975, o consumo anual total provável de energia para luz e fôrça, será:

estações	$= 16{,}9 \cdot 10^6$ kWh
ventilação	$= 48{,}0 \cdot 10^6$ kWh
oficinas	$= 1{,}0 \cdot 10^6$ kWh
	$65{,}9 \cdot 10^6$ kWh

3.1.3 Total

No total, a potência necessária para a "Linha Prioritária" será de:

$$60{,}0+5{,}15+14{,}85 = 80{,}00\ \text{MW}$$

e o consumo anual de energia será de:

$$113{,}0 \cdot 10^6 + 65{,}9 \cdot 10^6 = 178{,}9 \cdot 10^6\ \text{kWh}.$$

3.2 **Recebimento de energia**

Em F1.2.1.2, foi recomendada a obtenção de energia elétrica da Light—Serviços de Electricidade S.A. Deverá ser assegurada a disponibilidade de energia, sem interrupções. Neste caso, torna-se necessário que subestações primárias especiais recebam energia de vários pontos de junção independentes entre si, da rêde de alta tensão da emprêsa fornecedora. Das subestações primárias a energia poderá ser distribuída às subestações retificadoras e às subestações transformadoras das estações, através de uma rêde de cabos pertencente à Companhia do Metropolitano. Interrompendo-se o fornecimento de energia numa subestação primária, as demais subestações primárias devem estar em condições de garantir o suprimento de energia para tôda a operação do metrô.

Consultada a respeito, a Light garantiu o fornecimento de energia elétrica para o metrô, em quantidade suficiente (carta de 23 de julho de 1968). A emprêsa está em perfeitas condições de cobrir a demanda pelo seu sistema de geração. O fornecimento de energia poderá ser feito através da rêde de 132 kV. Êste sistema de distribuição, em parte ainda radial, está sendo ampliado, atualmente, por interligações, formando um sistema reticulado, aumentando, assim, a segurança no fornecimento. Por motivos de operação interna, a Light não pode permitir uma operação em paralelo de duas ou mais subestações primárias, através da rêde de cabos do metrô. Através de suas estatísticas, porém, a Light pôde provar que não tem ocorrido nenhuma interrupção na rêde de cabos em 132 kV, enquanto que na rêde aérea em 132 kV os casos de interrupção têm sido de apenas dois a três por ano.

3.2.1 Subestações primárias

As subestações primárias deveriam estar, por um lado, situadas nos melhores pontos de junção da rêde de 132 kV da Light e, por outro lado, convenientemente distribuídas em relação à rêde total do metrô. Após minucioso estudo das atuais condições da rêde em 132 kV da Light e das melhorias projetadas, estabeleceram-se quatro pontos de suprimento particularmente favoráveis. As duas subestações primárias que a seguir serão mencionadas em primeiro lugar satisfazem às necessidades de suprimento da "Linha Prioritária". As duas outras serão necessárias para a Rêde do Metrô (1990).

A primeira subestação primária poderá ser instalada vantajosamente ao lado da Estação Receptora da Light, na Rua Frei Caneca. A interligação com a subestação da Light é simples, através do prolongamento do barramento da subestação.

A outra subestação primária poderá ser instalada na Praia de Botafogo, 480, em terreno pertencente ao Estado. Esta subestação poderá ser ligada aos cabos de 132 kV que unem as Estações Receptoras de Humaitá e Flamengo, da Light.

A terceira subestação primária deveria ser prevista para o Méier, no final da Rua Aquidabã, exatamente ao lado dos quatro circuitos aéreos de ligação das Estações Receptoras de Cascadura e Frei Caneca, pertencentes à Light.

A quarta subestação primária, Colégio, poderá ser construída em terreno a ser ainda escolhido, entre as Ruas Barro Vermelho, Automóvel Club e Sodré da Gama. Lá haverá possibilidade de ligação com quatro circuitos aéreos da Light que ligam a usina da Ilha dos Pombos com a Estação Receptora de Cascadura.

3.2.1.1 Frei Caneca

A Fig. H 26 mostra o diagrama unifilar desta subestação primária.

Esta subestação poderá ser construída na área adjacente à estação receptora da Light, abrangendo os terrenos onde se situam os prédios Nr. 383, 385, 387, 389 da Rua Frei Caneca. A ligação será feita por simples prolongamento do barramento duplo de 132 kV da estação da Light, com grande economia na aquisição de equipamentos, visto poder-se prescindir de três

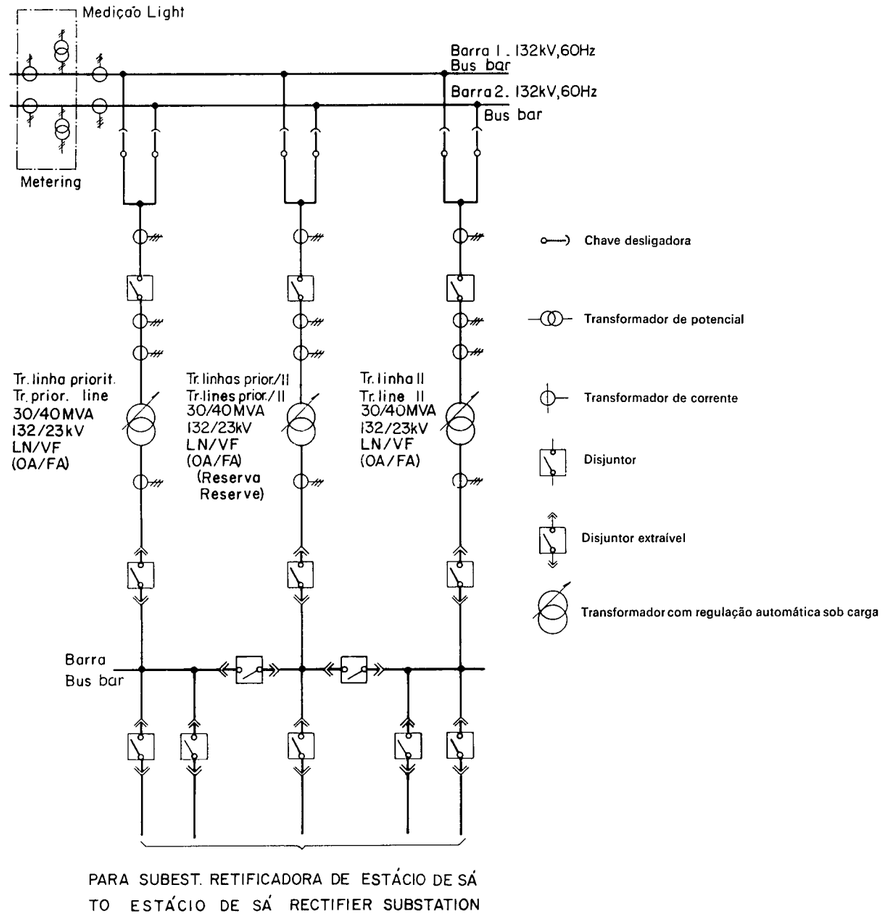


Fig. H 26
Diagrama unifilar da subestação primária Frei Caneca

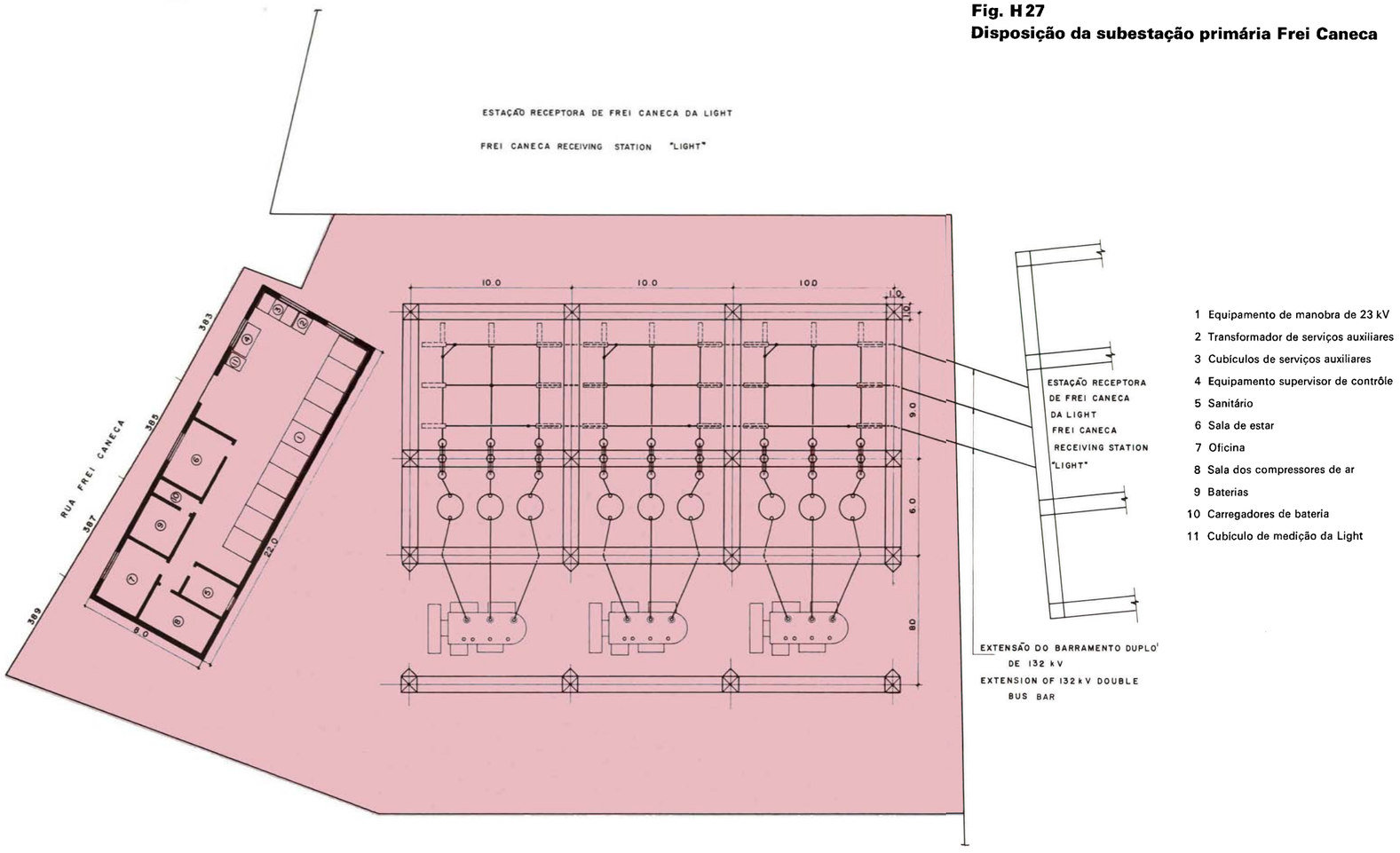


Fig. H 27
Disposição da subestação primária Frei Caneca

1 Equipamento de manobra de 23 kV
2 Transformador de serviços auxiliares
3 Cubículos de serviços auxiliares
4 Equipamento supervisor de contrôle
5 Sanitário
6 Sala de estar
7 Oficina
8 Sala dos compressores de ar
9 Baterias
10 Carregadores de bateria
11 Cubículo de medição da Light

disjuntores de pôtencia de 132 kV, 5 000 MVA, do equipamento de proteção diferencial e direcional dos circuitos de 132 kV, dos para-raios, etc., que seriam normalmente necessários.
Os dois barramentos de 132 kV ficam sob tensão, sendo um, porém, de reserva. Em serviço normal os barramentos não deverão ser operados em paralelo. Na falta de suprimento de energia no sistema de barramento em serviço deverá ser ligado automàticamente o outro sistema.
O consumo de energia é medido no lado de entrada.
Aos barramentos de 132 kV serão ligados, através dos disjuntores de potência e suas chaves desligadoras, inicialmente dois e, quando da complementação da Rêde do Metrô (1990), três transformadores de 40/50 MVA.
Para alimentação da rêde de cabos do metrô o secundário dêsses transformadores é ligado ao barramento de 23 kV através de disjuntores de saída. Um dos transformadores será de reserva. Nas cargas mais elevadas como, p. ex., nas horas de "rush", os transformadores poderão receber ventilação artificial, elevando-se assim sua capacidade para 50 MVA. Além disso, os transformadores serão equipados com comutadores de derivação sob carga, a fim de ajustar a tensão secundária numa amplitude de ± 10%.
O barramento de 23 kV será secionado em duas partes, que serão interligadas por um disjuntor de potência. Os disjuntores de 23 kV devem ter uma potência de interrupção de aproximadamente 500 MVA. Do barramento de 23 kV, dois cabos distintos levarão a energia para as subestações retificadoras e para as subestações secundárias das estações. A Fig. H 27 apresenta a disposição do equipamento de manobra em 23 kV, os diversos equipamentos de comando, contrôle e serviços auxiliares, bem como a estrutura de 132 kV. Tôdas as instalações são equipadas para serem operadas através de comando remoto.

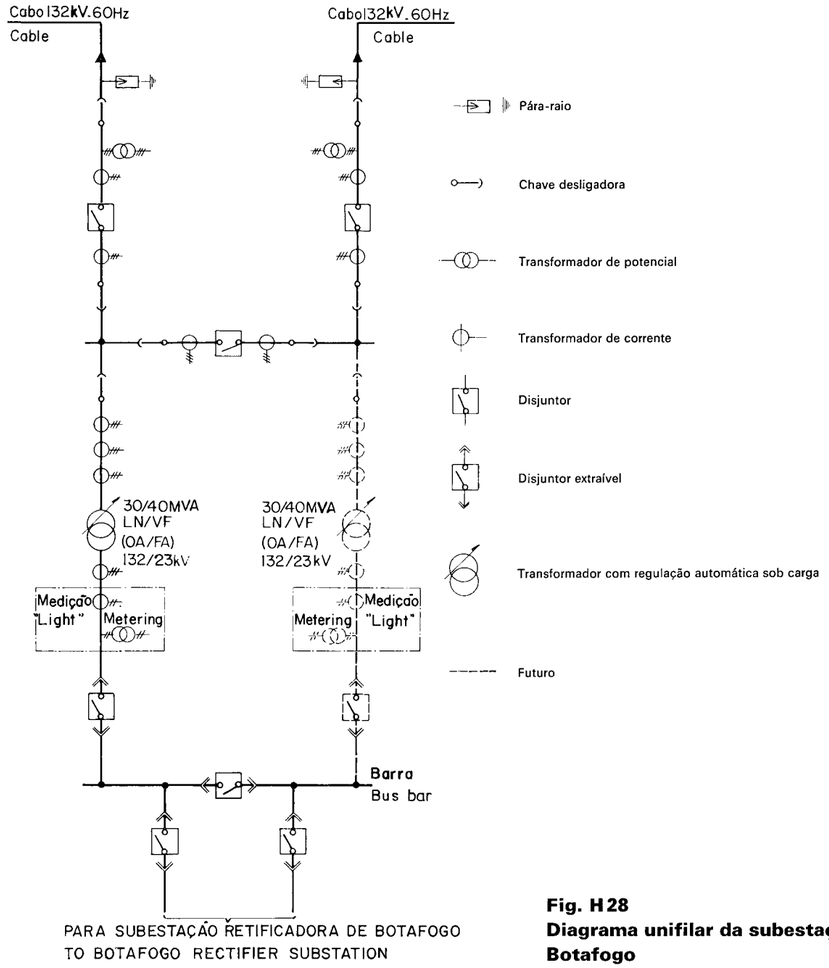


Fig. H 28
Diagrama unifilar da subestação primária Botafogo

3.2.1.2 Botafogo

A Fig. H 28 mostra o diagrama unifilar para a subestação Botafogo. Os cabos provenientes do anel da Light são conduzidos subterrâneamente até à subestação primária e ligados ao barramento de 132 kV através de disjuntores de potência e chaves desligadoras. O barramento é secionado em duas partes por um disjuntor de interligação. Barramento e disjuntores constituem assim parte integrante do anel de rêde da Light e devem, por isso, possuir as instalações de proteção e contrôle exigidas pela Light.

Estas são:

Proteção diferencial, com fio-pilôto, dos cabos para as estações receptoras de Humaitá e Flamengo.

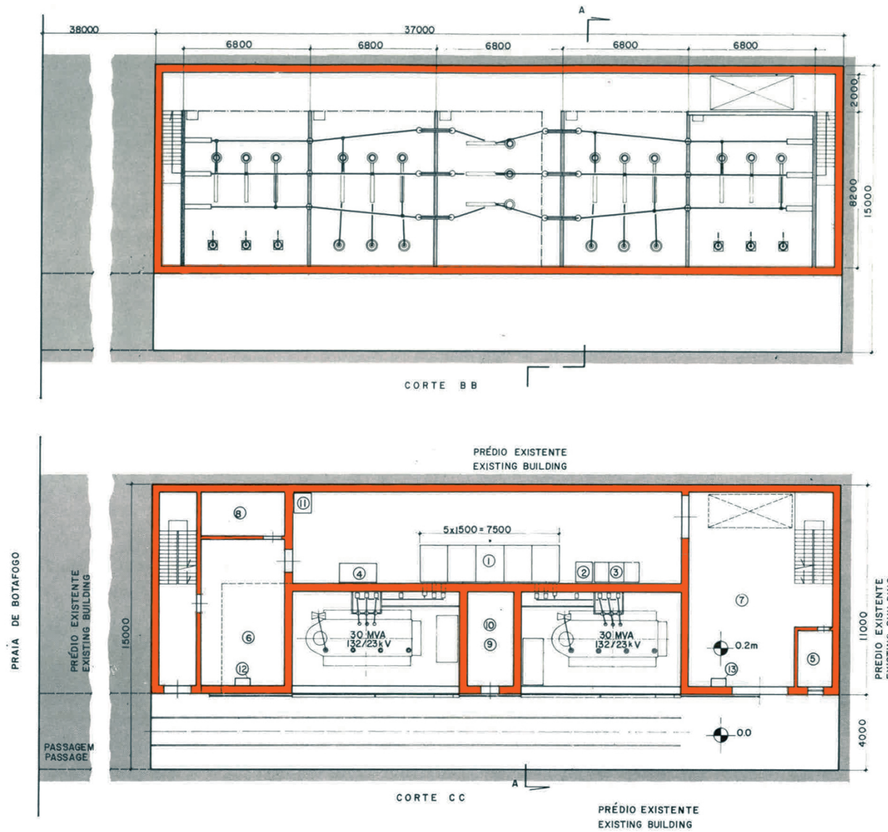
Proteção direcional através de relé de proteção de retaguarda ("back-up") para os mencionados cabos.

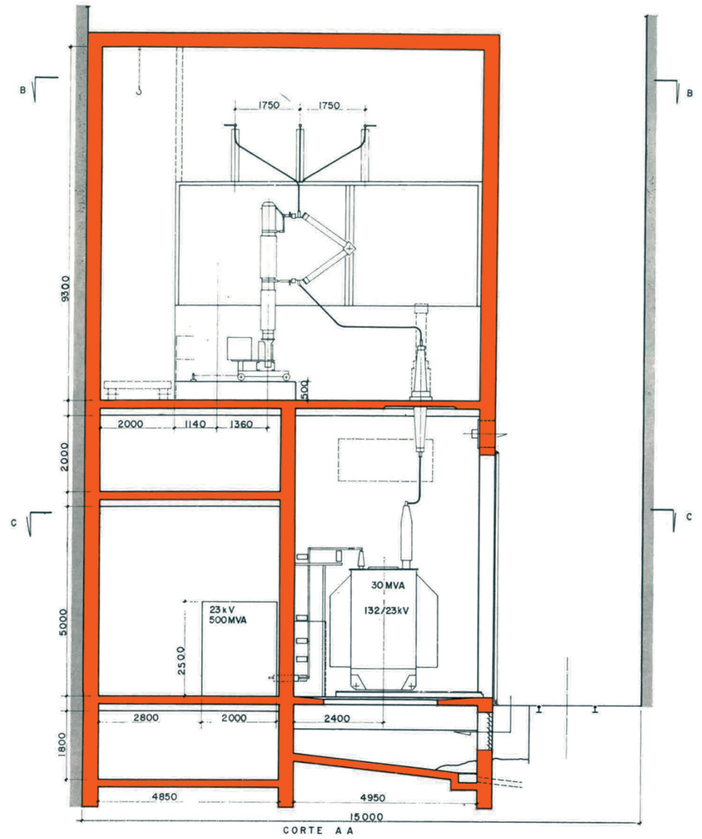
Proteção diferencial do barramento de 132 kV.

A subestação terá dois transformadores da mesma potência e tipo de construção que os da estação Frei Caneca. Serão ligados sem disjuntores ao barramento de 132 kV, ficando assim permanentemente ligado também o transformador de reserva no circuito de entrada de 132 kV. A manobra de transferência para o transformador de reserva se faz, também aqui, automàticamente.

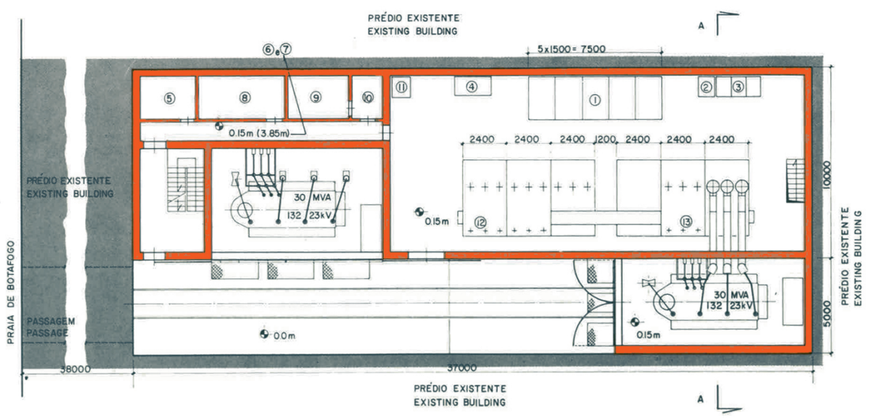
As manobras no lado do circuito de 23 kV correspondem à da subestação primária de Frei Caneca. Enquanto esta poderá ser do tipo de instalação externa convencional, a subestação de Botafogo, em vista da pequena área disponível, deverá ser do tipo abrigado. Conforme pode ser visto na Fig. H 29, ter-se-á no primeiro pavimento os transformadores, o equipamento de manobra em 23 kV e demais componentes auxiliares; no segundo pavimento os circuitos de entrada de 132 kV. Dado o pouco espaço disponível, a Light concordou com a medição do consumo de energia no lado da tensão de 23 kV, considerando em separado as perdas de transformação. A título indicativo, pode-se ainda mencionar o emprêgo, ùltimamente proposto, do equipamento de alta tensão conhecido por SF_6 (Hexa-Fluoreto de Enxôfre) que age como isolante. Neste sistema são usados componentes condutores de tensão dentro de um invólucro metálico de ligas especiais, onde o gás SF_6, mantido permanentemente sob pressão, age como isolante e extintor de arcos elétricos. Dêste modo podem obter-se apreciáveis reduções de área e volume em comparação com os equipamentos convencionais. Assim a Fig. H 29 a apresenta, como alternativa, a disposição interna da substeação equipada com equipamento SF_6; neste caso, um único pavimento seria suficiente.

Fig. H 29
Disposição interna da subestação primária
Botafogo





1 Equipamento de manobra de 23 kV
2 Transformador de serviços auxiliares
3 Cubículos de serviços auxiliares
4 Equipamento supervisor de contrôle
5 Banheiro
6 Sala de estar
7 Oficina
8 Sala dos compressores de ar
9 Sanitário
10 Carregadores de bateria
11 Cubículo de medição da Light
12 Entrada dos cabos 132 kV
13 Saída dos cabos 132 kV



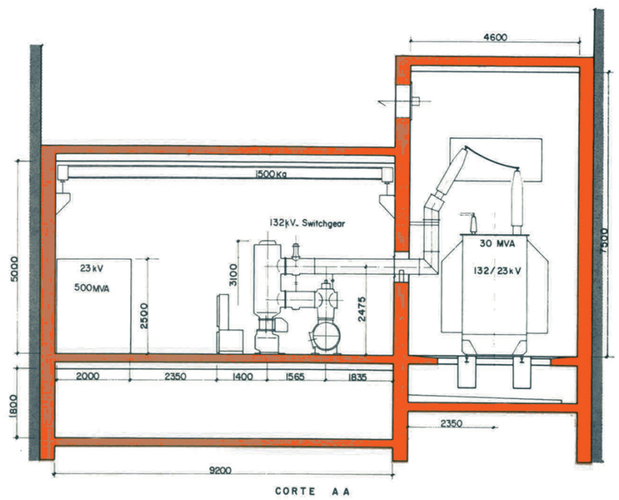


Fig. H 29 a
Disposição interna da subestação primária
Botafogo (alternativa com SF_6)

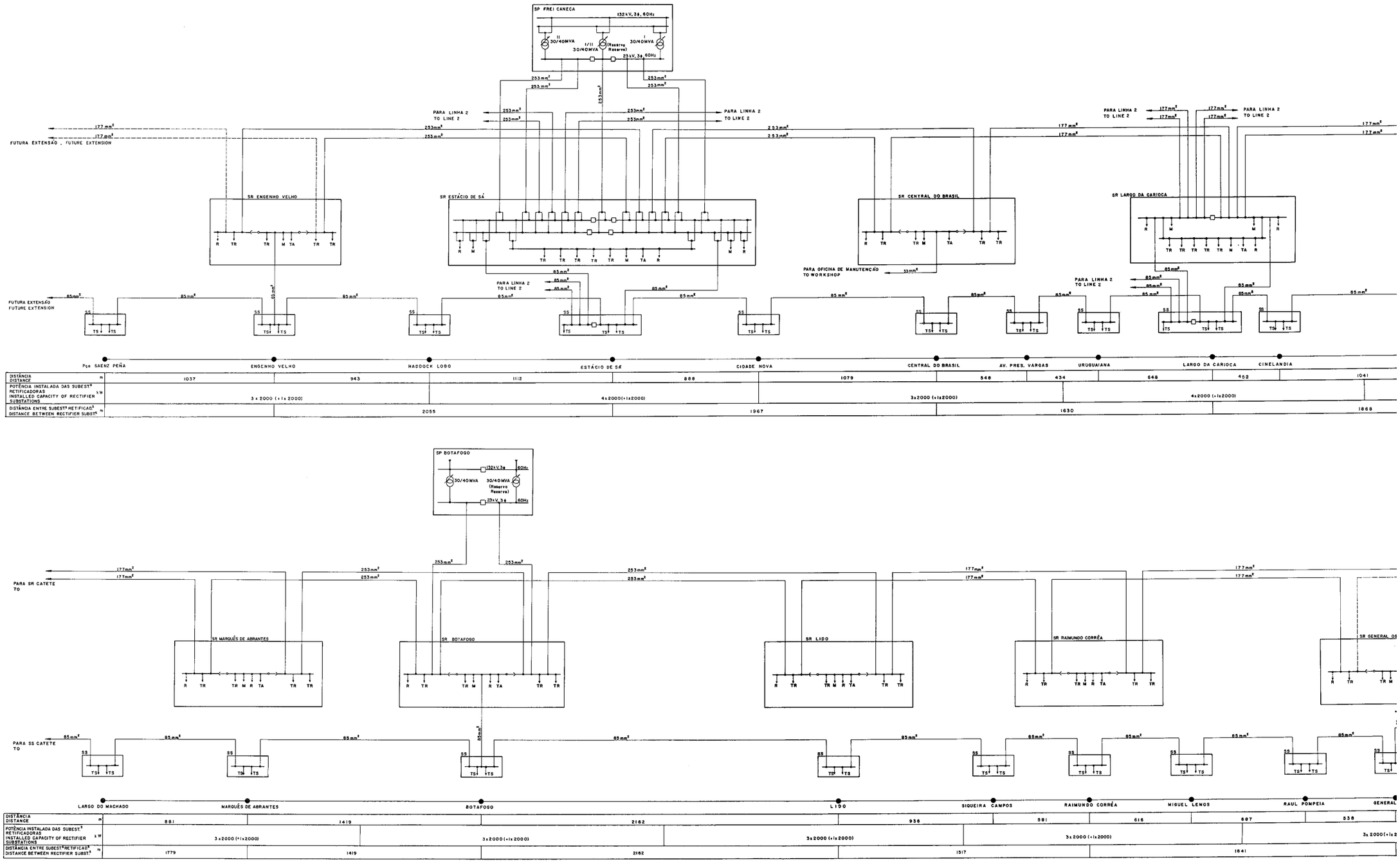
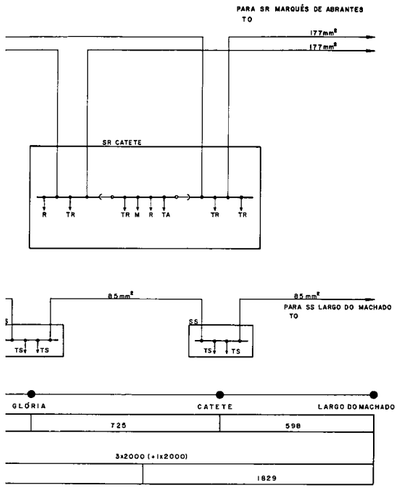
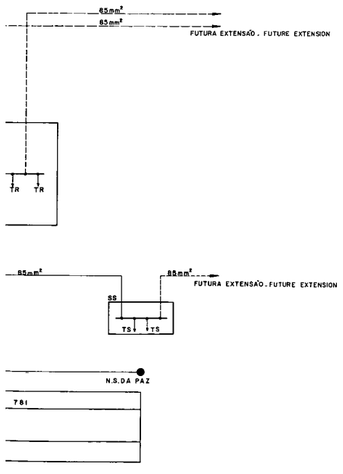

SP FREI CANECA
132kV, 3ø, 60Hz
II 30/40MVA
I/II 30/40MVA (Reserva Reserve)
I 30/40MVA
23kV, 3ø, 60Hz
SP BOTAFOGO
132kV, 3ø, 60Hz
30/40MVA
30/40MVA (Reserva Reserve)
23kV, 3ø, 60Hz
PARA LINHA 2 TO LINE 2
FUTURA EXTENSÃO . FUTURE EXTENSION
PARA SR CATETE TO
PARA SS CATETE TO
SR ENGENHO VELHO
SR ESTÁCIO DE SÁ
SR CENTRAL DO BRASIL
SR LARGO DA CARIOCA
SR MARQUÊS DE ABRANTES
SR BOTAFOGO
SR LIDO
SR RAIMUNDO CORRÊA
PARA OFICINA DE MANUTENÇÃO TO WORKSHOP
FUTURA EXTENSÃO FUTURE EXTENSION
R TR TR M TA TR TR
R M TR TR TR TR TR M TA R
R TR TR M TA TR TR
R TR TR M R TA TR TR
SS
TS TS
Pça SAENZ PEÑA
ENGENHO VELHO
HADDOCK LOBO
ESTÁCIO DE SÁ
CIDADE NOVA
CENTRAL DO BRASIL
AV. PRES. VARGAS
URUGUAIANA
LARGO DA CARIOCA
CINELANDIA
LARGO DO MACHADO
MARQUÊS DE ABRANTES
BOTAFOGO
LIDO
SIQUEIRA CAMPOS
RAIMUNDO CORRÊA
MIGUEL LEMOS
RAUL POMPEIA
GENERAL
DISTÂNCIA DISTANCE m
POTÊNCIA INSTALADA DAS SUBEST.S RETIFICADORAS INSTALLED CAPACITY OF RECTIFIER SUBSTATIONS kW
DISTÂNCIA ENTRE SUBEST.S RETIFICAD.S DISTANCE BETWEEN RECTIFIER SUBST.S m
1037
943
1112
888
1079
548
434
648
452
1041
3 x 2000 (+1x 2000)
4x2000(+1x2000)
3x2000 (+1x2000)
4x2000 (+1x2000)
2055
1967
1630
1868
881
1419
2162
936
581
616
687
538
3x2000 (+1x2000)
3x2000 (+1x2000)
3x2000 (+1x2000)
3x2000 (+1x2000)
3x 2000 (+1x2
1779
1419
2162
1517
1641

Fig. H 30
Diagrama da distribuição de energia para a "Linha Prioritária"



SP Subestação primária
SR Subestação retificadora
SS Subestação secundária
TR Conjunto transformador retificador
TA Transformador auxiliar
TS Transformador de distribuição secundária
M Medição
R Unidade para expansão futura



3.3 **Distribuição de energia**

A energia recebida pelas subestações primárias deverá ser distribuída às diversas subestações retificadoras e subestações secundárias das estações, através de uma rêde de cabos pertencente ao metrô. Como tensão nominal desta rêde distribuidora servirão as tensões de 34,5, de 23 ou de 13,2 kV, que são recomendadas pela IEC ("International-Electro-Commission") como tensão nominal para os sistemas de corrente alternada trifásica. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) não tem publicado normas especiais a êste respeito. Tais tensões, entretanto, correspondem às atualmente usadas no Brasil.

Para a tensão de 34,5 kV poderiam ser previstos cabos a óleo. Êsses cabos precisam de maior espaço e são mais caros que os cabos sêcos. Sempre que possível os cabos a óleo deveriam ser evitados em instalações subterrâneas do metrô.
Após demorada pesquisa sôbre o espaço necessário e os custos para as tensões de 23 kV e 13,2 kV, chegou-se à conclusão de que, usando a tensão de 13,2 kV o dispêndio é cêrca de 17% maior, sendo por esta razão recomendada, para a rêde do metrô, a tensão de 23 kV.

3.3.1 Sistema de cabos em 23 kV

A Fig. H 30 mostra o sistema de cabos em 23 kV com as diversas seções de cabos. O prolongamento da "Linha Prioritária" em ambos os sentidos foi tomado em consideração.
O sistema de cabos foi projetado para a demanda de potência máxima, sendo usadas duas rêdes paralelas. Nas horas de "rush" será aproveitada a capacidade máxima dos cabos. Em caso de colapso total no fornecimento de energia por parte de uma subestação primária, deverão ser desligados os equipamentos não essenciais à operação, adotando-se ainda intervalos maiores entre as composições (p. ex., 180 s).
Como sistema de cabos, destinados ao suprimento das subestações retificadoras, recomenda-se um sistema em forma de anel. Entretanto, o anel deverá funcionar em aberto, uma vez que a Light não permite a operação em paralelo das subestações primárias. O suprimento de energia das subestações secundárias nas estações do metrô, que por sua vez abastecem as instalações de luz e fôrça, se processa através de outro sistema de cabos de 23 kV que, nas subestações retificadoras de Estácio de Sá, Largo da Carioca, Botafogo e nas subestações terminais, está ligado ao sistema de 23 kV que alimenta as linhas do metrô.
Assim, também êste segundo sistema de cabos poderá operar como rêde em anel aberto (Fig. H 30).
Todos os cabos de 23 kV devem ser trifásicos e para instalação em dutos. Excetuam-se os cabos entre as subestações primárias de Frei Caneca e Botafogo e, respectivamente, as subestações retificadoras conjugadas de Estácio de Sá e Botafogo, onde os cabos serão enterrados diretamente no solo.
Serviu de referência para a seleção de cabos a publicação n.° P. 46-426 da IPCEA ("Insulated Power Cables Engineers Association").

3.3.2 Suprimento de energia para tração

Segundo F 1.2.5 foi previsto como sistema de corrente para tração o sistema de corrente contínua de 750 V com suprimente de energia através de terceiro trilho. A energia em 23 kV, 60 Hz, recebida pelas subestações retificadores, deverá ser transformada em corrente contínua de 750 V por transformadores e retificadores.

3.3.2.1 Subestações retificadoras

Para a tração foi determinada, em H 3.1.1.1, a demanda de potência de 60 MW. Essa demanda se distribui, entretanto, por tôda a "Linha Prioritária". A energia é transmitida às composições pelo terceiro trilho, servindo os trilhos de tração ao retôrno da corrente. A experiência tem demonstrado que, no sistema de corrente contínua de 750 V, a potência de uma subestação retificadora não deveria ultrapassar 5 a 6 MW. Admitindo-se subestações de 6 MW, serão necessárias dez subestações para a "Linha Prioritária".

a) Localização das subestações retificadoras

A escolha de local para as subestações obedece aos seguintes critérios:

Sempre que possível numa estação, a fim de reduzir os custos de construção. Além disso, é conveniente, em casos de falhas, que os equipamentos de manobra estejam reunidos nas próprias estações.

Sempre que possível nas estações de cruzamento, a fim de não só facilitar a distribuição de carga, como também o suprimento de vários trechos.

A queda de tensão e as correntes de fuga (corrosão) devem ser mantidas dentro de limites admissíveis; as menores correntes de curto-circuito devem ser mais intensas que as correntes máximas de operação. Prolongamentos previsíveis das linhas deveriam ser considerados.

A localização das subestações na "Linha Prioritária" esát indicada na Fig. H 30. Unicamente no Catete a subestação não se situa na estação, porque a área de suprimento de energia ficaria muito extensa.

b) Cálculo da potência a ser instalada

O cálculo da potência instalada das subestações deverá ter por base a demanda de potência máxima necessária. Servirão de base para o cálculo os trabalhos realizados por L. Koranyi. Observando o diagrama velocidade-distância para a distância média de 860 m (G 2.3) entre duas estações, apresentado na Fig. G 11 — curva (a), verifica-se que o tempo mínimo de marcha de uma composição lotada é de 59 s. Sendo a parada de 30 s, o tempo de viagem será de 89 s. No caso de 22 estações e 10 subestações retificadoras e intervalos de 90 s entre as composições, cada subestação deverá suprir de energia

simultâneamente, em média, o seguinte número de composições:

$$N = 2 \cdot \frac{89}{90} \cdot n \text{ [composições], onde}$$

n representa o número de estações por subestação retificadora. Portanto:

$$N = 2 \cdot \frac{89}{90} \cdot \frac{22}{10} = 4{,}31 \text{ composições.}$$

O valor médio da corrente nas subestações I_{Sm} será:

$$I_{Sm} = N \cdot I_m,$$

sendo I_m o valor médio da corrente de tração. Esta corresponde a 2,46 kA para o período médio de marcha na "Linha Prioritária".

Portanto:

$$I_m = 4{,}31 \cdot 2{,}46 = 10{,}6 \text{ kA.}$$

O valor efetivo da corrente em cada subestação depende da distribuição das composições no trecho e da energia consumida pelas composições, em função do trecho percorrido ou da carga. Conhecidos êstes valôres, pode-se calcular exatamente o valor efetivo da corrente com auxílio de um computador. Êste processo, entretanto, ultrapassa os limites dêste Estudo de Viabilidade. Por isto, o valor efetivo da corrente é determinado por um processo indicado por L. Koranyi. Segundo êste processo, um número imaginário δ de composições é acrescentado ao número real N de composições, de modo que a soma das correntes de tração corresponderá ao valor efetivo da corrente na subestação. O número imaginário δ de composições depende da relação entre o valor efetivo e o valor médio de corrente de tração (fator de forma da composição), como também do número de estações e sua relação com as subestações. Para δ (fator de incremento de forma da subestação) Koranyi dá a seguinte fórmula:

$$\delta = c\,(f - 1).$$

À presente relação entre as estações e as subestações, corresponde, segundo Koranyi, o coeficiente c = 0,9.

O fator de forma da composição é calculado em

$$f = \frac{I}{I_m},$$

sendo I o valor efetivo da corrente na composição. Êste foi calculado em 3,64 kA para o período médio de marcha.

$$f = \frac{3{,}64}{2{,}46} = 1{,}48,$$

donde

$$\delta = 0{,}9\ (1{,}48 - 1) = 0{,}432.$$

O valor efetivo da corrente na subestação será, por conseguinte:

$$I_S = (N + \delta) \cdot I_m = (4{,}31 + 0{,}432) \cdot 2{,}46 = 11{,}65 \text{ kA.}$$

O caso de carga mais desfavorável para a subestação ocorre quando composições em ambos os sentidos efetuam, simultâneamente, manobras de partida no local da subestação e nas estações adjacentes. No caso de tal carga máxima, a subestação em aprêço fornece a corrente total às composições que partem dela, enquanto fornece aproximadamente a metade da corrente necessária às composições que partem das estações adjacentes. Para as composições admitiu-se estarem simultâneamente em funcionamento todos os equipamentos auxiliares, exceto a excitação dos freios. A maior corrente por composição seria, no caso, 5,8 kA.
Daí resulta como valor máximo:

$$I_{S\,max} = 4 \cdot I_{max} = 4 \cdot 5{,}8 = 23{,}2 \text{ kA.}$$

O fator determinante para o dimensionamento dos transformadores é o valor efetivo da carga a ser prevista. A experiência comprova que êste valor pode superar em 50% o valor nominal dos transformadores.
Resulta daí, como primeiro critério para a corrente nominal da subestação,

$$\frac{11{,}65}{1{,}5} = 7{,}75 \text{ kA.}$$

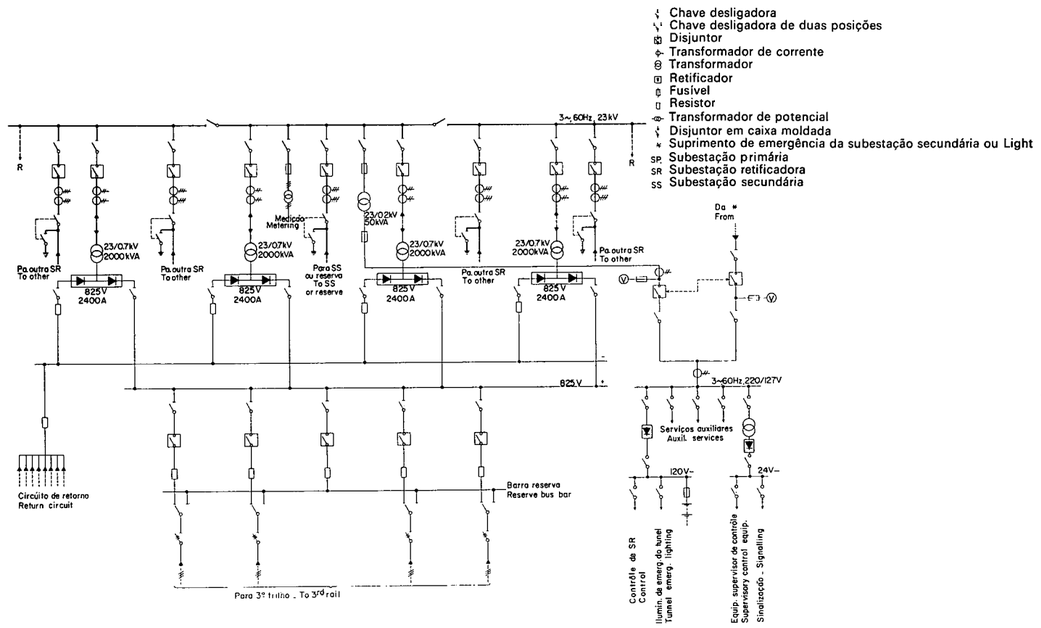


Fig. H31
Diagrama unifilar de sete subestações retificadoras típicas

O dimensionamento dos retificadores é determinado pela corrente máxima. Os retificadores de silício devem ser projetados de acôrdo com a categoria de carga F, da publicação da IEC n.° 146. Esta categoria corresponde às condições de serviço pesado do metrô e prescreve o seguinte aumento progressivo de carga:

100%	3 h	de duração,
a seguir 150%	2 h	de duração,
a seguir 300%	1 min	de duração.

O valor máximo da corrente da subestação $I_{S\,max}$ pode, por conseguinte, situar-se 300% acima da corrente nominal da subestação. O segundo critério para o valor nominal da corrente nas subestações é, portanto,

$$\frac{23{,}2}{3} = 7{,}75 \text{ kA.}$$

A tensão à plena carga da subestação deverá ser 10% maior que a tensão nominal do terceiro trilho. A potência nominal da subestação seria então:

$$7{,}75 \cdot 750 \cdot 1{,}1 = 6\,400 \text{ kW.}$$

Os diversos tipos de retificadores de silício para o suprimento de energia para tração estão padronizados nas seguintes graduações: 1 500 kW, 2 000 kW e 2 500 kW.

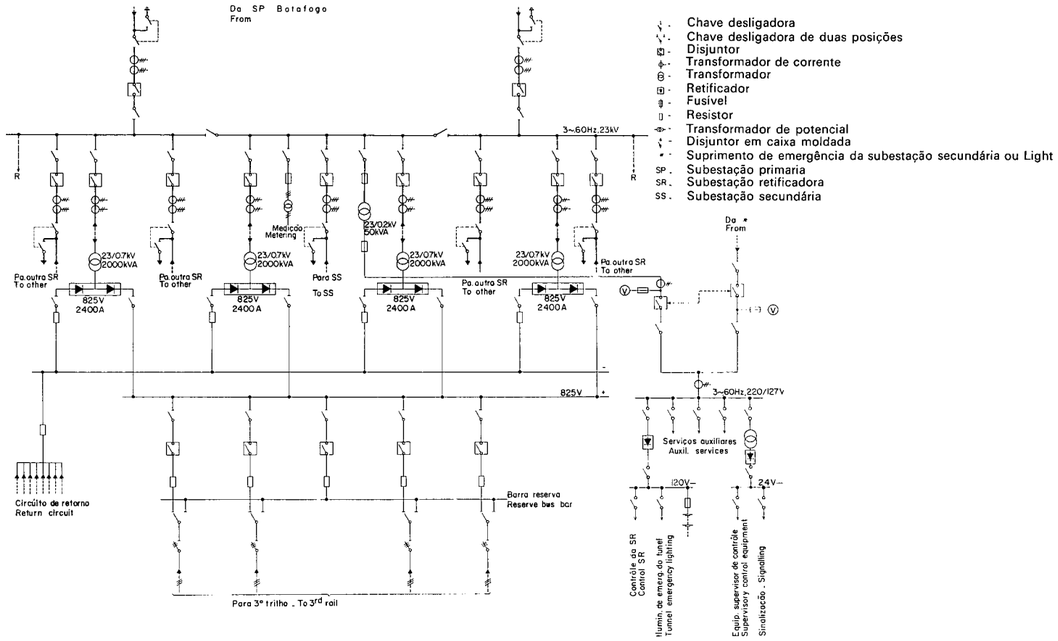


Fig. H 32
Diagrama unifilar da subestação retificadora de Botafogo

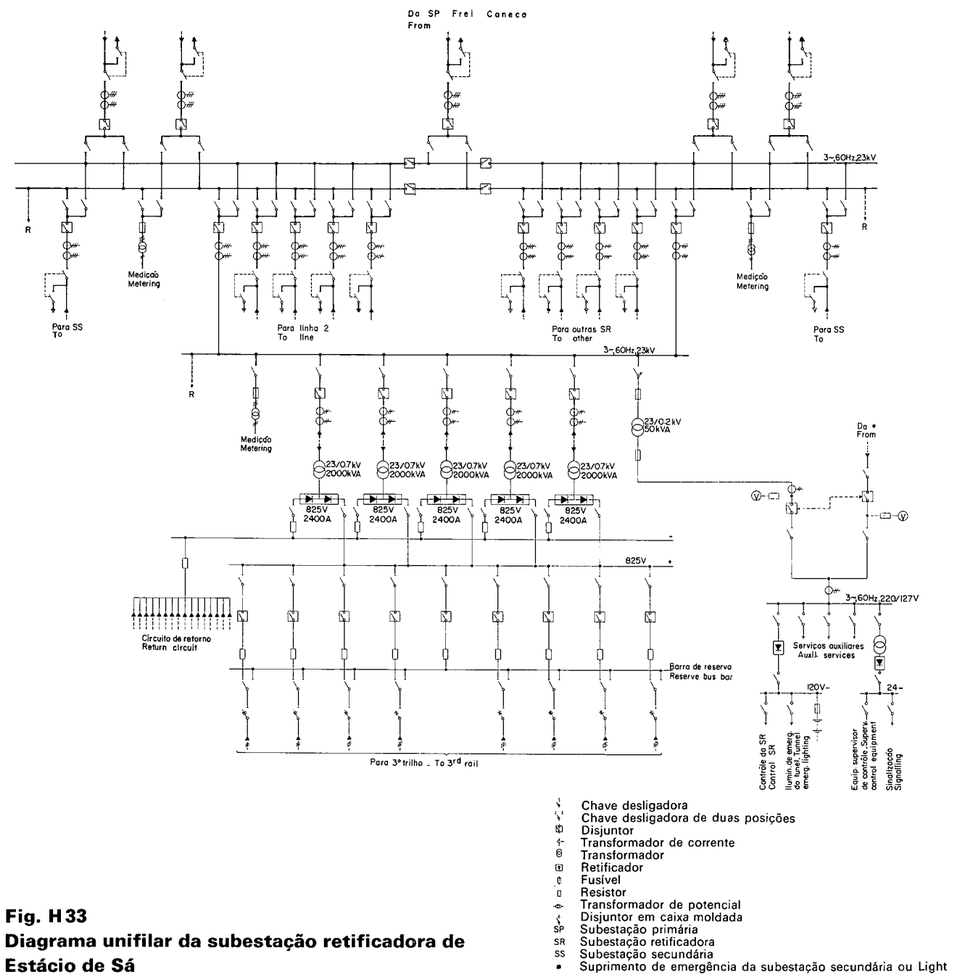


Fig. H 33
Diagrama unifilar da subestação retificadora de Estácio de Sá

O caso da suposta carga máxima, acima referida, dificilmente ocorrerá. Pressupõe a partida simultânea de seis composições com lotação completa em ambos os sentidos de viagem e funcionamento simultâneo de todos os equipamentos auxiliares. A escolha de 2 000 kW como grandeza unitária dos retificadores deverá, por conseguinte, satisfazer plenamente, podendo ficar limitado a três o número de unidades, sem reserva, nas subestações.

c) Tipos de construção

Das 10 subestações propostas, sete poderão ter execução idêntica. A Fig. H 31 mostra o diagrama unifilar dessas sete subestações típicas. As subestações retificadoras receberão energia em Botafogo (Fig. H 32) e em Estácio de Sá (Fig. H 33). A Fig. H 34 mostra o diagrama unifilar da subestação do Largo da Carioca.

A subestação de Estácio de Sá irá mais tarde suprir de energia também a segunda linha projetada. Por esta razão foi previsto um sistema de barramento duplo do lado do circuito em corrente alternada. O secionamento do barramento duplo permitirá o suprimento distinto de ambas as linhas, a partir do transformador correspondente localizado na subestação primária Frei Caneca, podendo também ser utilizado o transformador reserva para uma das linhas, quando isso fôr operacionalmente desejável ou necessário por motivo de falhas.
A subestação do Largo da Carioca está igualmente localizada em um ponto de cruzamento com a Linha 2.
Os cabos de 23 kV de cada linha suprem de energia um barramento simples próprio. Em caso de falha os dois barramentos podem ser interligados por um disjuntor de interligação. A demanda de corrente contínua por parte da subestação será, também aqui, atendida através de um barramento simples especial que poderá ser ligado optativamente a um ou outro dos dois barramentos.
As 8 subestações retificadoras restantes dispõem de um barramento simples dividido em duas partes por chaves desligadoras. Esta disposição tem apresentado resultados operacionais altamente satisfatórios em instalações de distribuição de energia em alta tensão. Evita os altos custos de um sistema de barramento duplo, conservando contudo suas vantagens operacionais.
Outros detalhes podem ser observados nas figuras.
Para a conversão da corrente alternada para o sistema de

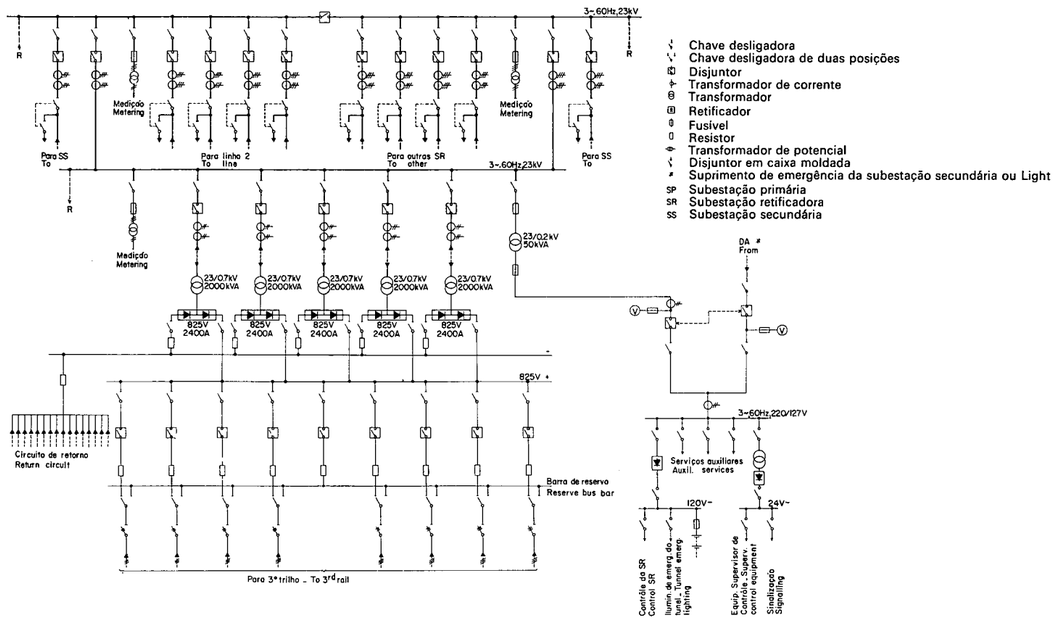


Fig. H34
Diagrama unifilar da subestação retificadora do Largo da Carioca

corrente contínua para tração são previstos transformadores e retificadores uniformes para tôdas as subestações.

O transformador de 23 kV/0,7 kV terá uma potência nominal de 2 000 kVA. A tensão primária deverá poder ser ajustada em 3 a 5 derivações, numa amplitude de ± 4%. A ligação prevista será YYO. Os transformadores deverão ser executados para instalação abrigada, devendo incluir os seguintes acessórios: relé Buchholz com dois contatos de alarme, termômetro indicador de temperatura do tôpo de óleo com dois contatos de alarme, dispositivo de alarme para temperatura ambiente, conservador de óleo com indicador de nível de óleo e um secador de ar. Para refrigeração deverá ser usado o óleo tipo ascarel não inflamável. O retificador de silício, construído em ponte trifásica, deverá ter uma tensão nominal de 825 V e uma corrente nominal de cêrca de 2 500 A. A capacidade de sobrecarga deverá corresponder às solicitações de serviço pesado do metrô, de acôrdo com a categoria F da publicação da IEC n.° 146. Para proteção devem ser previstos, do lado da corrente alternada, relés de sobrecarga instantâneos e temporizados. Para proteção interna do retificador, cada dois díodos ligados em série serão providos de fusível para secionamento seletivo de uma célula defeituosa. A atuação dêsse fusível deve ser assinalada por um dispositivo de alarme, devendo também estar sob contrôle a temperatura máxima admissível de operação do retificador.

Os diversos trechos do terceiro trilho da linha são ligados ao barramento de corrente contínua através de disjuntores rápidos. Na falha de um disjuntor rápido, o trecho prejudicado do terceiro trilho poderá ser suprido de energia pelo barramento reserva através de um disjuntor de reserva. Neste caso todos os disjuntores de alimentação devem prever um intertravamento que não permita mais de um alimentador ligado à barra reserva.

Os disjuntores de alimentação devem ter condições de garantir a interrupção rápida e segura de todo curto-circuito ou de corrente acima da corrente nominal, que possam ocorrer na linha, a fim de impedir que os retificadores sejam danificados ou ocorra a abertura dos disjuntores de 23 kV. O circuito de retôrno da corrente é ligado ao barramento negativo, onde também se processa a medição total da corrente contínua.

Paralelamente a cada disjuntor de alimentação deverá ser instalado um dispositivo de teste de alimentação. Êste dispositivo deverá ser operado automàticamente ou por comando remoto, a partir de uma sala de comando. Após a abertura do disjuntor, provocada por um curto-circuito ou sobrecarga, uma resistência de teste é ligada, através de um relé, ao trecho interrompido do terceiro trilho, medindo a resistência do setor com tensão total de operação. A medição indicará se a perturbação perdura ou se o disjuntor pode ser ligado novamente.

Para o auto-abastecimento das subestações deve ser previsto um transformador com potência de 50 kVA e um transformador separador de cêrca de 10 kVA, para a ligação à rêde distribuidora de baixa tensão da Light. Os dois transformadores devem ser intertravados para impedir qualquer acoplamento da rêde elétrica do metrô com a rêde da Light. Em caso de falha do transformador (queda de tensão ou sobrecarga de corrente), a ligação de emergência deverá processar-se automàticamente.

Os dispositivos da distribuição principal em baixa tensão deverão ser convenientemente instalados em um cubículo ou em um painel de distribuição. Êstes dispositivos compreendem os disjuntores dos alimentadores, medidores e contadores com seus transformadores, barramentos, as derivações com disjuntores para os circuitos de iluminação e tomadas de corrente, o retificador de 120 V e 24 V para o carregamento das baterias, compressores e outros disjuntores para corrente contínua de 120 V e 24 V.

Para o comando e acionamento dos disjuntores deverá ser prevista, nas subestações retificadoras, uma bateria estacionária de 120 V corrente contínua. Sua capacidade deverá ser suficiente para garantir a iluminação de emergência das estações e dos túneis durante cêrca de

três horas. O correspondente retificador de carregamento deverá manter a plena capacidade da bateria por meio de carregamento contínuo.

Em princípio cada subestação deve permitir um comando local. Nesse sentido, tanto nas instalações de manobra de alta tensão, quanto nos de corrente contínua e nos de baixa tensão, a cada disjuntor de acionamento elétrico ou a ar comprimido deverá corresponder um dispositivo de acionamento local, e cada cubículo deveria dispor de uma chave de reversão com as posições "comando remoto" — "comando local". No caso do emprêgo de disjuntores a ar comprimido, deverá ser prevista a instalação de compressores, de dimensões adequadas, cuja permanência em condições de serviço deve ter contrôle remoto. Cada subestação deverá ainda poder ser controlada e operada à distância, a partir de um pôsto central de contrôle operacional.

Serão comandados à distância:

Todos os disjuntores de fôrça, tôdas as chaves desligadoras dos barramentos e os comutadores dos circuitos de trechos para o barramento de reserva.

Serão controlados à distância:

A posição dos disjuntores a serem comandados, os transformadores, os retificadores e outros importantes equipamentos auxiliares.

Serão medidas à distância:

A tensão dos circuitos de corrente alternada e de corrente contínua, a corrente nos cabos de 23 kV em ambos os sentidos, a corrente contínua total, fornecida pela subestação e, quando solicitado, a corrente dos retificadores e a corrente de teste de setores.

A disposição interna das subestações deixa ampla liberdade de escolha, podendo ser adaptada às condições locais. A Fig. H 35 mostra um exemplo de disposição interna de uma subestação, de acôrdo com o diagrama unifilar apresentado na Fig. H 31, com 4 unidades retificadoras e 12 cubículos em 23 kV.

3.3.2.2 Terceiros trilhos e retôrno da corrente

O critério para a escolha do tipo de construção do terceiro trilho e da instalação de retôrno da corrente é a maior queda de tensão admissível no coletor de corrente das composições. Na tensão nominal de 750 V a queda de tensão no circuito de retôrno com alimentação bilateral, apurada pela intensidade média diária da corrente de carga, não deve ultrapassar 5 V. Nas cargas de intensidade máxima não deve ser ultrapassado o limite de 90 V.

a) Dimensionamento do terceiro trilho

A seção transversal do terceiro trilho é calculada inicialmente com base em valôres empíricos. De acôrdo com a publicação da IEC n.° 38, a tensão não deve ultrapassar 900 V nem ficar abaixo de 500 V. O terceiro trilho e o circuito de retôrno deverão ser dimensionados de tal maneira que nas maiores cargas possíveis êsses limites sejam respeitados. O cálculo da queda de tensão decidirá se a seção transversal escolhida pode ser mantida. Os Serviços de Transportes de Berlim ("Berliner Verkehrsbetriebe") adotam como carga máxima do terceiro trilho o valor de: $1{,}18\ \frac{A}{mm^2}$ para a duração de 20 s. Supondo que o terceiro trilho possa suportar o dôbro da carga máxima da corrente de tração, a seção do terceiro trilho será:

$$A_p = 2 \cdot I_{max} \cdot 1000 \cdot \frac{1}{1{,}18}\ . \qquad [mm^2]$$

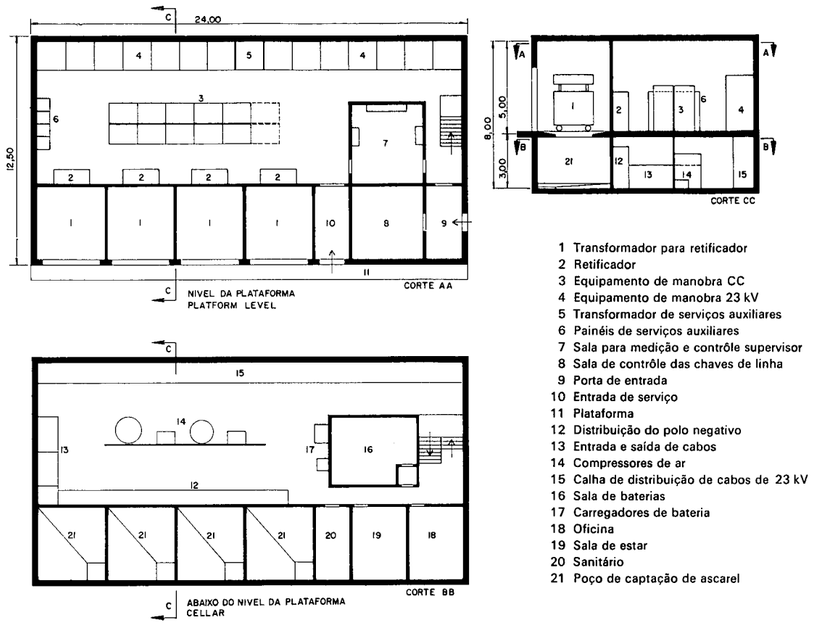
$$A_p = 2 \cdot 5{,}8 \cdot 1000 \cdot \frac{1}{1{,}18} = 9\,800\ [mm^2]\ .$$

Com $\delta = 7{,}8\ g/cm^3$, o pêso do terceiro trilho será:

$$W_p = 76{,}0\ kg/m.$$

Será escolhido o terceiro trilho de 74,0 kg/m, que é empregado pelos metrôs de Londres, Nova York e Toronto. A resistência específica dêsse trilho é de

$$14{,}6\ \frac{m\,Ohm}{km}\ .$$



1 Transformador para retificador
2 Retificador
3 Equipamento de manobra CC
4 Equipamento de manobra 23 kV
5 Transformador de serviços auxiliares
6 Painéis de serviços auxiliares
7 Sala para medição e contrôle supervisor
8 Sala de contrôle das chaves de linha
9 Porta de entrada
10 Entrada de serviço
11 Plataforma
12 Distribuição do polo negativo
13 Entrada e saída de cabos
14 Compressores de ar
15 Calha de distribuição de cabos de 23 kV
16 Sala de baterias
17 Carregadores de bateria
18 Oficina
19 Sala de estar
20 Sanitário
21 Poço de captação de ascarel

Fig. H 35
Disposição de uma subestação retificadora típica

b) Dimensionamento do circuito de retôrno da corrente

O circuito de retôrno deve ser dimensionado de modo que, na queda de tensão, não permita sejam ultrapassados 5 V com carga média diária de corrente e 90 V por breves instantes, com carga máxima de corrente.
O cálculo toma por base o trecho mais desfavorável, situado entre as subestações retificadoreas de Engenho Velho e Estácio de Sá (distância de 2,055 km e uma estação intermediária). O valor médio da queda de tensão no circuito de retôrno ocorre no ponto médio entre o ponto de tensão mais baixa e a subestação. O cálculo é feito com a intensidade média diária da corrente de carga I_{dm} admitida como carga uniformemente distribuída.
A intensidade média diária da corrente de carga será:

$$I_{dm} = \frac{W \cdot n}{1000 \cdot U_{Lm}} \quad [kA],$$

onde:

W [kWh] consumo de energia pela composição parcialmente lotada, durante o percurso do trecho L, supondo-se que cerca de 30% das composições, numa média diária, deverão fazer as viagens em tempos mínimos,

U_{Lm} [V] tensão média nos terceiros trilhos,

$n \left[\frac{1}{h}\right]$ número médio de composições por hora na média diária (com intervalos de 90 s entre as composições nas horas de "rush") = 23,7 composições, resultado determinado com o auxílio da Fig. I 3 e da Tab. I 3.

Com alimentação bilateral ter-se-á:

$$U_{nm} = \frac{1}{8} \cdot I_{dm} \cdot L \cdot r_n = 5 \text{ V}.$$

Para o trecho menos favorável, entre as subestações retificadoras de Engenho Velho e Estácio de Sá, $I_{dm} = 4{,}52$ kA e, portanto:

$$r_n = 4{,}31 \ \frac{\text{mOhm}}{\text{km}}.$$

A seção transversal adicional para o circuito de retôrno será, por conseguinte:

$$A_n \cdot n_{nf} = \frac{10^3}{K_{cu} \cdot k} \cdot \frac{10^3 \cdot k}{r_n} - \frac{0{,}9 \cdot W_n \cdot n_n \cdot K_{Fe}}{\gamma} = 1\,940 \text{ mm}^2,$$

sendo:

A_n [mm²] seção transversal dos cabos de retôrno, paralelos aos trilhos de tração,

n_{nf} número de cabos de retôrno, paralelos aos trilhos de tração,

$W_n \left[\frac{kg}{m}\right]$ pêso por metro linear do trilho de tração,

n_n número de trilhos de tração paralelos,

$W_p \left[\frac{kg}{m}\right]$ pêso do terceiro trilho por metro linear,

n_p número de terceiros trilhos paralelos,

0,9 fator para desgaste do trilho equivalente à perda de pêso de aproximadamente 10%,

k = 1,71 valor empírico do acréscimo de resistência devido a juntas e pontos de contato do trilho,

$\gamma = 7{,}8 \ \frac{kg}{dm^3}$ pêso específico do terceiro trilho e do trilho de tração,

$K_{Fe} = 8 \ \frac{m}{Ohm \cdot mm^2}$ condutibilidade específica do terceiro trilho e do trilho de tração,

$K_{cu} = 56 \ \frac{m}{Ohm \cdot mm^2}$ condutibilidade específica do cobre.

Serão escolhidos para cada trecho 4 cabos de cobre de 500 mm² cada.
Na Tab. H 1 são indicados os valôres da queda de tensão em todos os trechos da "Linha Prioritária", para o valor médio diário da corrente de carga. Em nenhum trecho os 5 V são ultrapassados.

A queda máxima de tensão $U_{n\,max}$ no circuito de retôrno, com alimentação bilateral, ocorre quando, no meio elétrico entre duas estações retificadoras, verifica-se a corrente máxima de tração em cada via. A queda de tensão é calculada como segue:

$$U_{n\,max} = \frac{1}{2} \cdot I_{max} \cdot L \cdot r_n \quad [V].$$

Se a linha não tiver um acoplamento transversal, com alimentação em balanço, a queda máxima de tensão $U_{nF\,max}$ ocorrerá durante a partida de uma composição da estação terminal. A queda de tensão será neste caso:

$$U_{nF\,max} = 2 \cdot I_{max} \cdot L_F \cdot r_n \quad [V].$$

Sendo o valor de $I_{max} = 5{,}8$ kA, a distância média entre as subestações retificadoras L = 1,8 km, a alimentação máxima em balanço $L_F = 1{,}037$ km e $r_n = 4{,}3 \ \frac{\text{mOhm}}{\text{km}}$, ter-se-á:

$U_{n\,max} = 22{,}8$ V e
$U_{nF\,max} = 51{,}5$ V.

Em ambos os casos a queda máxima de tensão situa-se abaixo dos 90 V admitidos.

c) Queda de tensão na subestação retificadora

Parte-se do princípio de que, sendo a carga da subestação retificadora igual ao valor médio da corrente de tração, a tensão de saída da corrente deverá estar ainda acima da tensão nominal do terceiro trilho. Admitindo-se para esta o valor de 825 V, resulta a resistência equivalente da subestação em 9,4 mOhm.
A queda média de tensão na subestação será:

$$10{,}6 \cdot 9{,}4 = 100 \text{ V},$$

sendo, neste caso, a tensão média de saída da subestação ainda de 800 V.
No caso da maior queda de tensão possível, ainda que improvável, conforme foi exposto em H 3.3.2.1 b), com o valor máximo de corrente de 23,2 kA, a corrente de saída da subestação seria de 685 V.

d) Queda de tensão na linha

A resistência elétrica da linha, em cada km de linha em via dupla, resulta da soma das resistências dos dois terceiros trilhos ligados em paralelo e do circuito de retôrno, e será, portanto, $11{,}6 \ \frac{\text{mOhm}}{\text{km}}$. Os valôres de queda de tensão são calculados sumàriamente para uma distância média de 1,8 km entre as subestações.

d 1) Alimentação bilateral

A resistência elétrica da linha será, no caso, de 20,9 mOhm e a consequente queda de tensão antingirá:

$$\frac{1}{4} \cdot 10{,}6 \cdot 20{,}9 = 55 \text{ V}.$$

A tensão no coletor de corrente do carro motor será:

$$800 - 55 = 745 \text{ V}.$$

No caso mais desfavorável de carga, a queda de tensão será:

$$\frac{1}{2} \cdot 20{,}9 \cdot 5{,}8 = 60 \text{ V},$$

sendo, portanto, de 623 V a tensão no coletor de corrente do carro motor.
Com fornecimento normal de energia, nem nesse caso improvável de carga a tensão descerá abaixo da tensão mínima de 500 V, estabelecida pela IEC.

d 2) Alimentação em balanço

As duas estações terminais da "Linha Prioritária" são alimentadas em balanço.
Para a Estação terminal Saenz Peña a resistência elétrica da linha será:

$$1{,}037 \cdot 11{,}6 = 12{,}02 \text{ mOhm},$$

e, para a Estação N.S. da Paz:

$$0{,}718 \cdot 11{,}6 = 8{,}03 \text{ mOhm}.$$

Assim, as quedas de tensão serão:

	Saenz Peña	N.S. da Paz
média	64 V	42 V,
máxima	140 V	93 V.

As tensões no terceiro trilho serão:

	Saenz Peña	N. S. da Paz
média	736 V	758 V,
máxima	543 V	590 V.

d 3) Queda de tensão no caso de falha de uma subestação

Ocorrendo a paralisação total de uma subestação, as subestações vizinhas deverão suprir de energia também o trecho de linha prejudicado. Para tanto deverão entrar em operação os retificadores-reserva das subestações correspondentes. A resistência elétrica equivalente da subestação ficará, no caso, reduzida a 7,0 mOhm.
O número de composições para cada subestação eleva-se de 4,31 (H 3.3.2.1 b)) para 6,29, e o valor médio da corrente na subestação sobe, assim, a 15,4 kA.
A queda de tensão na subestação será:

$$15{,}4 \cdot 7{,}0 = 108 \text{ V},$$

e a tensão de saída da subestação será de 972 V.
A queda de tensão na linha, com carga média de corrente, será então:

$$\frac{1}{4} \cdot 15{,}4 \cdot 2 \cdot 20{,}9 = 161 \text{ V},$$

e a consequente tensão no terceiro trilho, no coletor de corrente, será, em média, de 631 V.

e) Relação entre a corrente de curto-circuito e corrente de carga

A fim de interromper os curtos-circuitos da linha com segurança, é necessário que as correntes de curto-circuito sejam sempre mais elevadas que as correntes máximas de operação. A corrente mínima de curto-circuito $I_{k\,min}$ em trecho de alimentação bilateral surge quando na proximidade imediata da subestação vizinha ocorre um curto-circuito. A corrente de curto-circuito é:

$$I_{k\,min} = \frac{U_{Sr}}{2 \cdot L \cdot r} \qquad [\text{kA}].$$

Para calcular as correntes de carga máximas admite-se que em cada via parte uma composição do local da subestação e outra da estação mais próxima.
As correntes mínimas de curto-circuito e as correntees de carga máximas calculadas para os diversos trechos de alimentação estão relacionadas na Tab. H 2.
Essa tabela mostra que a relação entre a corrente mínima de curto-circuito e a corrente máxima de operação é sempre suficientemente maior que 1, não havendo, portanto, necessidade de pontos de acoplamento. Os disjuntores de linha para os trechos são convenientemente regulados para um valor de abertura inferior à corrente de carga máxima calculada.

Tab. H 1
Queda de tensão nos condutores de retôrno (U_n)

Estações	W kWh	P_{dm} $\frac{MWh}{h}$	I_{dm} kA	L km	U_n V
Saenz Peña	70,30	1,66	2,21	1,037	4,92
Engenho Velho					
Haddock Lôbo	143,00	3,39	4,52	2,055	4,96
Estácio de Sá					
Cidade Nova	136,20	3,23	4,30	1,967	4,53
Central do Brasil					
Presidente Vargas Uruguaiana	142,00	3,36	4,47	1,674	4,01
Largo da Carioca					
Cinelândia	137,60	3,26	4,35	1,824	4,26
Glória					
Catete Largo do Machado	140,40	3,33	4,44	1,829	4,36
Marquês de Abrantes					
Botafogo	83,60	1,98	2,64	1,419	2,01
Lido	92,90	2,20	2,94	2,162	3,42
Siqueira Campos	115,00	2,72	3,63	1,517	2,95
Raimundo Corrêa					
Miguel Lemos Raul Pompéia	149,80	3,55	4,73	1,841	4,66
General Osório					
N. S. da Paz	56,50	1,34	1,79	0,781	3,00

W = consumo de energia nos setores de suprimento com composições parcialmente lotadas
P_{dm} = consumo médio de energia calculado para um dia $\left(P_{dm} = \frac{23{,}7\ W}{1\,000}\right)$
I_{dm} = valor diário médio da corrente de carga

Tab. H 2
Correntes mínimas de curto-circuito ($I_{k\,min}$) e correntes de carga máxima ($I_{e\,max}$) nas subestações

Subestações retificadoras	Sentido	Distancia km	$I_{k\,min}$ kA	$I_{e\,max}$ kA	$I_{k\,min}/I_{e\,max}$
Engenho Velho	A	1,037	34,95	5,80	6,04
	B	2,055	17,70	8,93	1,98
Estácio de Sá	A	2,055	17,70	8,46	2,09
	B	1,967	18,10	9,01	2,01
Central do Brasil	A	1,967	18,10	8,42	2,14
	B	1,630	21,80	12,00	1,71
Largo da Carioca	A	1,630	21,80	11,25	1,94
	B	1,868	19,05	11,38	1,68
Catete	A	1,868	19,05	11,84	1,67
	B	1,829	19,45	7,51	2,59
Marq. de Abrantes	A	1,829	19,45	9,91	1,96
	B	1,419	25,10	5,81	4,32
Botafogo	A	1,419	25,10	5,81	4,32
	B	2,162	16,45	5,81	2,84
Lido	A	2,162	16,45	5,81	2,84
	B	1,517	23,45	7,92	2,95
Raimundo Corrêa	A	1,517	23,45	9,38	2,49
	B	1,835	19,40	11,35	1,71
General Osório	A	1,835	19,40	11,86	1,63
	B	0,718	49,60	5,80	8,55

Sentido A = N. S. da Paz — Saenz Peña
Sentido B = Saenz Peña — N. S. da Paz

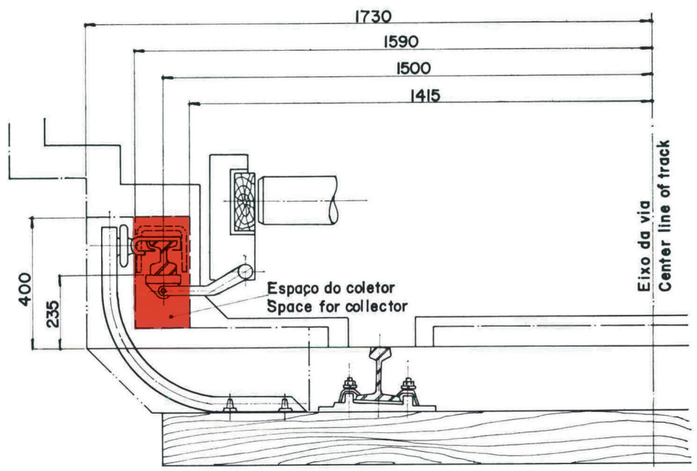


Fig. H36
Disposição do 3.° trilho com tomada de corrente por baixo

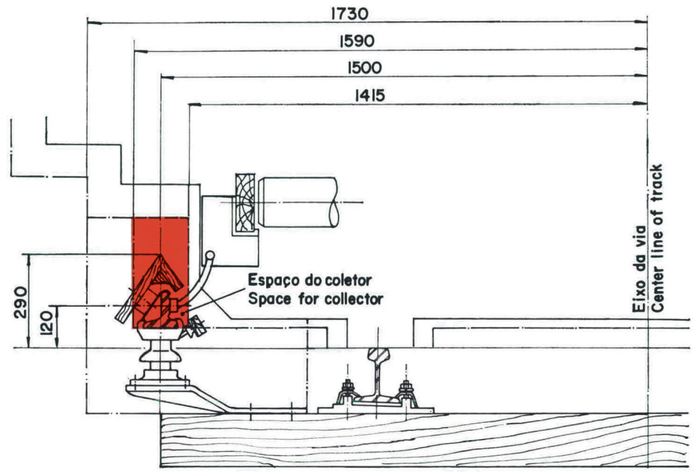


Fig. H37
Disposição do 3.° trilho com tomada de corrente pelo lado

f) Tipo de construção, disposição e ligação do terceiro trilho

O contato do coletor de corrente com o terceiro trilho pode ser por baixo, pelo lado ou por cima.
A tomada de corrente por baixo (Fig. H36) permite melhor proteção da área de contato. O único inconveniente está na fixação mais onerosa do terceiro trilho aos pontos de apoio, sobretudo quando o terceiro trilho é pesado.

A tomada de corrente pelo lado (Fig. H37) é raramente empregada. Exige, em comparação com os outros tipos, um ajuste muito preciso e contrôle constante da altura dos coletores, o que representa maiores custos de manutenção.

A tomada de corrente por cima permite uma fixação e montagem simples do terceiro trilho. Desvantajosos são a proteção relativamente deficiente da área de contato e o perigo de danificação dos isoladores por ocasião de trabalhos na via. De acôrdo com H3.3.2.2 a), o pêso do terceiro trilho é de 74 kg/m. Um trilho tão pesado é muito mais fácil de assentar sôbre apoios do que de suspender. Recomenda-se, portanto, o terceiro trilho contatado por cima. A Fig. H38 mostra êsse tipo de construção, indicando ao mesmo tempo suas medidas principais.

A fim de propiciar uma boa condutibilidade elétrica, o terceiro trilho é de aço com teor de carbono particularmente baixo. No contrato de fornecimento deve ser exigida uma condutibilidade de 8,5 Omh^{-1}, valor fácil de ser conseguido. Os trilhos, fornecidos em comprimentos de 16 a 18 m, serão soldados, quando em túnel, até extensões máximas de 180 m e, quando a céu aberto (maiores variações de temperatura), até 90 m. Serão ligados elètricamente por meio das juntas térmicas.
O terceiro trilho será prêso por garras embutidas em isoladores de pino de porcelana ou de esteatita. Como os isoladores de esteatita possuem uma resistência à pressão duas vêzes maior que os de porcelana, recomenda-se, considerando o grande pêso do terceiro trilho, o emprêgo de isoladores de esteatita. Êstes são fixados nos apoios do terceiro trilho que, por sua vez, são presos aos dormentes através de parafusos.
A distância normal entre os apoios do terceiro trilho varia de 5 a 6 m. Em vista do pêso do terceiro trilho recomenda-se cada quinto dormente como ponto de apoio. Com a distância de 0,70 m entre dormentes resulta um intervalo de 3,5 m entre os apoios. O trilho poderá deslizar sôbre as superfícies abauladas dos apoios quando, por motivo de mudanças de temperatura, ocorrem dilatações. Cada uma das partes soldadas inteiriças do terceiro trilho deverá ser rìgidamente fixada em seu centro, a um ou mais apoios, a fim de evitar deslocamentos incontroláveis. As guias no início e no fim de cada parte inteiriça do terceiro trilho garantem um deslizamento perfeito do coletor de corrente.
A cobertura de proteção, até o presente, tem sido de madeira. Ela apresenta, porém, uma série de desvantagens: isolamento imperfeito com tempo úmido, montagem complicada, curta durabilidade e necessidade de conservação permanente. As coberturas de proteção de poliéster reforçado com fibra de vidro não apresentam tais desvantagens; são, além disso, mais leves e de construção mais simples e estética, sendo por estas razões aqui recomendadas.
Por razões técnicas e de segurança das operações torna-se necessária a separação elétrica das vias das estações e de estacionamento ou ainda de trechos do terceiro trilho. Para êste fim são previstas chaves desligadoras, instaladas ao lado do terceiro trilho, nas proximidades do ponto de separação. Também nos cabos de alimentação que levam a corrente das subestações para o terceiro trilho são intercaladas chaves desligadoras. Tais chaves são instaladas em caixas plásticas de proteção com fechadura, podendo ser operadas manualmente ou por comando remoto.
Nos trechos de uma via é indiferente de que lado seja instalado o terceiro trilho, mas, em princípio, deveria ser no lado oposto à passarela de emergência ou à plataforma.
A instalação do terceiro trilho nas estações deverá obedecer à disposição das plataformas. Caso sejam previstas plataformas internas, o terceiro trilho, nas plataformas, será instalado ao lado do trilho externo; nas plataformas externas, ficará entre as vias.
Junto às chaves de via (agulhas) o terceiro trilho deverá ser interrompido, não devendo êste vão ter mais de 42 m entre os contatos a fim de não interromper o fornecimento de energia aos carros. Não sendo possível evitar vãos superiores a 42 m, êstes deverão ser sinalizados e percorridos com fôrça de impulso, sem energia.
Os terceiros trilhos são ligados à subestação, separadamente para cada via e sentido. Desta forma, nas aberturas do disjuntor causadas por sobrecarga de corrente ou por curtos-circuitos, as perturbações de serviço ficarão limitadas a pequeno trecho de linha. Para melhor distribuição de tensão e carga, assim como maior facilidade na execução operacional, estão previstas chaves desligadoras para ligação transversal do terceiro trilho nas estações localizadas entre as subestações retificadoras.
Essas chaves, instaladas nas plataformas (Fig. H39), têm por finalidade a separação elétrica do terceiro trilho em sentido longitudinal, o que pode ser necessário quando, em caso de falhas, houver necessidade de

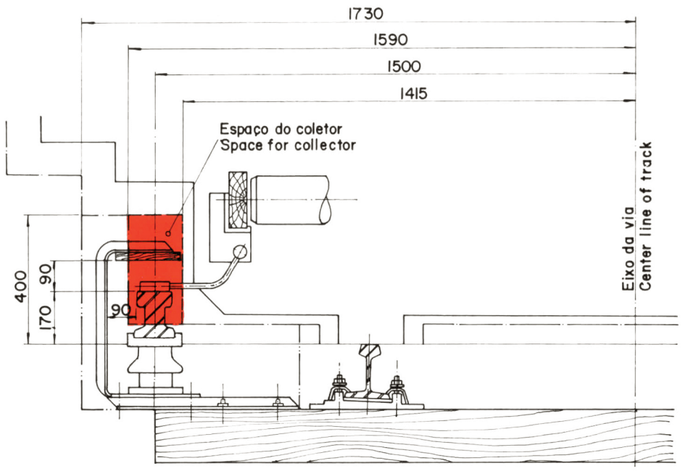


Fig. H 38
Disposição do 3.° trilho com tomada de corrente por cima

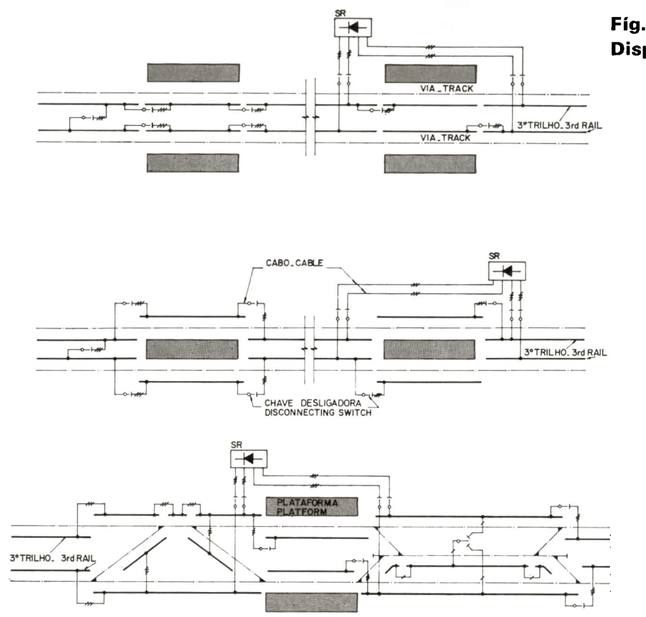


Fig. H 39
Disposição do 3.° trilho nas estações e nas vias

introduzir trechos neutros no circuito. Para essas chaves deverá ser previsto um vão no terceiro trilho, quando a posição dêste não é mudada na extremidade da plataforma.
As vias de retôrno e os desvios de estacionamento ao lado da linha são supridos a partir da via adjacente. Todo desvio de estacionamento poderá ser desligado em separado mediante chaves desligadoras especiais do terceiro trilho. Isto é necessário para evitar perigos durante os trabalhos em composições estacionadas e avariadas. Para maior segurança essas chaves estão providas de uma ligação terra.
Para a alimentação e manobra dos desvios de estacionamento no pátio das oficinas faz-se necessário um regulamento especial. Aí está prevista a instalação de uma cabina de manobra alimentada através de um ramal em corrente contínua a partir da subestação Central do Brasil. A partir da cabina de manobra é feita a alimentação de corrente contínua dos terceiros trilhos dos desvios de estacionamentos e das oficinas, reunidos em vários grupos, através de disjuntores rápidos. As aberturas dos disjuntores causadas por curtos-circuitos no conjunto das oficinas, cuja ocorrência poderá eventualmente ser frequente, não exercerá assim qualquer influência sôbre o fornecimento normal de energia elétrica às vias da linha principal.

3.3.3 Suprimento de energia para as instalações de luz e fôrça

Para as instalações subterrâneas de um metrô, onde está previsto um tráfego de grandes massas humanas, a garantia de suprimento de energia para as instalações de luz e fôrça assume particular importância.
Por essa razão, na execução do projeto, deverão ser observados os seguintes pontos de vista:

a) Ligação direta de tôdas as subestações secundárias a um anel especial de cabos de 23 kV, o qual será alimentado a partir do sistema de 23 kV de algumas subestações retificadoras.

b) Tôda estação deverá estar ligada à rêde de baixa tensão da Light a fim de que, em caso de falha no suprimento de energia em 23 kV, fique assegurada a manutenção do suprimento às fontes de consumo operacionalmente importantes.

c) Em caso de interrupção total do fornecimento de energia pela Light, baterias de 120 V instaladas nas subestações deverão garantir a manutenção da iluminação de emergência durante, pelo menos, três horas.

A potência necessária (em kW) para as estações, de acôrdo com H 3.1.2.1, será para:

	Ilumi-nação	Escadas rolantes	Bom-bas	Venti-lação	Total
Estações normais (20)	60	70	50	675	855
Estações de dois níveis (2)	120	180	100	675	1 075

O fator de simultaneidade deve ser bastante elevado (será escolhido 0,9), uma vez que sòmente as escadas rolantes e as bombas não terão carga total simultânea, enquanto isto é absolutamente certo com a iluminação e a ventilação. Com cos $\alpha = 0{,}85$, a potência total dos transformadores será:
em 20 subestações transformadoras 900 kV cada uma,
em 2 subestações transformadoras 1 150 kV cada uma.
Cada subestação secundária é convenientemente equipada com dois transformadores. Cada transformador deveria ser escolhido levando-se em consideração uma reserva adequada e um tipo de acôrdo com as normas da ABNT. As potências de 750 e 1 000 kVA seriam indicadas no caso presente. Por motivos de segurança o óleo dos transformadores deverá ser do tipo ascarel.
A Fig. H 30 mostra a disposição básica das subestações secundárias. O equipamento de manobra será do tipo blindado. Os cubículos poderão ser colocados na sala de alta tensão, junto à parede ou como elementos isolados.

Conforme o número de cabos, serão necessários quatro ou cinco cubículos. Nas estações de cruzamento Largo da Carioca e Estácio de Sá o equipamento de manobra em alta tensão compreenderá 10 cubículos, dada a possibilidade de transferência entre as rêdes de cabos de ambas as linhas. De acôrdo com as disposições da Light deverá ser de 250 MVA a capacidade mínima de interrupção dos disjuntores. Será, entretanto, projetada uma capacidade mínima de 500 MVA, de acôrdo com as instalações das subestações retificadoras.
Todos os equipamentos elétricos deverão estar perfeitamente isolados em relação à construção. Tôda a instalação em alta tensão deverá, portanto, ser montada sôbre suportes moldados em resina. Como medida de proteção, o equipamento de manobra e todos os equipamentos em alta tensão deverão ser ligados ao terra externo (obtido através de eletrodos de aterramento), por intermédio de um cabo terra que deverá ser instalado perfeitamente isolado tanto na sua entrada na construção quanto no seu interior.
Numa sala junto às instalações de alta tensão serão instalados a distribuição principal de baixa tensão e alimentadores diversos; as demais instalações de distribuição ficarão nos principais centros de cargas das estações. A distribuição geral será dividida em dois grupos: o grupo I fornecerá energia para tôdas as cargas

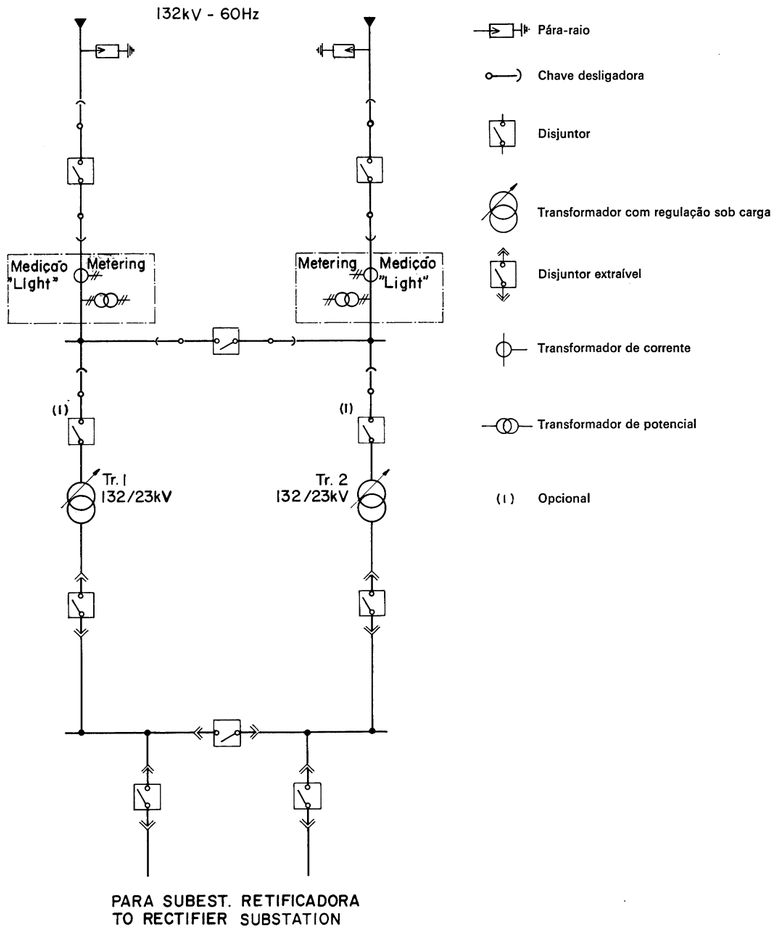


Fig. H40
Diagrama unifilar de uma subestação primária 132/23 kV típica

operacionais importantes; o grupo II para as demais cargas.
Os dois transformadores, ligados em paralelo, abastecem o barramento da distribuição principal. Para o fornecimento em 220/127 V para instalações menores de luz e fôrça, será previsto um transformador sêco, com uma potência de 45 kVA e 75 kVA respectivamente, que será alimentado através do barramento de 480 V.
A ligação de emergência da Light é feita com o grupo I da distribuição principal, através de um transformador com enrolamentos independentes e relação de 1:1 ou 1:2. Deverá existir um intertravamento elétrico que impeça, no caso, a alimentação pela rêde do metrô. Para esta ligação a Light deverá dispor de potência suficiente para abastecer os equipamentos do grupo I, mantendo assim em funcionamento as diversas cargas.

3.4 **Iluminação das estações e dos túneis**

As instalações de iluminação nas áreas destinadas ao público devem atender aos seguintes requisitos:

a) Deverá ser proporcionada uma iluminação com a intensidade suficiente, sem perturbar o aspecto arquitetônico.

b) Devem ser utilizadas luminárias padronizadas de fácil montagem.

c) O conjunto das instalações deverá ter uma configuração tal que as despesas de conservação e consertos sejam as mínimas possíveis.

O iluminamento nas bilheterias, nas passagens subterrâneas e nas plataformas, após um ano de uso, deverá ser de 180 a 200 lux. Devem ser instalados, portanto, 200 a 250 lux.
As luminárias dos compartimentos de operação e anexos, de uma estação do metrô, deverão ser escolhidas de acôrdo com as atividades a serem aí exercidas. Deverão igualmente ser iluminadas as galerias de cabos sob as plataformas, onde estão instalados os cabos de suprimento de energia para tração, para instalações de sinalização e para serviços internos da estação.
Para a iluminação do túnel está prevista uma lâmpada de 40 W de 15 em 15 m. Para as saídas de emergência deve ser prevista uma iluminação adequada. Com intervalos de 60 m haverá tomadas de dois e três polos para equipamentos de trabalho elétricos.
A iluminação de emergência das principais instalações, como túneis, gares, bilheterias, salas de operações e respectivos acessos, deverá garantir um iluminamento de 2 a 3 lux.
Os circuitos da iluminação de emergência serão ligados a um painel que poderá ser alimentado tanto pelo grupo I das subestações retificadoras, como pela bateria. Relés e um intertravamento elétrico garantem a iluminação de emergência pela bateria, no caso de uma falha total do suprimento em corrente alternada.

3.5 **Suprimento de energia para a Rêde do Metrô (1990)**

Serão aqui analisadas, resumidamente, a ampliação da "Linha Prioritária" pela construção das Linhas 1 e 2, que constituirão a Rêde do Metrô, o maior consumo de energia que daí resulta e as principais instalações suplementares de distribuição de energia que se farão necessárias. A Fig. H41 apresenta esquemàticamente o sistema de suprimento de energia.

3.5.1 Consumo de energia

O consumo de energia elétrica para tração das composições cresce de acôrdo com o aumento anual do desempenho em composições · km. Êste será, de acôrdo com a Tab. I 4, de $21{,}95 \cdot 10^6$ composições-km/ano. De acôrdo com o exposto em H3.1.1.2, o consumo anual de energia para tração das composições será:

$$203\,t \cdot 21{,}95 \cdot 10^6\,km \cdot 85\,Wh/tkm \cdot \frac{1}{1000} \cdot \frac{kWh}{Wh} = 380 \cdot 10^6\,kWh,$$

e, com 8% de perdas de transmissão: $410 \cdot 10^6$ kWh.

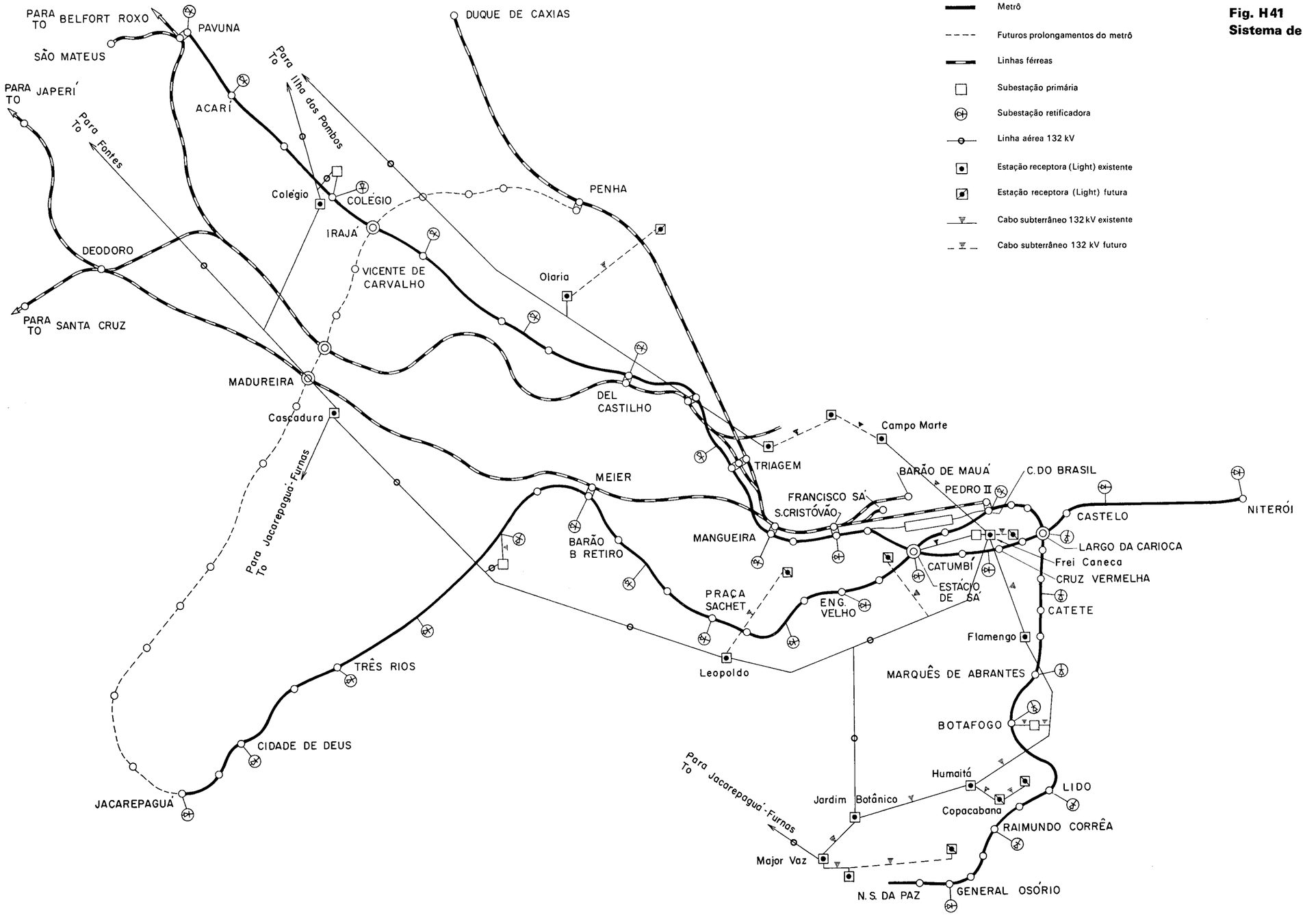


Fig. H41
Sistema de suprimento de energia

Com um montante de 8,2% de composições · km que podem ser aproveitadas da reserva de horário, o valor do consumo aumenta para $443{,}6 \cdot 10^6$ kWh.
Com a construção de novas estações eleva-se o consumo de energia para as instalações de luz e fôrça. Ao todo a Rêde do Metrô disporá de 35 estações subterrâneas, sendo quatro grandes, e 20 estações de superfície.
A potência necessária por estação de superfície é estimado em 50 kW. Admite-se como base de cálculo 2 650 h/ano para o tempo de funcionamento da iluminação. Assim, na Rêde do Metrô, o consumo de energia aproximado por ano, será:

estações (incl. sistema de bombas)	$30{,}0 \cdot 10^6$ kWh
ventilação	$77{,}0 \cdot 10^6$ kWh
oficinas	$2{,}0 \cdot 10^6$ kWh
	$109{,}0 \cdot 10^6$ kWh.

Em 1990 o consumo total de energia da Rêde do Metrô será, então, de:

$$443{,}6 \cdot 10^6 + 109 \cdot 10^6 = 552{,}6 \cdot 10^6 \text{ kWh.}$$

3.5.2 Distribuição de energia

3.5.2.1 Subestações primárias da Rêde do Metrô

Com a ampliação da Rêde do Metrô além da "Linha Prioritária", deverão também ser construídas as subestações primárias do Méier e de Colégio. Obedecerão aos mesmos princípios que serviram de base às duas subestações primárias da "Linha Prioritária", devendo ser instalados os mesmos tipos de transformadores, disjuntores de fôrça e demais componentes. As subestações podem ser construídas ao ar livre. Seria necessária uma área de aproximadamente 1 500 a 2 500 m² para cada uma.
Um diagrama unifilar típico é mostrado na Fig. H 40. Os circuitos aéreos ou cabos em 132 kV serão introduzidos através de pórticos ou subterrâneamente, e ligados ao barramento em 132 kV através de disjuntores de fôrça e chaves desligadoras. Ambos os sistemas de barramentos (132 kV e 23 kV) serão novamente secionados através de disjuntores de interligação com as correspondentes chaves desligadoras. Para cada subestação são previstos dois transformadores, sendo um de reserva. Os transformadores não devem ser ligados em paralelo, pois isto elevaria a corrente de curto-circuito e, portanto, também a capacidade de interrupção dos disjuntores de 23 kV. Também estas subestações primárias serão ligadas ao pôsto central de contrôle operacional e operadas através de comando remoto.

3.5.2.2 Subestações retificadoras

Além da Praça Saenz Peña, a "Linha Prioritária" será prolongada até Jacarepaguá (Linha 1). Para o trecho Saenz Peña—Méier, de 6,49 km, estão previstas quatro subestações. A distância média entre as estações (incl. Méier) é de 0,94 km, e a distância média entre as subestações no trecho N.S. da Paz—Méier eleva-se, ligeiramente, para 1 830 m, contra 1 800 m na "Linha Prioritária". As quatro subestações deverão ter a mesma potência que as da "Linha Prioritária", i. é, cada subestação terá quatro unidades retificadoras de 2 000 kW cada uma, sendo que aqui também são previstas três para a operação normal e uma de reserva.
Para o trecho Méier—Jacarepaguá, de 12,55 km, recomendam-se mais cinco subestações, cuja localização está assinalada na Fig. H 41. A distância média entre as estações dêste trecho da Linha 1, que tem 7 estações, é de 2,09 km. A distância média entre as subestações será igualmente de 2,09 km. A potência nominal prevista, de 3×2 000 kW, será inicialmente suficiente. Deverá, entretanto, ser prevista a possibilidade de uma ampliação posterior, sem que isto implique em modificações construtivas.
A Linha 2 terá 29,79 km e se estenderá de Niterói a Pavuna. Para o suprimento de energia estão previstas 14 subestações retificadoras. Nas Estações Largo da Carioca e Estácio de Sá, a Linha 2 cruza com a Linha 1. Como cada uma destas estações terá também uma subestação retificadora que abastece ambas as linhas, resulta a distribuição das outras 12 subestações.
A distância média é de 1,35 km entre as estações, e de 2,28 km entre as subestações. Com o intervalo de 90 s entre as composições, a carga será na mesma ordem de grandeza da do trecho N.S. da Paz—Méier da Linha 1, devendo também a potência a ser instalada em cada subestação ser de 4×2 000 kW.

4. Ventilação

4.1 **Sistema**

As estações e os trechos em túnel terão sistemas de ventilação amplamente independentes, de acôrdo com as recomendações feitas em F 7.4. Nas estações a ventilação será transversal e nos túneis longitudinal.
Cada trecho de túnel terá três poços de ventilação. Dois poços estarão localizados nas bôcas dos túneis de cada lado da estação, enquanto que a localização do terceiro poço coincidirá, tanto quanto possível, com o meio do trecho do túnel, a fim de se conseguir uma distribuição de ar igual nos dois ramos do trecho. Os poços de ventilação nas bôcas dos túneis servirão também de barragem dos jatos de ar, que é impelido para dentro das estações pelo efeito de pistão das composições.
A direção da corrente de ar nesses poços deverá ser, portanto, orientada de dentro para fora, sendo por isso mesmo êsses poços destinados à exaustão. O poço de insuflação a meio caminho do trecho de túnel dispõe de uma instalação de ventilação com dois ventiladores de insuflação (Fig. H 42). Cada poço de exaustão terá uma instalação de ventilação com dois exaustores do ar viciado do túnel e de parte da estação. Nessas instalações de ventilação haverá mais dois exaustores que retiram a maior parte do ar viciado das estações.
As estações são abastecidas de ar fresco por um sistema de ventilação central com quatro ventiladores de insuflação. O ar é levado por pressão para os dutos distribuidores de ar, situados acima das plataformas (Fig. H 42).
Sob as plataformas estão localizados dutos coletores de ar viciado, um para cada via. A retirada uniforme do ar através de aberturas reguláveis possibilita a dissipação direta da maior parte (cêrca de 60%) do calor liberado nas partes inferiores das composições que chegam, param e partem.

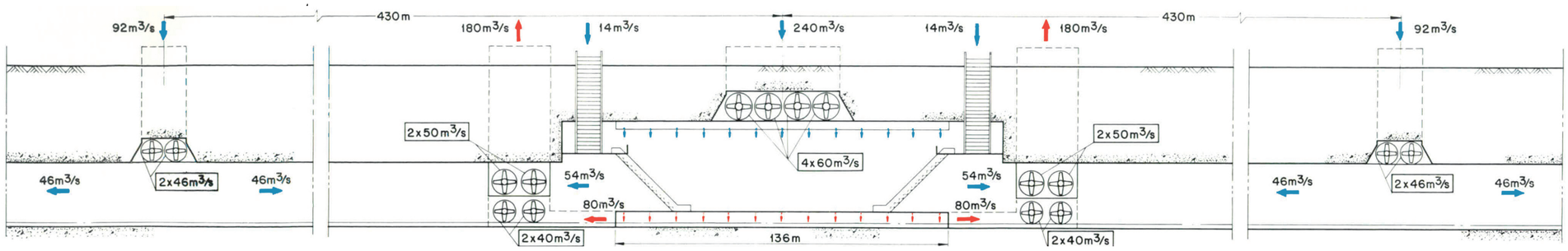


Fig. H 42
Esquema da ventilação nas estações e nos túneis

Para conseguir êste objetivo basta um volume de ar menor que o do ar insuflado. A parte restante de ar viciado vai em direção às bôcas dos túneis, onde é retirado pelos dois exaustores superiores em cada uma (Fig. H 42), juntamente com o ar viciado do túnel.
O movimento do ar em direção ao túnel deverá, de um modo geral, impedir a penetração do ar mais aquecido do túnel na estação e, principalmente, levar de volta ao túnel o jato de ar trazido pela composição, quando de sua entrada na estação.
Os dois ventiladores inferiores das instalações de exaustão retiram o ar aquecido de dentro dos dutos coletores, localizados sob as plataformas.
Para cada estação normal estão previstos um conjunto de quatro ventiladores de insuflação e dois conjuntos de quatro exaustores cada um; haverá, além disso, em cada trecho de túnel, mais dois ventiladores de insuflação.
Assim, o total de ventiladores necessários para tôda a "Linha Prioritária" (22 estações) será de aproximadamente $22 \times 14 = 308$. Serão ainda necessários diversos ventiladores menores para os compartimentos operacionais nas estações.

4.2 **Produção de calor**

O consumo específico de energia pelas composições lotadas é de 0,120 kWh/tkm, dos quais 78 Wh/tkm (65%) correspondem à tração e 42 Wh/tkm (35%) aos equipamentos auxiliares e à climatização (G 2.3). Num trecho de extensão média (0,860 km), o consumo de energia da composição inteiramente lotada (321 t) será:

$$0{,}120 \cdot 321 \cdot 0{,}860 = 33{,}1 \text{ kWh}.$$

A energia recebida para tração (65%), de acôrdo com cálculos efetuados, é liberado sob forma de calor, sendo aproximadamente 70% na estação e 30% no túnel.
Os restantes 35% do total de energia recebida são transformados em calor de um modo quase que cronològicamente constante. As composições permanecem nas estações, de cada vêz, durante 48 s (30 s de tempo de parada e cêrca de 18 s durante as manobras de chegada e partida). O tempo de viagem para o trecho de 860 m é de 93,8 s (63,8 s de tempo de viagem mais tempo reserva, mais 30 s de tempo de parada). O fator tempo eleva-se, pois, a: 48/93,8 = 51%. O consumo total de energia pode, portanto, ser decomposto nas parcelas de calor liberado constantes da Tab. H 3.

Nas horas de "rush" trafegam em cada sentido 40 composições/h e a média cronològica da pôtencia recebida no trecho de 860 m com estação é de

$$2 \cdot 40 \cdot 33{,}1 = 2\,648 \text{ kW}.$$

Para as instalações de iluminação, escadas rolantes, ventiladores de insuflação e outras instalações nas estações serão ainda necessários cêrca de 410 kW de potência elétrica, que são transformados em calor. Do calor total liberado pelas composições nas estações, cêrca de 60% são retirados diretamente através das aberturas de exaustão situadas sob as plataformas.

A carga efetiva de calor será, na estação e no túnel:

gare da estação: 0,93 milhões de kcal/h,
trecho de túnel: 0,89 milhões de kcal/h.

O calor liberado pelos passageiros que se encontram nas plataformas e nas composições é na verdade muito grande, mas pràticamente só é liberado de maneira latente. A elevação de umidade do ar que daí resulta é diminuta.

4.3 **Potência dos ventiladores**

O volume de ar fresco Q (m^3/s) que com a absorção do calor efetivo produzido W (kcal/h) sofre a elevação de temperatura tolerada ΔT (°C), é calculado por meio da seguinte fórmula:

$$Q = \frac{W}{(3\,600\ \varrho\ C_p) \cdot \Delta T}.$$

Sendo a densidade do ar $\varrho = 1{,}12$ kg/m³ e o calor específico $C_p = 0{,}24$ kcal/kg · °C, o produto entre parênteses será:

$$3\,600 \text{ s/h} \cdot 1{,}12 \text{ kg/m}^3 \cdot 0{,}24 \text{ kcal/kg} \cdot °C = 970 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^3/\text{s} \cdot °C}$$

Parte-se do princípio de que, nas gares das estações, no caso de altas temperaturas do ar exterior, é tolerada uma sobretemperatura teórica em relação à temperatura externa de $\Delta T = 4°C$, e, nos trechos em túnel (junto aos dutos de exaustão), de 10°C. O valor médio da sobretemperatura ao longo dos trechos em túnel será, porém, de apenas 5°C, uma vez que no sistema previsto de ventilação longitudinal a temperatura se eleva mais ou menos linearmente no sentido da corrente de ar (de 0°C para 10°C de sobretemperatura).
O volume de ar fresco necessário será:

para a estação:

$$Q_{ZB} = \frac{0{,}93 \cdot 10^6}{970 \cdot 4} = 240\ \text{m}^3/\text{s},$$

para o túnel:

$$Q_{ZT} = \frac{0{,}89 \cdot 10^6}{970 \cdot 10} = 92\ \text{m}^3/\text{s}.$$

A elevação efetiva de temperatura pela insuflação dos volumes de ar acima será, aliás, um pouco menor que a

Tab. H 3
Liberação de calor nas estações e nos túneis

Consumo de energia		Liberação de calor	
		Estação	Túnel
Tração	65%	65% × 70% = 45,5%	65% × 30% = 19,5%
Ar condic., etc.	35%	35% × 51% = 18,0%	35% × 49% = 17,0%
Total	100%	63,5%	36,5%

estabelecida, já que uma pequena parte do calor liberado é absorvida pelo lençol freático.
Isto sucede particularmente nos trechos em túnel, que apresentam, por metro linear, uma carga calorífica 10 vêzes menor que as estações. A elevação efetiva de temperatura nos túneis será, portanto, de apenas 8 a 9° C.
Para dissipar, através dos dutos sob as plataformas, cêrca de 60% do calor liberado pelas composições, deverão ser retirados cêrca de 80 m^3/s em cada plataforma, ou, ao todo, cêrca de 160 m^3/s. Essa exaustão deve ser cronològicamente constante.
Todos os ventiladores serão do tipo axial e, de acôrdo com as condições da localização, montados com o eixo em posição horizontal ou vertical. Deverão ser dimensionados para a movimentação dos volumes de ar relacionados na Tab. H 4 (também Fig. H 42).
Como base para o cálculo da potência admitem-se nos dutos velocidades de ar entre 14 e 16 m/s, e, às vêzes, também até 18 e 20 m/s; nas aberturas de entrada de ar e nos amortecedores de ruído a velocidade será, entretanto, de apenas 8 a 12 m/s. A fim de isolar os ventiladores acùsticamente do ambiente externo serão instalados amortecedores de ruído em todos os poços de insuflação e de exaustão. Para os dutos e velocidades de ar previstos, o aumento de pressão de ar a ser produzido pelos ventiladores é equivalente a uma coluna hidrostática de 45 a 70 mm. A potência estimada para os diversos ventiladores necessários encontra-se na Tab. H 5.
Os dados dessa tabela são apenas indicativos, com margens de incerteza relativamente largas. A potência necessária é, de fato, proporcional ao quadrado da velocidade do ar (seção transversal do duto) e ao cubo do volume de ar. Sòmente depois de estabelecidos em definitivo as seções transversais dos dutos e os volumes de ar será possível calcular com suficiente exatidão a potência necessária.
Para as potências exigidas podem ser adotados ventiladores axiais com rodas de aletas de diâmetros entre 1,60 m e 2,50 m. As aletas do ventilador parado devem permitir regulagem, para que seu regime possa ser adaptado aos valôres exigidos. Os motores serão convenientemente fixados nos cubos dos ventiladores, podendo seu acionamento ser direto ou através de uma engrenagem de redução.

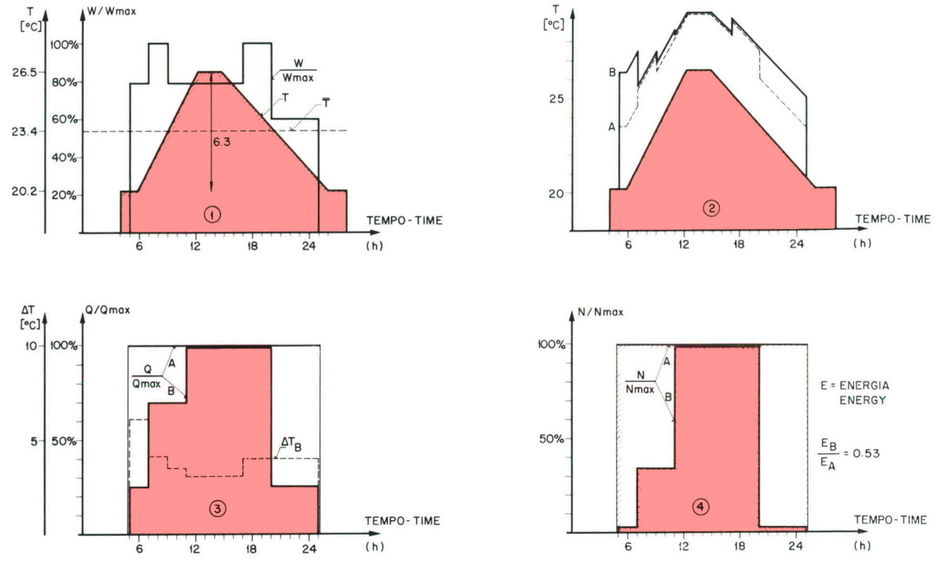
4.4 **Comando da ventilação**

O sistema de ventilação foi calculado de tal maneira que nas horas de tráfego mais intenso a elevação da temperatura nas estações não ultrapasse 4° C. Quando o tráfego é mais reduzido pode-se reduzir proporcionalmente o volume de ar insuflado. Quando as temperaturas externas são mais baixas poderá ser tolerada uma elevação maior que 4° C, e ser assim reduzido ainda mais o volume de ar insuflado.
Reduções particularmente sensíveis do volume de ar ocorrem quando o volume de tráfego é pequeno e baixa a temperatura externa.
O diagrama 1 da Fig. H 43 mostra de maneira simplificada o valor médio anual da temperatura externa no decorrer do dia. A diferença de temperatura entre dia e noite é de 6,3° C e a temperatura média diária é de 23,4° C. No verão a temperatura média diária é de 26,0° C e no inverno de 21,8° C. As oscilações de temperatura entre as estações do ano (4,2° C) são, portanto, menores que as de um dia (6,3° C). Nos dias de verão mais quentes a temperatura média diária poderá ir até 39° C.
O mesmo diagrama 1 mostra também a produção percentual de calor W/W_{max} no decorrer do dia nas gares das estações. A carga básica corresponde a 38% da carga total máxima:

carga básica	0,35 milhões de kcal/h
carga calorífica das composições	0,58 milhões de kcal/h
total	0,93 milhões de kcal/h (G 4.2).

A carga calorífica proveniente das composições varia segundo a intensidade do tráfego diário.
O diagrama 2 mostra a curva da temperatura no decorrer do dia nas gares das estações (curva A), no caso de

Fig. H 43
Regulação típica de ventilação



Tab. H 4
Capacidade dos ventiladores

Função dos ventiladores	Ventiladores unid.	Volume de ar por ventilador m^3/s	Volume total de ar m^3/s
1) Insuflação de ar na estação	4	60	240
2) Insuflação de ar no túnel	2	46	92
3) Insuflação através de entrada	—	—	28
Insuflação total			360
4) Exaustão sob as plataformas	4	40	160
5) Exaustão do túnel e da gare da estação	4	50	200
Exaustão total			360

Tab. H 5
Potência dos ventiladores

Função dos ventiladores	Ventiladores unid.	Potência kW Por ventilador	Subtotal	Total
1) Insuflação de ar na estação	4	70	280	350
2) Insuflação de ar no túnel	2	35	70	
3) Exaustão sob as plataformas	4	40	160	320
4) Exaustão do túnel e da gare da estação	4	40	160	
Potência total				670

ventilação total. A curva B mostra uma sugestão para a temperatura do ar a ser mantida nas gares das estações; a curva correspondente da sobretemperatura tolerada $\triangle T$ é mostrada no diagrama 3. O volume de ar necessário Q é diretamente proporcional à produção de calor W/W_{max} e inversamente proporcional à elevação relativa tolerada da temperatura $\triangle T/\triangle T_{fixada}$ (onde $\triangle T_{fixada} = +4°C$):

$$Q/Q_{max} = \frac{W/W_{max}}{\triangle T/ + 4°C}.$$

O diagrama 4 mostra a curva da potência necessária N/N_{max} para a regulagem sugerida (curva B). Em comparação com a ventilação com carga total (curva A), com a regulagem sugerida haverá considerável economia de energia, uma vez que a energia necessária é proporcional ao cubo do volume de ar:

$$N/N_{max} = (Q/Q_{max})^3$$

Será possível regular o volume de ar usando motores de número de rotações variável. Além disso, os ventiladores trabalham paralelamente em grupos de dois. Havendo para cada ventilador um dispositivo que permita a vedação do ar, a ventilação reduzida pode ser também alcançada desligando-se um dos ventiladores do grupo de dois.

O comando será automático, com base no confronto entre as sobretemperaturas medidas ($T_{interna}$—$T_{externa}$) e a sobretemperatura tolerada, sendo que, no caso, a sobretemperatura tolerada está em função da temperatura externa (diagrama 3 da Fig. H43). Cada estação disporá de uma sala de comando local. Além disso está previsto um pôsto central de comando e de contrôle para tôda a "Linha Prioritária".

5. Sinalização, telecomunicações e comando remoto

5.1 Sinalização

A "Linha Prioritária" pode ser dividida, sob o ponto de vista de sinalização, em 5 setores, cada qual com uma cabina local de manobra. As seguintes estações com chaves de via deverão dispor de cabina local de manobra:

(As estações vizinhas sem chaves de via são citadas entre parênteses.)

Saenz Peña (Engenho Velho, Haddock Lôbo)

Central do Brasil (Estácio de Sá, Cidade Nova, Presidente Vargas, Uruguaiana)

Glória (Largo da Carioca, Cinelândia, Catete, Largo do Machado)

Botafogo (Marquês de Abrantes, Lido, Siqueira Campos, Raimundo Corrêa)

Nossa Senhora da Paz (Miguel Lemos, Raul Pompéia, General Osório).

Em operação normal as cabinas locais de manobra são operadas por comando remoto a partir do pôsto central de contrôle operacional, cuja aparelhagem deverá ser instalada no edifício da administração. Como o edifício da administração planejado se encontra imediatamente ao lado do conjunto das oficinas, a aparelhagem de sinalização daquele deverá ser anexada ao pôsto central de contrôle operacional.

5.2 Comando remoto e pôsto central de contrôle operacional

No pôsto central de contrôle operacional serão reunidos todos os comandos e contrôles remotos das instalações elétricas e mecânicas do metrô, inclusive das instalações de sinalização. Para a transmissão dos comandos, comunicações e dados de medições necessários para as diversas instalações está prevista uma instalação de comando remoto de técnica uniforme.

Na sala de manobras do pôsto central de contrôle operacional será instalado o painel de manobra e de contrôle das instalações de sinalização. A "Linha Prioritária" deverá ser esquematizada numa forma clara, respeitando o traçado das vias. Deverá ser possível ampliar o painel de acôrdo com a ampliação das linhas da Rêde. Para tanto poderá ser aplicado um sistema de montagem com elementos intercambiáveis. A situação instantânea de todos os elementos de sinalização que de imediato influem sôbre o desenvolvimento das operações deve ser visível no painel. Além disso, o painel deverá conter os botões necessários para o encaminhamento de tôdas as manobras de sinalização possíveis.

O pôsto de trabalho do encarregado encontra-se a distância conveniente diante do painel de manobra e de contrôle, de tal maneira que possa ter uma visão de todo o conjunto, podendo, não obstante, observar sem dificuldades todos os detalhes do painel, particularmente as comunicações óticas. O painel de manobra e de contrôle será completado por um teclado ao alcance da mão do encarregado e que permita a execução de tôdas as manobras que, de acôrdo com a experiência, costumam ocorrer regularmente ou com maior frequência.

O comando, o contrôle e a medição centrais da distribuição de energia estão reunidos na sala de comando. Para o Metrô do Rio de Janeiro recomenda-se uma sala de comando de acôrdo com as características técnicas mais modernas, sugerindo-se seja instalada da seguinte maneira: as subestações primárias, a rêde de cabos de 23 kV e as subestações retificadoras devem ser representadas em um painel de comando segundo o sistema de elementos combináveis, constituindo um diagrama de rêde elètricamente orientado. Sob êsse painel haverá um diagrama luminoso simplificado, com representação fiel dos trechos da instalação do terceiro trilho.

A fim de que possam ser consideradas as futuras ampliações da Rêde, o painel de comando deverá possuir dimensões tais que tôda a Rêde do Metrô possa ser nêle representada.

No diagrama da Rêde, a cada chave comandada à distância deverá corresponder uma chave de transmissão de comando. As comunicações são indicadas por elementos combinados luminosos, agrupados de acôrdo com as subestações correspondentes. Para a instalação do terceiro trilho, será conveniente utilizar um diagrama luminoso em função da tensão.

Para as medições, quando indicadas, deverá ser previsto, também no painel de comando, um espaço para os instrumentos de medição, junto às subestações correspondentes. Aparelhos registradores de medições deverão, pelo contrário, ser reunidos em painel especial.

O diagrama da rêde de distribuição de energia para os carros do metrô e para a ventilação deverá estar concentrado num único painel de comando. O diagrama das instalações de comando remoto das subestações secundárias, de menor volume, que abastecem de luz e fôrça (escadas rolantes, bombas, iluminação, etc.) as estações e o conjunto das oficinas, será também convenientemente instalado numa mesa de comando constituída de elementos combináveis. Mesa e painel de comando deverão ser dispostos de tal maneira que possam ser perfeitamente supervisionados a partir de um local de trabalho.

Os seguintes elementos da instalação deverão ser previstos para comando remoto:

Nas subestações primárias:

as chaves desligadoras dos barramentos e os disjuntores de fôrça dos sistemas de 132 kV e de 23 kV, o comutador de derivação dos transformadores e a distribuição em baixa tensão.

Nas subestações retificadoras:

as chaves desligadoras dos barramentos e os disjuntores dos painéis de distribuição de 23 kV, os disjuntores rápidos e comutadores da distribuição de corrente contínua, o disjuntor positivo de saída do retificador, os relés de contrôle de corrente dos trechos de linha e a distribuição em baixa tensão.

Nas estações:

os disjuntores de fôrça das subestações secundárias de abastecimento de luz e fôrça, as chaves desligadoras do terceiro trilho, as instalações de ventilação e, através de comandos em conjunto, as escadas rolantes e a iluminação.

Todos os elementos da instalação acima mencionados, operados por comando remoto, são igualmente instalados no contrôle remoto. Deverá ser prevista ainda a transmissão de uma série de outras comunicações, como p. ex., o funcionamento normal das bombas, etc.

A Tab. H 6 mostra, de acôrdo com um cálculo sumário, todos os comandos, indicações e medições a serem transmitidos para tôda a "Linha Prioritária" através das instalações de comando remoto.

Para a Rêde do Metrô (ao todo 4 subestações primárias, 31 subestações retificadoras e 55 estações), deverão ser previstos, na sala de comando, painel e mesa de comando. As instalações de comando remoto deverão então, estar em condições de transmitir aproximadamente 5 500 ordens de comando, 7 600 indicações e 420 medições.

5.3 **Telecomunicações**

Para a primeira etapa de construção ("Linha Prioritária") recomenda-se a previsão das seguintes instalações de de telecomunicações, etc.:

a) Uma central telefônica com 100 a 200 ramais, discagem semi-automática e ramais preferenciais para a administração e direção das obras; possibilidade de ampliação em grupos de dez ramais.

b) Rêde de telecomando com discagem automática (instalação de comando com chamada seletiva) para a execução operacional no pôsto central de contrôle operacional. A instalação deve ser prevista para a ampliação até sua capacidade máxima, havendo de início, instalação parcial para 22 postos de operação ou estações.

c) Rêde de telecomando com discagem automática (instalação de comando com chamada seletiva) para o suprimento de energia para tração, partindo da sala de comando central para as subestações primárias, para os postos de suprimento de energia e para todos os postos de distribuição da linha.

d) Instalação de telefones de linha. Telefones com indutores magnéticos (telefone de serviço local) devem ser previstos para tôdas as estações e postos de operação. A ligação é feita por códigos de chamada. A intervalos de cêrca de 150 m deverão ser previstas tomadas para telefones portáteis de serviço local. No máximo, cêrca de 12 telefones de serviço local permanentemente ligados em uma linha.

e) Rêde telefônica para as instalações de suprimento de energia. Linha de serviço local com ligação para a sala de comando central. Tomadas na linha, a intervalos de 150 m, e em todos os postos de distribuição. Para os postos de distribuição nas estações deverão ser previstos, eventualmente, aparelhos de telefone fixos.

f) Ligação telefônica de serviço local para a seção de manutenção da linha e para o serviço de sinalização. Final da instalação na seção de manutenção da linha e na seção de eliminação de falhas na sinalização. Tomadas para o serviço telefônico local, a intervalos de 150 m na via, e nos compartimentos de sinalização nas diversas estações.

g) Cabo de telecomunicação ao longo da linha; inicialmente, simples cabo telefônico com derivação (isolada) para cada estação. No percurso, intercalação de tomadas através de luvas de ramificação (24×2×0,8). Deverá ser possível estabelecer ligação telefônica (p. ex., com ramais da central telefônica) durante o período de construção. Cabos especiais deverão ser previstos, eventualmente, para as instalações de comando remoto e de sinalização. Deverá ser estabelecido o número de troncos necessários.

h) Uma máquina de teletipo, ligada à rêde pública, deverá ser prevista para o período inicial e até a instalação de uma rêde própria.

i) Instalação de relógio-mestre com relógios secundários nos postos de operação e nas estações.

k) Instalação de alto-falantes nas plataformas da "Linha Prioritária".

l) Instalação de intercomunicações: tomar em consideração tais instalações no projeto do conjunto das oficinas e do pátio de manobras.

Tab. H 6
Número de comandos, indicações e medições ("Linha Prioritária")

Instalações	Comandos	Indicações	Medições
Subestações primárias Frei Caneca e Botafogo	110	150	15
10 Subestações retificadoras	860	1 140	110
22 Estações Chaves desligadoras do 3° trilho	160	225	—
22 Estações Suprimento de luz e fôrça	1 100	1 800	35
Conjunto das oficinas	20	35	—
Total "Linha Prioritária"	2 250	3 350	160

6. Proteção contra a corrosão elétrica

6.1 **Medidas de natureza elétrica**

a) Os cabos de retôrno da corrente elétrica são dimensionados, de acôrdo com H 3.3.2.2 b), a fim de se evitar grandes quedas de tensão nas instalações de retôrno da corrente.

b) Do ponto de vista elétrico a escolha correta da polaridade da corrente constitui medida de proteção contra a corrosão através de correntes de fuga. Sua influência é muito mais importante na extinção dos fenômenos de corrosão do que na redução das correntes de fuga.

Ligando-se o pólo negativo ao terceiro trilho e o pólo positivo ao trilho de tração, a corrente de tração vai da subestação retificadora, através dos cabos de retôrno e dos trilhos de tração, até o carro motor, e volta então, através do terceiro trilho para a subestação retificadora. Se houver corrente de fuga, esta sairá dos trilhos de tração nas vizinhanças da subestação, caminhando para o carro através de elementos condutores paralelos aos trilhos.
O ponto de saída da corrente de fuga dêsses elementos condutores situa-se sempre nas vizinhanças do carro motor. Por conseguinte, êsse ponto de saída movimenta-se ao longo da linha, de acôrdo com o deslocamento da composição. Como, porém, os fenômenos de corrosão aparecem ùnicamente nos pontos de saída da corrente de fuga, os danos sofridos pelas tubulações e cabos existentes no solo são distribuídos ao longo de tôda a linha. Essa polarização pode ser conveniente se o potencial da terra da via fôr baixo em relação ao potencial terra externo. Para as elevadas correntes de tração previstas para o Rio e, portanto, o provável alto índice de correntes de fuga, êste sistema não é aconselhável.
Com o pólo positivo ligado ao terceiro trilho e o pólo negativo ao trilho de tração, a corrente de tração faz o caminho inverso ao acima descrito. Aqui, pois, as correntes de fuga sairão dos elementos condutores existentes no solo, nas vizinhanças da subestação retificadora. Essa polarização tem a vantagem de a área sujeita a danificações por corrosão ficar restrita à vizinhança das subestações tornando mais fácil a execução de medidas anti-corrosivas eventualmente necessárias. Em vista dessas vantagens, no Metrô do Rio de Janeiro o pólo positivo deverá ser ligado ao terceiro trilho.

6.2 **Medidas construtivas**

Para evitar transmissão do potencial dos trilhos de tração para elementos condutores situados fora do limite da via, é necessário que o terra da via e o terra externo sejam rigorosamente separados um do outro. O isolamento entre trilhos de tração e leito da via deve apresentar uma alta resistência elétrica para que possa atuar eficazmente contra a fuga de corrente. Os dormentes de madeira sôbre lastro limpo oferecem um isolamento suficiente, em trechos de túnel sêcos ou em superfície.
Além disso, uma soldagem tècnicamente perfeita dos trilhos de tração é condição para uma pequena resistência elétrica da via. Em trilhos não soldados são necessárias interligações longitudinais nas juntas. As interligações transversais dos trilhos e da via devem corresponder às exigências dessas interligações longitudinais. Recomenda-se interligação transversal dos trilhos de uma via a cada 100 m e de vias duplas ou múltiplas a cada 250 m.
Exceções são admitidas nos casos de trilhos isolados e nos circuitos elétricos de via das instalações de sinalização.
Métodos de construção apropriados evitarão uma ligação galvânica entre os trilhos de tração (terra da via) e a armadura da estrutura do túnel (terra do túnel). Da mesma forma deve ser evitada qualquer ligação condutora entre a armadura do túnel e outras construções, canalizações ou cabos que estejam situados no terra externo. Os diversos trechos de túnel devem ser interligados elètricamente. As juntas de dilatação que devem existir a certas distâncias devem ser executadas sob a forma de juntas de isolamento com grande restistência elétrica e transpostas por uma ligação metálica desligável. Pode-se assim medir, trecho por trecho, o índice de isolamento entre o terra da via e a armadura do túnel.
A proteção contra correntes de fuga não impõe a impermeabilização betuminosa interna ou externa das paredes do túnel. Se, por motivos de construção, as paredes do túnel forem impermeabilizadas externamente, essa impermeabilização, conforme a experiência tem demonstrado, possui uma certa capacidade de isolamento elétrico que serve de complemento às outras medidas de proteção.

6.3 **Proteção para cabos e rêdes de serviços públicos**

Tubulações e cabos de suprimento de energia devem ser introduzidos no túnel devidamente isolados. No interior do túnel será conveniente usar tubos de material plástico e cabos com revestimento exterior de material sintético.
Caso não se possa fugir ao emprêgo de tubulações de metal devem ser intercaladas peças não condutoras para isolamento elétrico. Para evitar tensões de contato essas tubulações devem então estar ligadas elètricamente com a armadura do túnel.
O fornecimento de energia no interior do túnel, a partir de uma rêde pública, só deve ser efetuado através de transformadores com enrolamentos independentes. Deve-se dar particular atenção a uma separação entre o terra da via e o terra da rêde pública de distribuição de corrente alternada (terra externo), além da separação entre êsses dois terras e o terra do túnel. Essa separação dos diversos terras pode ser conseguida por meio da instalação isolada de todos os equipamentos de manobra.
Tubulações e cabos situados nas estações, nas pontes, nas bordas das plataformas e nas construções de aço devem ser isolados dessas construções ou separados por peças isolantes. Isto éválido igualmente para os casos em que a construção não esteja ligada elètricamente ao trilho de tração, pois a boa ligação entre a construção e o potencial terra externa capta as correntes desviadas da linha dentro de uma vasta área e as conduz para as canalizações.
Durante a construção do metrô tudo deve ser feito para retirar ou evitar conexões metálicas entre canalizações paralelas ou que se cruzem, a fim de impedir, tanto quanto possível, a formação de malhas na rêde. Quando da instalação de novas tubulações ou da execução de reparos maiores deve-se estudar a possibilidade de utilização de tubos de material plástico. Nas tubulações metálicas deve-se evitar a transmissão das correntes de fuga ao longo dessas tubulações, intercalando, em pontos adequados, flanges isolantes ou tubos isolantes de material plástico ou de porcelana dura.

6.4 **Proteção por ligação à terra**

O isolamento defeituoso dos cabos de alimentação em corrente contínua e do terceiro trilho (p. ex., isoladores danificados, fios arrastados por coletores de corrente) pode colocar sob tensão operacional estruturas metálicas situadas nas vizinhanças da via, como pontes, coberturas do túnel ou construções em aço. A fim de não expor pessoas a perigo, as construções metálicas situadas junto à via deverão ser ligadas com os trilhos de tração (terra da via). Essa ligação protetora à terra está em contradição com a exigência de um perfeito isolamento dos trilhos de tração contra o solo adjacente. Para se obter, apesar disso, uma proteção suficiente contra a corrosão, deve-se distinguir:

a) se o elemento construtivo metálico a ser ligado se acha perfeitamente isolado do solo ou pode ser isolado, ou

b) se há uma ligação condutora inseparável entre os elementos construtivos a serem protegidos e o solo adjacente.

No caso a) a construção deve ser ligada diretamente aos trilhos de tração através do aterramento de proteção a ser instalado.

No caso b) deve ser instalado um fusível contra surtos de tensão na ligação entre o elemento construtivo a ser protegido e os trilhos de tração. Em condições normais êsse dispositivo mantém os trilhos de tração isolados elétricamente do terra externo, sòmente estabelecendo uma ligação condutora caso ocorra grande diferença de potencial.

O circuito formado quando da ação dêsse fusível contraria o princípio da separação entre o terra da via e o terra externo, pois estabelece uma corrente ininterrupta do primeiro para o segundo. Por isso tais dispositivos devem ser controlados com frequência e sua aplicação deve-se limitar a casos excepcionais. É desejável isolar do terra externo os elementos construtivos a serem protegidos.

6.5 **Medidas posteriores ao início da operação do metrô**

Nos contrôles operacionais dos valôres mencionados em H 3.3.2.2, de 90 V para a queda máxima de tensão e de 5 V para a queda média de tensão, o valor médio cronológico das tensões dos trilhos deve ser determinado com base em medições recolhidas durante, pelo menos, três horas de operação, e o valor médio anual será calculado pela seguinte equação:

$$U_j = U_m \frac{Q_j \cdot t_m}{Q_m \cdot t_j} \qquad [V],$$

onde U_j = valor médio anual da tensão [V],

U_m = valor médio da tensão durante o tempo de medição [V],

Q_j = energia consumida anualmente [Ah] ou [Wh],

Q_m = energia consumida durante o tempo de medição [Ah] ou [Wh],

t_m = tempo de medição [h],

t_j = 8760 h (horas por ano).

Tensões momentâneas de polaridade contrária devem, na formação do valor médio, ser tomadas com valor zero. A aplicação de tôdas as medidas aqui descritas pode ser considerada suficiente para a proteção contra a corrosão. Se com essas medidas a meta visada não fôr atingida e, sobretudo, se os resultados das medições não ficarem abaixo dos limites citados, deve-ser estudar se a colocação de cabos de retôrno suplementares não viria solucionar êsse problema.

7. Instalações de manutenção

A sugestão apresentada no sentido de se concentrar tôdas as instalações de manutenção (G 4), inclusive equipamentos básicos, que de qualquer maneira já serão necessários para os primeiros carros, conduzem à não divisão da implantação das oficinas em diversas etapas de construção. Uma parte que fôsse construída em primeiro lugar não redundaria em redução apreciável dos custos da primeira etapa de construção causando, entretanto, dificuldades operacionais quando de sua complementação posterior. Ademais, o recebimento dos carros novos a serem constantemente colocados em serviço, e cujo fornecimento será provàvelmente efetuado por grupos, exigirá muitos postos de serviço suplementares, devendo ainda ser utilizado também o galpão para estacionamento dos carros durante as primeiras etapas de construção.
Por essas razões recomenda-se construir todo o edifício das oficinas já na Etapa de construção I — ''Linha Prioritária''. O acabamento dos escritórios e dependências sociais no andar superior do edifício de escritórios, bem como da parte das instalações da oficina com ponte rolante, conjuntos de macacos, máquinas-ferramenta e equipamentos, poderá, contudo, ser postergado até à etapa de construção III.
Durante êsse tempo, também as seções de manutenção da via permanente e de construções civis poderão ser alojadas nas oficinas e respectivas áreas de depósito, as quais serão destinadas, mais tarde, exclusivamente à manutenção das instalações mecânicas e elétricas.
Para o serviço das oficinas basta, de início, o leque de desvios a leste, onde se encontram também postos de serviço em número suficiente para a limpeza a sêco interna dos carros. A título provisório serão apenas instaladas tomadas de água e de fôrça para a limpeza úmida interna na plataforma de serviço da via dupla adjacente aos postos de inspeção. Mais tarde essa função será preenchida, como previsto, pelos postos de limpeza úmida interna, no leque de desvios a oeste. As 100 unidades triplas necessárias à operação da ''Linha Prioritária'' constituem apenas 37% do total dos carros necessários calculados para a Rêde do Metrô. Para estas unidades serão necessários três postos para revisões gerais e seis postos para revisões correntes no edifício das oficinas (Tab. G 6). Nas instalações do pátio das oficinas deverão ser previstos, além dos postos de lavagem externa, dois postos de inspeção e quatro postos de limpeza úmida interna.

8. Projeto e execução

O exposto anteriormente, de H1 até H7, corresponde, com as respectivas figuras indicadas, a um anteprojeto técnico da "Linha Prioritária".
Entre as primeiras providências a serem tomadas pela Companhia do Metropolitano após sua constituição inclui-se o projeto detalhado das instalações fixas e do material rodante, assim como a concorrência e contratação para todos os trabalhos necessários. Nesse sentido são dadas a seguir algumas indicações.

8.1. **Traçado da linha**

As plantas de traçado das vias e das chaves de via executadas na escala 1:1000 não são suficientes para o projeto e o traçado preciso da "Linha Prioritária". Também são insuficientes os perfis longitudinais na escala 1:1000/100, que indicam as cotas do traçado. Será, antes, necessário locar, com a máxima exatidão, uma poligonal e uma rêde de nivelamento (referências de nível — RN). A poligonal é fundamental para todos os demais trabalhos de levantamento e cálculo.

8.1.1 Determinação da poligonal e da rêde de RN

Os eixos das vias de um metrô apresentam, cada um, uma sequência de trechos em tangente que devem ser concordados por meio de curvas circulares e de transição. Ao longo do traçado do metrô, convenientemente afastado da futura escavação, deverá ser lançada a poligonal com a máxima precisão. Sua amarração topográfica deverá ser feita à rêde de triangulação existente e, para contrôle, no mínimo nos dois pontos extremos. Em seguida devem ser calculadas as coordenadas trigonométricas dos pontos da poligonal.

Do mesmo modo deverá ser estabelecida, por meio de nivelamento de precisão, uma rêde de RN, que deve ser afixada em construções estáveis, a intervalos de 150 m aproximadamente. Para contrôle de exatidão o nivelamento deve ser fechado. A rêde de RN assim obtida servirá de base para o levantamento das seções transversais para vistorias e para a locação altimétrica.

8.1.2 Plantas básicas, plantas de traçado e perfis longitudinais

As plantas básicas deverão ser desenhadas na escala 1:250 em material indeformável. O seu desenho começa com a marcação da rêde de triangulação. A seguir é feito o desenho da poligonal. Depois poderão ser representadas as edificações situadas nas proximidades do traçado do metrô, já anteriormente amarradas à poligonal, inclusive as RN nelas afixadas.
As plantas do traçado e os perfis longitudinais devem ser completados com os dados de superelevação, rampas de superelevação e curvas de transição. As bases para o cálculo do traçado encontram-se em F3.1.
Instalações de vias de difícil execução deverão ser projetadas na escala 1:500.

8.1.3 Seções transversais

Ao longo do traçado do metrô devem ser levantadas seções transversais, perpendicular ou radialmente ao traçado, a intervalos de aproximadamente 20 m. Estas devem referir-se à poligonal e devem ser desenhadas em papel milimetrado transparente, na escala 1:100/100.
As seções transversais são necessárias para o reconhecimento de pontos obrigados de passagem, para a localização definitiva do traçado do metrô. São usadas também para a demarcação das áreas a serem desapropriadas.
Finalmente, servem de base para os perfis longitudinais definitivos, para os projetos de obras civis principalment dos escoramentos das cavas de construção, e para as posteriores medições e faturamentos dos serviços.

8.1.4 Cálculo dos eixos das vias, plantas de cálculo

Após a conclusão dos trabalhos acima mencionados pode ser dado início ao cálculo do traçado do metrô. É usual realizar todos os cálculos separadamente para os eixos das duas vias.
No percurso de tôda a linha do metrô existem trechos em que o traçado é claramente determinado em função das edificações adjacentes. Em tais trechos as coordenadas dos eixos das vias são calculadas a partir das coordenadas da poligonal.
A ligação dos trechos da via claramente determinados é realizada de forma idêntica por meio de cálculos geométricos. Os dados geométricos das vias constantes das plantas completadas do traçado são então incluídos no cálculo. Caso surjam novos pontos obrigados de passagem devido a edificações, deve-se proceder por iteração.
Devem ser fixados por coordenadas pelo menos os seguintes pontos: interseção de tangentes, pontos iniciais e finais das curvas de transição e curvas circulares. Êstes pontos, como também os eixos definitivos das vias, serão registrados num jôgo de plantas básicas, resultando daí as plantas de cálculo.

8.1.5 Perfis longitudinais definitivos

Com êsses cálculos estão fixados em definitivo os comprimentos de eixo das vias desenvolvidos e projetados. As cotas do terreno sôbre os eixos das vias podem ser encontradas nas seções transversais. Com base nestes dados podem ser desenhados os perfis longitudinais definitivos, na escala 1:250/100. As bases para o cálculo do greide dos eixos das vias são encontradas em F3.1.

8.1.6 Plantas de locação

A poligonal servirá de linha de referência para a locação. Todos os pontos dos eixos da via, definidos por coordenadas, devem ser, portanto, relacionados analìticamente à poligonal adjacente.

Esta transformação pode ser efetuada por meio de processamento de dados. Os cartões perfurados e as plantas de distribuição de pontos, necessários a êste trabalho, devem ser preparados já durante a execução dos cálculos. Os resultados do processamento de dados devem ser transcritos sôbre um jôgo das plantas de cálculo, que passam então a chamar-se plantas de locação.
As plantas de locação e os perfis longitudinais definitivos servem de base para a execução das obras. A partir delas serão desenvolvidos os projetos de obras civis.
Os cálculos das medidas de referências para a execução efetiva das obras cabe às firmas construtoras.

8.1.7 Cota Zero do Estado da Guanabara

Na execução dos perfis longitudinais cumpre considerar a cota Zero do Estado.
Todos os principais pontos elevados do Estado da Guanabara estão determinados na caderneta de Referências de Nível (RN). As cotas altimétricas indicadas referem-se à cota Zero do Estado, que se encontra 1,20 m acima do Zero Hidrográfico do Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis (DNPVN). Até 1949 as alturas das marés foram dadas por êste Departamento. Desde 1950 as marés são observadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) do Ministério da Marinha. O Zero Hidrográfico estabelecido pela DHN está apenas 0,52 m acima do Zero do DNPVN. O RN da face superior do cais do Pôrto tem cota 2,40 m, i. é, encontra-se a esta altura acima do Zero do Estado.

8.2 **Material rodante**

Cumpre em primeiro lugar preparar a documentação para a concorrência. A concorrência para o fornecimento do material rodante poderá ser pública ou administrativa. No primeiro caso é dirigido convite a tôdas as firmas, em âmbito internacional, no sentido de solicitarem os elementos da concorrência, pelos quais deverá ser paga

determinada quantia. Qualquer firma ou grupo de firmas poderá assim apresentar proposta do material rodante.

Na concorrência administrativa sòmente algumas firmas selecionadas são convidadas. Em geral, a concorrência será, então, precedida de uma pré-qualificação, através da qual é efetuada a seleção das firmas.

Para haver possibilidade de confronto entre as propostas apresentadas, devem constar dos dados para a concorrência tôdas as condições que o carro deve satisfazer em operação, devendo ainda serem mencionadas as mais importantes dimensões limites, cargas por eixo, e os prazos de entrega parciais e finais e condições de recebimento.

A contratação se efetua através de um contrato de compra, que consta de parte geral e parte técnica. Na primeira parte são assentadas questões contratuais, financeiras e jurídicas, tais como denominação das partes contratantes, determinação do fôro, indicação dos prazos de entrega e pagamento, forma de pagamento, âmbito e tempo de garantia, sanções convencionais, etc.

A segunda parte, denominada especificação de serviços, baseada nas condições da concorrência e na proposta da firma, estabelece o volume e os detalhes técnicos do fornecimento. Deve, portanto, conter tôdas as principais características técnicas dos carros. A especificação de serviços serve de base tanto para a construção como para o recebimento dos carros. Por êste motivo, um item especial deverá especificar as condições de recebimento.

Na fabricação dos carros motores entram muitos componentes e equipamentos individuais, de forma que um único recebimento final não será suficiente. Recomenda-se, portanto, que, de acôrdo com o andamento da fabricação, haja recebimentos parciais nas fábricas dos carros e nos fornecedores de material elétrico e, eventualmente nos subfornecedores, o que poderá ser feito convenientemente por uma firma consultora.

8.3 **Instalações mecânicas e elétricas e via permanente**

Para as instalações mecânicas e elétricas, tais como subestações, subestações secundárias, rêdes de distribuição, ventilação, instalações de sinalização e telecomunicações e a via permanente, devem ser elaborados dados completos para a concorrência com base em projetos detalhados. A concorrência poderá novamente ser pública ou administrativa. As propostas das emprêsas devem ser analisadas por técnicos qualificados e classificadas sob os pontos de vista técnico, econômico e, eventualmente, de organização. Esta avaliação servirá de base para a adjudicação.

Para assegurar uniformidade na implantação do metrô, uma organização coordenadora deveria garantir a utilização de normas e diretrizes uniformes. A melhor maneira de conseguir êste fim será o fornecimento, pelo grupo coordenador, de documentação detalhada às organizações encarregadas do projeto.

Tratando-se de instalações de sinalização, já antes da contratação dos serviços deveria estar resolvido até que ponto o contratante deseja compartilhar dessa responsabilidade através do exame dos projetos e dos elementos de construção, bem como por testes de contato e funcionamento. Esta resolução é necessária para que, ao ser firmado o contrato, fique perfeitamente definido se, e até que ponto, a emprêsa fornecedora responderá por danos pessoais e materiais causados por falhas técnicas do sistema de sinalização. Medida semelhante deverá ser tomada em relação à responsabilidade pela queda da receita durante o período de garantia, devido à interrupção dos serviços causada pelo mau funcionamento do sistema de sinalização.

Após a contratação dos serviços, os dados técnicos do projeto de sinalização serão convenientemente elaborados pela emprêsa fornecedora.

A contratação das instalações mecânicas e elétricas poderá ser feita de acôrdo com os usos locais. A qualificação das firmas merece atenção especial, uma vez que o início da operação do metrô dentro do prazo estabelecido depende do fornecimento das instalações dentro dos prazos fixados.

8.4 **Obras civis**

8.4.1 Projeto

8.4.1.1 Projeto detalhado

Estabelecida a viabilidade de um metrô para o Rio de Janeiro, poderá ser iniciado o anteprojeto. Êste deveria ser bastante amplo, abrangendo, eventualmente, tôda a Rêde do Metrô prevista para 1990. Dêsse modo já seria possível estabelecer por lei, com a devida antecedência, a liberação do traçado, coordenar melhor as obras de outras vias de tráfego com o metrô, etc. Êste assunto será ventilado em J 1.3, sobretudo em J 1.3.5, faixa de domínio.

Para a "Linha Prioritária", a parte construtiva dêste Estudo já serve como anteprojeto das obras civis. Seu grau de elaboração é tal que já é possivel contratar os projetos detalhados das obras civis, a menos que se tencione entregar sua execução a um órgão estatal (de construção) ou à própria Companhia do Metropolitano a ser constituída.

Por conseguinte, após a realização da concorrência correspondente, escritórios de engenharia com comprovada experiência seriam incumbidos do projeto detalhado dos diversos setores e lotes de obra (H 8.4.1.2). Paralelamente deverão ser executados os trabalhos de levantamento topográfico descritos em H 8.1, para que possam ser elaboradas plantas exatas, incluindo o cadastro das edificações existentes, e feitos os cálculos do traçado e do greide.

Deverão ser efetuadas sondagens suplementares do subsolo, ensaios de rebaixamento do lençol freático, projetado o remanejamento das rêdes de serviços públicos, elaboradas diretrizes e normas técnicas para o projeto e os dimensionamentos, providenciadas as medidas legais necessárias, etc. Os cálculos e as plantas de execução para escavação e estruturas, os cronogramas da obra, os elementos para os editais de concorrência, etc., poderão ser elaborados.

A documentaçãopara o edital de concorrência (H 8.4.1.3) já deve corresponder a uma divisão em lotes de obra.

8.4.1.2 Setores e lotes

Deverá ser cumprida a condição fundamental de que o metrô se destina a substituir, o mais depressa e até onde possível, o tráfego de ônibus no Centro da cidade. Isto denota a necessidade de começar as obras pelo Centro, tanto mais que o conjunto das oficinas, que deverá ser ligado à linha desde o início, também está localizado no Centro. Ademais, em virtude do constante aumento do número de construções e de tráfego nessa região, a execução de obras do metrô ficará mais difícil de ano para ano. O primeiro setor, A, a ser dividido em lotes, compreende, por isso, a parte da linha entre o conjunto das oficinas, passando pela Estação Central do Brasil (km 0,0), até pouco além da Estação Glória. Uma vez concluído êsse setor, já pode ser aí iniciada uma operação experimental. Êste setor deverá ser, em seguida, prolongado para o sul (setor B) e para o norte (setor C), em correspondência com a capacidade de construção e os meios disponíveis, utilizando-se as experiências acumuladas, não sendo preciso aguardar para isso o término das obras do setor A. O setor C compreende a parte norte da "Linha Prioritária", até a Praça Saenz Peña. O extremo do setor B representa uma adaptação à pretendida operação parcial até a Estação Lido, inclusive. Tão logo tenha sido alcançado êste ponto, existirá uma ligação direta do Centro com Copacabana e com a respectiva rêde de ônibus. Aqui deverá ter lugar o prosseguimento imediato das obras para além do Lido, sobretudo para facilitar a amortização do grande investimento para o escudo, necessário no último segmento do setor B. Êste prolongamento do Lido até N.S. da Paz é denominado setor D.

Cada setor será dividido em lotes de obra. Para tanto devem ser adotados os seguintes critérios:

a) Um lote de obra deve adaptar-se à capacidade de emprêsas de construção (ou consórcios) de primeira ordem.

b) Um lote de obra deve abranger, sempre que possível, métodos de construção ou obras similares, de modo a possibilitar um emprêgo econômico dos equipamentos e materiais de construção necessários (processo cadenciado).

c) Deve-se prever a acessibilidade ao canteiro (área para depósito e transporte de material, liberdade de movimentos para o equipamento necessário, etc.).

d) Deve-se considerar a influência sôbre o tráfego de superfície.

e) Deverá haver possibilidade de uma contínua entrada em operação de novos trechos e estações adjacentes, i. é, p. ex.: lotes de construção difícil e morosa não devem ser muito longos, ou então devem ser iniciados antes de lotes anteriores mais fáceis.

Especialmente com vistas à "Linha Prioritária", isto significa, que:

Os trechos de túnel em rocha deveriam ser executados pelas emprêsas locais familiarizadas com tais obras e com a rocha local.
Para a divisão dos trechos em escudo em lotes de obra dever-se-á considerar que êste método de construção envolve tarefas especialmente difíceis e de alta responsabilidade, demandando elevados investimentos que exigem uma depreciação econômica. Os escudos dificìlmente poderão ser utilizados novamente em outros abras. Para os cinco quilômetros, aproximadamente, do trecho em escudo em uma via, considera-se como suficiente o emprêgo de dois escudos para se concluir a construção no prazo previsto, desde que os escudos resistam, materialmente, às solicitações construtivas dos dois trechos de 2,5 km de extensão cada.

No Centro da cidade, densamente edificado, com condições construtivas difíceis, recomenda-se uma divisão que, em essência, não abranja mais que uma estação e os curtos trechos em túnel adjacentes.
Para simplificar a fiscalização da obra é desejável fazer coincidir os limites dos projetos detalhados com os dos lotes de obras.

Recomenda-se a divisão definitiva da "Linha Prioritária" em cêrca de 20 a 25 lotes de obras, tão logo estejam disponíveis resultados mais exatos das pesquisas do subsolo. Para se atingir uniformidade no projeto e na execução das obras e sincronizá-las permanentemente com os projetos dos diversos sistemas (sinalização, etc.) e via permanente, é necessária uma coordenação intensiva de todos os interessados, bem como das concessionárias de serviços públicos, autoridades do trânsito, etc.

Recomenda-se, para isto, organizar um grupo de trabalho permanente que se encarregue de tôdas as providências correlatas e que encaminhe as sugestões correspondentes às autoridades.

8.4.1.3 Elementos para os editais de concorrência

Cada emprêsa de engenharia participante do projeto do metrô deverá coligir os documentos para o edital de concorrência das obras civis para o lote de obra a ela afeto.

As especificações gerais também devem incluir as condições gerais fixadas pela Companhia do Metropolitano, tais como: cláusulas de garantia, condições de pagamento, cláusulas de reajustamento de salários e preços, multas no caso de inadimplemento de prazos, questões de responsabilidade e de seguro, regulamentação de recebimento e entrega da obra, etc.

8.4.2 Serviços preliminares

Antes de se iniciar a construção pròpriamente dita deverão ser tomadas as seguintes providências:

8.4.2.1 Vistoria

Nas áreas próximas ao traçado, onde as edificações podem sofrer influências prejudiciais (recalques diferenciais, fissuras, etc.), por causa do rebaixamento do lençol freático, dos trabalhos de cravação e de escavação, etc., será necessário efetuar uma vistoria "ad perpetuam rei memoriam", antes do início dos trabalhos de construção pròpriamente ditos.
Para isto deve ser feito um levantamento protocolar e fotográfico das condições dos prédios, por peritos oficiais juramentados, fixando testemunhas de gêsso nas fissuras existentes e colocando nas paredes externas, em pontos convenientes, referências de nível devidamente amarradas ao RN do Estado (H 8.1.7). Se, mais tarde, forem reivindicadas indenizações por perdas e danos por parte dos moradores contíguos à obra, na maioria das vêzes poderá ser ràpidamente constatado se os danos foram ocasionados pela construção do metrô ou se já existiam anteriormente.

8.4.2.2 Áreas necessárias

Durante o período dos serviços preliminares deverão ser tomadas as providências, quase sempre morosas, necessárias para a aquisição de terrenos, prédios, etc. Frequentemente não será possível evitar processos de desapropriação.
A "Linha Prioritária" percorre quase que exclusivamente, terrenos e áreas públicas, mas não poderá ser afastada de todo a necessidade de aquisição de terrenos de propriedade privada. A maior área a ser adquirida definitivamente será a do conjunto das oficinas.
As Estações Central do Brasil, Uruguaiana e Engenho Velho acham-se totalmente, ou em sua maior parte, em áreas a serem adquiridas. As áreas que deverão ser reaterradas após a execução da obra poderão ser novamente alienadas, sob certas restrições, para construção (J 1.3). Em outros locais será necessário adquirir terrenos, mas em menor escala.
Em diversos locais o metrô segue por ruas novas projetadas, ou então aproveita alargamentos previstos de ruas ou regiões em fase de reurbanização. Neste caso enquadram-se as áreas no início da Rua do Catete, os projetos de ruas em Botafogo e na Tijuca, bem como áreas na região da Cidade Nova (Estações Cidade Nova e Estácio de Sá). Para novas urbanizações e remodelações (p. ex., para o sistema "park and ride") devem ser previstas aquisições de áreas, principalmente junto às Estações Botafogo e N. S. da Paz.

8.4.2.3 Remanejamento das rêdes de serviços públicos e escoramentos

Os remanejamentos de rêdes e o escoramento de prédios quase sempre são tarefas demoradas que poderão retardar a cadência normal dos trabalhos no canteiro de obras do metrô. Tais serviços, por isso, devem ser realizados antecipadamente.

8.4.2.4 Esgotamento das águas

Existem solos nos quais o esgotamento das águas demora meses. Para não retardar o andamento das obras, êsses trabalhos deverão ser realizados a tempo, antes do início da obra principal.

8.4.2.5 Aquisição de materiais

A construção de um metrô demanda grandes investimentos por parte do construtor (p. ex., em perfis metálicos). Os pedidos são, portanto, concretizados sòmente após a assinatura do contrato, podendo transcorrer muitos meses até o fornecimento. Por esta razão, muitos contratantes adquirem antecipadamente tais materiais necessários no estágio inicial da obra, colocando-os à disposição do construtor que, assim, pode começar a construção logo após a assinatura do contrato. Idêntico procedimento pode também ser adotado para equipamentos especiais.

8.4.2.6 Desvios de tráfego

Numa cidade movimentada e de tráfego intenso como o Rio de Janeiro, os desvios do tráfego devem ser cuidadosamente planejados. Deve-se atentar especial-

mente para a influência recíproca de diversas obras de grande vulto, executadas simultâneamente. O considerável volume de tráfego adicional durante o período da construção, devido ao transporte de material, também deve ser levado em consideração. As obras necessárias para a construção de pistas de rolamento provisórias, a execução antecipada de ruas já projetadas, etc., enquadram-se igualmente no âmbito dos serviços preliminares.

Recomenda-se efetuar uma ligação provisória da Avenida Passos com a Rua da Lapa, como possível desvio durante a execução das obras na Rua Uruguaiana, Largo da Carioca e Avenida Treze de Maio.

As cavas de construção nesses trechos deveriam ser cobertas, de modo a não perturbarem o movimento comercial além do inevitável. Tôdas as facilidades devem ser proporcionadas ao tráfego de pedestres, assim como assegurados todos os acessos vitais e essenciais ao Corpo de Bombeiros e às ambulâncias.

Os trabalhos na extremidade norte da Rua do Catete poderiam ser bastante facilitados se fôsse providenciada de antemão a demolição já considerada dos prédios existentes nessa rua, abaixo da Igreja da Glória. Quando do prosseguimento da linha, a abertura (eventualmente provisória) da rua projetada a oeste e paralela à Rua Marquês de Abrantes, mencionada em H2.3.2, poderia representar uma medida decisiva para facilitar a execução da obra e o tráfego de superfície.

De antemão, deverá ser dada especial atenção a tôdas as medidas necessárias ao trânsito em Copacabana, bairro de grande densidade de população. Se bem que para êstes trechos tenha sido prevista a construção pelo método do escudo, as estações a serem construídas a céu aberto exigirão desvios do tráfego, apesar de serem as cavas recobertas.

Como está previsto pela SURSAN concluir o alargamento da praia ao longo da Avenida Atlântica e construir um túnel em duas seções entre Botafogo e a Lagoa, até 1971, antes portanto do início das obras do metrô em Copacabana, previsto para 1972, os problemas de tráfego a esperar deveriam ser superáveis. Além disso, até lá, o Tunel Rebouças será trafegável nas quatro faixas, aliviando assim o tráfego da Zona Sul.

As medidas a serem tomadas nos demais bairros atingidos pela ''Linha Prioritária'' serão menos amplas. Evidentemente, as cavas de construção deverão ser recobertas em numerosos locais para manter o fluxo do tráfego.

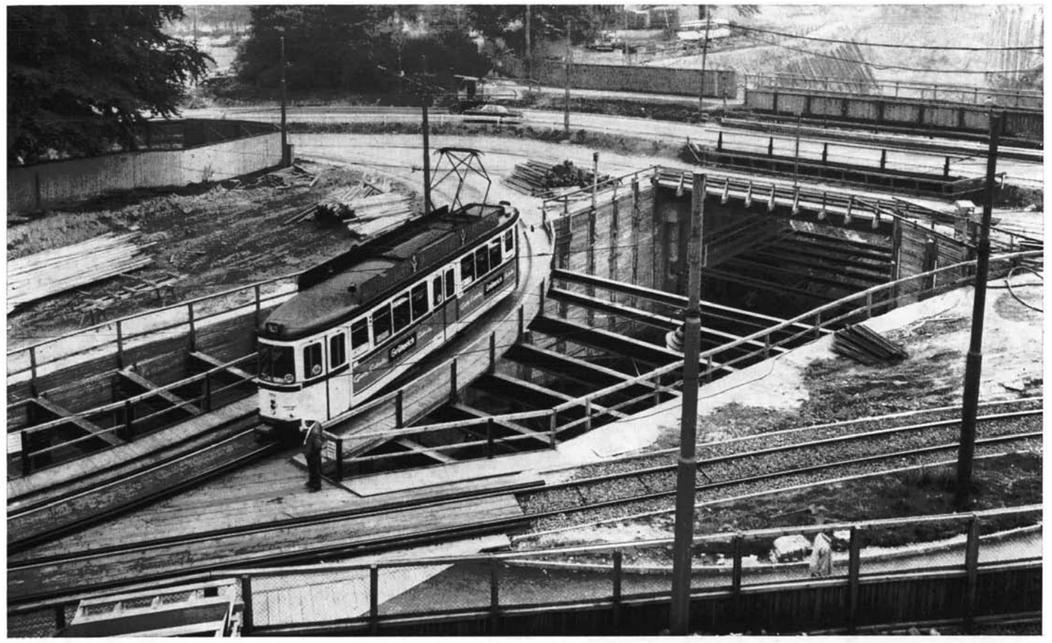
8.4.2.7 Concorrência e contratação

Durante a última etapa dos serviços preliminares poderá realizar-se a contratação da construção. Isto poderá ser feito mediante os seguintes processos usuais:

a) após pré-qualificação e concorrência pública ou

b) após coleta de preços mediante cartas-convite.

A construção deve ser contratada, tanto quanto possível, por preços unitários, ou então, pelo sistema ''cost + fee'' (administração). Contratos por preços globais para a obra em bruto não são convenientes, pois que, apesar de um projeto cuidadoso, (p. ex., devido às condições de solo nem sempre claramente discerníveis) serão inevitáveis os imprevistos. Contratos por preços globais são mais apropriados para os serviços de acabamento.



Cobertura da cava — Desvio de tráfego

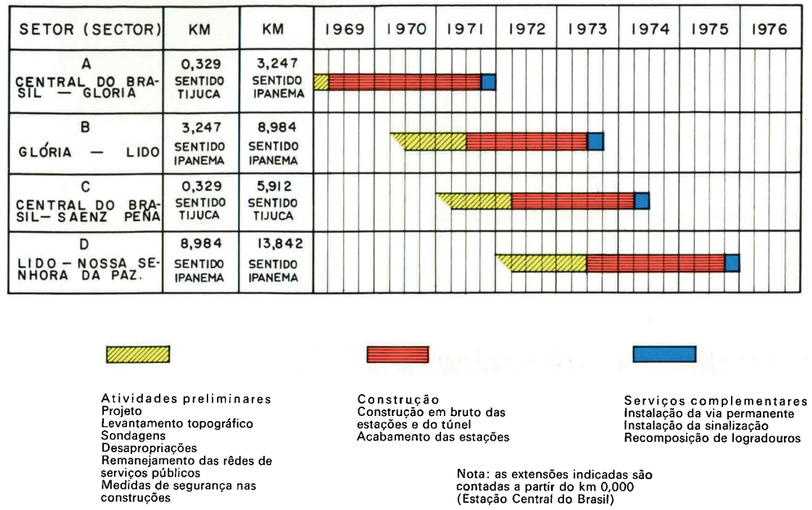


Fig. H 44
Cronograma de construção da "Linha Prioritária"

8.4.3 Execução da obra

Suficientes possibilidades de locomoção num canteiro de obras facilitam e aceleram os trabalhos, o que, por outro lado, reduz também os custos. Apesar da reduzida largura, os construtores necessitam de espaço suficiente para as instalações do canteiro, de pistas para transporte ao longo da cava, etc. Frequentemente será necessário alugar terrenos vizinhos para esta finalidade.

Os canteiros devem receber tapumes em tôda a volta. Para despertar o interêsse do público, e a sua compreensão para um eventual e temporário desconfôrto, será oportuno possibilitar aberturas para uma visão da cava de construção, em determinados pontos devidamente protegidos. Para reduzir ao mínimo possível alguns transtornos causados pela construção do metrô em certos locais, deve-se aí trabalhar dia e noite. É necessário avaliar, então, até que ponto será admissível o incômodo causado por ruídos oriundos de trabalhos noturnos.

Para escavações a céu aberto, como também para os serviços de impermeabilização, deve ser considerada, no cronograma, uma média anual de dias chuvosos de 127 dias (35% do ano), sendo de 15 dias a média em dezembro. A precipitação máxima dos últimos decênios foi de 25 dias de chuvas e 620 mm de altura pluviométrica em um mês (Fig. B 8). O contôrno da cava deveria elevar-se sôbre o solo o bastante para evitar inundações. Todos os trabalhos deverão ser permanentemente fiscalizados pelo contratante. É essencial o recebimento parcial de serviços que se tornarão inacessíveis devido ao reatêrro, sobretudo a impermeabilização. A rígida observância das seções transversais típicas deve ser verificada constantemente.

Os serviços finais incluem a reimplantação definitiva de tôdas as rêdes de serviços públicos e a recomposição de logradouros.

8.4.4 Cronograma de construção

O cronograma de construção (Fig. H 44) foi elaborado levando em consideração a sequência discriminada em H 8.4.1.2 e os serviços preliminares descritos em H 8.4.2, bem como a execução da obra pròpriamente dita sendo previstos para a "Linha Prioritária", com seus 19,754 km de extensão, aproximadamente 7 anos até o início da operação, em fins de 1975. A média anual é, pois, de 3 km. Êste ritmo é perfeitamente viável empregando-se todos os recursos técnicos e econômicos. Deve-se fazer um esfôrço especial a fim de não postergar o início previsto das obras do primeiro lote.

O mesmo se aplica às construções não mencionadas em particular (edifício da administração e conjunto das oficinas). Cumpre ressaltar que o primeiro escudo para a construção do túnel em Copacabana deverá ser encomendado em meados de 1970, para assegurar o cumprimento do cronograma.

I Organização, execução operacional e desempenho de tráfego

1. Forma jurídica e estrutura administrativa da Companhia do Metropolitano

1.1 Forma jurídica para emprêsas de transporte coletivo

As emprêsas de transporte coletivo devem satisfazer a desejos e necessidades de tráfego que variam de acôrdo com a extensão, a espécie e as condições locais. Assim, são múltiplas também as tarefas a serem desempenhadas por tais emprêsas de transporte, particularmente nas metrópoles. Isto concorre para que suas formas jurídicas apresentem igualmente diferentes estruturas. Na realidade é impossível, dada a abundância dêsses aspectos, encontrar um quadro-modêlo cuja forma jurídica mereça a primazia absoluta. Entretanto, podem-se estabelecer certos critérios que, num caso específico, determinem decisivamente a escolha da forma jurídica. Cumpre atender aos seguintes aspectos:
Até que ponto a emprêsa de transporte é responsável pelos serviços de importância vital para o povo, o comércio e a indústria?
Deve ser atribuído um monopólio ou quase-monopólio à emprêsa de transporte que presta êsses serviços?
Qual a extensão dos desempenhos de tráfego exigidos?
Até que ponto devem ser coordenados com os desempenhos de outras emprêsas de transporte?

1.1.1 Desenvolvimento na Europa

Sabe-se já de longa data que a vida em comum das pessoas que habitam os grandes aglomerados exige não sòmente os mais variados serviços de abastecimento e higiene, como p. ex., abastecimento de água e eletricidade, serviços de esgôto e remoção de lixo, matadouros, mercados, mas, com igual urgência, satisfação às necessidades de tráfego que crescem constantemente com a expansão territorial das cidades e regiões urbanas. Por isto o aparelhamento de vias urbanas e o transporte são considerados como providências vitais a serem tomadas pelas cidades e municípios em benefício de seus habitantes. Assim é que na Europa, desde longa data, entidades públicas, em cujas áreas se registravam as necessidades de tráfego, sempre operaram os serviços de transporte coletivo — principalmente nas áreas urbanas — ou exerceram influência decisiva sôbre seu desenvolvimento, pelo contrôle da estrutura construtiva, operacional e tarifária. Emprêsas de transporte privadas foram relegadas, mais e mais, para o segundo plano. Particularmente os transportes sôbre trilhos — bondes e estradas de ferro suburbanas — são, em geral, operados pelo próprio poder público. O enorme impulso que tomou o tráfego de ônibus provocou também a interferência das entidades públicas nos meios de transporte não ligados a trilhos.

1.1.2 Desenvolvimento no Brasil

No Brasil o desenvolvimento processou-se, em geral, de outra maneira. Os serviços de bondes nas cidades foram instalados e operados pelas concessionárias locais de suprimento de energia. As linhas de ônibus eram operadas por emprêsas privadas independentes umas das outras, embora concedidas e supervisionadas pelas administrações municipais.
A partir de 1945 as emprêsas concessionárias de energia começaram a descuidar dos serviços de bondes, que se iam tornando cada vez mais obsoletos e deficitários. Surgiram, em compensação, inúmeras emprêsas de transporte coletivo urbano e a exploração dos auto-lotações que, por falta de uma disciplina suficientemente rígida dos processos de concessão e fiscalização, contribuiram ràpidamente para uma anarquia insuportável do tráfego urbano. Atraídos naturalmente para os itinerários que apresentavam maior geração de tráfego e pelos horários mais rendosos, essas emprêsas, embora indispensáveis em determinado período, foram se tornando responsáveis pelo congestionamento progressivo do tráfego nas áreas mais ricas e de maior densidade demográfica, com prejuízo de áreas menos desenvolvidas, mas de fundamental importância para o equilíbrio sócio-econômico da metrópole.
Fundaram-se, então, emprêsas municipais e de economia mista que, entre outras medidas, promoveram a extinção do tráfego dos bondes, substituindo-os por linhas regulares de ônibus.

1.1.3 Formas jurídicas possíveis

Divergem as opiniões sôbre a forma jurídica a ser dada a uma emprêsa estatal de transportes coletivos. Tais emprêsas podem ser organizadas sob duas formas fundamentalmente distintas: como órgão administrativo do poder público (com influência direta dos setores políticos e administrativo-burocráticos dentro de uma mesma repartição pública) ou como emprêsa autônoma de direito privado (com interferência administrativa restrita ao Conselho Fiscal).
A escolha entre as duas formas jurídicas depende ìntimamente dos financiamentos, dos balanços, do equacionamento financeiro e, às vêzes, também da questão de deverem ou não os bens de raiz serem onerados com hipotecas. Naturalmente depende ainda, de modo decisivo, do grau de autonomia que o poder público deseja conceder às emprêsas de transporte, pois é sempre mais fácil exercer influência sôbre o andamento dos negócios de uma emprêsa própria do que sôbre a administração de uma emprêsa sujeita ùnicamente a diretrizes da política comercial de seu proprietário. Assim a escolha da forma jurídica responde, muitas vêzes, à pergunta se, e até que ponto, a emprêsa de transportes deverá ser transformada em instrumento da vontade política. É essencial que tôdas as formas de emprêsa acima referidas fundamentem suas prestações de serviço não sôbre o lucro, mas sim sôbre a melhor satisfação dos desejos de tráfego, assegurando a cobertura das despesas, sem contudo desprezar racionalizações. A influência do interêsse público sôbre a execução operacional e a estruturação interna de uma emprêsa semelhante a uma repartição pública será tanto maior quanto mais forte fôr a posição jurídica do poder público nessa emprêsa. Todavia, mesmo nas emprêsas de economia mista em que o poder público não possui maioria de ações — o que é raro acontecer — sedimentar-se-ão idéias relativas ao interêsse público. Pode-se mesmo afimar que essas idéias contribuem decisivamente para caracterizar o papel da emprêsa no transporte coletivo. Conquanto em serviços de transporte coletivo seja possível o entrosamento com o poder público, isso não é possível normalmente em emprêsas de propriedade particular. A importância dessas emprêsas tende a diminuir, uma vez que as entidades públicas regionais fazem cada vez mais pressão no sentido da prestação de serviços de transporte próprio ou através de emprêsas subsidiárias. Por outro lado, multiplicam-se os casos em que emprêsas particulares, por diversas razões, não se acham mais em condições de operar suas emprêsas de transporte eficiente e econômicamente, tentando então vendê-las ao poder público. Na moderna sociedade industrial as necessidades de tráfego crescem sem cessar. Multiplicam-se os desejos de tráfego. Por isso torna-se mais difícil para as emprêsas particulares o levantamento do vultoso capital necessário para novos investimentos. Emprêsas particulares que participam do transporte coletivo sentem-se cada vez mais obrigadas a procurar uma base financeira mais ampla. A tendência para a fundação e estruturação de emprêsas de transporte maiores — companhias de responsabilidade limitada, ou mesmo sociedades anônimas — deverá prosseguir.
Há uma série de grandes emprêsas de transporte coletivo municipais ou estaduais (p. ex., os metrôs de Estocolmo, Barcelona, Lisboa, Roma e Hamburgo) constituídas como sociedades anônimas e que gozam de considerável autonomia.

1.2 **Forma jurídica e estrutura administrativa da Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro**

1.2.1 Forma jurídica

Entre os trabalhos multiformes de planejamento e execução de um metrô são sobretudo os aspectos financeiros que ocupam os responsáveis, antes do início das operações. É necessário encontrar uma forma de organização jurídica que possibilite à diretoria e a seus colaboradores agir com desembaraço, sob sua própria responsabilidade. Deverá ser mantido o acesso ao mercado de capitais, tanto nacional como internacional, e facultada a possibilidade de onerar o capital fixo para a obtenção de créditos.

Assim está delineado o roteiro a ser seguido para a escolha da forma de organização da Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro. Sòmente uma emprêsa de direito privado, e portanto fora da área de influência administrativo-burocrática, satisfaz essas condições.

Face ao volume das atividades comerciais envolvidas é aconselhável a implantação de uma sociedade por ações (sociedade anônima). O poder público não deveria entretanto ser proprietário único, mas assegurar para si a maioria das ações. Considerando-se a grande quantidade de emprêsas de ônibus que mais tarde terão que encerrar suas operações, parece conveniente permitir a aquisição de ações, em volume restrito, por pessoas físicas ou jurídicas — eventualmente até com garantia de dividendos —, podendo ser dada a preferência às referidas emprêsas de ônibus. Aceita esta sugestão, a Companhia do Metropolitano seria uma companhia de economia mista de direito privado.

Cumpre, porém, declarar que o cálculo de rentabilidade feito no Cap. K partiu de uma tarifa que cobre todos os custos, com exceção dos dividendos pagáveis a acionistas livres eventualmente existentes.

1.2.2 Estrutura administrativa

A política administrativa da Companhia do Metropolitano deveria ser estabelecida, em seus princípios, pela Assembléia Geral dos Acionistas. A administração e a gerência pròpriamente ditas da emprêsa, que devem ter como meta estabelecida um serviço racional e ótimo de transporte, deveriam estar nas mãos de um Diretor Superintendente que, assim como os Chefes dos Departamentos, membros da Diretoria, deveria ser eleito por tempo determinado pela Assembléia Geral dos Acionistas. Como especialista altamente qualificado na direção de emprêsas de transporte o Diretor Superintendente será o único responsável perante terceiros pelo êxito econômico da emprêsa, nos moldes das diretrizes da política administrativa. Na sua ausência será representado pelo Diretor Substituto, a quem compete também assistí-lo na administração geral.

Como mostra a Fig. I 1, foi proposto dividir a Diretoria da emprêsa em quatro Departamentos (I—IV), a saber:

Departamento de Pessoal e Financeiro, Departamento de Operações e de Tráfego, Departamento de Obras e Departamento Mecânico e de Eletricidade. Cada departamento será presidido por um Chefe de Departamento. Êstes são autônomos na administração de seu Departamento e têm o direito de fazer, em qualquer época e de imediato, representações junto ao Diretor Superintendente, e de assessorá-lo. Perante terceiros, porém, não devem ter poderes de decisão, para garantir a uniformidade das disposições e não enfraquecer a responsabilidade exclusiva do Diretor Superintendente. Os Chefes de Departamento deverão, também, ser especialistas nos assuntos afetos às suas atribuições. Para a coordenação dos seus trabalhos e o andamento normal das operações no Departamento, será conveniente que sejam assessorados por um especialista que possa representá-los quando ausentes. Todos os executivos deverão trabalhar em regime de tempo integral e não exercer outras obrigações profissionais.

Além do Conselho Fiscal, a quem competirá o exame do Balanço Anual, deverá ser implantada uma Auditoria para o contrôle e fiscalização econômica permanente da emprêsa. Essa Auditoria ficará diretamente subordinada ao Diretor Superintendente e funcionará sob sua orientação. Caber-lhe-á o contrôle de todos os custos.

1.2.3 Atribuições dos Departamentos

O Departamento de Pessoal e Financeiro (I) estuda todos os problemas de pessoal relativos a funcionários administrativos e operários. Sua ação é orientadora em questões de finanças e êle participa de tôdas as decisões que envolvam assuntos financeiros.

Ao Departamento de Operações e de Tráfego (II) estão subordinadas a Execução Operacional, com a Inspetoria de Movimento. Será conveniente prever um fiscal para cada dez estações. Esta função faz parte do serviço externo, que inclui igualmente as funções do pessoal do tráfego, das estações, da manutenção das instalações fixas e material rodante.

O Departamento de Obras (III) ocupar-se-á essencialmente das novas construções a serem executadas até a conclusão da Rêde do Metrô. Especial importância será dada ao sub-departamento de Manutenção, expressamente destacado. A direção local das obras será todavia exercida por órgãos subordinados, sendo possível o contrôle de cêrca de dois ou três lotes de obras por uma só direção de obras. O serviço de construção da via deverá ter uma supervisão para cada 20 km de linha, a qual fiscalizará as turmas encarregadas do assentamento da via permanente.

O Departamento Mecânico e de Eletricidade (IV) engloba um Escritório Técnico e os seguintes sub-departamentos: Distribuição do Material Rodante, Manutenção do Material Rodante, Instalações Mecânicas e de Alta Tensão, Equipamento Eletrônico e de Comando Remoto e Material. À frente dêsses sub-departamentos encontrar-se-ão engenheiros tècnicamente responsáveis. As tarefas gerais pertinentes, bem como a aquisição do material rodante, são da competência do Chefe do Departamento.

Tab. I 1
Pessoal necessário para a estrutura administrativa do metrô

Classificação	"Linha Prioritária" (1975)	Rêde do Metrô (1990)
Dirigentes	15	15
Assessores	116	178
Auxiliares	50	80
	181	273
Diretor Superintendente e Diretor Substituto	2	2
Total	183	275

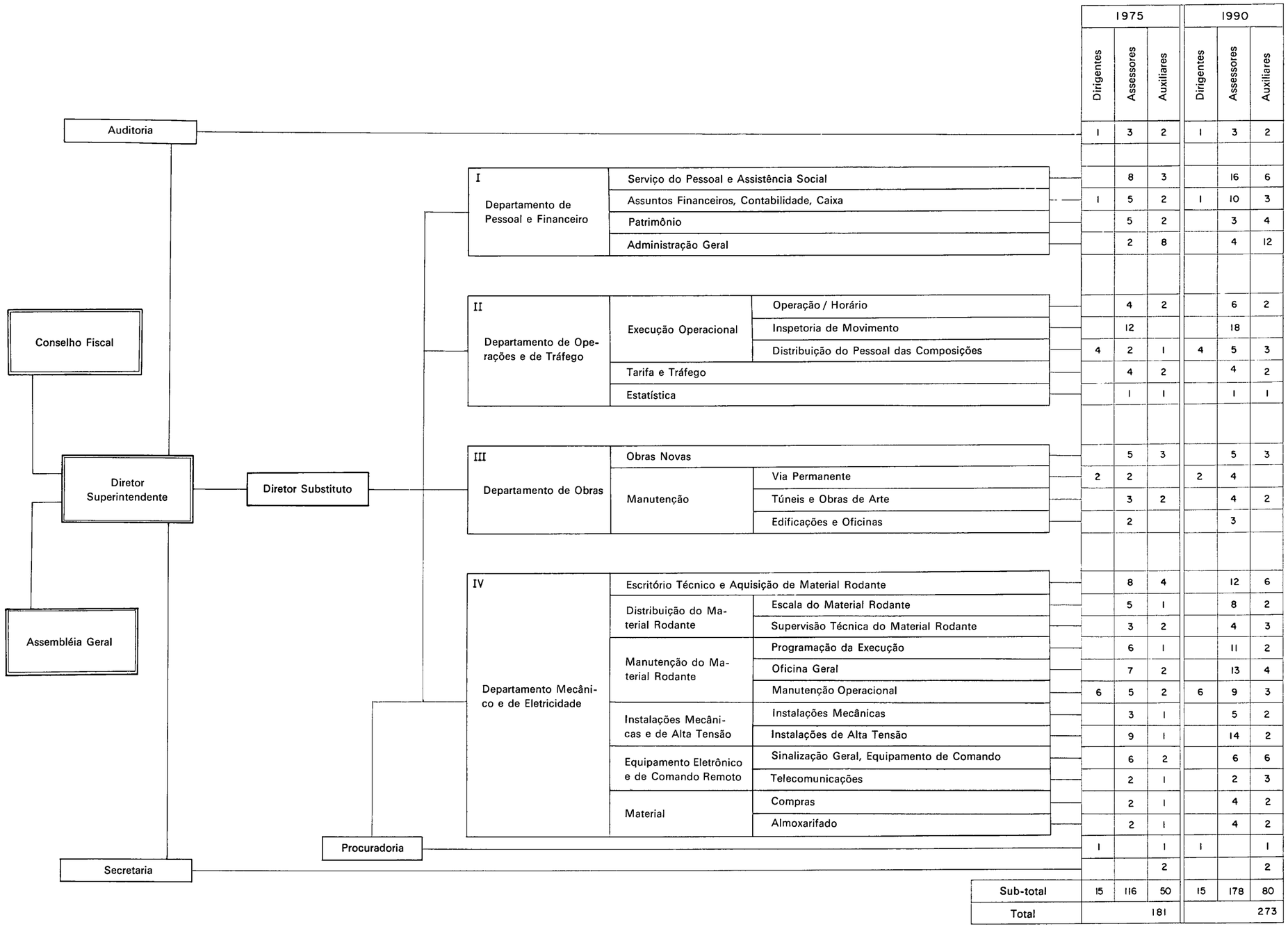
1.3 **Orgão superior de direção para o convênio tarifário**

Como é sabido, o presente Estudo (A 4.1 e I 3) partiu da hipótese de que os meios de transporte coletivo urbano e suburbano do Rio de Janeiro formarão uma comunidade de tráfego, sobretudo com relação às tarifas. Para êste fim será necessário instituir um órgão superior de direção independente da organização do metrô acima esboçada. A êsse órgão deverão ser atribuídos os assuntos da execução operacional, como a elaboração dos horários, provisão dos meios de operação, fiscalização permanente econômico-operacional, administração das finanças com contrôle de receitas e despesas, bem como o estabelecimento das tarifas. Isto em nada deverá alterar o caráter de autonomia jurídica, orgânica, financeira e operacional das emprêsas de transporte — nem mesmo da Companhia do Metropolitano. Ficaria assim assegurada uma execução comercial e operacional uniforme. Para cada emprêsa de transporte deveria ser estabelecido o direito de opinar nesse órgão superior de direção, na proporção da sua participação no tráfego. É evidente que êsse órgão superior de direção só será instituído após acôrdo entre tôdas as emprêsas de transporte, respeitadas as disposições legais, sendo os seus membros funcionários das emprêsas participantes.

1.4 **Pessoal necessário**

O pessoal necessário para a estrutura administrativa (sem órgão superior de direção) proposta foi apurado com o auxílio de valôres empíricos sôbre economia de mão-de-obra e de comparações com administrações semelhantes.

O resultado está demonstrado na Tab. I 1 e na Fig. I 1. Êsses números relativos ao pessoal serviram de base para a apuração dos custos operacionais (K 3.1).



	1975			1990		
	Dirigentes	Assessores	Auxiliares	Dirigentes	Assessores	Auxiliares
Auditoria	1	3	2	1	3	2
Departamento de Pessoal e Financeiro		8	3		16	6
Assuntos Financeiros, Contabilidade, Caixa	1	5	2	1	10	3
Patrimônio		5	2		3	4
Administração Geral		2	8		4	12
Departamento de Operações e de Tráfego		4	2		6	2
Operação / Horário		12			18	
Inspetoria de Movimento	4	2	1	4	5	3
Distribuição do Pessoal das Composições		4	2		4	2
Tarifa e Tráfego		1	1		1	1
Estatística						
Departamento de Obras		5	3		5	3
Obras Novas	2	2		2	4	
Via Permanente		3	2		4	2
Túneis e Obras de Arte		2			3	
Edificações e Oficinas						
Departamento Mecânico e de Eletricidade		8	4		12	6
Escritório Técnico e Aquisição de Material Rodante		5	1		8	2
Escala do Material Rodante		3	2		4	3
Supervisão Técnica do Material Rodante		6	1		11	2
Programação da Execução		7	2		13	4
Oficina Geral	6	5	2	6	9	3
Manutenção Operacional		3	1		5	2
Instalações Mecânicas		9	1		14	2
Instalações de Alta Tensão		6	2		6	6
Sinalização Geral, Equipamento de Comando		2	1		2	3
Telecomunicações		2	1		4	2
Compras		2	1		4	2
Almoxarifado	1		1	1		1
Procuradoria			2			2
Secretaria	15	116	50	15	178	80
Sub-total			181			273
Total						

Fig. I 1
Organograma da Companhia do Metropolitano

2. Execução operacional

À execução operacional compete manter à disposição uma oferta suficientemente ampla de lugares para o transporte dos passageiros, de acôrdo com o volume de tráfego provável. Cumpre-lhe assegurar a marcha das composições de acôrdo com um horário a ser estabelecido com base na geração de tráfego. Tôdas as instalações técnicas e não técnicas necessárias para êsses fins terão que ser, sempre que preciso, operadas, atendidas e mantidas. A Tab. I 2 apresenta numerosos dados estatísticos importantes para a execução operacional.

2.1 Desenvolvimento da operação das composições

2.1.1 Horário

A base segundo a qual se desenrola a operação das composições é o horário. Para êle são fundamentais os tempos de viagem que as composições empregam em cada trecho da linha. Na Fig. G10 acham-se indicados, como exemplo para os diversos trechos da "Linha Prioritária", os diagramas de marcha que demonstram o desenvolvimento da marcha de uma composição lotada quando a capacidade dos carros motores é aproveitada na íntegra. Os tempos de viagem resultantes são, pois, os mais curtos que se poderiam alcançar. A fim de poder compensar atrasos decorrentes de irregularidades no desenvolvimento das operações ou por outros motivos quaisquer, faz-se, como reserva de tempo, um acréscimo percentual sôbre o tempo de viagem mínimo. Propõe-se, para isto, a taxa de 8%, com a qual se obtêm então os tempos de viagem normais. Os tempos de viagem mínimos e os tempos de viagem normais para a "Linha Prioritária" foram reunidos na Tab. I 3.

Com o intervalo entre composições de 90 s, necessário na hora de "rush" conforme F1.1, o tempo de parada nas estações não poderá ser modificado de acôrdo com a geração de tráfego. No horário o tempo de parada deverá ser estabelecido uniformemente para tôdas as estações, a fim de que as composições seguintes não sejam perturbadas pelas anteriores. É recomendado para tôdas as estações o tempo de parada de 30 s, tempo

Tab. I 2
Execução operacional – Dados gerais

Item	Referência	"Linha Prioritária" (1975)	Rêde do Metrô (1990)
1	Distância entre centros das estações terminais em km	18,04	66,87
2	Extensão total da linha em km	19,75	69,47
3	Extensão em túnel em km	19,75	37,46
4	Número de estações	22	54
5	Número de composições (1 composição = 2 unidades de 3 carros cada)	50	138
6	Número de unidades	100	276
7	Número de carros	300	828
8	Número de carros por composição	6	6
9	Lugares por composição (máximo)	2 127	2 127
10	Lugares por carro (máximo)	354	354
11	Composição · km/ano	6 000 000	21 950 000
12	Carros · km/ano (item 8×item 11)	36 000 000	131 700 000
13	Lugares · km/ano (item 9×item 11)	12 762 000 000	46 687 650 000
14	Passageiros por dia útil	1 593 000	5 083 000
15	Passageiros por sábado = 63% do item 14 (E1.2)	1 003 590	3 202 290
16	Passageiros por domingo ou feriado = 42% do item 14 (E1.2)	669 060	2 134 860
17	Passageiros nos 254 dias úteis do ano	404 622 000	1 291 082 000
18	Passageiros nos 52 sábados do ano	52 186 680	166 519 080
19	Passageiros nos 59 domingos e feriados do ano	39 474 540	125 956 740
20	Passageiros/ano (itens 17+18+19)	496 283 220	1 583 557 820
21	Passageiros/dia (item 20:365)	1 359 680	4 338 500
22	Distância média de viagem em km	4,2	7,7
23	Passageiros · km/ano (item 20×item 22)	2 087 000 000	12 229 000 000
24	Passageiros · km/dia (item 23:365)	5 718 000	33 504 000
25	Aproveitamento de lugares em % (item 23×100:item 13)	16,3	26,1
26	km/composição e ano (item 11:item 5)	120 000	159 058
27	Lotação média diária das composições em pass/composição (item 23:item 11)	348	556

Tab. I 3
Tempos de viagem para a "Linha Prioritária"

N.° de ordem	Estações	Distâncias entre centros de plataformas	Tempos de viagem mínimos		Tempos de viagem previstos para horário	
			Sentido		Sentido	
			Saenz Peña —N. S. da Paz	N. S. da Paz —Saenz Peña	Saenz Peña —N. S. da Paz	N. S. da Paz —Saenz Peña
		km	s	s	s	s
1	Saenz Peña					
		1,037	64,9	66,6	70	72
2	Engenho Velho					
		0,943	62,6	62,3	68	67
3	Haddock Lobo					
		1,112	68,5	68,7	74	74
4	Estácio de Sá					
		0,888	61,0	57,7	66	62
5	Cidade Nova					
		1,079	66,4	65,8	72	71
6	Central do Brasil					
		0,548	44,7	44,7	48	48
7	Presidente Vargas					
		0,434	39,9	39,9	43	43
8	Uruguaiana					
		0,648	51,4	49,9	56	54
9	Largo da Carioca					
		0,452	39,3	40,9	42	44
10	Cinelândia					
		1,041	64,0	65,6	69	71
11	Glória					
		0,725	52,2	52,2	56	56
12	Catete					
		0,598	46,8	46,8	51	51
13	Largo do Machado					
		0,881	59,2	59,2	64	64
14	Marquês de Abrantes					
		1,419	80,6	81,0	87	87
15	Botafogo					
		2,162	105,4	107,2	114	116
16	Lido					
		0,936	61,0	61,0	66	66
17	Siqueira Campos					
		0,581	46,0	46,0	50	50
18	Raimundo Corrêa					
		0,616	47,4	47,4	51	51
19	Miguel Lemos					
		0,687	51,4	51,2	56	55
20	Raul Pompéia					
		0,538	45,3	44,5	49	48
21	General Osório					
		0,718	52,5	52,5	57	57
22	N. S. da Paz					
	Total	18,037	1 210,5	1 211,1	1 309	1 307

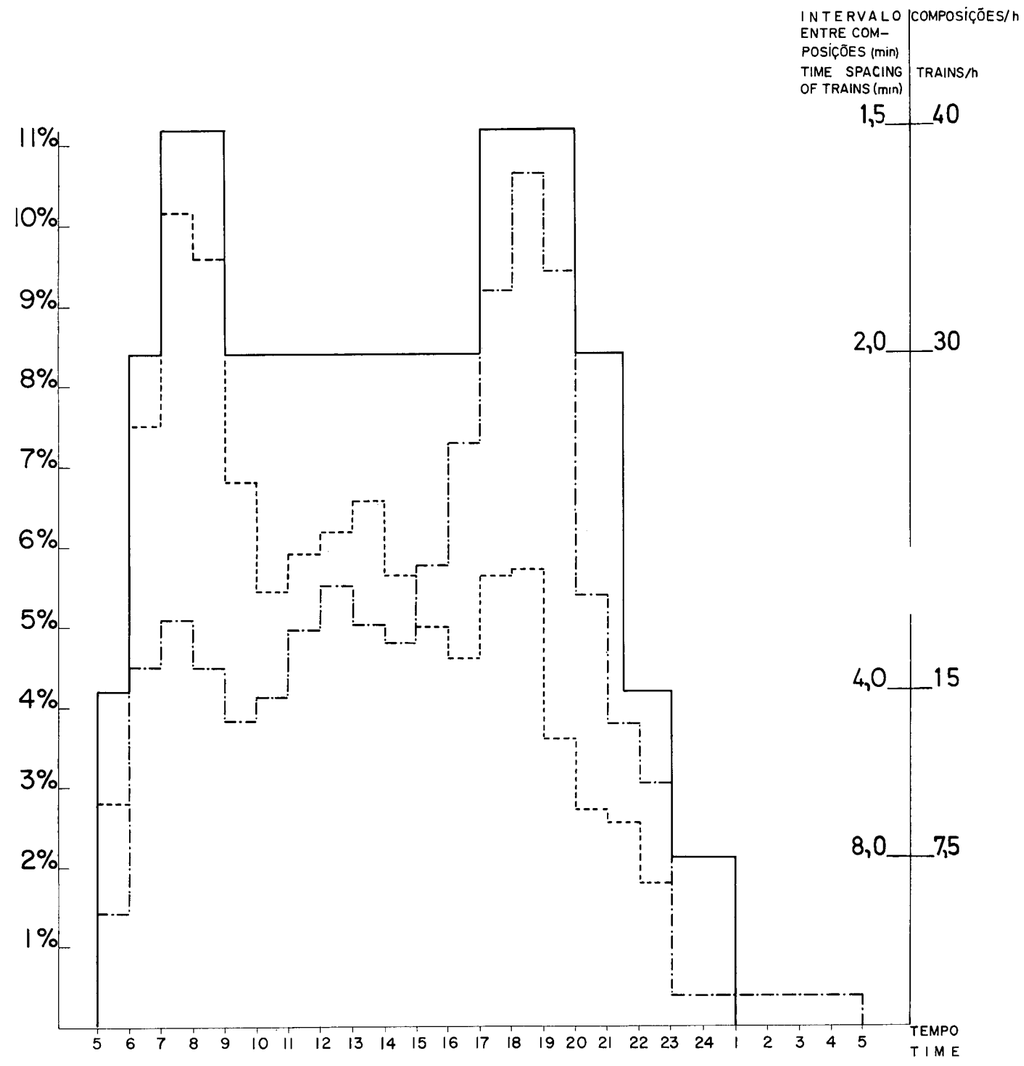
suficiente, em serviço normal, para a operação desembarque-embarque nas horas de "rush". Com isto, para as horas de menor tráfego, e com o tráfego reduzido nas estações próximas ao fim da linha, será criada mais uma reserva de tempo de viagem.
O tempo total de viagem resulta do total dos tempos de viagem normais e da soma dos tempos de parada normais. Para a "Linha Prioritária", p. ex., será de 31 min 48 s.
A velocidade média por sua vez, no caso da "Linha Prioritária", resulta em 34,03 km/h.
O número de composições por hora a ser oferecido de acôrdo com o horário deverá adaptar-se à demanda de tráfego. A Fig. I 2 mostra a distribuição percentual da geração de tráfego em 24 h, em ambos os sentidos de marcha. As percentagens horárias são o resultado das contagens na "screen-line". A ordenada direita na Fig. I 2 corresponde ao tráfego de 80 000 passageiros ou 40 composições por hora e sentido que, conforme D 5.3.2 e F 1.1, poderá ser esperado para a hora de "rush", com um intervalo entre composições de 1,5 min. Fora da hora de "rush" basta, por enquanto, um intervalo entre composições de 2 min que, nas horas de tráfego reduzido, poderá ser ampliado para 4 e 8 min. A linha traçada na Fig. I 2 para o horário constitui a base para o número normal de composições a ser oferecido ao tráfego durante as diferentes horas do dia. Cumpre considerar que fora das horas de "rush" deve-se oferecer maior confôrto ao passageiro, graças à redução na lotação das composições.
O horário fica claramente definido, para as diversas horas do dia, com os intervalos entre composições. Cumpre à execução operacional inserir ou retirar composições em tempo oportuno. É conveniente efetuar êsse adensamento ou raleamento do horário na Estação Central do Brasil, onde é possível inserir composições a partir do conjunto das oficinas, ou retirá-las para o mesmo. Sòmente a passagem do intervalo entre composições de 120 s para 90 s e vice-versa não é possível na Estação Central do Brasil, por questão de tempo. Essa passagem terá que ser feita nas estações terminais, para o quê é necessário providenciar antecipadamente a disponibilidade de composições nessas estações terminais. No horário terão que ser previstos tempos de retôrno bastante longos para as composições, nas estações terminais. Normalmente bastarão para isso de 4 a 5 min.

2.1.2 Horários nas etapas de construção

A construção da Rêde do Metrô foi proposta em seis etapas de construção, a começar pela "Linha Prioritária" como Etapa I. Na Tab. I 4 poder-se-á verificar os trechos de linha a serem concluídos nas diversas etapas de construção, bem como os tempos de viagem e as velocidades médias das composições após o início das operações, ao término das etapas de construção. A tabela contém igualmente uma proposta para o horário a ser introduzido em cada caso.
Nota-se aí, p. ex., que para as Etapas de construção I ("Linha Prioritária") a IV é suficiente, de início, um intervalo entre composições de 100 s, não se fazendo ainda necessário, portanto, 90 s.

2.2 **Desempenhos operacionais**

Com base nos intervalos entre composições e nas distâncias constantes da Tab. I 4, foram obtidas as composições·quilômetros anuais constantes da Tab. I 5.



A demanda de transporte por hora é representada pela percentagem da demanda total do transporte diário. Esta distribuição percentual resultou das contagens de tráfego na "screen-line".
A oferta de transporte foi aferida pelo número e frequência de composições por hora.
Admitiu-se "a priori" que durante as horas da demanda mais intensa seria necessário e suficiente um intervalo entre composições de 1,5 min. Para as demais horas do dia estabeleceu-se uma frequência de trens de acôrdo com as respectivas demandas de transporte.
Foi ainda considerado que se deverá proporcionar um maior confôrto para os passageiros fora do período do "rush".

Fig. I 2
Demanda e oferta de transporte nas diferentes horas do dia

Tab. I 4
Horários nas Etapas de construção

Etapa	Trecho	De estação terminal a estação terminal			Intervalos entre composições*							
		Distância entre centros de plataformas	Tempo de viagem	Velocidade média de viagem	5^{00} — 6^{00}	6^{00} — 7^{00}	7^{00} — 9^{00}	9^{00} — 17^{00}	17^{00}—20^{00}	20^{00}—21^{30}	21^{30}—23^{00}	23^{00} — 1^{00}
		km	min, s	km/h	s	s	s	s	s	s	s	s
I	N. S. da Paz—Saenz Peña	18,037	31'48"	34,03	267	133	100	133	100	133	267	533
II	N. S. da Paz—Saenz Peña											
II	Castelo—Triagem	8,490	15'00"	33,96	320	160	120	160	120	160	320	640
III	N. S. da Paz—Bôca do Mato	18,037 7,651 25,688	43'30"	35,47	como Etapa I							
III	Castelo—Triagem	como Etapa II										
IV	N. S. da Paz—Bôca do Mato	25,688 11,389	55'30"	40,08	como Etapa I							
IV	Bôca do Mato—Jacarepaguá	37,077			800	400	300	400	300	400	800	1 600
IV	Castelo—Triagem	como Etapa II										
V	N. S. da Paz—Jacarepaguá	como Etapa IV										
V	Castelo—Pavuna	8,490 16,750 25,240	36'00"	42,07	240	120	90	120	90	120	240	480
VI	Niterói—Pavuna	25,240 4,550 29,790	40'00"	44,69								
VI	N. S. da Paz—Bôca do Mato	como Etapa IV			240	120	90	120	90	120	240	480
VI	Bôca do Mato—Jacarepaguá				720	360	270	360	270	360	720	1 440

* Aos sábados os intervalos entre composições serão aumentados de 33%, aos domingos e feriados de 80%

Tab. I 5
Composições · quilômetros anuais

Após conclusão da Etapa de construção	Composições · quilômetros anuais
I	6 000 000
II	8 350 000
III	10 890 000
IV	12 190 000
V	19 140 000
VI	21 950 000

1 Composição = 6 Carros

2.3 Colocação das composições em serviço

2.3.1 Plantas de escala e composições necessárias

A colocação das composições em serviço será regulada da melhor maneira por meio de plantas de escala que contenham os tempos para todos os serviços de manutenção e conservação. Conseguir-se-á, assim, que o material rodante esteja a postos nas oficinas, no devido tempo, para os serviços de manutenção e conservação programados, sendo ainda possível programar nas oficinas, de antemão, todos os serviços de manutenção e conseguir o aproveitamento máximo do pessoal das oficinas e do parque de máquinas.
As plantas de escala contêm os tempos de viagem, retôrno, limpeza, lavagem, inspeção e os períodos em que as composições permanecem estacionadas.
A Fig. I 3 mostra um exemplo de planta de escala onde os tempos de viagem entre as estações terminais foram representados por barras, as horas de chegada e partida em minutos e as estações de retôrno com abreviaturas. Espaços com hachuras põem em evidência os tempos de

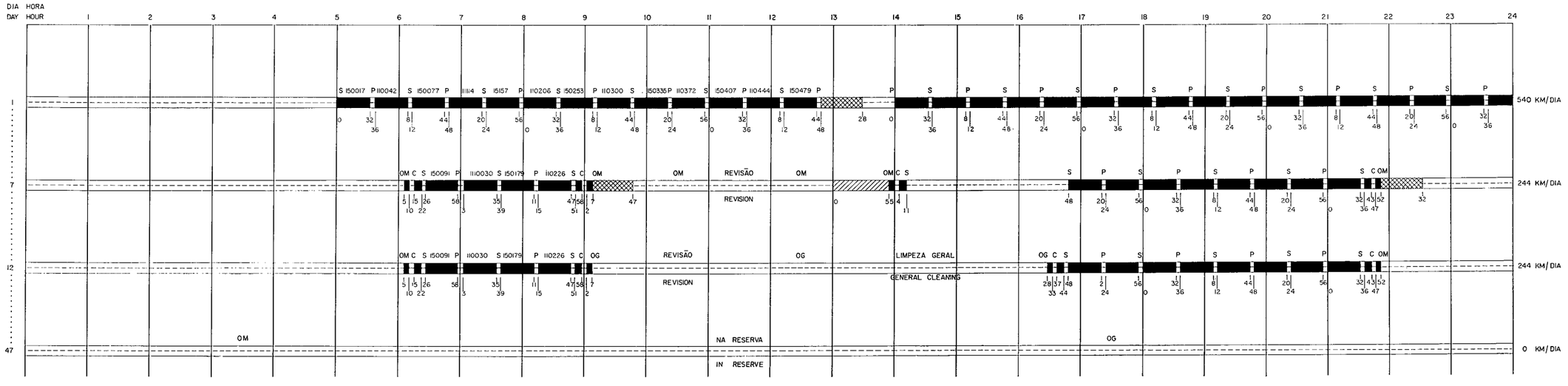


Fig. I 3
Escala das composições

parada nas estações bem como os tempos de inspeção, de lavagem, de limpeza e de estacionamento. No final de cada faixa, i. é, após 24 h, está assinalado o número de quilômetros percorridos pela respectiva composição. Pode-se assim verificar, de imediato, quando as composições devem passar pela revisão corrente ou pela revisão geral.
O número das composições necessárias para um horário poderá ser determinado pelo tempo de rotação e pelo intervalo entre composições. O tempo de rotação é a soma dos tempos de viagem de uma rotação completa, inclusive os tempos de retôrno. O tempo de rotação para a "Linha Prioritária" é, p. ex., de:

$$2 \times (31 \text{ min } 48 \text{ s}) + 2 \times 4 \text{ min} = 71 \text{ min } 36 \text{ s}.$$

O número de composições necessárias será, então, igual ao tempo de rotação dividido pelo intervalo entre composições. No exemplo da "Linha Prioritária" (Etapa de construção I) isso corresponde a 44 composições.
É preciso considerar que as composições serão retiradas de circulação durante horas ou dias para trabalhos de manutenção. Conforme a experiência, 12% do parque de material rodante total é suficiente para êsse fim. Na Tab. I 6 foi indicado o número de composições necessárias após o término de cada uma das etapas de construção.

2.3.2 Estacionamento para as composições

Deverão ser previstas áreas para o estacionamento de composições, para serviços de limpeza interna, etc., durante a pausa operacional noturna e durante as horas de menor tráfego.

A localização e o âmbito de tais áreas de estacionamento deveriam, tanto quanto possível, ser adaptados às necessidades operacionais. Como desvios de estacionamento subterrâneos são, no entanto, muito dispendiosos, as áreas de estacionamento em estações subterrâneas são limitadas a um mínimo. As composições de reserva e, na medida do possível, as composições que se destinam à colocação em serviço serão estacionadas no conjunto das oficinas. Sòmente algumas unidades permanecerão nas estações terminais durante a noite. A Fig. I 4 mostra as necessidades de estacionamento após a conclusão de cada etapa de construção da Rêde do Metrô e onde poderão ser dispostas. Conclui-se que o conjunto das oficinas deveria possuir inicialmente (1975) vias de estacionamento para sòmente 32 composições e, no final (1990), para 56 composições. Nos primeiros anos o galpão das oficinas, desde o princípio já inteiramente terminado, oferece a possibilidade para o estacionamento de composições (H 7). Nas estações com caráter de estação terminal apenas temporário será conveniente prolongar imediatamente o trecho da linha na direção da estação seguinte, a ser construída em etapa de construção posterior, de acôrdo com o comprimento de via requerido para estacionamento.

2.4 **Pessoal necessário**

2.4.1 Pessoal operacional local

Pertencem a esta categoria:

cabineiros,
despachadores,
manobreiros,
pessoal de fiscalização do serviço operacional.

Os cabineiros são necessários apenas para a cabine de manobras no conjunto das oficinas, próximo à Estação Central do Brasil. Em cada um dos três turnos de serviço são necessários dois funcionários, i. é, ao todo seis pessoas.
Serão precisos 73 despachadores para a "Linha Prioritária" e 186 para a Rêde do Metrô.

Para o setor de operações locais não haverá necessidade de manobreiros. Êstes serão precisos apenas para o conjunto das oficinas e nos serviços de manutenção da via permanente, e seu número será determinado em I 2.5.
Cêrca de sete estações com atendimento de passageiros serão sempre reunidas em um mesmo setor, onde haverá um fiscal de operações para cada turno de serviço.
Serão, pois, necessários nove fiscais de operações para a "Linha Prioritária" e 24 fiscais de operações para a Rêde do Metrô.
Obtém-se, assim, o resumo das necessidades de pessoal operacional local, constante da Tab. I 7.
Os números da Tab. I 7 não incluem acréscimos para férias, enfermidades, etc.



Pátio de estacionamento

Tab. I 6
Composições necessárias

Após conclusão da Etapa de construção	Número necessário	
	Composições	Carros
I	50	300
II	71	426
III	85	510
IV	91	546
V	128	768
VI	138	828

Tab. I 7
Pessoal operacional

Pessoal	"Linha Prioritária" (1975)	Rêde do Metrô (1990)
Cabineiros	6	6
Despachadores	73	186
Manobreiros	—	—
Pessoal de fiscalização do serviço operacional	9	24
Total	88	216

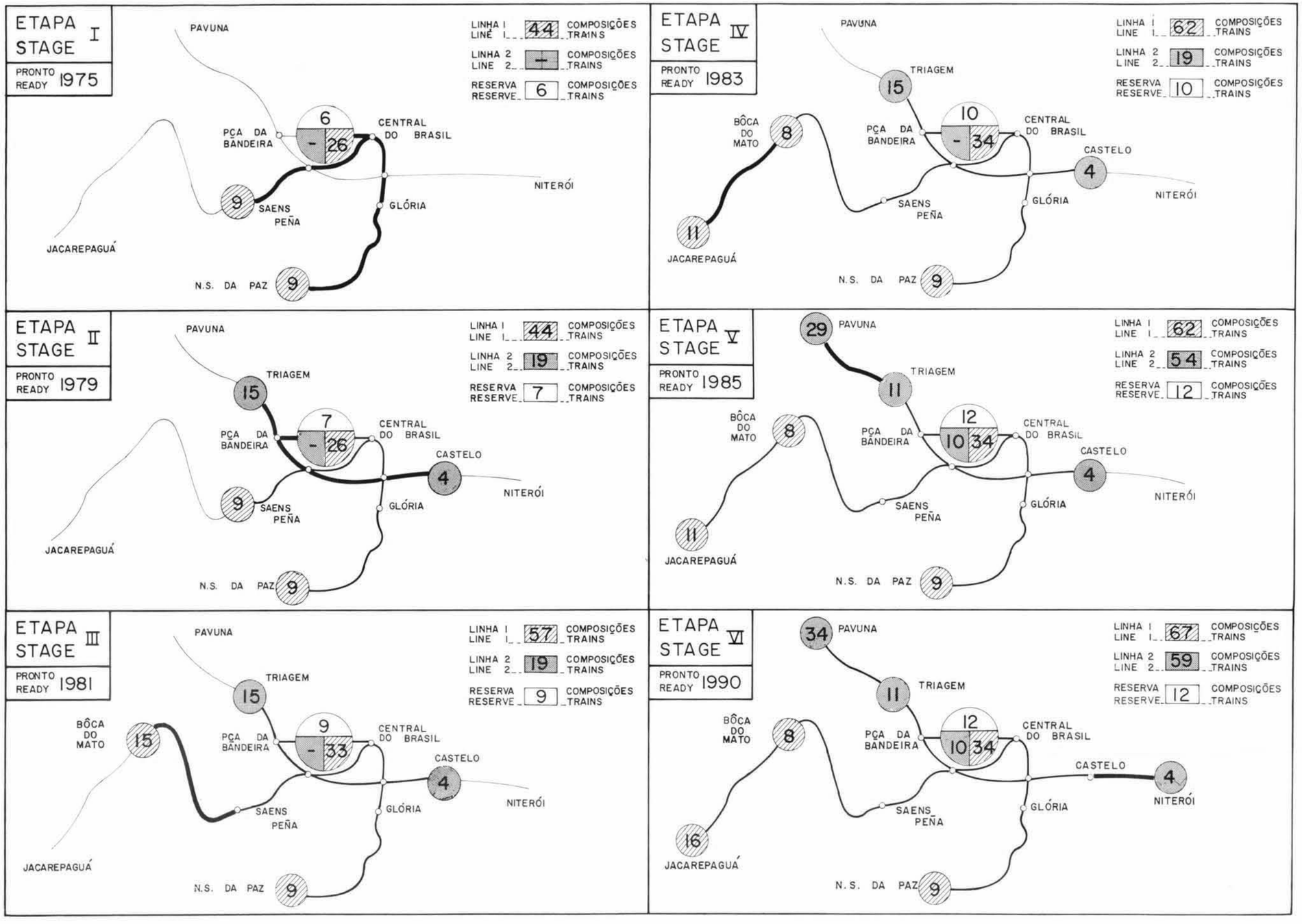


Fig. I 4
Necessidades de estacionamento de composições

2.4.2 Maquinistas

Para um intervalo entre composições mínimo de 100 s (I 2.1.2), serão necessários 92 maquinistas para a "Linha Prioritária" e 270 para a Rêde do Metrô. Como pessoal de fiscalização dos serviços de tração serão necessários seis fiscais de tração para a "Linha Prioritária" e oito para a Rêde do Metrô.

2.5 Manutenção do material rodante e das instalações fixas

2.5.1 Generalidades e organização

A manutenção das instalações e em particular do material rodante de um metrô absorve uma parcela considerável das despesas operacionais correntes. Um planejamento racional nesse campo é, pois, fundamental para a rentabilidade do empreendimento global. Será garantida sobretudo por uma rigorosa organização e adequada distribuição das diferentes tarefas de manutenção.

No Departamento III (Obras) —
Fig. I 1 — um grupo específico dedica-se à manutenção de tôdas as obras de construção civil.
A execução pròpriamente dita dos serviços correntes de manutenção cabe de preferência a duas seções de manutenção — uma para a via permanente (I 2.5.5.2) e outra para obras de arte, túneis e edificações (I 2.5.5.3) — reunidas em edifício independente, no conjunto das oficinas, com fácil acesso para caminhões, ramal ferroviário e área suficiente para depósito.

A função principal do Departamento IV (Mecânico e de Eletricidade) — Fig. I 1 — é a cuidadosa manutenção do material rodante, bem como de tôdas as instalações mecânicas e elétricas, inclusive sinalização, equipamentos de comando das composições e telecomunicações, para o quê estão previstos grupos especializados.
Os campos de atividade dos vários sub-departamentos (Fig. I 1) são os seguintes:

a) Distribuição do material rodante

Escala das composições: disponibilidade dos carros, manutenção do fichário e contrôle do rendimento quilômétrico dos carros, ordens para revisão.
Supervisão técnica do material rodante: recebimento de novos carros, teste de entrada dos carros e verificação da extensão dos danos, teste de saída dos carros; preenchimento das guias de acompanhamento dos carros e do fichário de peças construtivas principais, contendo os resultados da revisão, análise dos danos, ordens de serviço à seção de manutenção do material rodante.

b) Manutenção do material rodante (I 2.5.2)

Programação preparação dos serviços, programação de prazos, plano detalhado para a execução total e de cada item em particular, planejamento das oficinas, manutenção do depósito de peças construtivas principais e depósito de peças de reposição.
Oficina central: execução das revisões gerais, reparação de danos importantes, usinagem das peças construtivas principais e serviços correntes de reposição nas diferentes oficinas, usinagem das rodas por fresadora operando sob o piso da oficina.
Manutenção operacional: inspeção e revisões correntes, remoção de defeitos menos importantes, limpeza externa, limpeza interna úmida ou a sêco.

c) Instalações mecânicas e de alta tensão (I 2.5.3)

Instalações mecânicas: manutenção das escadas rolantes, bombas, ventilação e ar condicionado, elevadores, guindastes e máquinas-ferramenta; instalações de abastecimento de água, ar comprimido e gás.
Alta tensão: manutenção das subestações primárias, subestações retificadoras e suprimento de energia para tração, inclusive o seu equipamento de comando remoto; fôrça e luz para as estações e oficinas, ventilação.

d) Equipamento eletrônico e de comando remoto (I 2.5.4)

Sinalização geral e equipamento de comando das composições: manutenção do equipamento destinado à segurança e ao comando das composições, instalado na via (fixo) e nos carros.

Telecomunicações: manutenção das instalações de rádio-comunicação, telefones, alto-falantes, relógios e televisão.

e) Material

Compras: manutenção do fichário, previsão de consumo, emissão de pedidos e recebimento de peças de reposição, sobressalentes e outros materiais.
Almoxarifado: armazenamento e distribuição de peças de reposição, sobressalentes e outros materiais.

2.5.2 Material rodante

A fim de assegurar uma execução operacional sem atritos torna-se necessária uma manutenção do material rodante que assegure eficiência e segurança durante o período de sua operação. Deverá ainda ser assegurada uma conservação adequada para que os carros sejam apresentados ao passageiro em estado atraente e autopromocional.
Para preencher êsses requisitos os serviços de manutenção devem ser executados de acôrdo com os prazos e os quilômetros percorridos indicados em G 4.

2.5.3 Instalações mecânicas e de alta tensão

A manutenção tem por função manter as instalações em estado de segurança operacional, evitando assim a ocorrência de falhas. Uma das principais condições para uma manutenção econômica é que as deficiências possam ser constatadas ao surgirem e imediatamente eliminadas. De acôrdo com o seu índice de ocorrências e com as respectivas exigências de segurança das instalações, serão estabelecidos prazos para testes, baseados, em geral, na experiência. Em parte, entretanto, os prazos de testes são estabelecidos por normas ou instruções (p. ex., por parte dos fornecedores).

2.5.3.1 Instalações mecânicas

O título abrange especialmente equipamentos de ventilação dos túneis, escadas rolantes e elevadores, grupos de bombas para drenagem, instalações de ar condicionado e extintores de incêndio, bem como máquinas-ferramenta, veículos de guindaste e de transporte.
A manutenção deve ser dispensada em primeira linha às peças sujeitas a desgaste, tais como engrenagens, mancais, etc. Os serviços correspondentes de vistoria e testes de funcionamento serão executados pelas firmas fornecedoras, às quais devem ser atribuídas revisões gerais sujeitas a prazos. Tais revisões e as exigências oficiais servirão de base para a execução dos serviços de manutenção.
A manutenção corrente será feita por pessoal próprio, que deverá ser instruído e treinado especialmente para essa finalidade. É conveniente que os serviços de maior vulto, ligados a renovações parciais ou ampliações de instalações mecânicas, bem como vistorias e eliminação de defeitos de instalações existentes sòmente em pequeno número, mas cuja construção é complexa e cuja manutenção exige conhecimentos especializados, sejam confiados, sob contrato, a emprêsas especializadas. Com esta solução será possível a limitação do pessoal de manutenção a um número reduzido.

2.5.3.2 Instalações de alta tensão

É preferível que os serviços de manutenção nas instalações de alta tensão do metrô sejam executados por especialistas próprios do metrô, com uma única exceção. Isto tem a vantagem de familiarizar o pessoal com as instalações, o qual, em caso de falhas, pode ser mobilizado imediatamente para a eliminação dos defeitos (serviço de prontidão).
A exceção acima mencionada refere-se aos sistemas de 132 kV das subestações primárias. Como as instalações de distribuição de 132 kV para o metrô estão ligadas diretamente à rêde da Light, em Frei Caneca através do barramento e em Botafogo através dos próprios cabos,

seria conveniente confiar a manutenção destas instalações à própria Light. Recomenda-se que o assunto seja fixado dentro do próprio contrato de fornecimento de energia da Light, estabelecendo como limite de responsabilidade para a manutenção o quadro de saída de tensão secundária do transformador 132/23 kV.
A seguir são feitas considerações sôbre os serviços de manutenção exigidos pelas diferentes instalações elétricas, com indicação dos prazos recomendados.

a) Subestações primárias e retificadoras

As instalações de distribuição e os equipamentos de alta tensão são de manutenção relativamente pouco dispendiosa, desde que os recintos onde se encontrem sejam mantidos limpos e livres de poeira. A limpeza das salas dos comutadores deverá, portanto, ser feita a intervalos regulares.

Serviços quinzenais:

teste dos dispositivos de segurança contra surtos de tensão e substituição de peças danificadas,

contrôle de carga das baterias de chumbo estacionárias.

Serviços semestrais:

teste de funcionamento de tôdas as sinalizações locais,

teste dos disjuntores de c-c (interruptor rápido).

Se antes do término do prazo de seis meses forem atingidos cêrca de 50 desligamentos de interruptores, a revisão dos respectivos interruptores deverá ser feita antecipadamente.

Serviços anuais:

teste de funcionamento de todo o equipamento de distribuição, especialmente dos disjuntores e das chaves separadoras.

Serviços cada dois anos:

retirada de amostras de óleo dos transformadores e exame do óleo isolante quanto ao seu índice de umidade e capacidade de isolamento,

medição de isolamento do equipamento de manobra.

b) Terceiro trilho, instalação de corrente de retôrno e rêde de cabos

O perfeito estado do terceiro trilho, da instalação de corrente de retôrno e da rêde de cabos deve ser testado por meio de percursos regulares da via, a pé, de 14 em 14 dias. Falhas visíveis, como p. ex., fixações sôltas, isoladores defeituosos, defeitos nas juntas móveis, fusões no terceiro trilho ou defeitos no revestimento protetor devem ser eliminadas imediatamente.

Serviços quinzenais:

teste do dispositivo de segurança contra surtos de tensão durante o percurso da via já mencionado.

Serviços anuais:

contrôle do desgaste do terceiro trilho em pontos fixos de referência; medição do isolamento dos cabos do terceiro trilho,

medição das resistências de passagem da instalação de corrente de retôrno e da queda média da tensão,

teste dos terminais de cabos de 23 kV e complemento do óleo de isolamento.

c) Instalações de fôrça e luz

Devido ao número elevado de consumidores e às amplas instalações de iluminação das estações, grande parte das despesas de manutenção será aplicada à eliminação de defeitos e à substituição de lâmpadas defeituosas.
A manutenção do equipamento de distribuição dos disjuntores de alta e baixa tensão e dos transformadores corresponde, em volume e prazos, às instruções apresentadas em I 2.5.3.2. a). A iluminação de emergência do túnel deve ser ligada uma vez por ano durante uma hora.

d) Equipamentos de comando remoto

A manutenção dos equipamentos de operação à distância resume-se em um teste de funcionamento dos comutadores de transmissão e recepção, bem como dos grupos de relés no pôsto central de comando e nos postos comandados. Tal teste deverá ser realizado em intervalos de seis meses. Elementos de construção defeituosos não serão substituídos individualmente, mas em grupos, como ocorre em instalações construídas pelo sistema de elementos combinados. As peças de reposição serão então revisadas em oficina própria.

2.5.3.3 Oficinas

As oficinas para a manutenção das instalações fixas mecânicas e elétricas da linha, das estações e das próprias oficinas encontram-se igualmente no conjunto das oficinas.

Para o armazenamento de materiais de maior porte está prevista uma área de depósito coberta, junto ao desvio morto, a leste do leque de vias.

A fim de facilitar a vistoria corrente das instalações existentes nas estações e na linha (iluminação, inclusive de emergência, escadas rolantes, ventiladores, extintores de incêndio, parte mecânica das saídas de emergência, bloqueios, etc.), está previsto em cada estação um depósito e a respectiva sala de serviço. Para a manutenção das instalações de alta tensão deverá ser montada uma oficina adicional na Estação Largo da Carioca.

2.5.4 Sinalização e telecomunicações

A manutenção dos sistemas de sinalização e de telecomunicações tem por finalidade eliminar, na medida do possível, qualquer falha operacional, através de frequentes testes e serviços de conservação.

Os defeitos que forem constatados, não obstante tôdas as precauções, deverão ser eliminados o mais ràpidamente possível. Neste sentido, durante todo o tempo das operações diárias, i. é, em três turnos de serviço, deverá haver à disposição uma equipe de socorro dispondo de transporte de superfície, pois, em geral, quando ocorre uma falha operacional a origem do defeito pode ser alcançada mais fàcilmente pelas vias públicas.
Deve ser ainda prevista uma equipe de socorro local, a qual, entretanto, só trabalha durante um turno por dia.
Ficará encarregada, dentro de um perímetro perfeitamente delimitado, dos serviços de testes e de conservação.
Para a manutenção, especialmente do equipamento de sinalização instalado nos carros, é necessária uma oficina central, que faz parte das outras situadas no conjunto das oficinas.
O pessoal necessário para o serviço de sinalização e telecomunicações é estimado em 20 pessoas para a "Linha Prioritária" e em 50 pessoas para a Rêde do Metrô. Não está incluído o pessoal da administração.
Para uma rápida eliminação dos defeitos, as instalações de sinalização e de telecomunicações exigem um grande depósito de materiais de reposição, cujo valor deveria ser de aproximadamente 5% do montante dos investimentos. Êsse depósito é parte integrante do almoxarifado para a manutenção do material rodante.
As oficinas para manutenção dos equipamentos das instalações de sinalização e telecomunicações serão instaladas no galpão de manutenção das instalações mecânicas e elétricas.
Como os consertos de grupos de relés e de blocos de equipamentos eletrônicos serão feitos com maior propriedade pelos respectivos fornecedores, a área necessária para essas oficinas será relativamente pequena.
Uma área maior é necessária exclusivamente para estocagem de peças sobressalentes. Para todos os tipos de relés e elementos eletrônicos deverá ser mantido em estoque um número suficiente de peças sobressalentes.

2.5.5 Via permanente e construções

2.5.5.1 Oficinas

A manutenção da via permanente e das construções ficará a cargo de duas seções combinadas, para as quais, de acôrdo com a Fig. G14, está previsto um edifício com uma área de 85,00×7,50 m, situado na parte ocidental do conjunto das oficinas. Essa construção deverá, se possível, ter disposição longitudinal, com os seguintes compartimentos:

depósito para	materiais para a via permanente, materiais de construção, equipamentos de construção e ferramentas,
oficinas ou compartimentos	de serralheiro e funileiro, carpinteiro, pintor e vidraceiro, jardineiro,
e também	escritórios, dependências do pessoal, lavatórios e chuveiros, sanitários.

Os compartimentos são todos térreos, de modo que todos os depósitos e oficinas têm comunicação direta com o exterior. Em frente ao edifício háverá uma área de depósito reservada principalmente para trilhos, dormentes e componentes dos aparelhos de mudança de via.
A primeira via ao norte do edifício servirá para os serviços de carga e descarga. O material rodante para manutenção das construções ficará estacionado na via situada a oeste dêsse edifício.
As instalações descritas só serão executadas na terceira etapa da implantação do metrô. Até então, haverá, no edifício das oficinas de manutenção das instalações mecânicas e elétricas, área suficiente para abrigar a seção de manutenção da via permanente e das construções. Durante êsse período a equipe poderá fazer uso comum da área de depósito bem como da via adjacente.

2.5.5.2 Seção de manutenção da via permanente

Parte importantíssima da manutenção da via permanente é o contrôle constante do estado das vias. Para tanto, recomenda-se a aquisição de um carro de calibragem de bitola, com o qual serão testadas semanalmente tôdas as vias da linha. Êsse carro tem tração própria (velocidade em serviço de medição de cêrca de 15 km/h) e fornece automàticamente os seguintes gráficos:

encurvamento lateral de cada trilho,
encurvamento da superfície de rolamento de cada trilho,
desnível recíproco dos trilhos de uma via,
inclinação de um trilho em relação ao outro,
alargamento ou estreitamento da bitola de uma via.

Para cada chave de via deverá haver um registro de vistoria de chaves de via no qual serão lançados regularmente os resultados das inspeções efetuadas. Êsse registro proporcionará um contrôle permanente sôbre o estado das chaves de via.
Tôdas as vias de tráfego deverão ser percorridas diàriamente, a pé, por supervisores das vias, a fim de que qualquer irregularidade de vulto, como p. ex., ruptura de trilho, seja descoberta imediatamente. Poderia ser prevista a aquisição de um detetor ultra-sônico para a localização de fendas muito finas. Para a correção dos deslocamentos laterais e desnivelamentos dos trilhos é conveniente a utilização de uma máquina combinada socadora e niveladora.
Irregularidades nas superfícies de rolamento dos trilhos e nos jacarés das chaves de via devem ser sanadas através de soldagens por superposição. O processo de soldagem pode ser a gás (autógena) ou elétrico, a arco voltaico.
Sempre que seja constatada a formação de estrias ou de ondulações na superfície do trilho, estas devem ser eliminadas com carro esmerilhador de trilhos.
Os custos anuais para contrôle e manutenção da via permanente são avaliados em 2% do montante dos seus investimentos.
Para imprevistos como acidentes, ruptura de trilhos, etc., deverá ser previsto um estoque permanente de material de reserva, equivalente a 1% do montante dos investimentos, aproximadamente.
O pessoal necessário para a seção de manutenção da via permanente é estimado em 16 pessoas para a "Linha Prioritária" e em 40 pessoas para a Rêde do Metrô (1990). Nesses números não está incluído o pessoal administrativo. Êsse pessoal deverá ocupar-se do contrôle e manutenção da via permanente; as renovações deverão ser confiadas a emprêsas especializadas.

2.5.5.3 Seção de manutenção das construções

A manutenção das construções consiste de:

limpeza,
conservação permanente,
restaurações e reparos ocasionais.

a) Limpeza

A limpeza de tôdas as construções deve ser efetuada em períodos regulares a serem estabelecidos. Isto se refere especialmente às instalações usadas pelos passageiros, como escadas, entradas e saídas, plataformas, instalações sanitárias, etc., que devem ser limpas diàriamente. A limpeza dos azulejos das paredes, luminárias, poços de bombas, etc., poderá ser feita em intervalos maiores. Cestos e depósitos de lixo, bem como grelhas para a retenção de detritos em frente às escadas, etc., ajudam na conservação da limpeza.
O material para serviços de limpeza deve estar disponível e ser guardado nas proximidades das respectivas instalações.
Normalmente pode-se considerar como suficiente que o pessoal de limpeza seja proporcional ao número de estações. Estações maiores exigem naturalmente um refôrço de pessoal. Parte-se da premissa que as estações terão paredes de azulejos. Para a limpeza destas, que sòmente pode ser efetuada nas pausas do tráfego, especialmente nas estações com plataforma interna, deve ser previsto um grupo de 4 pessoas para cada 20 estações subterrâneas. Os totais calculados para a limpeza diária das estações (inclusive reservas para férias, enfermidades, etc.) são:

22 pessoas para a "Linha Prioritária",
57 pessoas para a Rêde do Metrô.

b) Conservação permanente

A conservação permanente abrange primeiramente a fiscalização de rotina. Devem ser executados regularmente serviços de pintura nas instalações das oficinas, portas, escadas de aço, grades, cêrcas, paredes, lojas, vitrinas, compartimentos individuais para bagagem, etc. Mencionem-se ainda os serviços de ajardinamento nos taludes e outras áreas cobertas de vegetação em trechos ao ar livre, especialmente nas proximidades do terceiro trilho, das vias e dos sinais.
Providenciar para que haja disponibilidade de materiais e ferramentas necessários, bem como a execução e fiscalização dêsses serviços é tarefa da seção de manutenção das construções.

c) Restaurações e reparos ocasionais

Restaurações e reparos que ocasionalmente se tornem necessários são da responsabilidade da seção de manutenção das construções, a qual centraliza o contrôle de todos os serviços de manutenção. Os materiais necessários e pequenos equipamentos devem estar disponíveis nos almoxarifados da seção.
O pessoal necessário para a conservação permanente e para reparos eventuais (inclusive fiscalização, escritórios, reservas para férias, enfermidades, etc.) é estimado em:

15 pessoas para a "Linha Prioritária",
35 pessoas para a Rêde do Metrô.

Caso haja necessidade de serviços de manutenção de maior vulto ou que exijam equipamento ou pessoal especializado, convém que a sua execução seja entregue a emprêsas especializadas.

3. Desempenho de tráfego

O desempenho de tráfego se processa em função da estruturação tarifária e dos sistemas de atendimento.

3.1 **Estruturação tarifária**

Em princípio as considerações sôbre uma estruturação tarifária devem partir dos dois principais tipos de tarifa, a saber:
a) tarifa progressiva
b) tarifa única.
Com a tarifa progressiva os preços das passagens são baseados na extensão das viagens. Para êste fim as rêdes de linhas são, na maioria das vêzes, divididas em regiões de tráfego, zonas, ou por quilômetros.
Com a tarifa única, ao invés, cada passageiro paga o mesmo preço de passagem, independentemente da extensão da viagem. Há, naturalmente, também numerosas variantes tarifárias compostas de ambos os tipos de tarifa, predominando ora um ora outro.
Concomitantemente deve ser considerado se a cada emprêsa de transporte deva ser atribuído o estabelecimento do seu tipo de tarifa, ou se seria possível obter melhor serviço por meio de uma tarifa comum (convênio tarifário) para todas as emprêsas de tráfego que participam do transporte coletivo em determinada área.

3.1.1 Sistemas tarifários de metrôs

Existem rêdes de metrô em mais de 30 metrópoles do mundo. É verdade que os sistemas de tarifas e de atendimento utilizados diferem em alguns detalhes; como mostra a Tab. I 8, entretanto, em 23 das 29 cidades mais importantes com rêdes de metrô foi introduzida a tarifa única. Apenas algumas administrações de metrô preferiram adotar o sistema de tarifa progressiva.

Todavia, são pouquíssimas as administrações de metrô que atualmente oferecem ao passageiro a possibilidade de baldeação para outros meios de transporte ou para outras linhas da mesma emprêsa, usando a passagem comprada para a viagem pelo metrô. Tal possibilidade existe, até o presente, sòmente em Lisboa e Toronto (sem acréscimo), e em Berlim Ocidental e Chicago (com acréscimo). Mais recentemente, porém, estão sendo intensificados os esforços no sentido de permitir tal baldeação para outros meios de transporte.

São descritos a seguir os sistemas de tarifa empregados por algumas administrações de metrôs, sobretudo das que interessam para a elaboração de uma proposta de tarifas para o Rio de Janeiro.

3.1.1.1 Berlim Ocidental

O transporte coletivo de curta distância na cidade de Berlim Ocidental é dirigido pela "Berliner Verkehrsgesellschaft West" (BVG), uma emprêsa estatal do Estado de Berlim. Em 1965 atendia 2,2 milhões de habitantes e operava o metrô (9 linhas), os últimos bondes (5 linhas) e os ônibus (73 linhas urbanas, 4 linhas rápidas e 39 linhas turísticas). A rêde de linhas, inclusive as linhas turísticas, perfaz um total de 950,6 km, das quais 80 km de metrô.

O trem rápido de Berlim ("S-Bahn") é operado pela estrada de ferro (DR) da República Democrática Alemã. A tarifa BVG é uma tarifa única, que apresenta porém certos elementos de uma tarifa progressiva (acréscimo de preço na baldeação). A baldeação para outros meios de transporte do sistema é possível pela compra de passagens e passes temporários, prevalecendo o seguinte:

a) Através da compra de uma passagem singular no metrô pode ser usada tôda a sua rêde, sem restrições, até o destino, independentemente da distância da viagem.

A passagem de ônibus e bonde é válida apenas para a respectiva linha, se bem que para tôda a sua extensão. Através da compra de uma passagem de baldeação ("uma baldeação" ou "duas baldeações") o passageiro tem o direito de baldear uma ou duas vêzes para outros meios de transporte do sistema, no mesmo sentido da viagem. Para tanto o preço da passagem de baldeação tem um acréscimo correspondente.
b) Os passes temporários são nominais. Ao adquiri-los o passageiro indica o meio de transporte e as linhas ou o trecho de metrô que deseja utilizar. A distância do trecho escolhido não terá influência sôbre o preço. Com um cartão dêsse tipo não poderá haver baldeação de um meio de transporte para outro. Apenas, no metrô o passageiro poderá fazer baldeação para outras linhas do metrô e na direção de seu destino de viagem, se na aquisição da passagem tiver estabelecido o trajeto total, que deverá ser sempre obedecido. No tráfego de ônibus e bonde também deverão ser escolhidas determinadas linhas. Todavia, poderão ser usadas outras linhas do mesmo sistema que percorram o mesmo itinerário.
O pagamento de um acréscimo permite ao passageiro com passe temporário usar vários meios de transporte do sistema. Incluirá então, várias linhas ou trechos de metrô, na combinação que lhe convier, na direção desejada. A diferença de preço não é grande. Por êste motivo, cêrca de 70% dos portadores de passes temporários usam êsse tipo de passe.
Existem ainda passes para a rêde total e passes mensais (com limitação de percurso) para estudantes.

3.1.1.2 Estocolmo

Estocolmo possui hoje aproximadamente 1,2 milhões de habitantes, dos quais 400 mil moram nos subúrbios. No Grande Estocolmo o transporte coletivo de passageiros vinha sendo efetuado há anos por várias emprêsas de transporte.
Todo o tráfego do centro da cidade e das zonas residenciais, em sua maioria situadas na periferia da cidade, era servido pela Emprêsa de Bondes de Estocolmo, uma emprêsa municipal de transporte que operava uma excelente rêde de metrô, bem

Tab. I 8
Sistemas de tarifas para metrô nas cidades mais importantes do mundo

Cidades	Habitantes milhões	Comprimento da rêde total km	A	B	C	D	E	F	G
Atenas	1,300	25,6					×		
Barcelona	2,700	26,1	×		×				
Berlim	3,300	101,5	×		×			×	
Budapeste	2,150	3,7			×				
Glasgow	1,890	10,5	×			×			
Hamburgo	2,300	81,8					×		×
Istambul	1,000	0,6	×		×				
Kiew	1,300	13,4	×		×				
Leningrado	3,830	34,8	×		×				
Lisboa	1,350	8,5							×
Londres	10,300	407,0	×			×			
Madrí	2,600	40,0	×		×				
Milão	2,560	14,5	×		×				
Moscou	8,480	131,2	×		×				
Paris	7,750	189,0		×	×				
Roma	2,460	11,0	×		×				
Estocolmo	1,900	62,9	×			×			
Viena	2,000	26,5	×		×				×
Boston	3,170	38,0	×		×				
Buenos Aires	7,170	28,0	×		×				
Chicago	7,000	272,0	×				×	×	
Cleveland	1,990	24,0	×		×				
Nova York	14,100	385,0	×		×				
Philadelphia	4,630	47,0	×		×				
Toronto	1,990	24,0	×			×			×
Haifa	0,200	1,8	×		×				
Nagoya	2,000	14,8	×		×				
Osaka	3,150	32,3	×		×				
Tóquio	18,400	86,7	×			×			

A. Classe única
B. 1.ª e 2.ª classes
C. Tarifa única
D. Tarifa progressiva
E. Tarifa única no centro e progressiva nas demais área
F. Baldeação com pagamento
G. Baldeação sem pagamento

como linhas de bondes e ônibus. Foi adotada a tarifa progressiva.

As demais zonas residenciais situadas na periferia da cidade, bem como os subúrbios da região, eram servidos pelas Estradas de Ferro Suecas (SJ), por emprêsas ferroviárias particulares, bem como por emprêsas de ônibus, particulares e públicas.

Após terem sido firmados os respectivos contratos, o "Kommunalfoerbundet foer Stockholms stads och laens regionale fragor" (KSL) assumiu, em 1° de janeiro de 1967, a responsabilidade de operar, coordenar e desenvolver o tráfego local e suburbano, com o propósito de proporcionar um serviço de transporte ideal à população de Estocolmo e àquela dos municípios da província situados na zona de influência da cidade. Para tanto uniram-se a cidade de Estocolmo e os municípios provincianos em questão. A responsabilidade da execução dessa tarefa foi confiada a uma sociedade anônima, pertencente ao KSL. Para êsse fim a antiga emprêsa de bondes de Estocolmo foi transferida à propriedade do KSL. Através de contratos especiais, também as linhas suburbanas e de ônibus das Estradas de Ferro Suecas na região do Grande Estocolmo foram incorporadas à emprêsa pertencente ao KSL. Atualmente estão sendo operadas por conta do KSL, que determina as tarifas, reembolsa as despesas operacionais e deve financiar os investimentos para a modernização da rêde suburbana.

As tarifas suburbanas das estradas de ferro estatais são igualmente progressivas.

Uma das principais tarefas do convênio de tráfego de Estocolmo é criar um regulamento unitário de baldeação para outros meios de transporte e ir gradativamente igualando as tarifas. Um passo nesse sentido foi dado em 1° de janeiro de 1967, quando pela primeira vez foi permitido fazer baldeação de meios de transporte da rêde suburbana das Estradas de Ferro Suecas para meios de transporte da rêde urbana da Emprêsa de Bondes de Estocolmo (metrô, bonde e ônibus), mediante a aquisição de bilhetes de conexão a taxas reduzidas. A diminuição da receita daí proveniente deverá ser coberta e compensada pelo KSL.

Passagens de conexão com desconto sòmente são fornecidas para passes nominais e blocos de 10 passagens. As passagens deverão ser compradas nas emprêsas de tráfego suburbano. Mediante pagamento de um acréscimo sôbre a passagem do tráfego suburbano, o vendedor colará na mesma um cartão subdividido, no qual sempre será picotada uma parte em cada viagem de conexão na rêde urbana. Êsses cartões não valem como passagens independentes. O passageiro determina o preço da baldeação pela escolha do cartão, cujo preço resulta da distância ou do número de zonas de conexão escolhidas. Cartões de conexão podem ser adquiridos para tôdas as áreas de tráfego urbano; nos blocos de 10 passagens, porém, a baldeação é limitada à área de tráfego do centro da cidade. A meta visada é uma tarifa progressiva comum para o Grande Estocolmo.

3.1.1.3 Hamburgo

No convênio de tráfego, firmado em 29 de novembro de 1965 entre as emprêsas de transporte coletivo de passageiros de curta distância no Grande Hamburgo, foi estabelecida uma tarifa comum (Fig. I 5). Êssa tarifa comum abrange uma área com aproximadamente 180 linhas, perfazendo cêrca de 2 200 km de extensão, e 2 180 paradas (posição em fins de 1967).

O convênio de tráfego de Hamburgo inclui o metrô, o trem rápido ("S-Bahn") e as estradas de ferro suburbanas da "Deutsche Bundesbahn", linhas de estrada de ferro particulares, ônibus, bondes e navegação nos rios Elba e Alster. Em 1965 foram transportadas 550 milhões de pessoas nessa região de 2,3 milhões de habitantes.

A idéia básica na formação da tarifa foi que o passageiro escolhesse — independentemente de considerações de preço — o meio de transporte e o itinerário mais rápido e confortável para atingir o seu destino. Para o mesmo

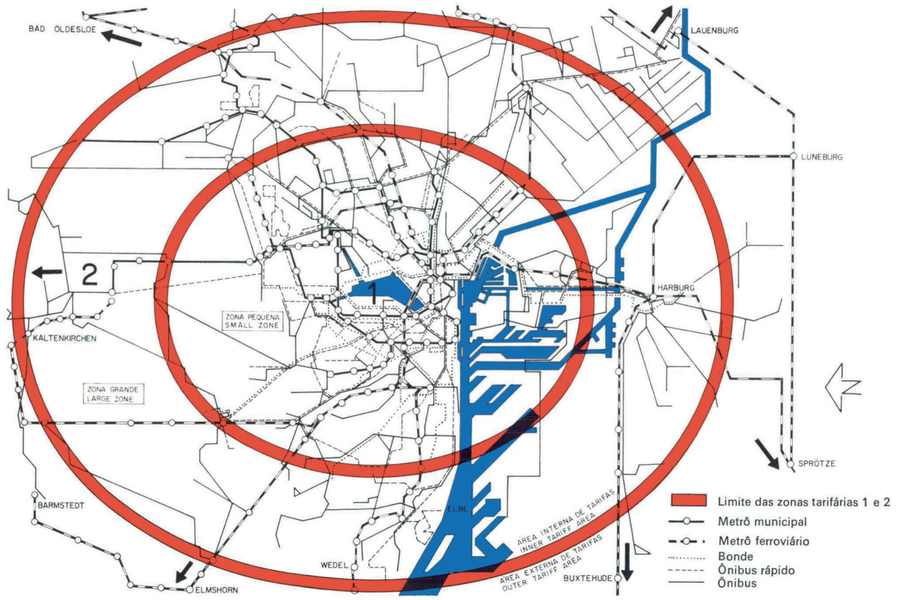


Fig. I 5
Área do convênio de transportes e tarifas de Hamburgo

trajeto paga-se o mesmo preço, qualquer que seja o meio de transporte escolhido.
A tarifa em si é progressiva (se bem que parcialmente atenuada), com preços de passagens estabelecidos conforme a distância. Para um rápido atendimento do passageiro e para assegurar baldeação livre foram adotadas tarifas por zonas, tanto para passagens individuais (válidas sòmente para uma viagem) como para passes temporários.
A área total abrangida pelas tarifas foi dividida em duas áreas de tarifas, interna e externa.
A área interna tem um diâmetro de rêde de aproximadamente 40 km e divide-se, para efeito da venda de passagens a dinheiro (venda de bilhetes individuais), em uma "zona pequena" (área de tarifa 1 com aprox. 20 km de diâmetro) e uma "zona grande" (área de tarifa 2 com os 40 km de diâmetro acima referidos) e, para passes temporários, em "zonas tarifárias".
As "zonas tarifárias" para passes temporários correspondem à "zona grande" de vendas a dinheiro.
As zonas para a venda a dinheiro são divididas em "limites de pagamento" e em "trechos parciais". Os principais fluxos de tráfego e os pontos de entroncamento do tráfego mais importantes foram decisivos na determinação dos limites das zonas.
A área de tarifas externa abrange os distritos periféricos da cidade. Como nesses distritos não há serviço de tráfego por zona, os trechos foram divididos em seções parciais de 4 km de extensão cada uma. A divisão é a mesma para passagens a dinheiro e passes temporários.
Na estruturação da tarifa existem dois grupos de bilhetes:

a) Bilhetes para passagem individual

Para distâncias curtas de cêrca de 2,5 km existe um bilhete de pequeno percurso sem direito a baldeação. Todavia, o transbôrdo entre metrô e ferrovia, na rêde de transporte rápido ("S-Bahn/U-Bahn"), não é compreendido como baldeação.
Além dêsses bilhetes para trechos curtos há dois outros tipos de bilhetes.
Na área de tarifa interna foram implantados, como novidade, os bilhetes de tarifas por zonas, um para a "zona pequena" e outro para a "zona grande", com um preço único para cada zona. Dentro da sua área de validade conferem o direito de utilizar, no sentido da viagem, todos os meios de transporte da área que estejam incluídos no convênio de tarifas. São válidos por 1½ a 2 h, a contar do início da viagem.
Além dêstes há ainda bilhetes para trechos parciais.
O preço da passagem é determinado pelo número de trechos parciais a serem percorridos, tendo em vista, porém, que na área interna de tarifas, o preço total não poderá ultrapassar o preço máximo estabelecido para cada zona. Assim a tarifa progressiva é atenuada; surgem sinais determinados de uma tarifa única (máxima). Na área de tarifa externa não há êsse tipo de limitação; vale exclusivamente a tarifa progressiva. Os passageiros podem escolher entre os dois tipos de bilhetes mencionados; crianças têm abatimento.

b) Passes temporários

Os passes temporários são vendidos como passes semanais ou mensais. Dão direito, nas respectivas zonas de tarifas e trechos parciais da área de tarifa externa, a viagens de número ilimitado, inclusive baldeações para todos os meios de transporte. O preço depende do número de zonas de tarifas e trechos parciais escolhidos pelo passageiro.
Existem ainda passes que dão direito a viajar em qualquer parte da rêde total do convênio e passes temporários com descontos, para estudantes.

3.1.1.4 Nova York

A estruturação da tarifa do metrô de Nova York ("New York Transit Authority") é bastante simples. Prevalece a tarifa única. O preço da passagem atualmente, com uma exceção, é de US$ 0,20 por pessoa, em tôda a rêde. Não se vendem bilhetes de passagem, mas as "Token" (fichas de latão) que colocadas no torniquete liberam o acesso à plataforma. Assim, o passageiro poderá utilizar toda a rêde de linhas e baldear para outras linhas do metrô nas estações de baldeação. A linha "The Rock-aways", na periferia sudeste da cidade, constitui a exceção. Na baldeação para essa linha terá que ser pago nôvo preço de passagem, de US$ 0,20 (ficha colocada no torniquete da saída).
Estudantes até a idade de 18 anos gozam de um desconto de $66^2/_3$%. A autorização para êsse abatimento é dada pela Autoridade Escolar ("Board of Education") da Cidade de Nova York. Êsse órgão reembolsa ao "Transit Authority" a diferença entre a tarifa normal e o preço reduzido (1963 = US$ 12 104 308,00). Os estudantes recebem um passe válido para o ano escolar inteiro, com o qual se dirigem às plataformas através das saídas.

3.1.1.5 Paris

O transporte coletivo dentro da área do Grande Paris é operado pela "Régie Autonome des Transports Parisiens" (RATP) — (metrô, ônibus no tráfego urbano e suburbano, linha de Sceaux) — e pela "Societé Nationale des Chemins de Fer" (SNCF) — tráfego ferroviário suburbano. Apesar de não existir um convênio operacional ou de tráfego, nem tarifa integrada, as tarifas de tôdas as emprêsas de transporte têm uma base de tarifas comum.
O ponto de partida para a composição de preço é o preço total do bilhete de segunda classe para o metrô, comprado em blocos. Os preços de passagem relativos à rêde de ônibus, às linhas suburbanas da SNCF, bem como à linha de Sceaux, importam em várias vêzes o preço base, conforme a distância do trajeto. Tôdas as rêdes citadas — com exceção da rêde do metrô — estão por isso divididas em trechos parciais, dispostos em distâncias alternativas de 2 a 3 km cada um, concêntricamente, em tôrno de Paris. Os preços do tráfego suburbano da SNCF são calculados, além disso, através da utilização de um coeficiente especial menor que um.
Apesar de as rêdes de metrô e de ônibus serem operadas pela mesma emprêsa, não é possível utilizar vários meios de transporte com apenas uma passagem.
A linha de Sceaux, que possui tarifa comum com o metrô, é uma exceção.
Para cada sistema prevalece o seguinte:

a) Metrô

A tarifa tem estruturação simples e é tarifa única. Não é possível fazer baldeação para outros meios de transporte (ver a exceção sob o item d). A base para a estruturação da tarifa é a passagem de segunda classe comprada em bloco. As passagens de primeira classe são 50% mais caras.
Se a passagem não fôr comprada em bloco, mas separadamente — passes singulares — o preço aumenta em 50%. A passagem é válida em direção ao destino da viagem, por todo um dia operacional e para toda a rêde do metrô, não sendo permitidas interrupções da viagem.
Abatimentos no preço da passagem comprada em bloco são concedidos para famílias numerosas, aleijados e mutilados de guerra, bem como para grupos de estudantes acompanhados por professores.
Passes temporários são vendidos a qualquer pessoa e dão direito a duas viagens por dia em seis dias da semana, entre a estação de emissão do passe e uma estação de destino na rêde do metrô. A viagem de volta poderá partir de qualquer estação da rêde do metrô, mas terá que terminar na estação que emitiu o passe.
O desconto é sempre de 33%. Existem passes semanais especiais para estudantes, com 50% de desconto.

b) Rêde de ônibus

A rêde de ônibus é dividida em trechos parciais no tráfego urbano e suburbano. Baldeações para outros meios de transporte ou mesmo para outras linhas de ônibus não são permitidas. Como o cálculo do preço da passagem está baseado nos trechos percorridos, a tarifa tem a característica de tarifa progressiva. Após a recente reforma de tarifas, existem atualmente apenas quatro categorias de preço para passagens simples no tráfego suburbano e duas no tráfego urbano.
A emissão de passes semanais de trabalho é análoga à do

metrô, sendo os passes, entretanto, válidos sòmente para o trecho escolhido.

c) Rêde suburbana da SNCF

A rêde suburbana está dividida em uma zona suburbana próxima (''proche banlieue'') e uma zona de conexão (''zone de raccord''). Ambas estão divididas em trechos de 2,5 km de comprimento cada um, exceto o primeiro trecho com 4 km de comprimento. A zona suburbana próxima estende-se até 19 km e principia nas estações ferroviárias parisienses. Em continuação vem a zona de conexão, dentro da qual as tarifas do tráfego suburbano são adaptadas gradativamente à tarifa geral da SNCF. A partir de 40 km vale a tarifa geral.
Não é permitida a baldeação com a mesma passagem entre as rêdes da SNCF suburbana e de longo percurso.

d) Linha de Sceaux

A linha de Sceaux também é operada pela RATP. Está dividida em uma seção urbana e uma suburbana.
A seção urbana é tida como parte integrante da rêde do metrô. Por êste motivo vale a tarifa do metrô. É permitida a baldeação de e para a rêde do metrô, sem acréscimo no preço.
A linha suburbana, por sua vez, está dividida em trechos parciais, da mesma forma que a rêde suburbana da SNCF. Na tarifa interna dessa linha vale, portanto, também uma tarifa progressiva.
Estações da zona suburbana estão ligadas à rêde do metrô por meio de uma tarifa comum. A baldeação da e para a rêde de linhas do metrô é sempre possível através da compra de uma passagem correspondente, cujo preço é calculado com base na tarifa única do metrô e na tarifa progressiva da zona suburbana.

3.2 **Sistemas de atendimento**

O perfeito funcionamento de um serviço de transportes pressupõe, também, um sistema de atendimento de passageiros rápido e simples, tanto nos guichês de venda de passagens como nos bloqueios de entrada e saída. Com as grandes aglomerações e o consequente adensamento do transporte coletivo, êsse fato passou a ter maior significação.

3.2.1 Sistema normal de atendimento

No sistema antigo de atendimento o passageiro adquiria nos guichês os passes temporários ou bilhetes simples para uma só viagem. Ao passar pelo bloqueio de entrada, ocupado por um funcionário, o bilhete era invalidado ou meramente examinado quanto à sua validade. À chegada ao destino da viagem, o bilhete simples era entregue ao funcionário postado junto ao bloqueio de saída e o passe temporário devia ser exibido. No intuito de evitar abusos havia contrôles durante a viagem.

3.2.2 Racionalização da venda de bilhetes

Com o advento dos transportes em massa e a ascenção dos custos de pessoal, aliada ao escasseamento da mão-de-obra, êsse processo em muitos locais já não era suficiente, pelo que se procurou, inicialmente, racionalizar a venda de bilhetes. Vantagens pecuniárias deveriam induzir o passageiro a adquirir passes temporários, pois êstes têm um custo de venda relativamente mais reduzido. No transporte rápido suburbano as graduações de preços foram paulatinamente reduzidas para poucos degraus nas tarifas por zonas, tendo sido às vêzes até mesmo inteiramente eliminadas e substituídas por tarifa unica. Também foram instalados aparelhos automáticos (autômatos) de venda de passagens em maior número, que oferecem muitas vantagens. Além da economia de funcionários, a instalação de aparelhos automáticos adicionais pode atender, ràpidamente, mesmo um fluxo intenso de compradores de bilhetes nas horas de ''rush''. Finalmente foi facilitada a venda de bilhetes múltiplos ou blocos de bilhetes. Essas medidas, todavia, limitavam a economia no número de funcionários, especialmente porque os bloqueios de entrada e de saída com funcionários continuavam em operação.

3.2.3 Economia de bloqueios

Por êste motivo, muitas emprêsas de transporte, finalmente, reformularam suas tarifas, de maneira a poderem dispensar pelo menos os bloqueios de saída, sem maiores prejuízos de receita. Na Europa são poucos atualmente, os meios de transporte coletivo, cujos bloqueios de saída são ocupados permanentemente. Muitas emprêsas de transporte dispensaram mesmo a presença de funcionários junto aos bloqueios de entrada (p. ex., a ''S-Bahn'' de Hamburgo). Os bilhetes válidos para uma única viagem são invalidados logo no guichê, no ato da venda. Neste caso tenta-se manter as sonegações dentro de limites razoáveis por meio de engenhoso sistema de contrôle durante a viagem.

3.2.4 Venda de bilhetes combinada com bloqueios

Mesmo êste tipo de atendimento modificado ainda exige um número elevado de pessoal. Além disso verificou-se que, para os meios de transporte que durante as horas de ''rush'' devam servir a grande número de passageiros, não é possível instalar guichês e bloqueios em número suficiente. Por isto sempre que a tarifa o permitia, algumas emprêsas utilizavam bloqueios com funcionamento automático, em que a passagem é liberada pela introdução de moedas ou fichas especiais (Nova York). O passageiro neste caso, no início da viagem, deve introduzir moedas correspondentes no torniquete automático, ao atravessá-lo. Foram assim reunidas as funções dos guichês de vendas de passagens e dos bloqueios de entrada (função de contrôle) num só ponto. Não havia contrôle algum durante a viagem nem ao seu término. Durante muitos anos êste sistema foi considerado como o processo mais moderno e simples, sendo utilizado ainda presentemente. É verdade que não permite a utilização de passes temporários nem de bilhetes para fins de baldeação.

3.2.5 Bloqueio com comando eletrônico e respectivos bilhetes

Em muitos casos não era satisfatório nem um nem outro sistema (I 3.2.3 e I 3.2.4). Enquanto o sistema tradicional não podia trazer nenhuma racionalização incisiva sem a eliminação dos bloqueios de entrada ocupados por funcionários, o segundo sistema exigia uma unificação de tarifas que, em muitos casos não era aconselhável e não podia satisfazer as diferentes necessidades.

Nos últimos anos, porém, foi elaborado um sistema de atendimento e contrôle capaz de satisfazer as mais variadas exigências. Êsse sistema aproveita-se dos conhecimentos adquiridos no processamento de dados e funciona com torniquetes comandados eletrônicamente. Utiliza bilhetes ''legíveis'' por processo inteiramente automático, que são processados por meio de computadores instalados nos torniquetes. Concomitantemente possibilita uma venda de bilhetes comandada eletrônicamente.

Basta mencionar que o verso dêsses bilhetes é recoberto com uma camada de óxido magnetizada por meio de um código calculado eletrônicamente. Quando o bilhete é introduzido no torniquete, a magnetização origina certas correntes que são conduzidas ao computador. Se o código confirmar a validade do bilhete, as portas do bloqueio abrir-se-ão. O bilhete é invalidado, podendo, eventualmente, também ser retido pelo bloqueio. O bloqueio fecha-se atrás do passageiro.

Com êste sistema é possível, através de programação adequada, fornecer os bilhetes ao passageiro mediante a inserção de moedas ou notas em aparelhos automáticos de venda de bilhetes, atender os passageiros nos bloqueios de entrada (e saída, se fôr o caso) comandados eletrônicamente, e imprimir sôbre os bilhetes, no

aparelho automático de bloqueio, as características que são exigidas pelos regulamentos de atendimento e tarifas. Além de elevada capacidade de atendimento (1,33 s/pessoa), êste sistema permite grande economia em pessoal de serviço. Ao mesmo tempo realiza, sem falhas, o contrôle exato da receita, mesmo no caso de ser necessário prever diferentes preços de passagem ou mesmo a utilização de diferentes meios de transporte com o mesmo bilhete. A limitação da validade do bilhete, ou o âmbito de sua validade, depende, neste caso, exclusivamente da programação do computador.
A adoção dêste sistema deverá ser especialmente considerada nos casos em que, num regime de tarifa comum, fôr permitida a baldeação para outros meios de transporte com o mesmo bilhete. Neste caso seria imprescindível a emissão de bilhetes para comprovar o direito de baldeação e, eventualmente, para a prestação de contas entre as emprêsas de transporte. Êste sistema já está sendo empregado pelo metrô de Londres, bem como pela estrada de ferro Illinois Central, em Chicago, EE. UU.

3.3 **Atuais sistemas de tarifas e de atendimento no Rio de Janeiro**

O transporte coletivo na região do Grande Rio é atualmente realizado por duas companhias de estradas de ferro (Estrada de Ferro Central do Brasil (EFCB) e Estrada de Ferro Leopoldina (EFL), pela emprêsa de ônibus de economia mista Companhia de Transportes Coletivos (CTC), por inúmeras emprêsas de ônibus particulares, bem como por uma companhia de navegação (Serviço de Transportes da Baía de Guanabara S.A.).
Não existe convênio operacional ou de tráfego.
A baldeação de um meio de transporte para outro não é possível sem a compra de nova passagem. A formação das tarifas e dos sistemas de atendimento são regulamentados de diversas maneiras, prevalecendo o que é exposto abaixo, de acôrdo com cada meio de transporte.

3.3.1 Estradas de ferro suburbanas

O tráfego suburbano da EFCB abrange os trechos:

D. Pedro II—Paracambi (70 km),
D. Pedro II—Santa Cruz (55 km),
Francisco Sá—Belfort Roxo (31 km).

O tráfego suburbano da EFL abrange o trecho:

Barão de Mauá—Duque de Caxias (19 km).

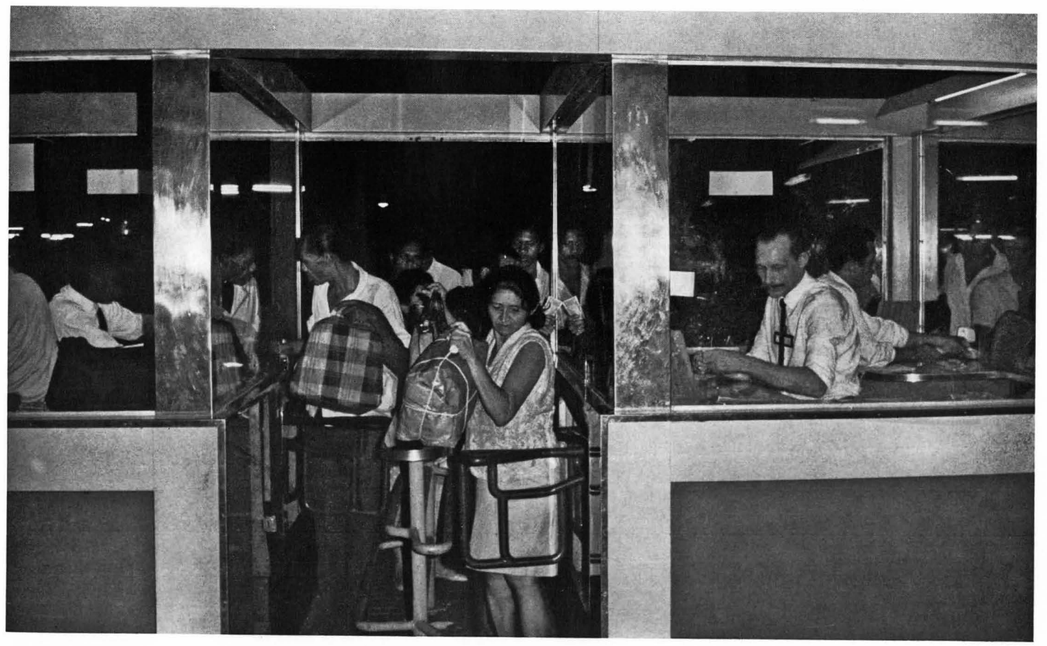
Em tôdas as linhas existe a tarifa única. Mediante o pagamento de NCr$ 0,10, atualmente o passageiro pode utilizar os trens de subúrbio em cada uma das linhas. Não se emitem bilhetes. O passageiro paga o preço da passagem antes do início da viagem ao passar por um torniquete ocupado por cobrador, que presta contas à administração ferroviária segundo o contador automático do torniquete.
Não se emitem passagens múltiplas nem passes temporários. Não são concedidos abatimentos nas passagens. Crianças de menos de 5 anos de idade podem passar por baixo dos torniquetes e assim não pagam passagem. Isto também se aplica aos ônibus e às barcas.
O passageiro deixa a estação, no término da viagem, em geral através de portas giratórias. Não há, portanto contrôle durante a viagem nem à saída.

O preço da passagem no transporte suburbano sòmente é válido para a utilização dos trens de subúrbio; para os trens de longo percurso há tarifas especiais.

3.3.2 Ônibus

O transporte urbano de ônibus é realizado pela CTC e por 78 emprêsas de ônibus particulares (em 12 de julho de 1968). A CTC é uma emprêsa de economia mista, onde a maioria das ações pertence ao Govêrno do Estado da Guanabara. As concessões para todos os ônibus urbanos são dadas pela Secretaria de Serviços Públicos do Estado da Guanabara, cujos direitos são exercidos através da Comissão Estadual de Contrôle de Transportes Coletivos (BTC). A BTC controla todo o tráfego de ônibus da zona urbana, sob todos os pontos de vista, tendo poderes muito amplos. Incumbe-se ainda dos cálculos das tarifas, da escolha dos sistemas de tarifas para cada uma das linhas de ônibus e da fixação dos preços das passagens.

Atendimento dos passageiros nas estradas de ferro suburbanas do Rio de Janeiro



Os sistemas de tarifas e atendimento utilizados pelos ônibus no perímetro urbano divergem sobremaneira uns dos outros. Em muitas linhas vigora uma tarifa única. Mediante o pagamento de um preço único o passageiro pode utilizar a linha uma vez em tôda a sua extensão. Não são emitidos bilhetes; o passageiro deve pagar a passagem no interior do ônibus ao passar por um torniquete ocupado por um cobrador. O cobrador presta contas à administração de acôrdo com o contador automático do torniquete. Entretanto, em muitos casos foi utilizada a possibilidade oferecida pelo Decreto 904/62, de secionar as passagens em linhas de ônibus urbanas com percursos superiores a 15 km. Por isto muitas linhas estão divididas em seções de preço de passagem. O preço difere de acôrdo com o percurso. Neste caso o passageiro indica ao cobrador qual o destino e recebe um bilhete de determinada côr. Ao descer deve colocar o bilhete num receptáculo de vidro. Ao motorista do ônibus compete a conferência do direito do passageiro de viajar até a parada de desembarque, mediante o contrôle da côr do bilhete. Em muitos casos ao invés de bilhetes são emitidas fichas de plástico coloridas.
Em regra, não são emitidos bilhetes múltiplos e passes temporários, nem concedidos abatimentos. Não é permitida a baldeação com nenhum bilhete, nem mesmo entre ônibus pertencentes à mesma emprêsa.

3.3.3 Barcas

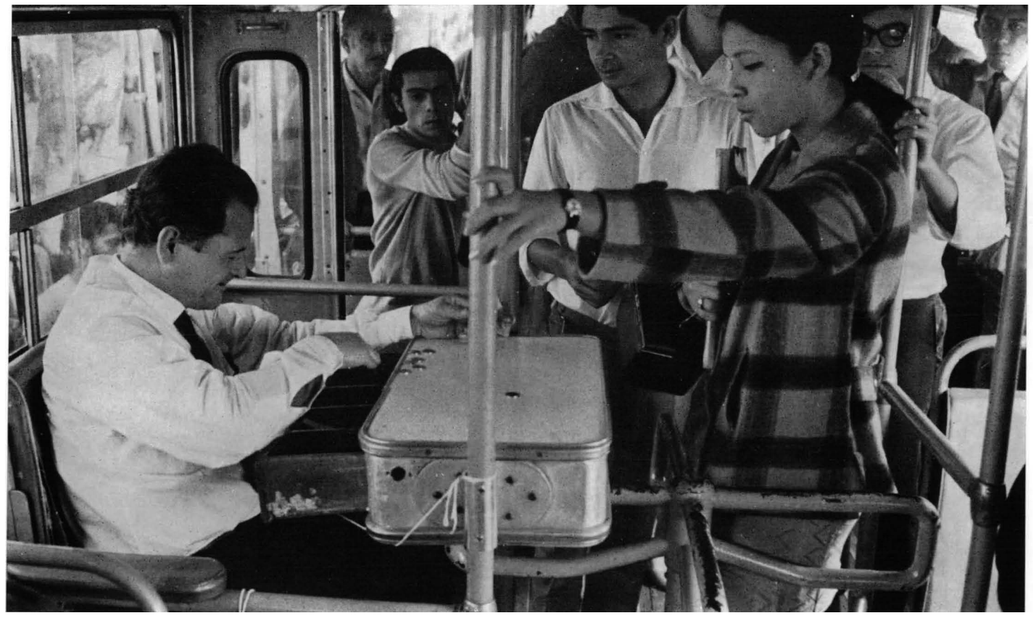
O Serviço de Transportes da Baía de Guanabara S.A. mantém um serviço de barcas entre Niterói e Rio de Janeiro. O preço atual da passagem é de NCr$ 0,15.

A passagem é paga antes do início da viagem, ao passar o usuário por um torniquete instalado fora da barca e controlado por um funcionário. O pagamento dá direito a uma viagem simples. Não são emitidos bilhetes múltiplos e passes temporários, nem concedidos abatimentos.

3.3.4 Bondes

A rêde de bondes, outrora muito ramificada, foi reduzida para uma única linha. Atualmente o bonde já não têm relevância no transporte coletivo urbano da cidade.

Atendimento dos passageiros em ônibus





3.4 **Escolha dos sistemas de tarifas e atendimento com convênio tarifário**

3.4.1 Convênio tarifário

As pesquisas feitas pelo Grupo de Estudos demonstraram que o transporte coletivo do Rio de Janeiro só poderá garantir um serviço satisfatório a longo prazo se todos os meios de transporte forem integrados num convênio de tráfego e seus serviços devidamente coordenados. Para que uma cooperação entre os diferentes meios de transporte seja operacional e econômicamente eficiente, e ao mesmo tempo proporcione vantagem à população, será necessária a promulgação de normas de transporte, a serem seguidas, na oferta e execução dos serviços, por todos os meios de transporte participantes do convênio. Será, pois, necessário criar, dentro do convênio de tráfego, um convênio tarifário que assegure uma política uniforme também no que diz respeito às tarifas. A tarifa comum deverá amoldar-se ao objetivo desejado de um serviço de transporte coletivo ideal, através do aproveitamento das vantagens típicas de cada meio de transporte, garantindo também a consecução dêsse objetivo.

Todo estudo de tarifas para o Rio de Janeiro deverá basear-se no fato de que, na rêde de tráfego proposta os meios de transporte sôbre trilhos (trens suburbanos e metrô) constituem a espinha dorsal do transporte coletivo, enquanto os outros meios de transporte (ônibus) executarão tão sòmente o serviço de acesso aos meios de transporte sôbre trilhos, funcionando assim como auxiliares. A tarifa comum deverá, pois, obrigatòriamente, permitir aos passageiros o uso de vários meios de transporte em direção ao seu destino, mediante um único bilhete, sem qualquer preocupação de ordem financeira na escolha do itinerário.

Até agora, em outras metrópoles, poucas tentativas têm sido feitas para solver os problemas de transporte nos moldes acima indicados (I 3.1). As tentativas aqui descritas, de abarcar certas áreas da aglomeração metropolitana em sistemas de tráfego integrados (Berlim, Estocolmo, Hamburgo) demonstraram que já aparecem algumas concepções mais modernas de transporte; por enquanto, todavia, não foi possível uma desvinculação completa dos sistemas tradicionais. Isto é comprovado pelas complicadas disposições de tarifas e atendimento, onde diversas emprêsas de transporte tentam salvaguardar para o futuro suas tradicionais concessões de tráfego e receita.

Tendo em vista a situação especial do Grande Rio, os exemplos citados não poderão servir de paradigma, mas apenas apontam o caminho a ser seguido para a solução dos problemas tarifários.

O estudo do tráfego averiguou os seguintes desempenhos de tráfego (em millões de passageiros · km/dia útil):

	1968	1975	1990
estradas de ferro suburbanas	13,8	24,4	25,7
metrô		6,7	39,3

Comparada com outras rêdes de metrô no mundo, muitas das quais maiores e mais ramificadas, a Rêde do Metrô do Rio de Janeiro poderá ser considerada como uma das rêdes de maior desempenho de tráfego. Também a rêde das estradas de ferro suburbanas deverá apresentar, no futuro, maior desempenho de tráfego que o atual. É, pois, indispensável utilizar todos os meios possíveis para que os passageiros possam ser atendidos com rapidez e sem complicações, mesmo por ocasião de aglomerações maciças nos centros de gravidade do tráfego e nas horas de "rush". Para tanto deverá ser escolhido um sistema de tarifas e atendimento simples e de fácil compreensão pelo passageiro, sem contudo descuidar da garantia da cobrança das passagens. Cabe ressaltar em especial que, em caso de tráfego com baldeação, os passageiros deverão estar munidos de bilhetes.

3.4.2 Escolha do sistema de tarifas: tarifa única

Como foi mostrado em I 3.1 e na Tab. I 8, a maioria das emprêsas de metrô do mundo considera a sua rêde de linhas como uma só unidade operacional e administrativa, adotando a tarifa única para reduzir as consideráveis despesas de atendimento e contrôle. Mesmo em emprêsas com grandes rêdes — como a de Nova York — é dado maior valor a estas vantagens do que a uma remuneração proporcional ao serviço prestado em cada viagem, ainda mais que a tarifa única é fixada segundo a distância média das viagens, apurada estatìsticamente, e as emprêsas de transporte assim não sofrem redução em suas receitas.

De acôrdo com os estudos atuais a Rêde do Metrô do Rio de Janeiro terá cêrca de 67 km de linhas em 1990.

A distância média das viagens será de 4,2 km na "Linha Prioritária" (1975) e de 7,7 km na Rêde do Metrô (1990). Não há razões imperativas para que essa rêde seja dividida em diversas zonas tarifárias, i. é, para introduzir uma tarifa progressiva.

Também a rêde suburbana das estradas de ferro na região do Rio de Janeiro, embora muito extensa, não deveria ser dividida em zonas tarifárias. Inúmeros passageiros chegam, p. ex., diàriamente pelos trens suburbanos da Linha do Centro (EFCB), vindos de localidades situadas além de Deodoro (22,1 km de D. Pedro II). As distâncias médias de viagem nas linhas de subúrbio são atualmente de 29,4 km na EFCB e de 10,7 km na EFL, com uma distância média atual de 27,8 km para a rêde suburbana total das duas estradas de ferro. Entretanto, de acôrdo com êste Estudo, através de um convênio de tarifas a distância média baixará em 1975 para 10,7 km, e em 1990 para 12,2 km. Como acontece atualmente com os trens das estradas de ferro suburbanas, as composições do metrô também deverão ter, futuramente, uma classe única de passageiros.

Propõe-se, pois, introduzir, tanto para as linhas das estradas de ferro suburbanas acima mencionadas como para a Rêde do Metrô, uma tarifa única de validade universal.

Como, de acôrdo com as propostas apresentadas neste Estudo, os ônibus sòmente executarão serviços de acesso, e a distância média das viagens em tôdas as linhas de ônibus atingirá apenas 3,6 km em 1975 e 2,7 km em 1990, essa tarifa única também deveria prevalecer na rêde de ônibus, mormente se fôr considerado que a distância média de cada viagem na rêde do convênio tarifário, incluindo os ônibus, será de 13,3 km em 1975 e de 14 km em 1990 (Tab. E3 e E7).

O preço da passagem será calculado com base na distância média das viagens de todos os passageiros, apurada estatìsticamente em tôda a rêde de tráfego e válido em tôda ela. Para baldear o passageiro precisa de um bilhete que dê direito à baldeação para todos os meios de transporte reunidos no convênio tarifário. Do ponto de vista tarifário, baldeação significa transferência entre ônibus, barca e meios de transporte sôbre trilhos.

O passageiro tem, entretanto, também a possibilidade de pagar a passagem ao atravessar o torniquete ocupado por um funcionário. Neste caso, contudo, não receberá bilhete e não terá direito à baldeação.

O sistema tarifário escolhido (tarifa única e classe única) torna desnecessário o contrôle durante a viagem. As saídas também podem ficar sem fiscalização, desde que seja assegurada a impossibilidade de entrada de passageiros por elas.

3.4.3 Escolha do sistema de atendimento

3.4.3.1 Sistema de bloqueio

Com a implantação de uma tarifa única para toda a área do convênio estarão criadas, do ponto de vista tarifário, tôdas as condições para realizar o atendimento dos passageiros de modo simples e rápido. Entretanto, são também necessárias certas medidas que ofereçam a garantia de que não ocorrerão acumulações nos bloqueios, mesmo nas horas de maior afluência. Objetiva-se assim não diminuir o aproveitamento da capacidade das composições em circulação, justamente nas horas em que êsse aproveitamento se faz mais necessário.

A importância desta questão será evidenciada por um exemplo. Supondo-se que em uma grande estação embarcam 50 000 passageiros na hora de "rush", pelo sistema de atendimento atualmente adotado em todo o Rio de Janeiro e com o tempo apurado de atendimento, em média de 3,5 s por passageiro, deveriam ser instalados 49 torniquetes de entrada, controlados por funcionários.

Já do ponto de vista de construção seria quase sempre inviável prever tantos torniquetes. O emprêgo do sistema de atendimento atualmente adotado no Rio de Janeiro pode ser afastado, considerando o futuro tráfego de "rush" a ser atendido. Como para garantir a receita não se pode prescindir de bloqueios de entrada, devem ser escolhidos tipos de bloqueios que permitam maior sequência de atendimento, partindo-se da premissa de que a grande maioria dos passageiros estará de posse de um bilhete antes de passar pelo bloqueio.

Em vista do exposto, entre os sistemas modernos não poderá, pois, ser incluído o bloqueio de torniquetes liberados pela introdução de moedas, descrito em I 3.2.4, e sim mais apropriadamente o bloqueio de plataforma com comando eletrônico (I 3.2.5).

Os bloqueios com comando eletrônico, dada a sua grande capacidade (cêrca de 45 pessoas por torniquete e por minuto), poderão atender, com facilidade, a grandes massas de passageiros. Na suposição de que, pelo menos durante determinado período de transição em que a população deve adaptar-se ao nôvo sistema, seja permitido o pagamento direto em torniquetes ocupados por funcionários e que, apesar dos preços de passagem mais caros (I 3.4.3.2), cêrca de 10% dos passageiros façam uso dessa possibilidade, ter-se-á, no exemplo acima, para os mesmos 50 000 passageiros, a necessidade de apenas 22 torniquetes, sendo 17 comandados eletrônicamente e 5 ocupados por funcionários. Assim, pela utilização de bloqueios eletrônicos poderão ser economizados mais de 50% dos bloqueios que, de outro modo, seriam necessários. Daí a razão da proposta dêste sistema. Êsses bloqueios deveriam ser utilizados no Rio de Janeiro principalmente nos meios de transporte sôbre trilhos. A invalidação dos bilhetes nos ônibus poderá ser feita nos torniquetes por simples autômatos de impressão e invalidação, o que exige investimentos menores, já que não está previsto o contrôle dos tempos de validade dos bilhetes nos ônibus. Assim sendo, poder-se-á prescindir de contrôles durante e após a viagem. Seria demasiado dispendioso instalar em cada ônibus um autômato que pudesse imprimir e controlar o tempo de validade do bilhete (para 1½ ou 2 h, p. ex.). É diferente quando o autômato apenas imprime a data da utilização e invalida a seção correspondente do bilhete. Também parece secundário, considerando os investimentos economizados, que um passageiro use um bilhete na mesma linha de ônibus em viagem de ida e volta.

3.4.3.2 Venda de bilhetes e passagens escalonadas

A introdução de uma tarifa única e de bloqueios de funcionamento rápido ainda não resolverá, todavia, todos os problemas de acumulações provocados pela afluência de passageiros. Deve-se cuidar que também a venda de passagens seja feita sem dificuldades, mesmo nas horas de "rush".



Autômatos — Venda de bilhetes (à esquerda) — Troca de dinheiro (à direita)

Tomando-se como base, p. ex., conforme I 3.4.3.1, o atendimento de 50 000 passageiros em uma estação — 10% dos quais se utilizem dos torniquetes para pagamento direto — e admitindo-se uma capacidade de venda de 600 bilhetes por guichê e por hora, seriam necessários 75 guichês.

É fácil compreender que é pràticamente impossível prever tantos guichês, tanto do ponto de vista de espaço quanto de pessoal. Para uma venda racional e rápida de bilhetes cogita-se, em primeiro lugar, da venda automática de bilhetes. O emprêgo de autômatos pressupõe, porém, a utilização de moedas.

Já existem no mercado autômatos de venda de bilhetes, cujo mecanismo também funciona com notas. No entanto, considerando o grande número de notas muito gastas em circulação no Brasil, parece problemático o emprêgo de tais aparelhos sem maiores problemas. Já que está prevista a emissão de moedas divisionárias no Brasil para substituir as notas presentemente em circulação até ao valor de um cruzeiro nôvo, será possível no futuro, a venda automática de bilhetes.

No entanto, também poderão ser obtidas consideráveis economias de tempo e despesas se o passageiro não adquirir apenas um, mas vários bilhetes ao mesmo tempo. Se, p. ex. o funcionário do guichê vender 10 bilhetes num só bloco, e se houverem sido tomadas medidas tarifárias (passagens escalonadas) para que apenas 10% dos passageiros se utilizem dos torniquetes de pagamento direto, 7 ou 8 guichês serão suficientes.

Com o fito de conseguir a premente redução do custo de venda de bilhetes, êstes deveriam ser emitidos — além de bilhetes isolados fornecidos por autômatos — exclusivamente em blocos de 10 ou 50, podendo cada bilhete ser transferido a qualquer pessoa. A venda dos blocos de 10 ou 50 bilhetes deveria ser feita exclusivamente nos guichês das emprêsas de transporte sôbre trilhos ou, antecipadamente, em determinados locais de venda em pontos adequados nas áreas urbanas e suburbanas. A venda de bilhetes nos ônibus não será possível, devido à intenção de suprimir o

cobrador. Entretanto, o passageiro poderá sempre, para uma única viagem, pagar a passagem ao motorista. Em seguida passará pelo torniquete destravado pelo motorista, cujo mecanismo contador deveria funcionar sòmente nesses casos. Se êsse passageiro desejar prosseguir viagem na rêde ferroviária, deverá, todavia, pagar novamente a tarifa única.

É evidente que será necessário oferecer aos passageiros um estímulo para que comprem os bilhetes em blocos. O fato de que os passageiros já munidos de um bilhete podem atravessar ràpidamente os bloqueios automáticos não é razão suficiente. É preciso oferecer-lhes também um estímulo financeiro. Desejando-se limitar a cêrca de 10% o número de passageiros que pagam diretamente, deverá haver uma diferença de preço de aprox. 30% entre um bilhete num bloco de 50 bilhetes e uma viagem isolada. Para bilhetes em blocos de 10 deveria haver uma diferença de preço de 15%. Esta diferença de preços também se justifica. A experiência mostra que, nos meios de transporte coletivo semelhantes ao Metrô do Rio de Janeiro, o custo da venda de um bilhete para uma só viagem representa cêrca de 10 a 15% do custo total de uma viagem. Na venda de vários bilhetes em uma só operação, êste custo declinará, pois, consideràvelmente, em relação a uma viagem única.

Se o preço de um bilhete comprado em bloco de 50 fôr considerado o preço-base da passagem (índice 100), o bilhete em bloco de 10 deverá ser vendido ao índice 115. Bilhetes isolados só deveriam ser vendidos em autômatos (ao índice 115). A viagem simples, sem bilhete (pagamento no torniquete ocupado por um cobrador), deveria ser possível ao índice 130.

Como antes do início da viagem todos os bilhetes são transferíveis, poderão ser distribuídos entre diversas pessoas após a compra em bloco.

Cada bilhete será dividido em três campos, um para os meios de transporte sôbre trilhos (estradas de ferro suburbanas e metrô valem como uma unidade) e dois para ônibus ou barcas. Possibilitam, assim, uma baldeação para outro meio de transporte sem aumento de preço, sendo cada campo do bilhete invalidado à medida que fôr utilizado.

A viagem poderá, contudo, ser interrompida por ocasião da baldeação. O passageiro tem o direito de determinar livremente o percurso de sua viagem, já que cada campo do bilhete forma uma unidade individual. Do ponto de vista tarifário é indiferente se êle utiliza primeiramente a via férrea e depois o ônibus, ou duas vêzes o ônibus e por último a via férrea. Se o bilhete não fôr aproveitado integralmente em uma viagem, o campo não invalidado poderá ser utilizado em outra ocasião. Fica reservada a decisão sôbre se a validade do bilhete deverá ter duração limitada. Poderá também, se desejado, ser utilizado na mesma linha de ônibus para uma viagem de ida e volta. Isto ocorrerá, geralmente, se um passageiro permanecer na zona de influência de uma linha de ônibus e não continuar a viagem por via férrea. Embora isto represente efetivamente uma redução do preço da passagem, a medida parece justificável, já que os ônibus em serviço de acesso não percorrem grandes distâncias. A viagem de ida e volta muitas vêzes não atinge a distância média tomada por base no cálculo da tarifa única.

Pelos motivos expostos em I 3.4.3.3 as determinações para uma tarifa comum deveriam permitir que, durante um período de transição, as passagens para uma única viagem pudessem ser pagas nos bloqueios de torniquete servidos por um cobrador. A fim de não prejudicar o atendimento dos passageiros na rêde ferroviária e evitar atritos, deveria, contudo, ser cobrada a tarifa aumentada de 30% acima referida. Por outro lado, o passageiro de pequeno percurso em uma linha de ônibus deveria ser favorecido, mesmo que pague sua passagem diretamente ao motorista do ônibus. Isto se justifica pela pequena extensão da viagem e a pouca despesa de atendimento nos ônibus. O abatimento poderia ser da ordem de 33,3%, calculado sôbre o preço-base.

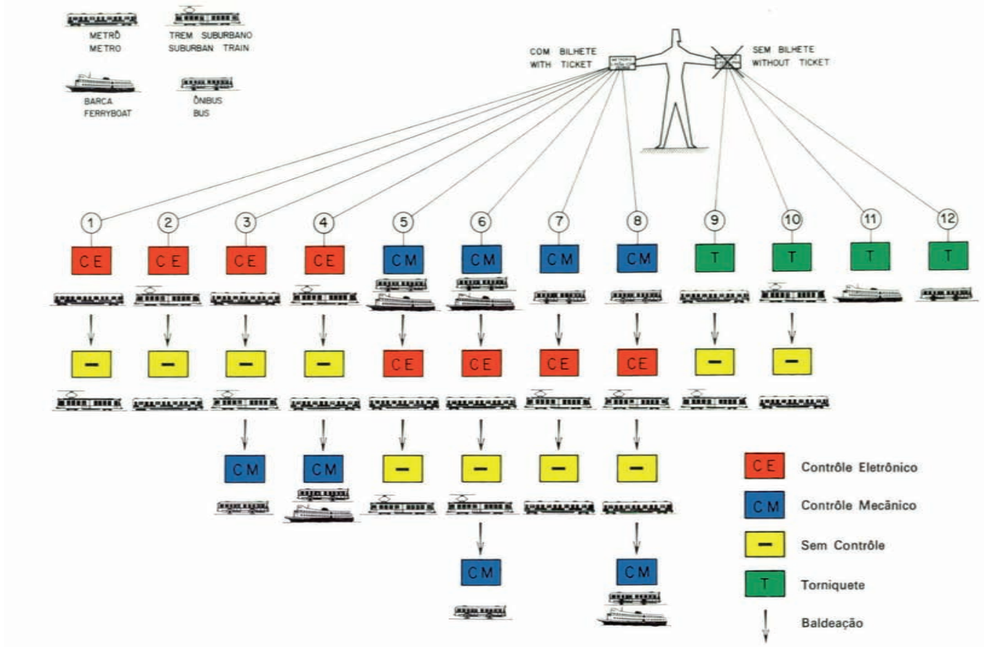


Fig. I 6
Modalidades de viagem no convênio tarifário

A Fig. I 6 mostra as diferentes modalidades de viagem, bem como os contrôles efetuados quando utilizado um único bilhete no convênio tarifário. A Tab. I 9 apresenta um esquema dos sistemas de tarifas e atendimento propostos.

3.4.3.3 Perspectivas

O sistema de atendimento proposto é simples.
A eliminação de sistemas de atendimento diferenciados e uma certa liberalidade poderão proporcionar grande economia de investimento, além da dispensa do cobrador nos ônibus.
Não resta dúvida de que o sistema de atendimento aqui proposto poderá ser simplificado ainda mais. Após algum tempo de sua aplicação deveria ser examinada a possibilidade de passar ao atendimento dos passageiros por processo inteiramente automático. A transformação dos sistemas de tarifas e de atendimento ocasionada pela criação de um convênio tarifário deverá, todavia, ser primeiro assimilada pelos passageiros dos transportes coletivos na região do Rio de Janeiro. Não é aconselhável dispensar de imediato os métodos tradicionais de atendimento, com os quais os passageiros já estão perfeitamente familiarizados. Dever-se-ia considerar a possibilidade de viajarem, durante um período de transição, sem bilhete, efetuando o pagamento da passagem em um torniquete ocupado por um cobrador. Nesse caso, porém, não haverá direito à baldeação.

3.5 Tarifas e princípios da distribuição das receitas

Com base nos estudos sôbre os custos (K5), os preços das passagens em regime de tarifa comum deveriam ser determinados com observância do esquema de tarifas apresentado na Tab. I 9, de tal modo que, quando da entrada em serviço da "Linha Prioritária" em 1975, seja cobrado em média US$ 0,0985 = NCr$ 0,32 (US$ 1,00 = NCr$ 3,20) por passageiro. Quando da conclusão da Rêde do Metrô em 1990, e nas mesmas condições, o preço por passageiro passaria a ser em média de US$ 0,0882 = NCr$ 0,29. Essas tarifas poderiam cobrir os custos totais.

As receitas são inicialmente recolhidas pelo órgão superior de direção (I 1.3), que é encarregado de efetuar sua distribuição a tôdas as emprêsas de transporte que participam do convênio tarifário, de acôrdo com o desempenho (passageiros·km) que cada uma delas tenha apresentado. Contudo, só serão computados os desempenhos que tenham sido exigidos pelo órgão superior de direção, no contexto do convênio tarifário.
Os custos operacionais serão controlados de acôrdo com princípios de economia operacional. Até que seja estabelecido um cálculo de custos operacionais uniforme, serão adotadas as bases de cálculo de custos das emprêsas de transporte. Isto trará como resultado a necessidade de serem estabelecidas e pagas taxas fixas por km para cada emprêsa de transporte, sendo a prestação de contas baseada nos quilômetros realmente percorridos.
Os lucros (mas também as perdas) do transporte total deverão ser distribuídos em proporção com o desempenho de cada emprêsa. As reduções da receita oriundas de disposições estabelecidas pelo poder público deverão ser cobertas por êsse poder público.
Seria também conveniente que os novos investimentos ficassem sob contrôle do órgão superior de direção, a fim de evitar investimentos que não sejam de utilidade real para a continuidade do convênio tarifário.

3.6 Pessoal necessário para o atendimento no metrô

Os levantamentos a seguir referem-se exclusivamente à necessidade de pessoal no metrô. Os bilhetes serão vendidos nas estações e em postos especiais de venda nos bairros e nos subúrbios, não havendo, porém, venda de bilhetes nos ônibus. Não se poderá prever onde cada passageiro comprará os seus bilhetes. Admitiu-se, portanto, para simplificar, que os bilhetes serão adquiridos na própria estação de embarque.

3.6.1 "Linha Prioritária" (1975)

No cálculo do número de funcionários necessários para a venda de bilhetes (I 3.4.3.2) foi admitido que 90% dos passageiros comprarão bilhetes, sendo que 60% comprarão blocos de 10 bilhetes, 30% blocos de 50 bilhetes e 10% utilizar-se-ão dos autômatos.
Considerando-se os volumes de tráfego, e admitindo empìricamente 600 bilhetes vendidos por hora e guichê, chegou-se ao número de funcionários necessários para os guichês, qual seja:

		Pessoas
24	funcionários em dois turnos e meio (20 horas de serviço) e	
3	funcionários em meio turno para as horas de "rush",	61,5
38%	de 61,5 para férias, enfermidades, trabalho aos domingos, adestramento, etc.	23,3
	total	84,8

Para o cálculo do pessoal de serviço nos torniquetes que complementam os bloqueios eletrônicos, admitiu-se que são necessários 3,5 s para o atendimento a um passageiro, obtendo-se, então, os seguintes valôres:

Tab. I 9
Sistemas de tarifas e atendimento com tarifa única e classe única

Comprovante de viagem e tipo de viagem	Bilhete	Invalidação em bloqueio automático	Torniquete com pagamento à vista	Local de pagamento	Direito a baldeação	índice de preço
Blocos de 50 bilhetes	sim	sim	não	Guichês ou postos autorizados	sim	100*
Blocos de 10 bilhetes Bilhete isolado (autômato)	sim	sim	não	Guichês ou postos autorizados	sim	115**
Uma só viagem sôbre trilhos	não	não	sim	Torniquete (com cobrador)	não	130
Uma só viagem — ônibus	não	não	sim	Motorista do ônibus	não	66,7

* Preço-base da passagem
** O portador dêste bilhete poderá usar a mesma linha de ônibus na ida e na volta

		Pessoas
24	torniquetes ocupados por funcionários, em dois turnos (o meio turno restante será preenchido com pessoal da venda de bilhetes) e	
3	torniquetes ocupados durante meio turno nas horas de "rush",	49,5
38%	de 49,5 para férias, enfermidades, trabalho aos domingos, adestramento, etc.	18,8
	total	68,3

Portanto, para a "Linha Prioritária" o número de funcionários necessários para atendimento é calculado em 153,1.

3.6.2 Rêde do Metrô (1990)

Para a estimativa do pessoal de atendimento necessário para a Rêde do Metrô (1990) tomou-se por base o número de funcionários necessários como acima; considerou-se o aumento provável do tráfego entre 1975 e 1990 e procedeu-se à projeção da necessidade média para as estações da "Linha Prioritária". Os valôres achados foram em seguida aplicados às estações da Rêde. Mantidas as mesmas condições (20 h de trabalho +38% de acréscimo para férias, enfermidades, etc.) obtiveram-se os seguintes números para o pessoal necessário para atendimento:

	Pessoas
para a venda de bilhetes	287
para os bloqueios	231
total	518

Não foi previsto pessoal para o contrôle dos bilhetes.

4. Adestramento do pessoal

Assim que ficar decidida a construção de um metrô no Rio de Janeiro deverão ser tomadas as necessárias providências para a formação do pessoal necessário para a construção e a operação.

4.1 **Pessoal para a construção**

De início será preciso pessoal para as funções de projeto e fiscalização durante o período da construção. Como seria oportuno que, pelo menos durante o período inicial, houvesse a colaboração de uma emprêsa experimentada na construção de metropolitanos no projeto e na fiscalização das obras, esta poderia também ser encarregada do adestramento do pessoal necessário nos anos a seguir. Êsse adestramento deveria abranger particularmente os setores de engenharia civil, mecânica e eletrotécnica. As possibilidades de aproveitar mais tarde o pessoal assim adestrado, em serviços de implantação ou organização operacional, deveriam ser esclarecidas para cada caso individual.

4.2 **Pessoal para a operação**

Não havendo ainda no Brasil nenhum metrô, tanto o pessoal de operação para cargos de chefia, como o pessoal para a operação pròpriamente dita (pessoal do comando da sinalização, maquinistas, etc.) deveria ser enviado para o exterior, para poder ser instruído mediante conhecimento "de visu" de organizações de metrôs estabelecidas há longos anos, mas mesmo assim modernas. Constituem ainda possibilidades de adestramento o destacamento para os serviços das estradas de ferro suburbanas e cursos promovidos no local, a cargo de técnicos internacionais. É importante também formar pessoal para a manutenção, sobretudo das instalações elétricas e do material rodante, para o que seria de grande proveito a colaboração das indústrias nacionais e estrangeiras encarregadas da fabricação do material encomendado para o Metrô do Rio de Janeiro.

Na seleção do pessoal a ser adestrado deverá ser dada particular atenção à conveniência de possuirem êsses candidatos, a par de uma excelente instrução técnica prévia, também a correspondente aptidão pedagógica para a transmissão aos seus colaboradores, que não possuem tanto preparo especializado, dos conhecimentos e da experiência que lhes foi dado adquirir.

J Legislação, mercados produtores e saúde pública

1. Legislação

1.1 **Legislação de tráfego**

De acôrdo com as propostas estabelecidas neste Estudo os meios de transporte sôbre trilhos deverão constituir futuramente a espinha dorsal do transporte coletivo no Rio de Janeiro, competindo aos ônibus apenas o serviço de acesso àqueles. A realização dessas propostas acarretará modificações profundas na atual estrutura do transporte coletivo na Guanabara, abrangendo as estradas de ferro suburbanas, os ônibus no tráfego urbano, e as barcas.

1.1.1 Estradas de ferro suburbanas

O tráfego suburbano das estradas de ferro apresenta-se como um meio de transporte coletivo de natureza monopolística. Embora seja operada por uma entidade estatal, a Rêde Ferroviária Federal S. A., o Govêrno Federal poderá adaptar o regulamento das estradas de ferro suburbanas às novas condições operacionais e de tráfego resultantes da instalação do metrô, inclusive levando em conta as vantagens daí decorrentes para a própria estrada de ferro suburbana.

1.1.2 Ônibus

O tráfego rodoviário, especialmente o tráfego de ônibus, é regulamentado pelo Código Nacional de Trânsito (Lei 5 108, de 21 de setembro de 1966) cujo Art. 44 do Capítulo VI — "Dos veículos" — define as competências para autorizar, permitir ou conceder serviços de transporte coletivo. Assim, cabe aos estados esta competência para as linhas intermunicipais, e aos municípios, para as linhas locais. O Decreto 62 127, de 16 de janeiro de 1968, veio ratificar essas competências. Na Guanabara, que apresenta a condição "sui generis" de ser ao mesmo tempo Estado e Município, o Govêrno pode exercer ambas as competências.
O Regulamento para a execução da Lei 775, de 27 de agôsto de 1953, aprovado pelo Decreto 13 965 de 4 de agôsto de 1956, e baixado pelo então Prefeito do Distrito Federal, dispunha detalhadamente sôbre o regime de exploração do serviço de transportes coletivos por meio de auto-ônibus, micro-ônibus e auto-lotações na Guanabara. Pelo Art. 15 do citado Regulamento, as concessões para o serviço de transporte coletivo serão outorgadas sòmente a entidades comerciais devidamente registradas no órgão competente do Ministério do Trabalho, mediante realização de concorrência pública.

Pelo exposto, não resta dúvida de que as atuais linhas de ônibus poderão ser extintas ou terem alterados os seus itinerários, de modo a serem transformadas em linhas de acesso ao metrô e às estradas de ferro suburbanas.

1.1.3 Barcas

Para o tráfego das barcas que fazem o serviço de transporte coletivo entre o Rio de Janeiro e Niterói, e que é da alçada da Comissão de Marinha Mercante, aplicam-se as mesmas condições legais relativas ao tráfego das estradas de ferro suburbanas.

1.1.4 Metrô

Com a aplicação e observância das normas legais vigentes deverá ser perfeitamente possível executar a proposta modificação da estrutura do tráfego coletivo. Caso as normas jurídicas não sejam bastante específicas para a solução do problema, o poder público deveria baixar normas adicionais visando especìficamente à implantação e operação do metrô.
Contudo, não será necessário estabelecer normas legais adicionais para celebrar um acôrdo para estabelecimento de uma tarifa comum, por ser possível, em conformidade com o direito brasileiro, a colaboração entre entidades públicas sob a forma de consórcios ou de convênios.
É certo que no presente caso não cabe um consórcio, porque êste tipo de colaboração em empreendimentos comuns só pode ser aplicado entre entidades públicas da mesma categoria (estados ou municípios). O problema que se apresenta é o da celebração de um acôrdo entre entidades públicas de categorias diversas (Govêrno Federal: estradas de ferro, barcas; Estado da Guanabara: metrô) visando a prestação conjunta de serviços públicos. Neste caso, a configuração jurídica é a de um convênio administrativo que, depois de concluído, dê liberdade para tratar com emprêsas privadas (ônibus) visando sua participação na tarifa comum.

1.2 **Prescrições, normas e medidas legislativas para um metrô no Rio de Janeiro**

É preciso distinguir entre prescrições ou normas para a construção e a implantação do sistema, e prescrições de serviço, de natureza interna, para sua operação e manutenção.
Em princípio, o projeto, a construção e a operação do Metrô do Rio de Janeiro estarão sujeitos às determinações legais baixadas no Brasil e no Estado da Guanabara.
Pertencem a esta categoria também as normas publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
A essa associação — fundada em 1940 como sociedade sem fins lucrativos — compete elaborar as normas técnicas, especificações, tecnologia dos processos, assim como normalizar as medidas e métodos de ensaios para os materiais produzidos pela indústria nacional. Estabelece também normas para o cálculo e o projeto de obras civis.
Através da Lei Federal 4 150, de 21 de novembro de 1962, foi estabelecido (sobretudo no Art. 1) que essas normas devem ser obrigatòriamente obedecidas em tôdas as obras públicas do Govêrno Federal e nos projetos por êle financiados.
Além disso, em Resolução de 12 de setembro de 1951, expedida para o então Distrito Federal, hoje Estado da Guanabara, foi fixado que também as autoridades estaduais devem obedecer às normas estabelecidas ou recomendadas pela ABNT.

1.2.1 Serviços administrativos

Evidentemente será necessário estabelecer prescrições, diretrizes e instruções de natureza interna, pelas quais deverá ser orientada a administração do metrô. Sua elaboração deveria ser iniciada imediatamente após a fundação da Companhia do Metropolitano.
Entre outros, deverão ser regulamentados os seguintes setores:

a) Administração Geral,

b) Contabilidade e Caixa,

c) Serviço do Pessoal,

d) Serviços de Adestramento e Ensino,

e) Assistência Social,

f) Execução Operacional.

Êsses regulamentos deverão ser elaborados pelos departamentos competentes e promulgados pelo Diretor Superintendente. Devido à importância de algumas prescrições deverá ser solicitada a colaboração da Assembléia Geral.

1.2.2 Operação

Na elaboração das instruções para a operação deverão ser observadas as seguintes:

Instruções de Serviço sôbre Segurança, Tráfego e Fiscalização das Estradas de Ferro (Despacho Ministerial 2 089, em vigor desde 18 de janeiro de 1963),

Instruções Gerais de Transporte para as Estradas de Ferro Brasileiras (Edital 51 813, de 8 de março de 1963).

As instruções a serem elaboradas para a operação servem para fins de serviços internos, e, em especial, deveriam abranger também o regulamento da sinalização (J 1.2.6).

1.2.3 Via permanente

Com relação à via permanente são necessárias duas instruções:

a) Instruções para a via permanente pròpriamente dita e
b) Instruções para o recebimento de materiais e serviços na via permanente.

As instruções para a via permanente destinam-se a serviços internos e deverão tratar dos seguintes assuntos:

elementos de traçado,
tipo de construção da via permanente e
manutenção da via permanente.

As instruções mencionadas em segundo lugar deverão ser entregues às emprêsas fornecedoras e construtoras e formar parte integrante dos contratos.

1.2.4 Obras civis

1.2.4.1 Leis e prescrições existentes

Além das normas da ABNT, vigoraram até há pouco tempo para construções na Guanabara as disposições do Decreto 6 000, de 1° de julho de 1937, complementado sucessivamente por numerosas leis, decretos, portarias, boletins, ordens de serviço, etc. Êsse decreto foi substituído, em grande parte, pelo Decreto 1 077 de 8 de junho de 1968. Êste ratifica a Lei 1 574 de 11 de dezembro de 1967: Lei do Desenvolvimento Urbano e Regional do Estado da Guanabara.
Evidentemente deverão ser também observadas tôdas as demais leis e decretos que se referem a obras, prevenção de acidentes, localização de andaimes, desvios de tráfego, inconvenientes causados pelos ruídos, etc.
Como exemplo, cite-se o Código de Fundações e Escavações para o Distrito Federal, datado de 10 de junho de 1955.

1.2.4.2 Instruções a serem estabelecidas

As normas e projetos de normas existentes, em virtude de sua vasta área de influência e aplicação, são de caráter relativamente geral e por sua natureza não consideram, até o presente, sob nenhum aspecto, obras de metrô. Consequentemente devem ser elaboradas instruções adicionais que, mediante emendas, supressões e aditamentos, adaptem as normas e decretos sôbre construções às condições especiais das obras do metrô. Essas instruções adicionais deverão ser tornadas obrigatórias pela Companhia do Metropolitano ou pelo Govêrno do Estado da Guanabara, através de decretos ou outros instrumentos.
A título de complementação poderão ser anexadas, a essas instruções, recomendações não obrigatórias relativas a eficientes métodos construtivos de metrôs.
As instruções adicionais devem versar, entre outros, sôbre os seguintes setores especializados:

a) Diretrizes gerais para dimensionamento e projeto das obras do metrô.

Aqui devem ser determinadas, para o projeto e a execução das obras do metrô, as bases obrigatórias para as dimensões do gabarito-limite, o dimensionamento das áreas de circulação, plataformas, escadas, entradas e saídas, instalações de guichês, etc., em decorrência dos volumes de tráfego.
Para os trechos e para as estações devem ser elaboradas seções transversais típicas, com os gabaritos-limite.

b) Diretrizes relativas às influências do solo de fundação

Devem ser estabelecidas diretrizes para a execução das perfurações para as sondagens do solo de fundação e das condições do lençol freático, para a execução de rebaixamento do lençol freático, etc. Essas diretrizes deverão ser ampliadas por meio de referências às cargas admissíveis do solo de fundação, as recalques admissíveis, à avaliação da agressividade do lençol freático analisado, etc.

c) Diretrizes para o cálculo e a execução do escoramento da cava.

Essas diretrizes deverão conter prescrições a respeito das premissas de carga e do empuxo de terra a serem computadas para as paredes da cava e seu escoramento ou ancoragem, bem como indicações construtivas em geral.

d) Diretrizes sôbre premissas de carga e dimensionamento e execução das estruturas do metrô

Em complementação e eventualmente como alteração de disposições existentes, são necessárias diretrizes relativas a premissas de carga, bem como ao dimensionamento e execução de elementos de construção, temporários e definitivos.

e) Diretrizes para serviços de impermeabilização

Para assegurar a perfeita impermeabilização das obras em túnel deverão ser estabelecidas diretrizes para os diversos métodos de impermeabilização, levando em especial consideração as vedações das juntas.

f) Diretrizes para materiais de construção e respectivos ensaios

As normas existentes para materiais de construção e seus ensaios devem ser verificadas com vistas à eventual necessidade de serem ampliadas ou modificadas para êsse tipo especial de construção, como, p. ex., com relação aos materiais de impermeabilização.

g) Diretrizes para trabalhos executados sob ar comprimido

h) Diretrizes para a execução de vistorias técnicas

i) Diretrizes para a manutenção das construções do metrô

1.2.5 Material rodante, instalações mecânicas e elétricas

Em vista de existirem muitos ramos do setor ferroviário que ainda não constam das normas da ABNT, ou são insuficientemente considerados, utilizam-se também normas estrangeiras, geralmente as do respectivo país fornecedor de equipamentos. Consequentemente, o material rodante e as instalações nem sempre são de execução uniforme. De preferência são utilizadas as normas da AAR ("Association of American Railroads"), bem como outras normas norte-americanas.
No presente Estudo foi adotado o mesmo sistema: sempre que as normas brasileiras não eram suficientes, foram completadas por normas internacionais, de preferência as que adotam o sistema métrico oficialmente em uso no Brasil.
Adiante são indicados os principais regulamentos e normas utilizados e recomendados. Dentro de cada grupo, os indicados em primeiro lugar deveriam ter uso preferencial; os seguintes, sòmente se os anteriores não fornecerem esclarecimentos suficientes.

a) Premissas de carga e segurança:

Edição especial da "Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge", Frankfurt (Main), 7° ano, 1963, publicação da Sociedade de Estudos de Carros para Transporte Coletivo em Contrução Leve.

b) Resistência dos materiais:

Normas ABNT,
Normas DIN.

c) Técnica de construção

ferroviária:
Normas ABNT,
Fichas UIC.

d) Instalações elétricas:

Normas ABNT,
Normas IEC,
Fichas UIC,
Normas VDE.

e) Geral:
Normas ABNT,
Normas ISO,
Normas DIN.

Para a elaboração das instruções internas para operação seria conveniente considerar os dados das firmas fornecedoras, que deverão conter, além de referências à montagem técnica das instalações ou do material rodante, descrições do funcionamento, bem como instruções de serviço. Capítulo especial deveria ser dedicado a anormalidades e às possibilidades de sua rápida eliminação.

Para a manutenção do material rodante, bem como das instalações mecânicas e elétricas, também deverão ser elaboradas instruções internas. Será conveniente que os dados básicos para tais instruções contenham:

descrição dos serviços de manutenção,

prazos de manutenção.

1.2.6 Sinalização e telecomunicações

As instruções operacionais para as instalações de sinalização e telecomunicações deverão estar incluídas nas instruções para a operação (J 1.2.2).
Estas destinam-se exclusivamente ao pessoal técnico de manutenção e deveriam conter recomendações a respeito dos testes e dos serviços que deverão ser levados a efeito periòdicamente.

1.3 **Áreas necessárias; faixa de domínio**

Poderão surgir importantes questões jurídicas com relação às áreas de terra necessárias para um nôvo meio de transporte sôbre trilhos.
A fim de reduzir êsse problema dever-se-ia procurar atender à necessidade de terrenos utilizando áreas públicas tanto quanto possível.
Sempre que seja imprescindível utilizar áreas particulares ou estabelecer restrições construtivas para as mesmas, há que regulamentar, além das despesas decorrentes dessas medidas, as consequências legais quanto à posse do terreno, e em tempo hábil, a fim de não prejudicar a construção da Rêde do Metrô.
As questões legais que surgirem serão de natureza diversa, dependendo de ser o metrô construído em superfície ou em subterrâneo. Serão necessários os tipos de áreas indicados a seguir.

1.3.1 Áreas na superfície para obras definitivas

Devem ser reservadas áreas para as seguintes obras definitivas do metrô na superfície:

entradas e saídas de estações subterrâneas e de superfície, incluindo também aquelas localizadas em pavimentos térreos de edifícios existentes,

saídas de emergência; tôrres de ventilação,

subestações,

edifícios da Administração e das Oficinas,

trechos em corte, na superfície, sôbre terrapleno e em elevado, incluindo as respectivas estações e pátios de estacionamento do material rodante.

Encontrando-se as referidas áreas em posse de particulares, devem ser adquiridas ou desapropriadas com a devida antecedência, antes do início das obras.
As construções existentes devem ser removidas. Nos anos anteriores ao início das obras só deverão ser licenciadas novas construções sob a condição de que deverão ser removidas logo após a primeira intimação, e sem ônus para a Companhia do Metropolitano.

1.3.2 Áreas para trechos construídos pelos métodos a céu aberto ou semi-aberto

A largura das áreas necessárias para a construção pelos métodos a céu aberto ou semi-aberto corresponde à largura do túnel acrescida das larguras correspondentes ao espaço de trabalho, às paredes da cava e, eventualmente, aos locais para poços de rebaixamento do lençol freático.
Para um trecho normal, em tangente, de túnel em via dupla, geralmente é suficiente uma faixa de 14 m de largura.
Nos anos anteriores ao início da obra devem ser aplicadas às novas construções as restrições citadas em J 1.3.1.
Geralmente bastará prever apenas o uso temporário dessas áreas. No entanto, na maioria dos casos, a medida mais adequada será a aquisição, se necessário mediante desapropriação. Posteriormente o terreno poderá ser revendido. As edificações existentes devem ser removidas. Novas edificações, de caráter público ou particular, sôbre o túnel concluído, dependerão da aprovação da Companhia do Metropolitano. Tal aprovação só poderá ser dada no caso de não existirem objeções, após efetuados todos os exames relativos às exigências técnicas, urbanísticas ou quaisquer outras. Deve ser especialmente assegurado o permanente acesso às superfícies da impermeabilização, para consertos ou reformas.

1.3.3 Áreas sôbre túneis construídos pelo método em subterrâneo

1.3.3.1 Em solo instável

Inicialmente não devem ser permitidas novas construções no traçado dos futuros túneis ou, no máximo, permitidas condicionalmente.
A largura da faixa atingida por essa restrição deveria corresponder à largura externa do túnel, acrescida de, no mínimo, 3 m de cada lado. Não é necessária a aquisição dessa faixa. As edificações existentes normalmente não precisam ser removidas. Deve ser assegurado, todavia (p. ex., por uma servidão pessoal limitada, devidamente registrada no Registro de Imóveis), que os proprietários particulares de tais terrenos não terão direito a fazer quaisquer reclamações contra a construção do túnel.

Para novas construções sôbre esta faixa, após a conclusão do túnel, valem as restrições citadas em J 1.3.1.
Se, devido à passagem do túnel sob uma edificação, se tornar necessário o seu escoramento, serão inevitáveis as intervenções nas fundações e nos subsolos existentes. Para isto, assim como para a servidão acima mencionada, deve-se geralmente indenizar os proprietários.

1.3.3.2 Em rocha sã

Havendo altura de rocha suficiente sôbre o túnel, as exposições acima são válidas, lògicamente, apenas para as áreas das bôcas dos túneis. É esta a única influência que um túnel em rocha exerce sôbre as propriedades na superfície.

1.3.4 Áreas para obras urbanísticas

Um metrô requer, principalmente na superfície, a execução de obras urbanísticas ou de reurbanização para:

facilidades adicionais de estacionamento (''park and ride''),

paradas de ônibus,

parques e jardins,

passagens superiores ou inferiores, etc.

Serão necessárias também passagens subterrâneas para os pedestres atravessarem ruas largas e/ou de tráfego intenso. Para obras deste gênero também deve-se procurar, tanto quanto possível, utilizar áreas públicas.

1.3.5 Faixa de domínio

Muitos gastos serão evitados se, com a devida antecedência, se livrar ou mantiver livres os traçados projetados. A largura a ser mantida livre para o traçado depende do grau de precisão do anteprojeto e do levantamento topográfico.
Deveria ser possível proceder-se a certas correções do traçado na faixa reservada e que possam resultar de um projeto posterior mais acurado.
Para a determinação da largura da faixa é essencial saber se o trecho será construído em superfície ou em subterrâneo. Isto torna necessária, desde já, a elaboração dos respectivos anteprojetos.

1.3.5.1 Trechos e instalações fixas em superfície

As dimensões das áreas ou a largura das faixas de domínio necessárias resultam do anteprojeto. Neste aspecto, a topografia desempenha relevante papel. Sòmente baseado em um corte longitudinal é que se poderá determinar as larguras exigidas, p. ex., pelos taludes dos terraplenos ou de cortes. Na determinação da faixa de domínio há que se considerar também as necessidades quanto às valas de escoamento, canais de derivação, estações, etc.

1.3.5.2 Trechos e instalações fixas subterrâneas

Do exposto em J 1.3.2 e J 1.3.3 decorre quais serão as aquisições ou desapropriações necessárias, bem como quais as restrições construtivas para os terrenos situados diretamente sôbre os trechos em túnel projetados ou já executados.
As restrições construtivas se estendem também às faixas adjacentes aos dois lados do traçado. Se, por um lado, construções próximas à cava podem dificultar e encarecer consideràvelmente a execução do escoramento, por outro lado as cargas das fundações de novas construções próximas ao túnel já concluído não deverão ultrapassar as premissas de cargas fixadas no cálculo estático para as futuras construções. Recomenda-se portanto, que ao longo de uma faixa com largura igual à:
largura da construção+o triplo da profundidade da construção,
a execução de novas edificações, tanto antes como depois da conclusão do túnel, dependa, de modo geral, da aprovação expressa da Companhia do Metropolitano. As prescrições a serem impostas a novas edificações nessa área deverão referir-se ao tipo de fundações (p. ex., fundações rasas ou sôbre estacas), à profundidade das fundações, ao gabarito da edificação (para limitação da carga) e à sua utilização.

1.3.5.3 Determinação legal da faixa de domínio

Não existindo ainda um estudo técnico profundo para a Rêde do Metrô (1990), não se pode demarcar a faixa de domínio com suficiente exatidão, pelas razões expostas anteriormente.
A situação é diferente no caso da ''Linha Prioritária'', cujo percurso já está definido mais exatamente.
Tôdas as restrições sôbre edificações, servidão, etc., mencionadas anteriormente, devem ser oficializadas mediante leis, decretos, etc. Em muitos países as determinações legais para projetos de tráfego prescrevem que, antes do início das obras, seja empreendido um processamento de ''registro jurídico das plantas'', a fim de definir, no âmbito público, a situação legal das instalações projetadas do metrô. Como processamento de registro jurídico das plantas se entende o processo pelo qual tôdas as competências legais necessárias são reunidas em uma só repartição governamental desde o início da construção das estradas de ferro. Êste procedimento não deve ser confundido com o registro de projetos de construção.

2. Mercados produtores

2.1 **Mercado da construção civil**

Para a conclusão da Rêde do Metrô, prevista para 1990, será necessário executar durante os anos vindouros uma série de obras civis de vulto. Isto só será possível, no ritmo desejado, mediante uma cooperação ideal entre a indústria da construção civil, os fornecedores de materiais e equipamentos de construção e a mão-de-obra, ou seja, entre todos os setores participantes do mercado da construção civil. A missão do Govêrno, neste particular, será a de evitar um congestionamento do mercado de construção, o que vale dizer, harmonizar todos os programas de obras com a capacidade do mercado de construção.

2.1.1 Materiais de construção

A situação atual do mercado dos principais materiais de construção é a que se segue.

2.1.1.1 Cimento

A produção anual das fábricas nacionais de cimento, cujo número é superior a 30, alcançou 6,5 milhões de toneladas em 1967, devendo chegar a quase 7 milhões de toneladas em 1968. Essa produção é todavia insuficiente, e deu motivo a recentes importações da ordem de 0,3 milhões de toneladas. Conforme previsão feita pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada as dificuldades serão porém superadas em 1969 ou 1970.
A Guanabara consumiu cêrca de 840 000 t de cimento em 1967, equivalente a 13% da produção anual do Brasil.
As necessidades do metrô atingirão 30 000 t por ano, ou seja 3,6% do consumo anual do Estado da Guanabara em 1967. Esta percentagem na verdade não causa inquietação. No entanto, considerando a situação exposta e a falta de fabricação de cimento Portland comum na Guanabara, não será possível prescindir de uma programação e de contratos de fornecimentos a longo prazo, a fim de garantir entregas suficientes dentro dos prazos estabelecidos. Brevemente a fábrica de cimento Irajá, sita na Guanabara, pretende produzir cimento Portland comum, além do cimento branco que atualmente já fabrica.

2.1.1.2 Agregados para concreto

No Estado da Guanabara não há, em escala digna de menção, extração de areia para concreto, própria para obras de engenharia civil. Êsse material vem particularmente dos vales de rios arenosos das cidades circunvizinhas, como Caxias, Nova Iguaçu, Itaguaí e São João de Meriti. As capacidades de extração das instalações estão atualmente bem aproveitadas, mas poderão ser ainda adaptadas a fim de satisfazer a uma demanda maior.
Como agregado graúdo emprega-se pedra britada oriunda das inúmeras pedreiras da cidade. Em quase todos os bairros encontram-se pedreiras em funcionamento ou apenas temporàriamente paralizadas. Também chegam fornecimentos do Estado do Rio de Janeiro.
A demanda de pedra britada (não é possível obter material adequado dos rios) poderá pois ser satisfeita a qualquer momento.

2.1.1.3 Concreto pronto

No momento há sòmente um fornecedor de concreto pronto no Rio de Janeiro. Sua capacidade de produção anual atinge cêrca de 140 000 m^3. Essa emprêsa possue 3 centrais (Centro, Botafogo, Caju), de onde efetua as entregas às obras por meio de caminhões-betoneira. Sabendo-se que a entrega de concreto pronto tem dado bom resultado na construção de metrô em centros urbanos com edificação densa, recomenda-se o aumento oportuno da capacidade de produção, a fim de poder satisfazer à demanda maior.

2.1.1.4 Aço para concreto armado

Os vergalhões de aço redondo em uso são fornecidos por siderúrgicas brasileiras, sobretudo pela Companhia Siderúrgica Nacional, em Volta Redonda. As importações são insignificantes. A produção total de aço redondo no Brasil foi de 280 000 t em 1967; o metrô precisará, em média, pouco mais de 10 000 t por ano, ou seja, cêrca de 3,5% do total acima. Portanto, não há motivo para temer problemas de fornecimento.

2.1.1.5 Malhas de aço

Tais malhas são atualmente produzidas no Brasil sòmente até um diâmetro de barras de 7 mm. As malhas têm dado ótimos resultados para obras de grande superfície (especialmente também na construção de metrôs), o que indica a conveniência de ampliar o programa de produção para incluir malhas de barras duplas, com diâmetro superior a 12 mm.

2.1.1.6 Aço perfilado

Em 1967 as siderúrgicas nacionais laminaram aproximadamente 180 000 t de aço perfilado. O problema, quando se trata do referido material, não é pròpriamente a quantidade, mas o fato de que ainda não há no Brasil laminação de perfis de abas largas (perfis H) com 30 cm ou mais de altura de alma, geralmente utilizados como perfis de cravação no método de construção com perfis

metálicos e pranchões de madeira. Êsses perfis são fabricados apenas com a altura máxima de alma de 15,2 cm. No início haverá portanto necessidade de importar tais perfis. Poder-se-ia pensar na solução de dois perfis normais soldados (perfis I), a fim de se obter o necessário módulo de resistência, mas esse método apresentaria algumas desvantagens técnicas, além de custos mais elevados. Assim os referidos perfis duplos poderiam, p. ex., e despercebidamente, sofrer bipartição sob o solo da cava de construção durante a cravação, o que, na retirada, ameaçaria a impermeabilização.
A inexistência de produção nacional de perfis maiores para cortinas de estacas-prancha implicaria na importação em caso de necessidade.

2.1.1.7 Produtos de ferro fundido

Se fôr resolvido utilizar anéis de ferro fundido para trechos a serem construídos pelo método de escudo, serão necessárias quantidades consideráveis de produtos de ferro fundido.
Após a aquisição das máquinas especiais necessárias à usinagem, a indústria nacional deveria estar em condições de produzir tais anéis na qualidade e nas medidas exatas exigidas, principalmente se fôr garantida uma venda constante por um longo período, que justifique os investimentos necessários.

2.1.1.8 Materiais de impermeabilização

A indústria nacional produz papelão de fêltro de algodão adequado, com o pêso específico requerido de 500 g/m². À medida que a qualidade dos materiais impermeabilizantes usuais no país divergir dos tipos aprovados nas construções de metrôs, haverá necessidade de adaptações na fabricação. Seria o caso, p. ex., de mantas impermeáveis com entretela de tecido de juta, como também de fôlhas de cobre betumadas. Anualmente haverá, afinal, cêrca de 100 000 m² de superfície de túneis a serem impermeabilizados com 3 a 6 camadas.

2.1.1.9 Outros materiais

Com poucas exceções, a indústria nacional deve estar em condições de fornecer, em quantidade e qualidade suficientes, todos os outros materiais e produtos correlatos necessários à execução da obra.

2.1.2 Equipamentos para construção

A construção do metrô abrirá um nôvo campo de ação para a indústria mecânica brasileira. A princípio, entretanto, haverá necessidade de importar vários equipamentos especiais ainda não produzidos pela indústria nacional.

2.1.3 Indústria da construção civil

Existem inúmeras emprêsas importantes e competentes no país. Ainda que nenhuma tenha experiência na construção de metrôs, a situação será fundamentalmente diferente dentro de poucos anos. A falta de capital de giro das emprêsas é um fenômeno bem comum na indústria da construção civil, não constituindo problema específico do Rio de Janeiro.
Nos setores especiais (sondagens, rebaixamento do lençol freático, trabalhos em rocha, etc.) existem firmas especializadas.

2.2 **Mercado de energia elétrica**

2.2.1 Evolução do mercado

A Cidade do Rio de Janeiro tem uma área de cêrca de 1 356 km², ou seja, 0,016% da superfície do Brasil. Com uma população equivalente a 6% do total do país, consome, entretanto, 20% de tôda a energia consumida no Brasil. Os consumos anuais de 1 600 kWh por consumidor residencial, 7 000 kWh por consumidor comercial e 81 000 kWh por consumidor industrial representam um dos índices regionais mais elevados do Brasil.
Em 1905 a "The Rio de Janeiro Tramway, Light & Power Co. Ltd." obteve concessão no Estado do Rio de Janeiro para a exploração econômica da energia elétrica a ser obtida pelo aproveitamento do potencial hidráulico das cachoeiras do Ribeirão das Lajes e do Rio Paraíba. Desde então a Rio-Light instalou a potência de 767 MW indicada na Tab. J1. O sistema da São Paulo-Light, operando em 60 Hz, foi ligado ao Rio de Janeiro em 1948 por uma linha de transmissão com capacidade para 200 MW/220 kV. Esta capacidade é, presentemente, apenas parcialmente aproveitada, porque a frequência de 50 Hz, predominante no Rio de Janeiro, exigiu a instalação de um conversor em Aparecida do Norte, cuja capacidade é de sòmente 50 MW.

2.2.2 Expansão do sistema

Como resultado dos estudos do consórcio canadense-americano-brasileiro (CANAMBRA) concluídos em janeiro de 1967, a região chamada Centro-Sul, que abrange os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, possui um programa de energia equilibrado em vias de execução.
A unificação da frequência em 60 Hz em todo o país, estabelecida pela Eletrobrás, também abrange, como parte da região Centro-Sul, a Cidade do Rio de Janeiro e seus arredores, operando ainda em 50 Hz. A conversão para 60 Hz está sendo procedida atualmente, dentro dêsse programa.

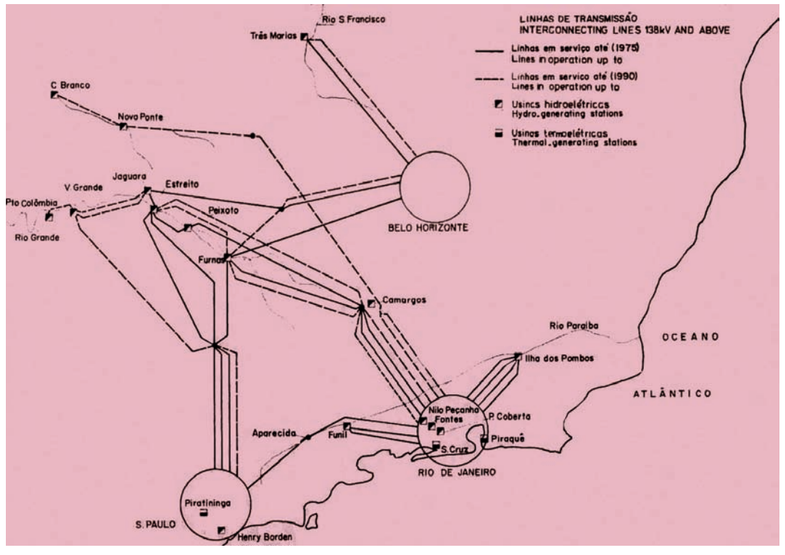


Fig. J1
Interligação do Estado da Guanabara com o Sistema Centro-Sul

Assim será possível, em breve, a ligação integral do sistema do Rio de Janeiro à linha de transmissão São Paulo—Rio, já existente.
Já está sendo operada também, a título experimental, uma linha de transmissão de 529 km de extensão, desde a Usina de Furnas até o Rio de Janeiro, com 345 kV/225 MVA (60 Hz). Em futuro próximo pode-se contar ainda com a conclusão do segundo circuito dessa linha.
A Light já concluiu um contrato de fornecimento de energia com a Central Elétrica de Furnas (CEF). Esta transmissão completará a integração iniciada através da ligação São Paulo—Rio (Fig. J1).

A recente inauguração das duas primeiras unidades da Usina Termoelétrica de Santa Cruz, pertencente à Central Elétrica de Furnas, com 160 MW e futuramente mais dois geradores de 200 MW cada, ampliarão a disponibilidade de energia no Rio de Janeiro em mais 560 MW. Dentro de um ano deverá entrar em funcionamento a Usina Hidroelétrica do Funil, no Rio Paraíba, também pertencente à CEF, com potência instalada de 210 MW. Será também integrada na rêde geral.

2.2.3 Disponibilidade

A capacidade geradora horária disponível das usinas da Light na região do Rio de Janeiro atinge presentemente um máximo de 835 MW (Tab. J1).
Considerando-se a possibilidade de transmissão, através da linha São Paulo—Rio da Light de 200 MW (60 Hz), obtém-se uma capacidade de 1 035 MW.
O referido contrato entre a Light e a Central Elétrica de Furnas prevê até 1971 os seguintes fornecimentos de energia (60 Hz):

fins de 1968 : 200 MW, 1970 : 350 MW,
1969 : 250 MW, 1971 : 450 MW.

Êsses suprimentos elevarão as disponibilidades de energia máxima horária para o Rio de Janeiro, p. ex. em 1971, para 1 485 MW. De acôrdo com a programação da Eletrobrás, outras usinas novas ainda deverão entrar em funcionamento no sistema integrado, garantindo assim para o futuro um suprimento de energia absolutamente estável e constante à Cidade do Rio de Janeiro e regiões circunvizinhas.

2.2.4 Balanço energético

Nessas condições, e em razão do desenvolvimento no passado e daquele esperado para o futuro, foi elaborado um Balanço energético para a região do Grande Rio, aquí transcrito (Tab. J2). Para isto foram estabelecidas as seguintes premissas para os picos da oferta e da demanda:

a) Tomou-se por base as ofertas de ponta indicadas pela Light para a região Rio, em 1965, 1968 e 1970. Partindo dêsses valôres previram-se as taxas de crescimento como segue:
cumulativo de aproximadamente 7% ao ano, o que significa dobrar a potência instalada a cada 10 anos,
cumulativo de cêrca de 11% ao ano, como valor máximo para regiões limitadas.

b) Estimou-se o seguinte crescimento das demandas média e máxima de energia, com base nos valôres exatos de 1968:
mínimo de 7% ao ano, cumulativo,
máximo de 11% ao ano, cumulativo.

Cumpre mencionar que essas premissas são problemáticas, pois dependem de fatôres insuficientemente previsíveis a tão longo prazo.
Problemas de financiamento para os investimentos necessários, condições meteorológicas adversas, dificuldades na execução técnica das construções, etc., poderão modificar substancialmente o panorama acima previsto.
Qualquer aumento substancial da demanda implicará ainda no reestudo das ofertas de pico, acelerando eventualmente a construção de novas usinas, o que também poderá tornar obsoleto o planejamento.
Após uma análise tão cautelosa em face dos programas que estão sendo levados a efeito pela Eletrobrás, não há razão para pessimismo quanto ao suprimento de energia na região do Rio de Janeiro nesses próximos anos, principalmente depois da sua perfeita integração no sistema Centro-Sul.
Comparando-se as demandas máximas previstas para o metrô — em 1975: 60/70 MW; em 1990: aproximadamente 190/210 MW — com a oferta de energia no Grande Rio nos anos correspondentes (Tab. J2), vê-se que as demandas atingem apenas 3% e 2% da oferta, respectivamente. Por outro lado, pode ser visto que para

Tab. J1
Potência máxima horária das usinas da Light na Região do Rio de Janeiro (1968) (MW)

Usina	Potência instalada	Potência máxima horária
Nilo Peçanha — Rio Paraíba	330	378
Fontes — Ribeirão das Lages	154	172
Ilha dos Pombos — Rio Paraíba	162	164
Pereira Passos — Rio Paraíba	96	96
Piraquê (Usina térmica flutuante)	25	25
Total	767	835

Tab. J2
Sistema da região do Grande Rio – Balanço energético

Hipóteses	Unid.	1965	1968	1970	1975	1980	1985	1990
a) Oferta de ponta, previsão mínima	MW	885	1 135	1 385	1 940	2 720	3 820	5 360
Demanda média, previsão mínima	MWh/h	470	600	680	960	1 350	1 900	2 600
Balanço	MWh/h	+415	+535	+705	+980	+1 350	+1 920	+2 760
Demanda média, previsão máxima	MWh/h	470	600	740	1 240	2 100	3 540	6 000
Balanço	MWh/h	+415	+535	+645	+700	+620	+280	—640
Demanda máxima, previsão mínima	MWh/h	790	1 035	1 100	1 540	2 160	3 030	4 250
Balanço	MWh/h	+95	+100	+285	+400	+580	+790	+1 110
Demanda máxima, previsão máxima	MWh/h	790	1 180	1 330	2 240	3 780	6 370	10 730
Balanço	MWh/h	+95	+55	+55	—300	—1 060	—2 550	—5 370
b) Oferta de ponta, previsão máxima	MW	885	1 135	1 385	2 330	3 830	6 640	11 180
Demanda média, previsão mínima	MWh/h	470	600	680	960	1 350	1 900	2 600
Balanço	MWh/h	+415	+535	+705	+1 370	+2 580	+4 740	+8 580
Demanda média, previsão máxima	MWh/h	470	600	740	1 240	2 100	3 540	6 000
Balanço	MWh/h	+415	+535	+645	+1 090	+1 830	+3 100	+5 180
Demanda máxima, previsão mínima	MWh/h	790	1 035	1 100	1 540	2 160	3 030	4 250
Balanço	MWh/h	+95	+100	+285	+790	+1 770	+3 610	+6 930
Demanda máxima, previsão máxima	MWh/h	790	1 080	1 330	2 240	3 780	6 370	10 730
Balanço	MWh/h	+95	+55	+55	+90	+150	+270	+450

1975 e 1990 é esperado um excesso de 90 e 450 MW respectivamente, valôres muito superiores àqueles previstos para o consumo do metrô. Deve-se, outrossim, salientar que a Companhia do Metropolitano, por prestar serviços de utilidade pública, deveria gozar de certas prerrogativas que vigorassem, entre outros, em casos de interrupções.
O abastecimento do metrô com energia elétrica já será amplamente atendido pelo sistema de energia regional; o programa de expansão planejado, e em parte já em execução, resultará numa rêde de energia que, ademais, garantirá um elevado grau de segurança e de constância.

2.3 **Mercado industrial**

A seguir serão examinadas ou indicadas principalmente as possibilidades de utilizar para o metrô, tanto quanto possível, instalações e equipamentos produzidos no Brasil.
Os estudos elaborados nesse sentido, as consultas a setores técnicos especializados, etc. foram conduzidos em separado para os seguintes seis setores de produção:

I via permanente,

II material rodante (carros motores),

III sinalização,

IV telecomunicações,

V suprimento de energia,

VI ventilação.

Dentro de cada um dêsses setores de produção foram considerados os fornecimentos individuais mais importantes. O resultado dêsse estudo encontra-se na Tab. J 3.
Chama-se particularmente a atenção para a última coluna da Tab. J 3, onde se traduz a estimativa da parcela em moeda estrangeira.

A apuração dos dados dessa tabela obedeceu, entre outros, ao seguinte:

a) Não foi computado qualquer encargo de natureza fiscal, pois presume-se a isenção de direitos alfandegários e impostos.

b) Os preços foram calculados na base f. o. b. para os produtos nacionais e na base c. i. f. para os importados.

c) O preço do produto acabado inclui o custo da matéria-prima, mão-de-obra, custos de financiamento, lucros.

d) Na parcela em moeda estrangeira no produto acabado foram considerados — além dos custos da matéria-prima importada — também os custos de materiais auxiliares importados, necessitados para o processo de fabricação.

e) Em princípio, considerou-se matéria-prima para um produto tudo aquilo que seu fabricante compra para poder fabricar e/ou montar o produto, independentemente do seu estado de processamento prévio.

Em quase todos os itens aparece a predominância dos respectivos componentes em moeda nacional.

Tab. J 3
Custos percentuais detalhados do material ferroviário

			Máteria — prima		Prod. acabado		Incidência		Despesa em US $	
	Setores de produção	Itens	NCr$ %	US$ %	NCr$ %	US$ %	da matéria-prima s/o produto acabado %	do item s/o respectivo setor de produção %	por item %	total por grupo %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9=6×8	10
I	Via permanente	Lastro	100	0	100	0	60	15	0	
		Dormentes	98	2	99	1	80	20	0	
		Trilhos	98	2	99	1	70	60	1	
		Acessórios	95	5	98	2	50	5	0	1
II	Material rodante (carros motores)	Estrutura (caixa e estrado)								
		em aço comum	92	8	95	5	45			
		em aço inoxidável	5	95	30	70	50	30	1 a 20	
		em alumínio*	10	90	40	60	40			
		Acabamento interno	85	15	95	5	40	20	1	
		Truques	85	15	90	10	70	10	1	
		Sistema de frenagem	90	10	95	5	80	5	0	
		Motores	80	20	90	10	60	30	3	
		Contrôles	85 a 45	15 a 55	90 a 50	10 a 50	50	5	0 a 2	6 a 27
III	Sinalização	Aparelhos de comando	0	100	5	95	90	10	10	
		Sinalização estacionária	50	50	70	30	80	0 a 20	0 a 6	
		Pôsto central de comando	30	70	50	50	80	20 a 25	10 a 12	
		Chaves de via	50	50	30	70	80	20 a 25	14 a 18	
		Fiação	40	60	20	80	80	10 a 20	8 a 16	
		Sinalização e aparelhos de contrôle na cabina do maquinista	0	100	5	95	80	40 a 0	38 a 0	80 a 62
IV	Tele-comunicações	Centrais telefônicas automáticas (PABX)	70	30	80	20	40	30	6	
		Telefones	80	20	90	10	70	10	1	
		Cabos telefônicos	40	60	70	30	80	50	15	
		Sistema de alto-falantes	90	10	95	5	50	10	0	22
V	Suprimento de energia	Subestações primárias	70	30	85	15	70	15	2	
		Linhas de cabos de alta tensão	25	75	50	50	70	15	7	
		Subestações retificadoras	60	40	75	25	70	40	10	
		Subestações secionadoras	85	15	95	5	70	10	0	
		Equipamento supervisor de contrôle	5	95	10	90	70	5	4	
		Terceiro trilho**	95	5	99	1	70	15	1	24
VI	Ventilação	Motor elétrico	80	20	80	20	60	40	8	
		Carcaça	100	0	100	0	50	30	0	
		Rotor	100	0	100	0	60	20	0	
		Mancais	80	20	90	10	80	10	1	
		Dutos	100	0	100	0	50		0	9

* Supondo a importação apenas do alumínio em lingotes
** Se a produção local fôr considerada econômicamente interessante

A Tab. J4 mostra, em resumo, a provável participação de moeda nacional e estrangeira nos materiais ferroviários necessários.
Em média, cêrca de 70 a 78% do valor dêsses materiais ferroviários poderão ser fornecidos pela indústria nacional.
Cumpre ressaltar que durante a fase inicial da implantação do metrô o dispêndio em moeda estrangeira deverá ser maior. Isto é devido ao curto prazo disponível para a aquisição do "know-how" e aos investimentos elevados que a indústria nacional inicialmente terá que efetuar em máquinas importadas para fabricação, além de outros implementos.
Com vistas às matérias-primas ou produtos semi-acabados importados incluídos no produto nacional, pode-se admitir que, para cêrca de 25% do valor dos mesmos poderão ser negociados créditos estrangeiros. Seria, p. ex., admissível encomendar todo a material rodante à indústria nacional e, concomitantemente, negociar um financiamento estrangeiro para as matérias-primas a serem importadas (alumínio, aço inoxidável, cobre, etc.).
Como pode ser visto em J2.5, a indústria nacional estará aparelhada para executar os fornecimentos necessários à construção dos metrôs no Rio de Janeiro e São Paulo simultâneamente, já que, atualmente, ela apresenta grande capacidade de produção ociosa.
A implantação de metrôs, portanto, não só ajudará a resolver os problemas específicos do transporte existentes, mas ainda ensejará o fomento da economia nacional, sobretudo vitalizando a indústria nacional de material ferroviário.

2.4 **Mercado de mão-de-obra para construção**

A construção do metrô é um empreendimento que necessita mão-de-obra de numerosos setores profissionais, em muitos casos qualificada, devido ao considerável emprêgo de equipamentos especiais, bem como pelos complexos métodos de trabalho (execução de paredes-diafragma, montagem de escoramentos de aço ou ancoragens, trabalho com o avanço por escudo, execução de impermeabilizações cuidadosas, etc.).
Deve-se contar com o desaparecimento de reservas de mão-de-obra (Estado do Rio de Janeiro, nordeste do país) disponíveis anteriormente, em vista da ação positiva das medidas de ajuda tomadas pelo Govêrno para essas regiões, com a criação de mercados de trabalho locais.
Sob êste aspecto, ganham grande importância todos os esforços no sentido da formação de pessoal técnico especializado. Faz-se menção ao convênio recentemente assinado entre o Banco Nacional de Habitação, o Departamento Nacional de Mão-de-Obra, o Departamento de Ensino Industrial do Ministério da Educação e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), que prevê a formação, dentro de um ano e meio, de cêrca de 10 000 técnicos (sobretudo para o setor de construção), através de cursos subvencionados pelo Estado.
Constitui ponto importante a condição de a construção do metrô não sofrer qualquer interrupção. Prolongando-se durante anos, tais trabalhos oferecem segurança social ao trabalhador, fixando-o ao seu emprêgo e recompensando-o de forma tôda especial pela experiência acumulada.

2.5 **Capacidade dos mercados de produção com a construção simultânea dos Metrôs de São Paulo e do Rio de Janeiro**

2.5.1 Capacidade da indústria de material ferroviário e eletromecânico

Segundo informações prestadas pelo Sindicato da Indústria de Equipamentos e Materiais Ferroviários e Rodoviários do Estado de São Paulo, a capacidade atual de produção da indústria nacional, no que tange aos fornecimentos dos principais equipamentos ferroviários e eletro-mecânicos de um metrô, é a indicada na Tab. J5.
Cumpre salientar que as indústrias nacionais dêste ramo se complementam mais do que concorrem umas com as

Tab. J4
Repartição do custo do material ferroviário entre moeda nacional e moeda estrangeira

	Setores de produção	Repartição dos custos dos setores de produção NCr$ %	US$ %	Incidência s/o custo total %	Participação das moedas nacional e estrangeira no custo total NCr$ %	US$ %
	1	2	3	4	5 = 2×4	6 = 3×4
I	Via permanente	99	1	10	10	0
II	Carros motores	94 a 70	6 a 30	50	47 a 35	3 a 15
III	Sinalização	20 a 38	80 a 62	20	4 a 8	16 a 12
IV	Telecomunicações	78	22	5	4	1
V	Suprimento de energia	76	24	10	8	2
VI	Ventilação	91	9	5	5	0
	Total			100	78 a 70	22 a 30

Tab. J5
Capacidade da indústria brasileira de material ferroviário

	Setores de produção e itens	Capacidade Unidades/ano	Grau de ociosidade média atual (%)
I	Via permanente		
	Trilhos, acessórios de via (tirafundos, parafusos, pregos de linha, etc.)	Pràticamente ilimitada	60
	Chaves de via	1 600	50
II	Material rodante		
	Carros motores	180	100
	Carros reboques	400	90
	Componentes		
	Motores de tração	2 500	90
	Rodas de aço forjado e laminado	100 000	70
	Sapatas de freio não metálicas	350 000	75
	Freios de ar comprimido	3 000	70
	Mecanismos eletro-pneumáticos para portas	500	100
III	Sinalização		
	Equipamentos	2 000 km	95
V	Suprimento de energia		
	Quadros de contrôle	2 600	80
	Transformadores	Pràticamente ilimitada	70
	Retificadores de silício	350	85

outras, visto que distribuem entre si as áreas de competição. Para isto contribui também o fato de se tratar, normalmente, de capacidades de produção relativamente pequenas.
Quanto à capacidade de produção ociosa indicada, refere-se sòmente à capacidade disponível para equipamentos ferroviários; a indústria pode, no momento, usar suas instalações para outros fins.
Dos valôres da Tab. J 5 pode-se concluir que a indústria nacional, que concorre com cêrca de 80% do total de fornecimentos de materiais ferroviários, está habilitada a suprir simultâneamente as necessidades dos Metrôs do Rio de Janeiro e de São Paulo.
Finalmente cabe mencionar que existe a possibilidade de as importações virem a ser substituídas paulatinamente pela produção nacional. A implantação de novas indústrias para a fabricação de produtos ainda não disponíveis no mercado brasileiro deverá poder basear-se em volumes de produção adequados e em uma certa continuidade de pedidos.

2.5.2 Capacidade da indústria de construção

Em J 2.1 já foi examinada, em princípio, a situação atual do mercado de construção e a sua capacidade perante as exigências devidas à implantação do Metrô do Rio de Janeiro. Se lá ainda se podia dizer que os efeitos da construção de um metrô normalmente poderiam ser suportados pelo mercado de construção sem maiores dificuldades, tal asserção, especialmente do ponto de vista dos materiais de construção, já não será mais incondicionalmente certa se o Metrô de São Paulo necessitar simultâneamente de grandes quantidades de cimento, aço para armaduras, perfis laminados, etc.
A escassez de material poderá acarretar uma elevação dos preços. Normalmente os preços de materiais de construção já são mais elevados no Rio que em São Paulo, face ao grande número de fabricantes de materiais de construção localizados em São Paulo, cujos produtos são mais caros no Rio de Janeiro devido ao transporte. A escassez de materiais deveria, pois, ser evitada mediante contratos de fornecimento a longo prazo, fechados em tempo.
Não deveria, além disso, ocorrer qualquer interferência recíproca no mercado de construção entre os dois projetos de metrô, visto que as duas cidades possuem suas próprias emprêsas especializadas, de alto gabarito.

3. Influência do tráfego sôbre a saúde da população

3.1 Condições de saúde do Rio de Janeiro sem metrô

Cada dia mais se evidencia o fato de que o transporte coletivo hodierno nas metrópoles é nocivo à saúde de seus habitantes. Isto é verdade tanto para os usuários do tráfego pròpriamente dito, como para os residentes em ruas de grande movimento de tráfego. Frequentemente, no início são apenas incômodos que, entretanto, aumentando de intensidade, poderão ocasionar danos à saúde.

Devem ser apontados, sobretudo, os

gases de combustão nocivos, e o ruído provocado por meios de transporte de tôda a natureza, inclusive aviões.

Também não deve ser esquecida a tensão nervosa do motorista e a perda de tempo durante a espera pelos meios de transporte ou pelo desafôgo de ruas congestionadas. Mencionem-se especialmente as consequências causadas pelos acidentes de tráfego.
A estatística sôbre acidentes de tráfego durante os anos de 1950 a 1966, publicada pela Comissão Mundial de Saúde (WHO) lança intensa luz sôbre um dos aspectos mais sombrios da nossa era tecnológica.
Evidentemente essa estatística não se pronuncia sôbre:

Até que ponto se trata de lamentável consequência, talvez mesmo inevitável, do número sempre crescente de automóveis.

Até que ponto participaram falhas humanas ou técnicas, negligência.

Até que ponto a culpa dêsses acidentes de tráfego caberá, talvez, à insuficiência de critério dos planejadores de nosso moderno sistema de tráfego.

Paralelamente ao crescente número de automóveis, o número de acidentes de tráfego elevou-se ao dôbro nos anos mencionados e, em alguns países, até de quatro vêzes. Sòmente em 1966, em 27 países dentre os de maior grau de motorização no mundo, ocorreram 145 000 casos de morte por acidentes de tráfego, e mais de 2,7 milhões de pessoas foram feridas. O número absoluto de feridos cresce constantemente e, na maioria dos países, também os casos fatais.

3.2 Condições de saúde do Rio de Janeiro com metrô

Um meio de transporte coletivo moderno, rápido, em subterrâneo, como o metrô, se bem que não faça desaparecer todos êsses fenômenos, sempre poderá atenuá-los. A grande redução que, com um metrô, será possível efetuar no tráfego de ônibus no Centro, fará diminuir consideràvelmente a poluição do ar e os ruídos prejudiciais aos pedestres e à população em geral. Mas o metrô, por sua vez, para vir a ser realmente utilizado, precisará satisfazer às exigências de confôrto de seus passageiros.
Com êste propósito é preciso observar sobretudo que, em todos os locais onde ocorrer a permanência mais ou menos demorada, ou a constante passagem de grandes aglomerações, i. é, tanto nas estações (especialmente subterrâneas) como nos carros, a temperatura, umidade e velocidade do ar devem ser equilibradas, de modo a proporcionar o máximo confôrto possível ao passageiro.
Êste problema é de grande importância (F 7) numa cidade como o Rio de Janeiro, com clima tropical.
Também ruídos, trepidações e acelerações de tôda espécie deverão ser mantidos dentro de limites toleráveis.
Aqui deve ser lembrado não só o passageiro que espera na plataforma e viaja na composição, como também o morador junto a trechos de metrô, seja em subterrâneo, seja em superfície (F 9.1).
Não pode haver dúvida de que a maioria dos usúarios do tráfego — sobretudo as pessoas de atividade profissional —, mormente durante as horas turbulentas do "rush", prefeririam muito mais viajar num meio de transporte coletivo seguro e rápido, a enfrentar, em seu carro próprio ou num ônibus desconfortável e lento, o caos do tráfego e consequentemente o risco de acidentes, sobretudo considerando o estado de extrema fadiga em que na maioria das vezes se encontram.
Utilizando-se do metrô, aquêle que trabalha verá prolongado seu tempo de folga e de recreação, pois atualmente o tráfego de superfície no Centro do Rio de Janeiro nas horas de "rush" fica às vezes reduzido à velocidade de um pedestre, havendo assim grande perda de tempo nas viagens diárias para e do trabalho.
O metrô poderá, pois, indubitàvelmente, contribuir com grande eficiência para a conservação da saúde dos habitantes da cidade.

K Rentabilidade

1. Metodologia e base do cálculo de rentabilidade

1.1 Função do cálculo de rentabilidade

A implantação e operação de um metrô no Rio de Janeiro será extremamente importante do ponto de vista de economia política e de economia operacional. A decisão de implantar o metrô far-se-á sentir mesmo ainda no futuro. Êsses dois fatos constituem motivo suficiente para que a rentabilidade de tal empreendimento seja cuidadosamente estudada.

Assim, no presente Estudo, o cálculo de rentabilidade terá por função estabelecer o confronto entre os custos do metrô e os benefícios, determinando a sua rentabilidade.

Deve-se fazer distinção entre o "resultado calculatório", que representaria pròpriamente o "balanço de operação", e o "resultado pagatório", que representaria a capacidade de pagamento, ou seja, o "índice de liquidez" da emprêsa.

Em ambos, o resultado vem a ser a diferença entre a receita operacional do metrô, de um lado, e as despesas de outro. Nos dois casos a receita é a mesma. Quanto às despesas, são encaradas em cada caso de maneira diferente.

Para a determinação do "resultado calculatório" devem ser considerados como despesa os custos operacionais, mais os juros calculatórios referentes a todo o capital investido. Obtém-se, dessa forma, a "rentabilidade calculatória" do metrô.

Para a determinação do "resultado pagatório" devem ser considerados os custos operacionais, acrescidos das depreciações de balanço e dos juros efetivos do capital externo. Como, em geral, êstes juros não são aplicáveis ao capital próprio, também o "resultado pagatório", í.é, os lucros ou as perdas, só se refere ao capital externo investido, obtendo-se assim a "rentabilidade pagatória" (Cap. L — Financiamento). Daí resulta finalmente a liquidez da Companhia do Metropolitano, í.é, a capacidade de efetuar pagamentos através de fundos existentes (solvência).

Cumpre ainda, além da rentabilidade própria do empreendimento "metrô", examinar seu "resultado plutonômico" através do estudo da relação benefício-custo ("benefit-cost-ratio").

1.2 Processo e resultado do cálculo de rentabilidade

Para um cálculo preliminar da rentabilidade, como o que é aqui necessário efetuar, dois diferentes processos podem ser seguidos, conduzindo ambos, afinal, ao mesmo resultado:

a) O primeiro processo baseia-se no fato de que o preço da passagem é determinado pela situação do mercado; no caso do metrô, portanto, pelas receitas que podem ser auferidas do tráfego. Importa então verificar se os custos calculados serão cobertos pela receita assim obtida. Êste é o campo de ação do órgão responsável pelas tarifas, ao qual compete esforçar-se no sentido de estabelecer o equilíbrio econômico através de preços convenientemente ponderados.

b) O outro processo baseia-se na condição de que o preço da passagem deve cobrir os custos, inteiramente ou até um limite perfeitamente determinado. Se, em razão da situação do mercado, da situação econômica geral, das condições sociais, da situação do tráfego, etc., êsse preço não fôr admissível, i.é, se fôr muito alto, poderá dissuadir as pessoas da utilização do metrô, fazendo com que determinados usuários se desviem para outros meios de transporte, naturalmente desde que êstes existam. Êsse êxodo refletir-se-ia no volume de passageiros do metrô e, por conseguinte, em suas receitas. Uma redução sensível do volume de passageiros, em confronto com os valôres pré-calculados no modêlo de tráfego, implicaria na necessidade de novos cálculos de rentabilidade e, conforme o caso, até mesmo em levantar-se novamente a questão da capacidade de desempenho necessária para o metrô. Caberá então ao órgão responsável pelas tarifas verificar se o preço assim fixado é aplicável e admissível.

No presente Estudo foi adotado êste segundo processo b).

No caso, tomou-se por base o seguinte princípio: as receitas de tráfego devem cobrir integralmente os custos, inclusive os juros calculatórios.

Chegou-se à conclusão de que os preços das passagens indicados pelos cálculos como devendo ser cobrados podem ser considerados como perfeitamente aceitáveis por parte dos passageiros, sendo notàvelmente baixos em comparação com as condições norte-americanas e européias, e mesmo com algumas tarifas atuais de ônibus.

1.3 Processo de apuração dos custos e das receitas

Os custos têm sua origem no capital investido na implantação do sistema e no desempenho de transporte do metrô. Os custos são portanto constituídos de um consumo de valôres medido em dinheiro. Enquanto um projeto não tiver sido pôsto em execução, seus custos só poderão ser estimados através de um cálculo preliminar. Tal cálculo preliminar pode apresentar como resultado ùnicamente custos teóricos, já que na época de sua determinação os custos reais não são conhecidos, ou o são apenas em parte. Uma vez iniciada a operação do metrô, a título de verificação do cálculo preliminar, e tendo em vista um contrôle econômico, deverão ser periòdica e constantemente realizados cálculos complementares com base nos custos reais efetivamente verificados.

Os custos teóricos estão baseados nos valôres calculados no presente Estudo, que pressupõe uma operação econômica.

Os preços de bens e a remuneração de serviços serão igualmente estabelecidos de acôrdo com valôres atualmente previsíveis.

1.4 Anuidades como forma de cálculo de custos e de receitas

Para a determinação dos custos foi adotado o processo de "cálculo por anuidade". Nesse processo os investimentos anuais médios são confrontados com as receitas anuais médias. Isto apresenta a vantagem de se poder calcular certos grupos de custos tais como, p.ex., os custos de pessoal e as depreciações, por períodos limites de um ano. Assim os custos anuais podem ser comparados com os desempenhos anuais do metrô, sob a forma de valôres anuais médios (anuidades). Admite-se que custos e desempenhos sejam sempre idênticos, de ano para ano. Se, com o correr dos anos, os valôres individuais de custos ou de grupos de desempenhos se modificarem, será fácil recalcular êsses valôres como médias anuais, que permanecem inalteradas durante a vida útil de uma instalação.

Como o metrô, ao contrário das estradas de ferro com tráfego misto, emprega meios e processos de produção uniformes — tais como a operação de composições do mesmo tipo — seus custos totais poderão ser repartidos entre os montantes totais de seus desempenhos operacionais (medidos em composições · km, carros · km, eixos · km), ou de seus desempenhos de tráfego (medidos em passageiros transportados ou em passageiros · km). Através dêsse "cálculo de divisão" obtêm-se os custos por unidade de desempenho.

Os custos deverão ser cotejados com o valor dos desempenhos. Para êste cálculo considera-se, também em forma de anuidade, apenas o desempenho real representado pela receita das passagens vendidas.

1.5 Base de cálculo

Com o objetivo de possibilitar a comparação de tôdas as despesas e receitas foi necessário estabelecer uma base uniforme de cálculo, havendo sido fixada a data de 1.° de julho de 1968. Os custos foram todos expressos em US$, e sempre que para maior clareza parecesse conveniente, foi feita também a conversão para NCr$, à taxa de câmbio vigente naquela data, i.é, US$ 1,00 = NCr$ 3,20.

1.6 Programação e anos-prazo

Com o fito de poder executar os cálculos de rentabilidade na forma descrita são estabelecidos os valôres básicos necessários, a saber:

investimentos,
custos anuais totais,
receitas.

A seguir se cotejam os custos operacionais do metrô com os de outros meios urbanos de transporte coletivo de massas, dentro e fora do Brasil.
Finalmente são tecidas considerações plutonômicas (relação benefício-custo).
As investigações foram feitas para dois anos-prazo:
1975: entrada em operação da "Linha Prioritária",
1990: entrada em operação da Rêde do Metrô.

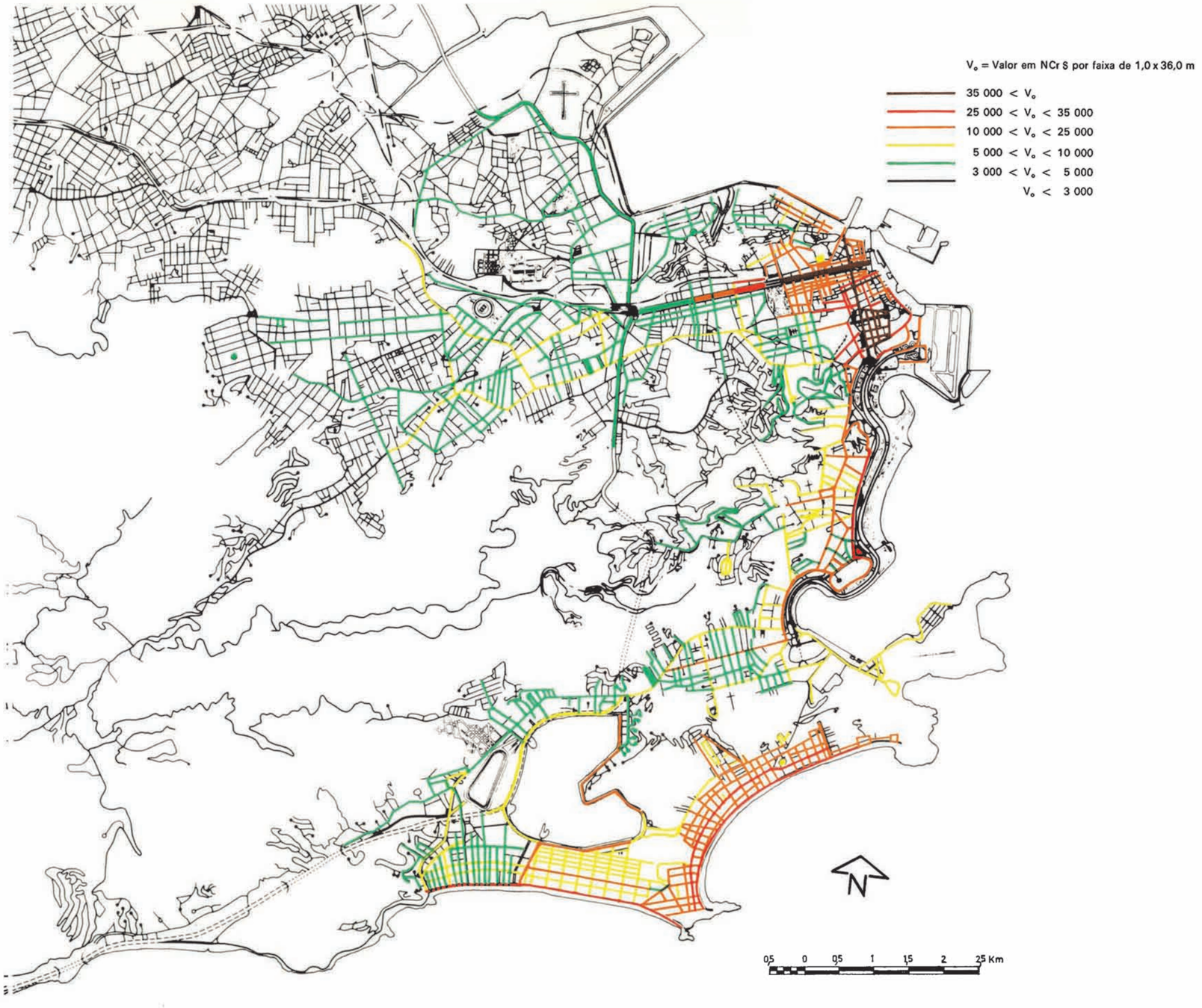


Fig. K1
Custo unitário da terra – "Micro-área" (1968)

2. Investimentos

2.1 **Bases para o cálculo dos investimentos**

Os investimentos para a implantação da "Linha Prioritária" e da Rêde do Metrô, incluindo tôdas as instalações fixas e o material rodante, foram estimados principalmente com base nos seguintes elementos:

a) a Rêde do Metrô descrita em E 2,

b) os elementos básicos para o planejamento técnico, conforme Cap. F,

c) os dados relativos ao material rodante, conforme Cap. G,

d) custos unitários, segundo a experiência internacional e as características do mercado brasileiro.

A apuração dos custos para a "Linha Prioritária", com cêrca de 20 km de extensão — tendo em vista o projeto preliminar elaborado (Cap. H) em plantas na escala 1:1 000, os projetos mais detalhados das estações, as sondagens do subsolo, os estudos das rêdes de serviços públicos existentes, etc. — pôde ser executada com maior grau de exatidão do que foi possível para os restantes cêrca de 50 km da Rêde do Metrô, traçada apenas em uma planta na escala 1:20 000 (Fig. E 30).

2.2 **Características da estrutura de custos**

Uma comparação com os custos de outros metrôs em projeto, em construção ou já construídos sòmente poderá ser feita com reservas, porquanto as condições geológicas, hidrológicas e climáticas, como também as condições urbanísticas e técnicas e a estrutura dos preços podem estar situados em planos bem diferentes. Essas diferenças deveriam, de início, ser examinadas e reduzidas a uma base uniforme, antes de ser possível encontrar grandezas comparáveis apropriadas.

A estrutura de custos do Metrô do Rio de Janeiro, quando comparada com a de outros metrôs, apresenta algumas particularidades.

2.2.1 Particularidades da estrutura do tráfego

Demanda de tráfego mais elevada e enfeixamento dos fluxos de tráfego em faixas de tráfego relativamente estreitas são características do Rio de Janeiro. Há portanto razões oriundas do tráfego e de ordem econômica que recomendam dotar as linhas do metrô de grande capacidade de desempenho (D 5.3.2: capacidade de desempenho prático de 533 000 passageiros por dia e por sentido). Sob êste aspecto o metrô planejado para o Rio de Janeiro é um dos que se encontram à frente de todos os metrôs existentes e até hoje projetados. Em particular, esta notável capacidade de desempenho tem influencia sob vários aspectos no projeto e nos custos do metrô, tais como:

maior volume de passageiros:	necessidade de plataformas mais amplas, maior número de escadas rolantes,
carros mais largos:	necessários para atender ao notável fluxo de passageiros previsto,
composições rápidas:	necessidade de velocidades máximas mais altas, maior aceleração de partida e de frenagem, resultando daí maior irradiação de calor que deve ser absorvido por grandes instalações de ventilação e de climatização,
menor intervalo entre composições:	adoção dos mais modernos e desenvolvidos sistemas de sinalização e abastecimento de energia elétrica, altamente automatizados,
maior número de composições:	necessidade de maiores pátios de estacionamento e de áreas para oficinas,
elevado índice de segurança:	utilização das mais modernas instalações de telecomunicações.

2.2.2 Particularidades da topografia e do quadro urbano

As premissas geológicas, hidrológicas e urbanísticas influenciaram a escolha do traçado das linhas e a determinação dos métodos de construção, conduzindo a soluções específicas em cada caso. Isto é particularmente expressivo para a "Linha Prioritária", que atravessa zonas caracteristicamente centrais. Dentre estas premissas mencionam-se:

zonas com a existência de antigas lagoas e de aluvião no subsolo,
existência de lençol freático pràticamente ao longo de tôda a "Linha Prioritária" e em grandes trechos da Rêde,
acentuada concentração de edificações de grande altura, e muito próximas da cava,
ruas estreitas, implicando, em vários casos, na necessidade de adotar soluções técnicas especiais para permitir a continuidade do tráfego de superfície existente.

2.2.3 Influências do clima tropical

Devido à localização da cidade na zona entre os trópicos e ao nível do mar, o seu clima é francamente tropical. Atualmente existem poucos metrôs em serviço sob estas condições climáticas.
As dificuldades surgidas em vários metrôs quando ocorrem elevadas temperaturas ambientes demonstram a necessidade de dimensionar suficientemente as instalações de ventilação e de condicionamento do ar. O clima é um fator que influencia a previsão de maior número de escadas rolantes para o confôrto dos passageiros.

2.2.4 Localização do conjunto das oficinas

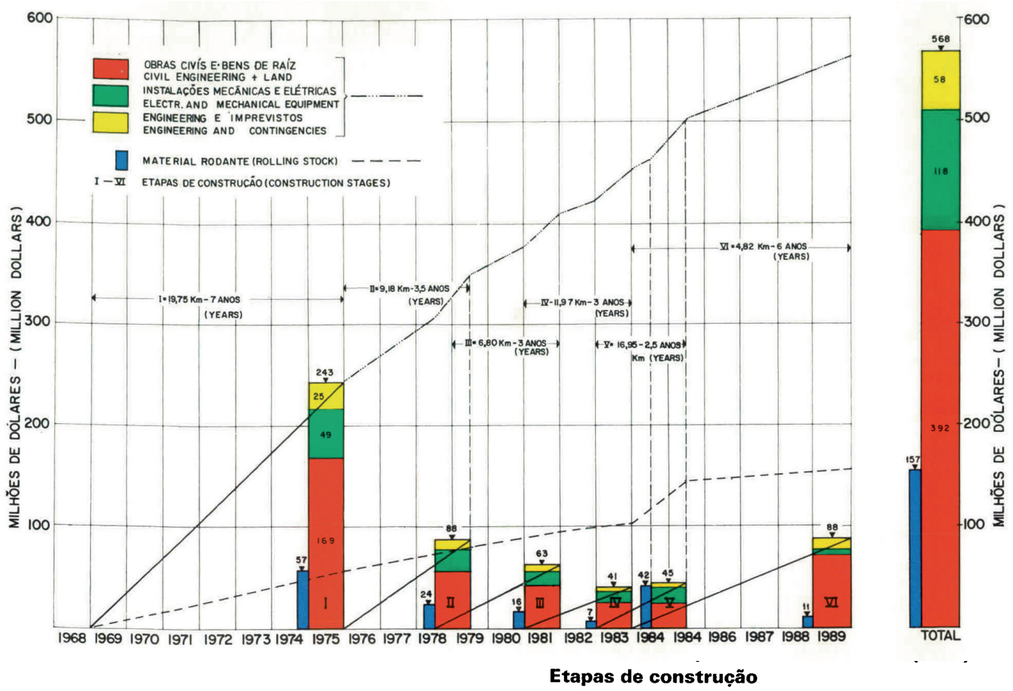
Desde o início das operações do primeiro trecho de metrô serão necessários pátios de estacionamento e uma oficina de reparos para as composições. Pelos motivos expostos em E 1.1.7 elas deverão ser localizadas no Centro, em área adjacente à Estação D. Pedro II.

2.2.5 Comparação com custos de outros metrôs

Consideradas essas circunstâncias, depreende-se porque os custos por km da "Linha Prioritária" são mais elevados do que os custos por km de tôda a Rêde do Metrô. Os custos totais do Metrô do Rio de Janeiro deverão ficar situados na faixa dos valôres internacionais, mesmo consideradas as particularidades acima enumeradas.
Na Tab. K1 foram compilados alguns custos/km de modernos sistemas de transporte rápido em operação ou em projeto.

Tab. K1
Custos médios de diversos sistemas de transporte rápido

Metrô	Extensão da linha km	Custo médio de um quilômetro US $ milhões
São Paulo, Linha Norte-Sul	14,1	13,5
Hong-Kong	11,6	12,8
Munique	15,1	12,0
Munique "S-Bahn" (área central)	4,0	22,0
São Francisco	120,0	9,4
Rio de Janeiro — Rêde do Metrô (1990)	69,5	8,2
Rio de Janeiro — "Linha Prioritária" (1975)	19,8	12,3



Etapas de construção

Nessa tabela foram registrados os custos para a "Linha Prioritária" (1975) e para a Rêde do Metrô (1990), constantes da Tab. K2. A Tab. K1 demonstra que os investimentos para a "Linha Prioritária" situam-se no nível dos citados empreendimentos internacionais. Os custos totais para a Rêde do Metrô situam-se na ordem de grandeza dos custos do projeto de São Francisco que, também devido ao túnel submarino sob sua baía, apresenta um certo paralelismo com o projeto do Rio de Janeiro, com túnel submarino entre o Rio e Niterói.

2.3 **Considerações sôbre os investimentos**

O cálculo dos investimentos, que só pode ser feito por estimativa, sujeito portanto a uma certa margem de incertezas, poderia sugerir a adoção de critérios sempre compreendidos na faixa superior da margem de segurança concedida. Todavia não foi êsse o caminho escolhido.
Os custos apurados para instalacões fixas e material rodante mais claramente discerníveis, ao contrário, aproximam-se o máximo possível do limite inferior realisticamente justificável. Para serviços cujos custos são difíceis de determinar sem pesquisas mais detalhadas de subsolo, plantas topográficas mais exatas, plantas cadastrais de uso do solo e de edificações, os custos calculados são justos mas, ainda assim, com alguma margem de segurança.
Sob estas perspectivas foram estimados os investimentos indicados na Tab. K2, separados por itens e por etapas de construção.
Êsses custos foram baseados nas considerações que se seguem.

2.3.1 Item 0: Aquisição de bens de raiz

Para a construção da "Linha Prioritária" (sem o conjunto das oficinas) será necessário adquirir definitivamente cêrca de 50 000 m² de áreas de propriedade particular. Neste total acham-se, entretanto, incluídos mais de 40 000 m² que de qualquer modo deverão ser adquiridos ou, se necessário, desapropriados pelo poder público para o alargamento já planejado de logradouros, abertura de novas ruas e saneamento da cidade (Cidade Nova), e que, assim, não deverão onerar o projeto do metrô.
Será ainda necessário adquirir temporàriamente cêrca de 6 800 m² de áreas para construção a céu aberto. Após o término da construção do túnel essas áreas poderão ser revendidas. É provável que a valorização seja tão grande, que possa cobrir todos os custos relativos à aquisição temporária. Por isto não será preciso debitar ao projetado metrô o custo da aquisição inicial. Também os custos de demolição de edificações existentes nas áreas adquiridas na maioria das vêzes poderão ser cobertos pela venda ou cessão dos materiais usados às emprêsas de demolição.
Os valôres de mercado estimados para a aquisição definitiva de terrenos foram obtidos da Emprêsa Técnica de Avaliações e Pesquisas — Valit. Quanto aos valôres de terrenos, veja-se a Fig. K1 (ver também C2).

2.3.2 Item 1: Infra-estrutura

Por "infra-estrutura" se entende todo o conjunto de obras civis cuja execução é necessária para o assentamento da via permanente no trecho livre entre estações.
Compreende, portanto, desde os simples terraplenos nos trechos em nível, até tôda a espécie de construção de viadutos nas vias em elevado e de túneis em trechos subterrâneos. Não foram incluídas vias de retôrno e chaves de via, que estão computadas no item 3, por constituírem parte das instalações das estações.
Os recobrimentos das cavas de construção foram considerados.

2.3.3 Item 2: Via permanente

Os custos aqui orçados incluem o fornecimento e a instalação de trilhos, chaves de via e elementos de fixação dos trilhos, dormentes, lastro.

2.3.4 Item 3: Estações e outras obras civis

Por motivos técnicos, nas duas Estações de cruzamento Largo da Carioca e Estácio de Sá será necessário incluir já na Etapa de construção I ("Linha Prioritária"), e antes, pois, da Etapa II, o custo da parte da estação relativa à Linha 2, situada diretamente sob a Linha 1.
Os recobrimentos das cavas de construção necessários nas áreas das estações foram considerados.

2.3.5 Item 4: Sinalização e Telecomunicações

Para o cálculo dêsses custos foram estabelecidos preços-base por km para as instalações fixas e por unidade de carros para o material rodante, obtidos de vários metrôs comparáveis.

2.3.6 Item 5: Instalações elétricas

Os custos a serem considerados neste item abrangem: subestações primárias de 132 kV/23 kV, cabos de alimentação, cabos de 23 kV, subestações retificadoras, cabos de retôrno da corrente, terceiros trilhos, comando remoto, abastecimento de energia para estações e para trechos em túnel.

2.3.7 Item 6: Equipamentos e instalações mecânicas e Item 7: Máquinas e ferramentas

Até 1975 a "Linha Prioritária" será equipada com apenas 75% do total das escadas rolantes previstas, porquanto a demanda total do tráfego sòmente será atingida após aquêle ano. Os restantes 25% foram distribuídos sôbre as etapas de construção seguintes.
A ventilação dos túneis em cada trecho deverá ser instalada integralmente desde o início. A instalação do conjunto das oficinas e a aquisição de máquinas e ferramentas terão lugar progressivamente, conforme o crescimento da Rêde e do parque de material rodante.
Em vista do volume do equipamento inicial, a Etapa de construção I será relativamente mais onerada que as demais.

2.3.8 Item 8: Diversos:

2.3.8.1 Item 8.1: Despesas efetuadas uma única vez

O item 8.1 abrange: vistorias, remanejamento das rêdes de serviços públicos, recomposição de logradouros e indenizações a terceiros.
Deixaram de ser computados os custos de desvios do tráfego, pois admitiu-se que as providências necessárias (placas de sinalização, instalação de sinais luminosos, policiamento do tráfego, preparação das vias auxiliares de desvio) são atribuições da administração das vias urbanas e do Departamento de Trânsito.

2.3.8.2 Item 8.2: Projeto e fiscalização das obras ("engineering")

Foram computados 10% dos custos (itens 1 a 7 e 8.1) das instalações fixas (inclusive sistemas) para projeto e fiscalização das obras, que abrangem os seguintes serviços específicos:

- anteprojetos com estimativa de custos,
- projetos definitivos com orçamento,
- contratação da execução das obras civis e dos sistemas,
- supervisão da execução,
- medição e faturamento,
- elaboração de plantas limpas dos serviços executados.

2.3.8.3 Item 8.3: Imprevistos

À soma dos itens 0 a 8.2 foram adicionados 2% para imprevistos, a serem considerados como margem apenas suficiente.

2.3.9 Item 9: Material rodante

A frequência de composições que deve ser mantida durante as horas de "rush" determina o número das composições necessárias, inclusive as reservas indispensáveis para as composições em revisão e em reparos. Deverão ainda ser adquiridos diversos veículos especiais.

2.4 **Resumo dos investimentos**

O resumo dos investimentos, separados por "Linha Prioritária" (1975) e Rêde do Metrô (1990), é apresentado
na Tab. K2 subdividido por itens e
na Fig. K2 baseado nas etapas de construção, Fig. E32 e E33, subdividido em:

- A obras civis e bens de raiz,
- B instalações mecânicas e elétricas
- C "engineering" e imprevistos,
- D material rodante.

Tab. K2 – parte 1
Investimentos por etapa de construção e por linha (US$ 1 000)

Item	Referência	Etapas de construção da Rêde do Metrô								
		I „Linha Prioritária"	II	III	IV	V	VI	I+III+IV	II+V+VI	I até VI
		Linha 1 Praça Saenz Peña—Praça N. S. da Paz	Linha 2 Castelo—Triagem	Linha 1 Praça Saenz Peña—Boca do Mato	Linha 1 Boca do Mato—Jacarepaguá	Linha 2 Triagem—Pavuna	Linha 2 Castelo—Niterói	Linha 1 Praça Saenz Peña—Jacarepaguá	Linha 2 Niterói—Pavuna	Linha 1+2 Rêde do Metrô (1990)
	Distância entre centros das estações terminais (km)	18,04	8,49	7,65	11,39	16,75	4,55	37,08	29,79	66,87
	Extensão da linha (km)	19,75	9,18	6,80	11,97	16,95	4,82	38,52	30,95	69,47
0	**Aquisição de bens de raiz**									
0.1	Aquisição de terrenos (inclusive desapropriações)	6 394	5 875	2 500	5 231	5 438	1 625	14 125	12 938	27 063
0.2	Indenizações ref. edificações	4 948	810	1 900	430	810	600	7 278	2 220	9 498
	Soma item 0	11 342	6 685	4 400	5 661	6 248	2 225	21 403	15 158	36 561
1	**Infra-estrutura** (estações ver item 3)									
1.1	Construção em nível, em corte, em terrapleno	2 110	2 377	850	3 301	4 915	—	6 261	7 292	13 553
1.2	Construção em viaduto	—	—	—	325	600	—	325	600	925
1.3	Construção em túnel	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.3.1	a céu aberto e semi-aberto	38 112	13 761	18 144	1 908	—	—	58 164	13 761	71 925
1.3.2	pelo método de escudo	28 892	—	—	—	—	—	28 892	—	28 892
1.3.3	pelo método mineiro	1 930	—	4 800	8 750	—	—	15 480	—	15 480
1.3.4	subaquático	—	—	—	—	—	62 000	—	62 000	62 000
1.4	Pontes, cruzamentos inferiores e superiores	—	585	—	1 575	5 670	—	1 575	6 255	7 830
	Soma item 1	71 044	16 723	23 794	15 859	11 185	62 000	110 697	89 908	200 605
2	**Via permanente**									
2.1	Vias	3 405	1 645	1 443	1 716	2 606	650	6 564	4 901	11 465
2.2	Chaves de via	840	790	720	440	630	150	2 000	1 570	3 570
2.3	Material de reposição	42	24	22	22	32	8	86	64	150
	Soma item 2	4 287	2 459	2 185	2 178	3 268	808	8 650	6 535	15 185
3	**Estações e outras obras civis**									
3.1	Estações	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.1	Construção em nível, em corte, em terrapleno	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.1.1	sem instalações auxiliares	—	530	—	450	1 320	—	450	1 850	2 300
3.1.1.2	com instalações auxiliares	—	400	—	1 450	2 010	—	1 450	2 410	3 860
3.1.2	Construção em subterrâneo (céu aberto e semi-aberto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.2.1	sem instalações auxiliares	32 860	3 600	7 920	—	—	—	40 780	3 600	44 380
3.1.2.2	com instalações auxiliares	31 437	15 435	4 032	—	—	8 235	35 469	23 670	59 139
3.1.2.3	em dois níveis	11 837	10 400	—	—	—	—	11 837	10 400	22 237
3.2	Edifício de administração	1 500	—	—	—	—	—	1 500	—	1 500
3.3	Edifícios para as instalações de suprimento de energia	1 525	465	480	320	395	75	2 325	935	3 260
3.4	Edifícios para o conjunto das oficinas	3 000	—	90	—	—	—	3 090	—	3 090
	Soma item 3	82 159	30 830	12 522	2 220	3 725	8 310	96 901	42 865	139 766
4	**Sinalização e Telecomunicações**									
4.1	Sinalização	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.1.1	Equipamento das vias	3 697	1 725	1 569	2 119	3 254	865	7 385	5 844	13 229
4.1.2	Equipamento dos carros	1 850	777	518	222	1 369	370	2 590	2 516	5 106
4.2	Telecomunicações	800	323	292	421	637	173	1 513	1 133	2 646
	Soma item 4	6 347	2 825	2 379	2 762	5 260	1 408	11 488	9 493	20 981
5	**Instalações elétricas**									
5.1	Energia primária	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.1.1	Subestações	1 260	280	—	630	630	—	1 890	910	2 800
5.1.2	Cabos	2 825	1 617	1 050	1 815	2 375	395	5 690	4 387	10 077
5.2	Equipamento para suprimento de corrente de tração	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.2.1	Subestações	4 637	2 416	1 750	1 760	2 616	436	8 147	5 468	13 615
5.2.2	Terceiro trilho	3 436	1 677	1 172	1 746	2 419	620	6 354	4 716	11 070
5.2.3	Retôrno da corrente	1 350	620	475	75	1 224	300	1 900	2 144	4 044
5.2.4	Comando remoto	635	325	195	300	380	50	1 130	755	1 885
5.3	Energia para serviços auxiliares	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.3.1	Instalações elétricas nas estações	1 728	640	355	230	370	70	2 313	1 080	3 393
5.3.2	Instalações elétricas nos túneis	215	52	70	20	—	49	305	101	406
5.4	Material de reposição	414	153	76	79	118	20	569	291	860
	Soma item 5	16 500	7 780	5 143	6 655	10 132	1 940	28 298	19 852	48 150

Tab. K2 — parte 2
Investimentos por etapa de construção e por linha
(US$ 1 000)

Item	Referência	Etapas de construção da Rêde do Metrô								
		I "Linha Prioritária"	II	III	IV	V	VI	I+III+IV	II+V+VI	I até VI
		Linha 1 Praça Saenz Peña—Praça N. S. da Paz	Linha 2 Castelo—Triagem	Linha 1 Praça Saenz Peña—Boca do Mato	Linha 1 Boca do Mato—Jacarepaguá	Linha 2 Triagem—Pavuna	Linha 2 Castelo—Niterói	Linha 1 Praça Saenz Peña—Jacarepaguá	Linha 2 Niterói—Pavuna	Linha 1+2 Rêde do Metrô (1990)
	Distância entre centros das estações terminais (km)	18,04	8,49	7,65	11,39	16,75	4,55	37,08	29,79	66,87
	Extensão da linha (km)	19,75	9,18	6,80	11,97	16,95	4,82	38,52	30,95	69,47
6	**Equipamentos e instalações mecânicas**									
6.1	Escadas rolantes	9 071	5 250	2 400	1 024	—	700	12 495	5 950	18 445
6.2	Equipamentos de ventilação	1 600	580	315	25	—	63	1 940	643	2 583
6.3	Equipamentos do conjunto das oficinas	980	—	630	—	—	—	1 610	—	1 610
6.4	Instalações de limpeza	160	—	—	—	—	—	160	—	160
	Soma item 6	11 811	5 830	3 345	1 049	—	763	16 205	6 593	22 798
7	**Máquinas e ferramentas**									
	Soma item 7	146	63	72	36	63	7	254	133	387
8	**Diversos**									
8.1	Despesas efetuadas uma única vez	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.1.1	Vistorias	167	84	72	—	—	—	239	84	323
8.1.2	Remanejamento das rêdes de serviços públicos	10 508	3 545	1 665	25	175	710	12 198	4 430	16 628
8.1.3	Recomposição de logradouros	2 167	1 065	805	30	—	65	3 002	1 130	4 132
8.1.4	Indenizações a terceiros	1 595	704	501	581	659	227	2 677	1 590	4 267
	Soma item 8.1	(14 437)	(5 398)	(3 043)	(636)	(834)	(1 002)	(18 116)	(7 234)	(25 350)
	Soma itens 1 até 8.1	(206 731)	(71 908)	(52 483)	(31 395)	(34 467)	(76 238)	(290 609)	(182 613)	(473 222)
8.2	Projeto e fiscalização das obras ("Engineering"): 10% da Soma itens 1 até 8.1	20 673	7 191	5 248	3 140	3 446	7 624	29 061	18 261	47 322
	Soma itens 0 até 8.2	(238 746)	(85 784)	(62 131)	(40 196)	(44 161)	(86 087)	(341 073)	(216 032)	(557 105)
8.3	Imprevistos: 2% da Soma itens 0 até 8.2	4 775	1 716	1 243	804	883	1 721	6 821	4 321	11 142
	Soma item 8	39 885	14 305	9 534	4 580	5 163	10 347	53 998	29 816	83 814
	Soma itens 0 até 8	243 521	87 500	63 374	41 000	45 044	87 808	347 894	220 353	568 247
9	**Material rodante, veículos nao ferroviários**									
9.1	Carros motores	55 500	23 310	15 540	6 660	41 070	11 100	77 700	75 480	153 180
9.2	Locomotivas	170	—	—	—	170	—	170	170	340
9.3	Carros em geral	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.3.1	Composições de socorro	60	—	—	—	—	—	60	—	60
9.3.2	Vagões de carga	50	—	—	—	—	—	50	—	50
9.4	Outros tipos de material rodante	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.1	Lastro de serviço	100	—	—	—	50	—	100	50	150
9.4.2	Automóveis de linha	10	—	—	—	—	—	10	—	10
9.4.3	Carros dinamométricos	72	—	—	—	—	—	72	—	72
9.4.4	Socadoras	—	80	—	—	—	—	—	80	80
9.4.5	Carro esmerilhador de trilhos	—	—	—	—	—	80	—	80	80
9.5	Veículos não ferroviários	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5.1	Carros particulares	6	—	—	3	—	—	9	—	9
9.5.2	Camionetas	12	—	—	4	4	—	16	4	20
9.5.3	Caminhões	10	—	10	—	—	—	20	—	20
9.6	Outros veículos	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.6.1	Empilhadeiras	22	—	11	—	—	—	33	—	33
9.6.2	Carrinhos a bateria	10	—	—	5	—	—	15	—	15
9.7	Material de reposição	1 120	470	233	100	543	543	1 453	1 146	2 599
	Soma item 9	57 142	23 860	15 794	6 772	41 837	11 313	79 708	77 010	156 718
	Total itens 0 até 9	300 663	111 360	79 168	47 772	86 881	99 121	427 602	297 363	724 965

Os custos das instalações fixas e do material rodante poderão ser vistos na Tab. K3 para a "Linha Prioritária" e na Tab. K4 para a Rêde do Metrô (1990) (colunas 1 a 6). A Tab. K5 mostra a distribuição anual, até a conclusão da Rêde do Metrô, dos investimentos apresentados na Fig. K2 para as diversas etapas de construção, i. é, de 1969 a 1989.

2.5 Investimentos por quilômetro

Os investimentos totais (exclusive material rodante) para a "Linha Prioritária", com 19,754 km de extensão (inclusive o Edifício da Administração e o Conjunto das Oficinas), elevam-se a US$ 243,5 milhões, ou seja, US$ 12,4 milhões por km.
Os investimentos totais (exclusive material rodante) para a Rêde do Metrô (1990), com 69,471 km de extensão, elevam-se a US$ 568,2 milhões, ou seja, US$ 8,2 milhões por km.

Tab. K3 – parte 1
Investimentos, manutenção, depreciação e juros calculatórios – Linha Prioritária (1975)

1	2	3	4	5	6 = 3×5	7	8	9	10 = 6—(7+9)	11	12 = 10×11:100	13	14 = 10:13	15	16 = 10×15:100
				Custos de construção ou aquisição						Manutenção		Depreciação		Juros calculatórios	
Item	Referência	Quantidade	Unidade	p/unidade	Total	Instalações de manutenção	Material de reposição		Excl. inst. manut. e material de reposição		por ano	vida útil	por ano	Juros médios	por ano
				US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	%	US$ 1 000	US$ 1 000	%	US$ 1 000	ano	US$ 1 000	%	US$ 1 000
0	**Aquisição de bens de raiz**														
0.1	Aquisição de terrenos (inclusive desapropriações)	0,093	km²	68 753	6 394	1 550	—	—	4 844	—	—	—	—	7,00	339
0.2	Indenizações para edificações	—	—	—	4 948	930	—	—	4 018	—	—	—	—	7,00	281
	Soma item 0	—	—	—	11 342	2 480	—	—	8 862	—	—	—	—	—	620
1	**Infra-estrutura** (estações ver item 3)														
1.1	Construção em nível, em corte, em terrapleno	—	—	—	2 110	1 055	—	—	1 055	1	11	100	11	6,00	63
1.2	Construção em viaduto	—	km 2 vias	—	—	—	—	—	—	1	—	80	—	5,78	—
1.3	Construção em túnel	—	km 2 vias	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.3.1	a céu aberto e semi-aberto	8,509	km 2 vias	4 479	38 112	—	—	—	38 112	1	381	125	305	6,00	2 287
1.3.2	pelo método de escudo	5,150	km 1 via	5 610	28 892	—	—	—	28 892	1	289	125	231	6,00	1 734
1.3.3	pelo método mineiro	0,965	km 2 vias	2 000	1 930	—	—	—	1 930	1	19	125	15	6,00	116
1.3.4	subaquático	—	km 2 vias	—	—	—	—	—	—	1	—	80	—	5,78	—
1.4	Pontes, cruzamentos inferiores e superiores	—	Unidade	—	—	—	—	—	—	1	—	80	—	5,78	—
	Soma item 1	—	—	—	71 044	1 055	—	—	69 989	1	700	—	562	—	4 200
2	**Via permanente**														
2.1	Vias	49,000	km	69	3 405	330	—	—	3 075	2	62	20	154	4,44	137
2.2	Chaves de via	84	DU	10	840	150	—	—	690	2	14	20	35	4,44	31
2.3	Material de reposição	—	—	—	42	5	1	37	—	—	—	—	—	—	—
	Soma item 2	—	—	—	4 287	485	—	37	3 765	—	76	—	189	—	168
3	**Estações e outras obras civis**														
3.1	Estações	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.1	Construção em nível, em corte, em terrapleno	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.1.1	sem instalações auxiliares	—	Unidade	—	—	—	—	—	—	1,5	—	60	—	5,46	—
3.1.1.2	com instalações auxiliares	—	Unidade	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.2	Construção em subterrâneo (céu aberto e semi-aberto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.2.1	sem instalações auxiliares	15	Unidade	2 190	32 860	—	—	—	32 860	1,5	493	100	329	6,00	1 975
3.1.2.2	com instalações auxiliares	5	Unidade	6 287	31 437	—	—	—	31 437	1,5	472	100	314	6,00	1 889
3.1.2.3	em dois níveis	2	Unidade	5 918	11 837	—	—	—	11 837	1,5	178	100	118	6,00	711
3.2	Edifício de administração	1	Unidade	1 500	1 500	—	—	—	1 500	1,5	23	60	25	5,46	82
3.3	Edifícios para as instalações de suprimento de energia	12	Unidade	127	1 525	13	—	—	1 512	1,5	23	60	25	5,46	83
3.4	Edifícios para o conjunto das oficinas	2	Unidade	—	3 000	3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Soma item 3	—	—	—	82 159	3 013	—	—	79 146	—	1 189	—	811	—	4 740
4	**Sinalização e Telecomunicações**														
4.1	Sinalização	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.1.1	Equipamento das vias	18,040	km	205	3 697	135	5	178	3 384	1	34	50	68	5,25	178
4.1.2	Equipamento dos carros	100	Unidade	19	1 850	—	5	93	1 757	2	35	35	50	4,87	86
4.2	Telecomunicações	—	—	—	800	57	0,2	1	742	4	30	25	30	4,58	34
	Soma item 4	—	—	—	6 347	192	—	272	5 883	—	99	—	148	—	298
5	**Instalações elétricas**														
5.1	Energia primária	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.1.1	Subestações	2	Unidade	630	1 260	11	—	—	1 249	2	25	50	25	5,25	66
5.1.2	Cabos	20,000	km	141	2 825	13	—	—	2 812	2	56	50	56	5,25	148
5.2	Equipamento para suprimento de corrente de tração	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.2.1	Subestações	10	Unidade	464	4 637	—	—	—	4 637	2	93	50	93	5,25	243
5.2.2	Terceiro trilho	49,500	km	69	3 436	281	—	—	3 155	2	63	50	63	5,25	166
5.2.3	Retôrno da corrente	18,500	km	73	1 350	5	—	—	1 345	3	40	50	27	5,25	71
5.2.4	Comando remoto	1	Unidade	635	635	88	—	—	547	3	16	50	11	5,25	29
5.3	Energia para serviços auxiliares	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.3.1	Instalações elétricas nas estações	22	Estação	79	1 728	39	—	—	1 689	5	84	40	42	5,00	48
5.3.2	Instalações elétricas nos túneis	20	km	11	215	—	—	—	215	5	11	40	5	5,00	11
5.4	Material de reposição	—	—	—	414	11	2,5	403	—	—	—	—	—	—	—
	Soma item 5	—	—	—	16 500	448	—	403	15 649	—	388	—	322	—	818

Tab. K3 – parte 2
Investimentos, manutenção, depreciação e juros calculatórios – Linha Prioritária (1975)

1	2	3	4	5	6 = 3×5	7	8	9	10 = 6—(7+9)	11	12 = 10×11:100	13	14 = 10:13	15	16 = 10×15:100
Item	Referência	Quantidade	Unidade	Custos de construção ou aquisição						Manutenção		Depreciação		Juros calculatórios	
				p/unidade	Total	Instalações de manutenção	Material de	reposição	Excl. inst. manut. e material de reposição		por ano	vida útil	por ano	Juros médios	por ano
				US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	%	US$ 1 000	US$ 1 000	%	US$ 1 000	ano	US$ 1 000	%	US$ 1 000
6	**Equipamentos e instalações mecânicas**														
6.1	Escadas rolantes	171	Unidade	53	9 071	—	—	—	9 071	3	272	30	302	4,73	429
6.2	Equipamentos de ventilação	202	Unidade	8	1 600	—	—	14	1 586	5	79	40	39	5,00	79
6.3	Equipamentos do conjunto das oficinas	—	—	—	980	980	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.4	Instalações de limpeza	1	Unidade	160	160	—	—	—	160	5	8	30	5	4,73	8
	Soma item 6	—	—	—	11 811	980	—	14	10 817	—	359	—	346	—	516
7	**Máquinas e ferramentas**														
	Soma item 7	—	—	—	146	60	—	—	86	4	3	10	9	4,24	4
8	**Diversos**														
8.1	Despesas efetuadas uma única vez	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.1.1	Vistorias	—	—	—	167	—	—	—	167	—	—	—	—	—	—
8.1.2	Remanejamento das rêdes de serviços públicos	—	—	—	10 508	—	—	—	10 508	—	—	—	—	—	—
8.1.3	Recomposição de logradouros	—	—	—	2 167	—	—	—	2 167	—	—	—	—	—	—
8.1.4	Indenizações a terceiros	—	—	—	1 595	—	—	—	1 595	—	—	—	—	—	—
	Soma item 8.1	—	—	—	(14 437)	(—)	—	(—)	(14 437)	—	—	—	—	—	—
	Soma item 1 até 8.1	—	—	—	(206 731)	(6 233)	—	(726)	(199 772)	—	—	—	—	—	—
8.2	Projeto e fiscalização das obras ("Engineering"): 10% da soma itens 1 até 8.1	—	—	—	20 673	623	—	—	20 050	—	—	—	—	—	—
	Soma itens 0 até 8.2	—	—	—	(238 746)	(9 326)	—	(726)	(228 684)	—	—	—	—	—	—
8.3	Imprevistos: 2% da soma itens 0 até 8.2	—	—	—	4 775	174	—	15	4 586	—	—	—	—	—	—
	Soma item 8	—	—	—	39 885	797	—	15	39 073	—	—	78	509	5,75	2 283
	Soma itens 0 até 8	—	—	—	243 521	9 510	—	741	233 270	—	2 811	—	2 896	—	13 647
9	**Material rodante, veículos não ferroviários**														
9.1	Carros motores	50	Composições	1 110	55 500	—	—	—	55 500	US$ 0,27 p/km	1 620	35	1 586	4,87	2 702
9.2	Locomotivas	1	Unidade	170	170	170	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.3	Carros em geral	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.3.1	Composições de socorro	1	Unidade	60	60	—	—	—	60	2	1	30	2	4,73	3
9.3.2	Vagões de carga	5	Unidade	10	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4	Outros tipos de material rodante	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.1	Lastro de serviço	2	Unidade	50	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.2	Automóveis de linha	1	Unidade	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.3	Carros dinamométricos	1	Unidade	72	72	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.4	Socadoras	—	Unidade	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.5	Carro esmerilhador de trilhos	—	Unidade	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5	Veículos não ferroviários	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5.1	Carros particulares	2	Unidade	3	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5.2	Camionetas	3	Unidade	4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5.3	Caminhões	1	Unidade	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.6	Outros veículos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.6.1	Empilhadeiras	2	Unidade	11	22	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.6.2	Carrinhos a bateria	2	Unidade	5	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.7	Material de reposição	—	—	—	1 120	9	—	1 111	—	—	—	—	—	—	—
	Soma item 9				57 142	471		1 111	55 560		1 621		1 588		2 705
	Total itens 0 até 9	—	—	—	300 663	9 981		(1 852) 1 852	288 830		4 432		4 484	7,00	129 16 481

Tab. K4 – parte 1
Investimentos, manutenção, depreciação e juros calculatórios – Rêde do Metrô (1990)

1	2	3	4	5	6=3×5	7	8	9	10=6—(7+9)	11	12=10×11:100	13	14=10:13	15	16=10×15:100
				Custos de construção ou aquisição						Manutenção		Depreciação		Juros calculatórios	
Item	Referência	Quantidade	Unidade	p/unidade	Total	Instalações de manutenção	Material de reposição		Excl. inst. manut. e material de reposição		por ano	vida útil	por ano	Juros médios	por ano
				US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	%	US$ 1 000	US$ 1 000	%	US$ 1 000	ano	US$ 1 000	%	US$ 1 000
0	**Aquisição de bens de raiz**														
0.1	Aquisição de terrenos (inclusive desapropriações)	1 197	km²	22 609	27 063	1 617	—	—	25 446	—	—	—	—	7,00	1 781
0.2	Indenizações para edificações	—	—	—	9 498	1 870	—	—	7 628	—	—	—	—	7,00	534
	Soma item 0	—	—	—	36 561	3 487	—	—	33 074	—	—	—	—	—	2 315
1	**Infra-estrutura** (estações ver item 3)														
1.1	Construção em nível, em corte, em terrapleno	39,84	km 2 vias	340	13 553	2 975	—	—	10 578	1	106	100	106	6,00	636
1.2	Construção em viaduto	0,66	km 2 vias	140	925	—	—	—	925	1	9	80	12	5,78	53
1.3	Construção em túnel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.3.1	a céu aberto e semi-aberto	16,31	km 2 vias	4 410	71 925	—	—	—	71 925	1	719	125	575	6,00	4 316
1.3.2	pelo método de escudo	5,15	km 1 via	5 610	28 892	—	—	—	28 892	1	289	125	231	6,00	1 734
1.3.3	pelo método mineiro	3,32	km 2 vias	4 670	15 480	—	—	—	15 480	1	155	125	124	6,00	929
1.3.4	subaquático	3,93	km 2 vias	15 776	62 000	—	—	—	62 000	1	620	80	775	5,78	3 584
1.4	Pontes, cruzamentos inferiores e superiores	25	Unidade	313	7 830	—	—	—	7 830	1	78	80	98	5,78	453
	Soma item 1	—	—	—	200 605	2 975	—	—	197 630	—	1 976	—	1 921	—	11 705
2	**Via permanente**														
2.1	Vias	171	km	67	11 465	688	—	—	10 777	2	216	20	539	4,44	479
2.2	Chaves de via	357	DU	10	3 570	390	—	—	3 180	2	64	20	159	4,44	141
2.3	Material de reposição	—	—	—	150	11	1	139	—	—	—	—	—	—	—
	Soma item 2	—	—	—	15 185	1 089	—	139	13 957	—	280	—	698	—	620
3	**Estações e outras obras civis**														
3.1	Estações	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.1	Construção em nível, em corte, em terrapleno	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.1.1	sem instalações auxiliares	13	Unidade	177	2 300	—	—	—	2 300	1,5	35	60	38	5,46	126
3.1.1.2	com instalações auxiliares	8	Unidade	483	3 860	—	—	—	3 860	1,5	58	60	64	5,46	211
3.1.2	Construção em subterrâneo (céu aberto e semi-aberto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.1.2.1	sem instalações auxiliares	21	Unidade	2 113	44 380	—	—	—	44 380	1,5	666	100	444	6,00	2 667
3.1.2.2	com instalações auxiliares	10	Unidade	5 914	59 139	—	—	—	59 139	1,5	887	100	591	6,00	3 554
3.1.2.3	em dois níveis	4	Unidade	5 559	22 237	—	—	—	22 237	1,5	334	100	222	6,00	1 336
3.2	Edifício de administração	1	Unidade	1 500	1 500	—	—	—	1 500	1,5	23	60	25	5,46	82
3.3	Edifícios para as instalações de suprimento de energia	33	Unidade	100	3 260	15	—	—	3 245	1,5	49	60	54	5,46	177
3.4	Edifícios para o conjunto das oficinas	2	Unidade	—	3 090	3 090	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Soma item 3	—	—	—	139 766	3 105	—	—	136 661	—	2 052	—	1 438	—	8 153
4	**Sinalização e Telecomunicações**														
4.1	Sinalização	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.1.1	Equipamento das vias	66,85	km	198	13 229	288	5	661	12 280	1	123	50	246	5,25	645
4.1.2	Equipamento dos carros	276	Unidade	19	5 106	—	5	255	4 851	2	97	35	139	4,87	236
4.2	Telecomunicações	—	—	—	2 646	57	0,2	5	2 584	4	103	25	103	4,58	118
	Soma item 4	—	—	—	20 981	345	—	921	19 715	—	323	—	488	—	999
5	**Instalações elétricas**														
5.1	Energia primária	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.1.1	Subestações	4	Unidade	700	2 800	13	—	—	2 787	2	56	50	56	5,25	146
5.1.2	Cabos	68,3	km	148	10 077	13	—	—	10 064	2	203	50	201	5,25	528
5.2	Equipamento para suprimento de corrente de tração	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.2.1	Subestações	31	Unidade	439	13 615	—	—	—	13 615	2	272	50	272	5,25	715
5.2.2	Terceiro trilho	169	km	65	11 070	609	—	—	10 461	2	209	50	209	5,25	549
5.2.3	Retôrno da corrente	54,5	km	74	4 044	5	—	—	4 039	3	121	50	81	5,25	212
5.2.4	Comando remoto	1	Unidade	1 885	1 885	88	—	—	1 797	3	54	50	36	5,25	94
5.3	Energia para serviços auxiliares	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.3.1	Instalações elétricas nas estações	54	Estação	63	3 393	100	—	—	3 293	5	165	40	82	5,00	165
5.3.2	Instalações elétricas nos túneis	37,8	km	11	406	—	—	—	406	5	20	40	10	5,00	20
5.4	Material de reposição	—	—	—	860	15	1,8	845	—	—	—	—	—	—	—
	Soma item 5	—	—	—	48 150	843	—	845	46 462	—	1 100	—	947	—	2 429

Tab. K4 – parte 2
Investimentos, manutenção, depreciação e juros calculatórios – Rêde do Metrô (1990)

1	2	3	4	5	6=3×5	7	8	9	10=6—(7+9)	11	12=10×11:100	13	14=10:13	15	16=10×15:100
				Custos de construção ou aquisição						Manutenção		Depreciação		Juros calculatórios	
Item	Referência	Quantidade	Unidade	p/unidade	Total	Instalações de manutenção	Material de reposição		Excl. inst. manut. e material de reposição		por ano	vida útil	por ano	Juros médios	por ano
				US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	%	US$ 1 000	US$ 1 000	%	US$ 1 000	ano	US$ 1 000	%	US$ 1 000
6	**Equipamentos e instalações mecânicas**														
6.1	Escadas rolantes	348	Unidade	53	18 445	—	—	—	18 445	3	553	30	615	4,73	872
6.2	Equipamentos de ventilação	328	Unidade	8	2 583	—	—	28	2 555	5	128	40	64	5,00	128
6.3	Equipamentos do conjunto das oficinas	—	—	—	1 610	1 610	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.4	Instalações de limpeza	1	Unidade	160	160	—	—	—	160	5	8	30	5	4,73	8
	Soma item 6	—	—	—	22 798	1 610	—	28	21 160	—	689	—	684	—	1 008
7	**Máquinas e ferramentas**														
	Soma item 7	—	—	—	387	100	—	—	287	4	11	10	29	4,24	12
8	**Diversos**														
8.1	Despesas efetuadas uma única vez	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.1.1	Vistorias	—	—	—	323	—	—	—	323	—	—	—	—	—	—
8.1.2	Remanejamento das rêdes de serviços públicos	—	—	—	16 628	—	—	—	16 628	—	—	—	—	—	—
8.1.3	Recomposição de logradouros	—	—	—	4 132	—	—	—	4 132	—	—	—	—	—	—
8.1.4	Indenizações a terceiros	—	—	—	4 267	—	—	—	4 267	—	—	—	—	—	—
	Soma item 8.1	—	—	—	(25 350)	(—)	—	(—)	(25 350)	—	—	—	—	—	—
	Soma itens 1 até 8.1	—	—	—	(473 222)	(10 067)	—	(1 933)	(461 222)	—	—	—	—	—	—
8.2	Projeto e fiscalização das obras ("Engineering"): 10% da soma itens 1 até 8.1	—	—	—	47 322	1 007	—	—	46 315	—	—	—	—	—	—
	Soma itens 0 até 8.2	—	—	—	(557 105)	(14 561)	—	(1 933)	(540 611)	—	—	—	—	—	—
8.3	Imprevistos: 2% da soma itens 0 até 8.2	—	—	—	11 142	271	—	39	10 832	—	—	—	—	—	—
	Soma item 8	—	—	—	83 814	1 278	—	39	82 497	—	—	70	1 193	5,63	4 701
	Soma itens 0 até 8				568 247	14 832	—	1 972	551 443	—	6 431	—	7 398	—	31 942
9	**Material rodante, veículos não ferroviários**									US$ 0,25					
9.1	Carros motores	138	Composições	1 110	153 180	—	—	—	153 180	p/ km	5 488	35	4 377	4,87	7 460
9.2	Locomotivas	2	Unidade	170	340	340	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.3	Carros em geral	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.3.1	Composições de socorro	1	Unidade	60	60	—	—	—	60	2	1	30	2	4,73	3
9.3.2	Vagões de carga	5	Unidade	10	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4	Outros tipos de material rodante	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.1	Lastro de serviço	3	Unidade	50	150	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.2	Automóveis de linha	1	Unidade	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.3	Carros dinamométricos	1	Unidade	72	72	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.4	Socadoras	1	Unidade	80	80	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4.5	Carro esmerilhador de trilhos	1	Unidade	80	80	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5	Veículos não ferroviários	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5.1	Carros particulares	3	Unidade	3	9	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5.2	Camionetas	5	Unidade	4	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5.3	Caminhões	2	Unidade	10	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9 6	Outros veículos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.6.1	Empilhadeiras	3	Unidade	11	33	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.6.2	Carrinhos a bateria	3	Unidade	5	15	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.7	Material de reposição	—	—	—	2 599	15	1,7	2 584	—	—	—	—	—	—	—
	Soma item 9				156 718	894		2 584	153 240		5 489		4 379		7 463
	Total itens 0 até 9	—	—	—	724 965	15 726	—	(4 556) 4 556	704 683	—	11 920	—	11 777	7,00 —	319 39 724

3. Custos anuais

Os custos operacionais e os juros são expressos em custos anuais (método das anuidades). Os custos operacionais anuais abrangem as despesas anuais para a execução operacional, administração, manutenção e depreciação de tôdas as instalações fixas e do material rodante.
Os juros anuais (juros calculatórios) serão calculados mediante uma taxa média de juros. Em K3.2 há esclarecimentos a respeito.
A soma dos custos operacionais anuais e dos juros anuais perfaz os custos anuais totais, i. é, o montante para o custeio do metrô.
Os custos anuais para a "Linha Prioritária" e para a Rêde do Metrô estão relacionados na Tab. K6.
A explanação dos cálculos é apresentada a seguir.

3.1 Custos operacionais

Os custos operacionais dividem-se em custos de pessoal, de material de consumo, de manutenção e de depreciação.

3.1.1 Custos de pessoal

Os custos de pessoal referem-se à execução operacional, administração, manutenção e reforma das instalações fixas e do material rodante.
O pessoal necessário para a manutenção das instalações fixas e do material rodante (I 2.5) é computado de modo indireto, porquanto os custos de manutenção são apurados globalmente, como percentagens sôbre os valôres de reposição das instalações fixas e, para o material rodante, de acôrdo com seu desempenho de marcha anual; além dos custos de pessoal são incluídos os custos de equipamentos, edificações, serviços internos, etc. (K3.1.3).
Os custos de reforma de instalações fixas e de material rodante, executada por pessoal do metrô, estão incluídos na depreciação (K3.1.4).
Assim sendo, tratar-se-á a seguir exclusivamente dos custos de pessoal para a execução operacional e para a administração.

3.1.1.1 Pessoal para a execução operacional e para a administração

O pessoal necessário para a execução operacional foi calculado com base nos planos de serviços (I 2); para a administração, com base no organograma (I 1).
Do total do pessoal da administração dever-se-á deduzir o pessoal empregado diretamente nos serviços de manutencão, já incluído nos valôres globais de K3.1.3.
A propósito, ver Tab. K7 e K8.

Tab. K5
Investimentos anuais até a conclusão da Rêde do Metrô (1990) – (US$ milhões)

Ano	Investimentos	Ano	Investimentos	Ano	Investimentos
1969	30,84	1976	31,82	1983	50,68
1970	41,41	1977	31,82	1984	51,27
1971	60,68	1978	31,82	1985	33,90
1972	58,22	1979	42,30	1986	16,52
1973	58,01	1980	26,39	1987	16,52
1974	31,22	1981	42,31	1988	16,52
1975	20,28	1982	15,92	1989	16,52

Tab. K6
Custos anuais totais (1975 e 1990) (US$ 1 000)

	"Linha Prioritária" 1975		Rêde do Metrô 1990	
Execução operacional				
Pessoal				
Salários e vencimentos	527		1 495	
Encargos sociais 41%	216		613	
Custos de pessoal da ex. operacional	743		2 108	
Materiais				
Energia para tração	271		1 065	
Confecção dos bilhetes	449		1 436	
Outros	126		358	
Custos de materiais da ex. operacional	846		2 859	
Total da execução operacional		1 589		4 967
Administração				
Pessoal				
Salarios e vencimentos	199		278	
Encargos sociais 41%	81		114	
Custos de pessoal da administração	280		392	
Materiais				
Custos de materiais da administração	597		882	
Total da administração	877	877	1 274	1 274
Total da ex. operacional e administração		2 466		6 241
Manutenção				
Instalações fixas	2 811		6 431	
Material rodante	1 621		5 489	
Total da manutenção	4 432	4 432	11 920	11 920
Depreciação				
Instalações fixas	2 896		7 398	
Material rodante	1 588		4 379	
Total da depreciação	4 484	4 484	11 777	11 777
Custos operacionais				
Total dos custos operacionais		11 382		29 938
Juros calculatórios				
Instalações fixas	13 647		31 942	
Material rodante	2 705		7 463	
Materiais de consumo	129		319	
Total dos juros calculatórios	16 481	16 481	39 724	39 724
Custos anuais totais (1975 e 1990)		27 863		69 662

Tab. K7
Pessoal da administração ocupado na manutenção das instalações fixas e do material rodante

Setor de serviço	Pessoal da Administração		Parcela do pessoal da administração ocupado exclusivamente em serviços de manutenção		
	"Linha Prioritária" 1975	Rêde do Metrô 1990	%	"Linha Prioritária" 1975	Rêde do Metrô 1990
Obras civis	9	13	100	9	13
Material rodante	34	59	90	30	53
Máquinas e instalações de alta tensão	8	15	75	6	11
Instalações de sinalização e telecomunicações	11	17	75	8	13
Almoxarifado geral e departamento de compras	6	12	75	4	9
Pôsto central de comando (tabela K9, item 10)*	6	8	100	6	8
Total				63	107

* O custo do pessoal do pôsto central de comando não foi incluído nos custos de manutenção

Tab. K8
Pessoal da administração não ocupado exclusivamente na manutenção

Setor de serviço	"Linha Prioritária" 1975	Rêde do Metrô 1990
Total do pessoal de administração (Cap. I 1)	183	275
Parcela no serviço de manutenção (Tab. K7)	63	107
Pessoal da administração não ocupado exclusivamente na manutenção	120	168

O pessoal que fica diretamente alocado à execução operacional e à administração pròpriamente dita foi resumido na Tab. K9.

3.1.1.2 Acréscimos para ausências

Ao pessoal necessário para a execução operacional deverá ser acrescida uma parcela correspondente a domingos, férias, estágios, enfermidades, etc. Conforme a Tab. K10, o acréscimo para o pessoal de operação é de 42%; para o de tráfego, de 30%.
Para o pessoal da administração não foram considerados acréscimos para ausências porque nesse setor há facilidade de substituições reciprocas.
Como o futuro Metrô do Rio de Janeiro, altamente mecanizado e automatizado, requererá relativamente pouco pessoal, será difícil preencher lacunas nos casos de maiores ausências de pessoal.
Por essa razão os acréscimos para ausências foram dimensionados com folga criteriosa.

3.1.1.3 Encargos sociais, previdenciais e trabalhistas

Considerando como elemento auxiliar de cálculo as percentagens de encargos sociais, previdenciais e trabalhistas relativas a emprêsas de transporte coletivo que operam no Rio de Janeiro, chegou-se ao valor aproximado de 41% sôbre os vencimentos, como percentagem a ser adotada para êstes encargos (Tab. K11).

3.1.1.4 Vencimentos

Considerando, ainda como elemento auxiliar de cálculo, os vencimentos médios apurados em emprêsas de transporte coletivo, estabeleceram-se os vencimentos do pessoal de operação e de tráfego, bem como do pessoal da administração (Tab. K12).
O metrô apresentará uma estrutura de custos semelhante à de estradas de ferro modernas. Os vencimentos pautar-se-ão sôbre os princípios de uma emprêsa de economia privada. É necessario que sejam estabelecidas altas exigências no que se refere à qualificação do pessoal.
A Companhia do Metropolitano deveria, pois, através de salários elevados, tentar atrair mão-de-obra altamente qualificada. Um aumento dos vencimentos de 25% importaria em um aumento do custo global de apenas cêrca de 0,9%.

Tab. K9
Pessoal necessário para a execução operacional e para a administração (exclusive pessoal de manutenção)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Função	Funções descritas no capítulo	Pessoas ocupadas por função		Demanda de pessoal, considerados os períodos de inatividade					
				Pagável pelo Metrô e Previdência Social			Pagável apenas pelo Metrô		
		1975	1990	% das col. 3 e 4	Pessoas 1975	Pessoas 1990	% das col. 3 e 4	Pessoas 1975	Pessoas 1990
Venda de bilhetes — Guichês	I 3.6.1+2	61,5	208,0	138	85	287	130	80,0	270,4
Torniquetes	I 3.6.1+2	49,5	167,4	138	68	231	130	64,4	217,6
Limpeza das estações	I 2	15,9	41,3	138	22	57	130	20,7	53,7
Cabineiros	I 2.4.1	6,0	6,0	150	9	9	142	8,5	8,5
Despachadores	I 2.4.1	73,0	186,0	150	110	279	142	103,6	264,9
Fiscais de operações	I 2.4.1	9,0	24,0	150	13	36	142	12,8	34,1
Maquinistas	I 2.4.2	92,0	270,0	150	138	405	142	130,6	383,4
Inspetor do movimento (fiscalização do tráfego)	I 2	6,0	8,0	150	9	12	142	7,8	11,4
Limpeza dos carros	G 4	25,4	59,4	138	35	82	130	33,0	77,2
Operação do pôsto central de comando	I 1	6,0	8,0	—	6	8	—	6,0	8,0
Execução operacional	—	—	—	—	495	1 406	—	467,4	1 329,2
Serviços puramente administrativos	I 1	120	168	—	120	168	—	120,0	168,0
Total	—	—	—	—	615	1 574	—	587,4	1 497,2

Tab. K10
Acréscimos provenientes do tempo de inatividade

Item	Referência	Serviço de operações Por ano Dias	%	Serviço de tráfego Por ano Dias	%
1	Domingos	52	14,2	52	14,2
2	Feriados	7	1,9	7	1,9
3	Licenças para procura de emprêgo em casos de dispensa	8	2,2	8	2,2
4	Enfermidade (pagável pelo empregador)	7	1,9	7	1,9
5	Férias	26	7,1	26	7,1
6	Aprendizado	20	5,5	9	2,7
7	Reserva	33	9,2	—	—
8	Total (ítens 1 até 7)	153	42	109	30
9	Dias de enfermidade e outras licenças a cargo da Previdência Social	29,5	8	29,5	8
10	Total (itens 8 e 9)	182,5	50	138,5	38

Tab. K11
Encargos sociais de emprêsas de transporte coletivo (em % do salário-base)

Referência	Ônibus	Estradas de ferro
13.° salário	9	8,3
Indenizações para demissões	5,3	0,8
Aposentadorias e pensões	8	8,6
Fundo de Garantia de Tempo de Serviço	8	8
INDA	—	0,4
Seguro enfermidade	1,5	1,5
Ensino profissional	1	1
Salário-família	4,3	4,3
Educação	1,4	1,4
Seguro de acidentes do trabalho	0,9	4
Outras contribuições	1,4	3
Total	40,8	41,3

Tab. K12
Vencimentos médios

1	2	3	4	5	6
	Um funcionário	Vencimentos brutos anuais		41% da col. 4 Encargos sociais	Custos totais de pessoal Col. 4+5
		NCr$	US$	US$	US$
Estradas de Ferro	EFCB (1967)	4 000	1 250	513	1 763
	EFL (1967)	3 562	1 113	456	1 569
Emprêsas de Ônibus (30.7.68)	Pessoal de operação e de tráfego	2 987	934	383	1 317
	Pessoal de manutenção	2 872	898	368	1 266
	Pessoal da administração	4 455	1 392	571	1 963
Metrô Rio	Pessoal de operação e de tráfego	3 600	1 125	461	1 586
	Pessoal da administração	5 300	1 656	679	2 335

3.1.1.5 Custos de pessoal para a execução operacional e para a administração

Nas Tab. K13 e K14 é apresentado o cálculo dos custos anuais do pessoal da execução operacional e da administração, com base nos vencimentos médios estabelecidos, e em separado para a "Linha Prioritária" e para a Rêde do Metrô.

3.1.2 Custos de material de consumo

3.1.2.1 Execução operacional

Entre os custos de material de consumo para a execução operacional distinguem-se:

a) custos de energia para a tração,
b) custos de confecção de bilhetes,
c) outros custos de material de consumo.

a) Energia para a tração

Devido à sua grande capacidade de lotação e à sua grande aceleração, os carros do metrô consomem uma quantidade de energia elétrica relativamente grande. Se, apesar disso, os custos de energia são muito baixos, deve-se ao preço da energia. Como já ficou dito em F1.2.1.2, as emprêsas de transporte coletivo gozam de considerável desconto (80%) sôbre a tarifa básica, bem como de isenção de outros tributos que normalmente oneram o preço da energia elétrica, de modo que o preço por kWh será de apenas US$ 0,0024. Os custos anuais de tração para a "Linha Prioritária" e para a Rêde do Metrô estão relacionados na Tab. K15.

b) Confecção de bilhetes

A confecção de um bloco com cinco bilhetes (magnetizados, conforme proposto para o Metrô do Rio de Janeiro em I 3), custa US$ 0,008, i. é, cada bilhete isolado custa cêrca de US$ 0,0016.
Tomando-se como base o convênio tarifário proposto, onde cada emprêsa de transporte coletivo participará dos custos de confecção de bilhetes na proporção do número de passageiros que transporta, obtém-se, para um dia útil em 1975, a seguinte distribuição:

meio de transporte	passageiros
metrô e trens suburbanos:	580 000
metrô e ônibus:	752 000
metrô e outro meio de transporte:	1 332 000
sòmente o metrô:	400 000
total de usuários do metrô:	1 732 000

Para atender os 1 332 000 usuários de mais de um meio de transporte, o metrô de um lado, e as estradas de ferro suburbanas e os ônibus do outro, terão que ter disponíveis 50% dos bilhetes, ou seja, 660 000 bilhetes cada. Incluindo os passageiros que utilizam sòmente o metrô, êste terá, pois, que fornecer 1 066 000 bilhetes, ou seja, para cêrca de 63% de todos os seus usuários.
Para 1990 tomar-se-á por base a mesma proporção.
É necessário ainda considerar a premissa estabelecida em I 3, de que 10% dos passageiros pagarão a passagem diretamente nos torniquetes atendidos por cobradores, e, portanto, não receberão bilhetes.
Os custos anuais para a confecção de bilhetes encontram-se na Tab. K16.

c) Outros custos

Outros custos de material de consumo compreendem custos de energia elétrica para iluminação, ventilação e condicionamento do ar, bem como materiais de operação, impressos e utensílios, êstes últimos sempre que não estiverem sujeitos à depreciação.

Tab. K13
Custos de pessoal da execução operacional

Referência	Vencimentos médios anuais US$	"Linha Prioritária" (1975) Pessoal necessário	"Linha Prioritária" (1975) Custos anuais US$	Rêde do Metrô (1990) Pessoal necessário	Rêde do Metrô (1990) Custos anuais US$
Pessoal de operação e de tráfego = Pessoal da execução operacional	1 125	467	526 500	1 329	1 495 125
Encargos sociais = 41%			215 865		613 001
Custos de pessoal da execução operacional			742 365		2 108 126

Tab. K14
Custos de pessoal da administração

Referência	Vencimentos médios anuais US$	"Linha Prioritária" (1975) Pessoal necessário	"Linha Prioritária" (1975) Custos anuais US$	Rêde do Metrô (1990) Pessoal necessário	Rêde do Metrô (1990) Custos anuais US$
Pessoal da administração	1 656	120	198 720	168	278 208
Encargos sociais = 41%			81 475		114 065
Custos de pessoal da administração			280 195		392 273

Tab. K15
Custos de energia para tração

Referência	Consumo de energia kWh/ano	Custo da energia US $/kWh	Custos de energia para tração US $/ano
"Linha Prioritária"	$113{,}0 \cdot 10^6$	0,0024	271 200
Rêde do Metrô	$443{,}6 \cdot 10^6$	0,0024	1 065 000

Tab. K16
Custos de confecção de bilhetes

Referência	Usuários do metrô/ano Milhões	Portadores de bilhete/ano Milhões	Custo de cada bilhete US$	Custos anuais US$ 1 000	Parcela do metrô US$ 1 000
"Linha Prioritária"	496	446	0,0016	712	449
Rêde do Metrô	1 584	1 426	0,0016	2 280	1 436

Cotejos com outras emprêsas de transporte coletivo urbano (como p. ex., com a "S-Bahn" de Hamburgo, Tab. K17 e K18), indicaram que êstes custos podem ser considerados, com aproximação suficiente, como equivalentes a 17% dos custos de pessoal da execução operacional, como indicado na Tab. K19.

3.1.2.2 Administração

Os custos de material de consumo para a administração compõem-se dos custos para os serviços de escritório, taxas, seguros, despesas bancárias, impostos e diversos. Os custos de manutenção e depreciação do Edifício da Administração (investimento estimado em US$ 1,5 milhões) estão contidos em K3.1.3 e K3.1.4.

a) Serviços de escritório

A instalação dos escritórios foi estimada em US$ 209 por pessoa. Dessa importância, 4% destinam-se anualmente à manutenção e 10% à depreciação, ou seja:

	US$
14% de 209:	29
custos de material de escritório, energia elétrica, água, telefone e franquias postais:	40
donde: custos anuais por pessoa para os serviços de escritório:	69

Para as 120 pessoas ocupadas na administração em 1975 resultam US$ 8 300; para as 168 pessoas em 1990 resultam US$ 11 600.

b) Taxas

A Tab. K20 mostra os custos estimados de taxas, expediente, emolumentos, custas judiciais.

c) Seguros

O prêmio do seguro contra fogo foi considerado equivalente a 1,0‰ do valor do edifício da administração: 1,0‰ de US$ 1,5 milhões = US$ 1 500.
O prêmio do seguro de responsabilidade civil será calculado de acôrdo com o desempenho em carros·km.
O prêmio anual a pagar para um ônibus no Rio de Janeiro é de NCr$ 943,00 (Tab. K31). Se o percurso anual fôr admitido como de 50 000 km, o prêmio por carro·km será de NCr$ 0,0189 = US$ 0,0059. Por estar prêso aos trilhos, o risco no metrô é menor. Para o Metrô do Rio de Janeiro foi considerado US$ 0,002/carro·km, de acôrdo com a taxa do metrô de Estocolmo. Para o desempenho de 36 milhões de carros·km a ser atingido em 1975 resultam US$ 72 000; para os 132 milhões de carros·km de 1990 resultam US$ 264 000 (Tab. K20).

d) Despesas bancárias

Os juros calculatórios mencionados em K3.2 só se referem aos custos de juros pròpriamente ditos, não incluindo portanto quaisquer despesas bancárias, que são, pois, tratadas neste item. Tomando-se para o capital externo médio investido anualmente uma taxa de despesas de 2,2% ao ano, e pressupondo-se que 50% dos US$ 725 milhões a serem investidos entre 1969 e 1989 (21 anos) (Tab. K2) serão cobertos por financiamentos externos, resulta:

investimento anual através de financiamento externo:

$$\frac{\text{US\$ 725 milhões}}{2 \cdot 21} = \text{US\$ 17,25 milhões,}$$

despesas bancárias anuais:

$$\text{US\$ 17,25 milhões} \times \frac{2{,}2}{100} = \text{US\$ 380 000 (Tab. K 20).}$$

e) Impostos

Não foram considerados quaisquer impostos, dada a suposição de que a Companhia do Metropolitano gozará de isenção fiscal.

f) Diversos

Nesta rubrica serão considerados os custos do Conselho Fiscal, de auditorias e semelhantes. Os custos estimados para essas parcelas estão incluídos na Tab. K20.

Tab. K17
Custos anuais do tráfego ferroviário suburbano no Rio de Janeiro (EFCB), São Paulo e Hamburgo (1967)
US$ 1,00 = NCr$ 3,20

Item	Referência	Rio US$ milhões	São Paulo US$ milhões	Hamburgo US$ milhões	Rio %	São Paulo %	Hamburgo %
1	Ex. operacional: Pessoal: Salários e vencimentos		2,15	2,90		11,2	24,5
2	Emargos sociais		1,29	0,93		6,7	4,8
3	Custos de pessoal da ex. operacional (1+2)	3,23	3,44	3,83	17,6	17,9	32,4
4	Materiais: Energia para tração	0,30	1,09	1,47	1,6	5,7	12,4
5	Outros	0,16	0,77	0,68	0,8	4,0	5,7
6	Custos de materiais da ex. operacional (4+5)	0,46	1,86	2,15	2,5	9,7	18,2
7	Administração: Pessoal inclusive encargos sociais	1,10			6,0		
8	Materiais	0,73			4,0		
9	Custos da Administração (7+8)	1,83	1,06	0,44	10,0	5,5	3,7
10	Total da execução operacional e administração (3+6+9)	5,52	6,36	6,42	30,0	33,2	54,4
11	Manutenção: Instalações fixas	1,95	2,56	1,12	10,6	13,4	9,5
12	Material rodante	2,61	2,44	1,03	14,2	12,7	8,7
13	Total da manutenção (11+12)	4,56	5,00	2,15	29,6	26,1	18,2
14	Depreciação: Instalações fixas	1,03	1,60	0,95	5,6	8,3	8,0
15	Material rodante	3,00	1,93	0,49	16,3	10,1	4,1
16	Total da depreciação (14+15)	4,03	3,53	1,44	21,9	18,4	12,2
17	Total da manutenção e depreciação (13+16)	8,60	8,53	3,59	46,7	44,5	30,4
18	Custos operacionais totais (10+17)	14,12	14,89	10,01	76,7	77,7	84,7
19	Juros calculatórios	4,30	4,27	1,80	23,3	22,3	15,2
20	Custos anuais totais (18+19)	18,41	19,16	11,81	100,0	100,0	100,0

Tab. K18
Custos específicos do tráfego ferroviário suburbano no Rio de Janeiro (EFCB), São Paulo e Hamburgo (1967)

Referência	Rio de Janeiro		São Paulo		Hamburgo	
	milhões	US cents	milhões	US cents	milhões	US cents
Carros · km/ano	33,9	54,31	90,5	21,17	29,5	40,00
Lugares · km/ano	12 208	0,15	29 592	0,06	7 500	0,16
Passageiros · km/ano	3 819	0,48	10 600	0,18	340	1,26

Tab. K19
Outros custos de material de consumo (US$ 1 000)

Referência	Custos de pessoal da execução operacional	Outros custos anuais de material de consumo (17%)
"Linha Prioritária"	743	126
Rêde do Metrô	2 108	358

Tab. K20
Custos de materiais da administração (US$ 1 000)

Referência	Serviços de escritório	Taxas e emolumentos	Seguros		Despesas bancárias	Diversos	Total
			Fogo	Resp. civil			
"Linha Prioritária"	8,3	15,4	1,5	72,0	380,0	120,0	597,2
Rêde do Metrô	11,6	25,1	1,5	264,0	380,0	200,0	882,2

3.1.3 Custos de manutenção das instalações fixas e do material rodante

A manutenção abrange tôdas as medidas necessárias para conservar qualquer instalação em perfeito estado de funcionamento. O montante das despesas de manutenção depende do tipo da instalação e da sua vida útil (K3.1.4). A manutenção poderá ser atendida quer por meios próprios e nas próprias oficinas, quer por firmas especializadas, mediante contrato. É por êste motivo que os custos de manutenção poderão ser classificados sob diversos tipos de custos, tais como, p. ex.: serviços prestados por terceiros, despesas de pessoal e de material de consumo ou "overheads"; custos de manutenção e de depreciação; juros calculatórios sôbre instalações de manutenção. Embora seja possível determinar de modo aproximado e "a priori" os diversos tipos de custos de manutenção que ocorrem regularmente, não é possível abranger com exatidão os reparos de maior envergadura, eventuais e de volume variado.
Em vista disso é praxe fixar os custos anuais de manutenção para as instalações fixas através de percentagens dos investimentos nas instalações a serem mantidas e, para o material rodante, de acôrdo com seu desempenho de marcha. O valor das taxas de manutenção foi obtido de valôres empíricos do metrô de Berlim e das Estradas de Ferro Alemãs (K3.1.3.3).

3.1.3.1 Investimentos para as instalações fixas e material rodante a serem mantidos

Os investimentos para as instalações fixas a serem mantidas correspondem, em grande parte, aos investimentos citados na Tab. K2. Sempre que nestes estiverem incluídos os investimentos para instalações de manutenção, bem como os custos de materiais de reposição, tais custos devem ser excluídos, a fim de se obter os investimentos líquidos das instalações fixas a serem mantidas.
A coluna 6 das Tab. K3 e K4 indica os investimentos das instalações fixas da "Linha Prioritária" e da Rêde do Metrô (1990). As parcelas excluídas referentes às instalações de manutenção encontram-se na coluna 7; as referentes aos materiais de reposição na coluna 9.

a) Os investimentos para as instalações de manutenção foram determinados como segue:

Item 0: Aquisição de bens de raiz

Uma parcela de 50% dos custos de aquisição da área do conjunto das oficinas é computada como investimento necessário para a execução operacional (pátio de estacionamento); os restantes 50% (oficinas) são atribuídos às instalações de manutenção.

Item 1: Infra-estrutura

As parcelas de investimento para a infra-estrutura do conjunto das oficinas foram computadas do mesmo modo que no item 0.

Item 2: Via permanente

Foram excluídos os investimentos relativos a custos da via permanente das oficinas e de outras instalações de manutenção.

Item 3: Estações e outras obras civis

Item 3.3 Edifícios para as instalações de suprimento de energia
De acôrdo com a participação do consumo de energia para fins de manutenção no consumo total, admite-se que 0,88% em 1975 ("Linha Prioritária") e 0,45% em 1990 (Rêde do Metrô) dos investimentos para êsses edifícios são destinados à manutenção.
Item 3.4 Edifícios para o conjunto das oficinas
Os investimentos para os edifícios do conjunto das oficinas são totalmente destinados à manutenção.

Item 4: Sinalização e telecomunicações

Dos investimentos para estas instalações, 50% da parcela destinada ao conjunto das oficinas foram atribuídos à manutenção.

Item 5: Instalações elétricas

A parcela referente à manutenção foi computada, como no item 3.3, em relação ao consumo de energia; a parcela referente a terceiros trilhos para as vias das oficinas foi também computada, nos moldes do item 2.

Item 6: Equipamentos e instalações mecânicas e

Item 7: Máquinas e ferramentas

Os equipamentos das oficinas são incluídos integralmente na manutenção; as máquinas e ferramentas em parte.

Item 8: Diversos

Item 9: Material rodante

Com exceção dos carros motores e das composições de socorro, todos os demais veículos são incluídos na manutenção.

b) Como já foi dito, na coluna 9 das Tab. K3 e K4 estão relacionados os custos de materiais de reposição, dos quais não foram deduzidos custos de manutenção e depreciação. Êstes materiais devem, todavia, ser constantemente renovados, sendo por essa razão considerados nos juros calculatórios (coluna 16 das Tab. K3 e K4).

3.1.3.2 Taxas de manutenção das instalações fixas

As percentagens estabelecidas para o cálculo dos custos anuais de manutenção relativos a instalações fixas estão indicadas na coluna 11 das Tab. K3 e K4. Essas taxas dependem do tipo das instalações fixas e de sua vida útil. Os custos médios de manutenção estabelecidos crescerão à medida que aumentar o tempo em uso operacional, já que quanto mais durarem as instalações, mais sujeitas ficam a danos.
Assim, são consideradas suficientes as taxas de manutenção estabelecidas para as estações e para o túnel do metrô, cujas vidas úteis foram estimadas em 100 e 125 anos, respectivamente.

3.1.3.3 Taxas de manutenção do material rodante

O montante das despesas atribuídas à manutenção do material rodante é regulado pelo desempenho de marcha médio anual. Por isto a taxa de manutenção foi indicada em relação a composição·km, com base nos valôres empíricos das operações do "S-Bahn" de Hamburgo (Estradas de Ferro Alemãs).
O desempenho de marcha de uma composição de metrô no Rio de Janeiro elevar-se-á de 120 000 km na "Linha Prioritária" (1975) para 159 000 km na Rêde do Metrô (1990). Com isto subirá igualmente o valor anual absoluto necessário para a manutenção de uma composição. No entanto, a taxa de manutenção estabelecida por composição km para 1990 será inferior à de 1975, porque a manutenção do grande parque de material rodante existente em 1990 poderá ser procedida mais econômicamente do que a do parque de material rodante relativamente pequeno da "Linha Prioritária".

Foram estabelecidos:

para o parque de material rodante da "Linha Prioritária": US$ 0,27/composição·km,
para o parque de material rodante da Rêde do Metrô: US$ 0,25/composição·km.

3.1.3.4 Resumo dos custos anuais de manutenção

Na Tab. K21 poderá ser encontrado o resumo dos custos anuais de manutenção relacionados na coluna 12 das Tab. K3 e K4.
Pode-se afirmar que os custos de manutenção do material rodante são ligeiramente mais elevados que seus custos de depreciação.

Tab. K21
Custos anuais de manutenção (US$ 1000)

Referência	Instalações fixas	Material rodante	Total
"Linha Prioritária"	2 811	1 621	4432
Rêde do Metrô	6 431	5 489	11 920

3.1.4 Custos de depreciação das instalações fixas e do material rodante

No sentido de economia empresarial, "depreciação" é o cálculo da desvalorização do capital investido em função da perda de valor, condicionada, de um lado, ao tempo decorrido e, de outro, ao desgaste inerente a desempenhos, tais como os desempenhos de marcha dos carros. Enquanto na demonstração da conta de Lucros e Perdas a depreciação anual costuma ser computada, do ponto de vista fiscal ou plutonômico, como "depreciação de balanço" de uma instalação, no presente cálculo de custos trata-se de uma "depreciação calculatória" que parte do valor de reposição.

3.1.4.1 Taxas de depreciação calculatória

O valor de reposição de uma instalação será distribuído linearmente pelo tempo de uso expresso em anos. Resultam assim taxas de depreciação anuais iguais, que serão incluídas nos custos de operação.

3.1.4.2 Vida útil

A vida útil de uma instalação é o período durante o qual ela deverá ser utilizada e depreciada da maneira prevista. Êsse período deverá ser o mais longo possível, o que poderá ser conseguido, sobretudo, mediante eficiente manutenção. De outro lado, os custos anuais de manutenção aumentam com a idade da instalação.
Destas duas tendências antagônicas resulta uma vida útil econômica própria para cada instalação, que é o período durante o qual os custos de manutenção e depreciação são mínimos. Assim, a vida útil econômica está em estreita relação com os custos de manutenção.
A vida útil econômica das diversas instalações — assim como as taxas de manutenção — foi deduzida de valôres empíricos das Estradas de Ferro Alemãs e do metrô de Berlim. Ambos situam-se nos níveis internacionais correntes.

Com respeito à vida útil estabelecida para as diversas instalações fixas cumpre dizer o seguinte:

Item 1: Infra-estrutura
Dentre os componentes da infra-estrutura o túnel terá a vida útil mais longa. Parece pois justificada a duração estabelecida de 125 anos (que em Londres já foi efetivamente atingida em alguns trechos). A vida útil do item 1.1 — leito da via em nível, etc., entretanto, foi fixada mais curta, porquanto componentes dêsse item destinados à proteção do leito da via (valas de escoamento de águas, escoramento de taludes, etc.) têm vida útil reduzida.

Item 2: Via permanente
Para a via permanente foi fixada uma vida útil de 20 anos. Um desenvolvimento das operações livre de perturbações exige uma sucessão rápida de renovações para que se possa atingir a segurança e a atratividade necessárias ao nôvo meio de transporte.

Item 3: Estações e outras obras civis
As estações em subterrâneo, como os trechos em túnel, poderiam ser depreciadas em 125 anos. Para determinadas partes (plataformas, etc.) e acabamentos deverão, todavia, ser fixados no máximo 60 anos, do mesmo modo que para construções normais. Ademais, para tão longos períodos de tempo deve-se contar com algumas modificações construtivas nas estações. Por isto para as estações foi estimada uma vida útil de apenas 100 anos.

Item 4: Instalações de sinalização e telecomunicações
A instalação de sinalização nos carros foi depreciada com base numa vida útil de 35 anos (como os próprios carros).

Itens 5 a 7: Nenhum comentário

Item 8: Diversos
A vida útil dos componentes dêste grupo foi fixada como a média de tôdas as demais, exceto a aquisição de bens de raiz e o material rodante (ou seja os itens 1 a 7). Sua apuração é feita em K 3.1.4.3.

Como a estimativa da vida útil depende de muitos fatôres imprevisíveis, para a depreciação não foi feito o cálculo exato do valor residual das instalações.

3.1.4.3 Vida útil média

A vida útil média de uma série de instalações é o resultado da soma dos custos de construção ou de aquisição, exclusive instalações de manutenção e materiais de reposição, dividida pela soma dos custos anuais de depreciação (coluna 10: coluna 14 da Tab. K3 ou K4.).
Para as instalações dos itens 1 a 7, a vida útil média resulta em:

"Linha Prioritária": $\frac{\text{US\$ } 185{,}335 \text{ milhões}}{\text{US\$ } 2{,}387 \text{ milhões/ano}} = 78$ anos,

Rêde do Metrô (1990): $\frac{\text{US\$ } 435{,}872 \text{ milhões}}{\text{US\$ } 6{,}205 \text{ milhões/ano}} = 70$ anos.

3.1.4.4 Resumo dos custos anuais de depreciação

Na Tab. K22 encontra-se um resumo dos custos anuais de depreciação apurados nas Tab. K3 e K4.

3.2 **Custos dos juros**

O cálculo dos custos operacionais anuais tem as características de uma média calculada sôbre vários anos (método das anuidades). Por êste método de cálculo é necessário, pois, considerar juros médios anuais denominados "juros calculatórios".
Juros calculatórios são juros sôbre o uso do capital investido ou necessário para as operações, quer se trate de capital próprio, quer de capital externo. São juros teóricos que não correspondem necessàriamente aos juros efetivamente pagos aos financiadores, como, p. ex., os juros bancários. Os juros calculatórios representam uma parcela do cálculo de custos.

3.2.1 Taxa média de juros

Para a apuração dos juros calculatórios utiliza-se uma taxa média de juros. Esta baseia-se em uma taxa básica de juros a ser fixada, dependendo da vida útil da instalação a que se referem os juros. A taxa básica de juros foi fixada em 7% ao ano, o que corresponde à taxa de juros presentemente em uso no mercado internacional de capitais para empréstimos a longo prazo.
A fórmula para cálculo da taxa média de juros Pm é a seguinte:

$$Pm = \left[\frac{(q - 1)\, q^n}{q^n - 1} - \frac{1}{n} \right] \cdot 100,$$

onde

Pm = taxa média de juros,
n = vida útil em anos,
$q = 1 + \frac{p}{100}$ (fator de juros), sendo
p = taxa básica de juros.

A taxa média de juros ficará sempre abaixo da taxa básica de juros, e tanto mais quanto mais curta fôr a vida útil.

Tab. K22
Custos anuais de depreciação (US$ 1 000)

Referência	Instalações fixas	Material rodante	Total
"Linha Prioritária"	2 896	1 588	4 484
Rêde do Metrô	7 398	4 379	11 777

3.2.2 Juros calculatórios

Para um capital investido K, os juros calculatórios Z importarão, pois, em

$$Z = K \cdot \frac{Pm}{100} \cdot$$

Como no cálculo dos custos se pressupõe que a depreciação anual seja linear, os juros calculatórios representam a média anual invariável dos juros de uma instalação durante sua vida útil.
Quanto mais longa fôr a vida útil de uma instalação, tanto mais longo será o período de bloqueio do capital, e também mais elevada a taxa média de juros. A longa vida útil dos túneis resulta em elevada taxa média de juros, que se encontra relativamente pouco abaixo da taxa básica de juros de 7%. Como os custos dos túneis também são elevados, resultam para êles juros anuais elevados.
O conhecimento dos juros calculatórios é oportuno para orçamentos e para comparações de custos de economia operacional entre emprêsas de transporte.
O orçamento deve considerar não só os custos de juros de capital externo, mas igualmente os de capital próprio. Isto é recomendável sobretudo do ponto de vista plutonômico, para evitar uma orientação errônea do emprêgo do capital. Os juros calculatórios apurados para o capital total fornecem, pois, uma escala objetiva para a determinação do nível do preço, i. é, da tarifa, independente das diversas possibilidades de financiamento.

Da mesma forma, uma comparação de custos de economia operacional entre meios de transporte só se torna possível uma vez neutralizadas as diferenças entre as diversas formas de financiamento, i. é, quando a intensidade do capital é incluída no cálculo através de juros calculatórios.

3.2.3 Despesas bancárias

As despesas bancárias que incidem relativamente aos juros já foram consideradas nos custos de material de consumo para a administração (K3.1.2.2).

3.2.4 Resumo dos custos anuais de juros

Na Tab. K23 encontra-se um resumo dos custos anuais de juros apurados nas Tab. K3 e K4.

3.3 Custos anuais totais

De acôrdo com a Tab. K6, os custos anuais totais atingem:

"Linha Prioritária" (1975): US$ 27,9 milhões,
Rêde do Metrô (1990): US$ 69,7 milhões.

A Fig. K3 mostra gràficamente os custos anuais totais de acôrdo com os seguintes grupos de custos:

A execução operacional e administração,
B manutenção e depreciação,
C juros calculatórios.

Entre êsses grupos de custos sobressai o dos juros calculatórios, o que vem demonstrar a importância predominante dos investimentos, em particular para os túneis, de longa vida útil, e para o longo bloqueio do capital daí resultante.

3.4 Custos específicos por unidade de desempenho

Com a ampliação da rêde do Metrô os custos anuais entre 1975 e 1990 elevar-se-ão de US$ 27,9 milhões para US$ 69,7 milhões, i. é, tornar-se-ão 2,5 vêzes mais elevados.
Os desempenhos de tráfego (expressos em passageiros · km) aumentarão por sua vez de 2 087 milhões em 1975 para 12 229 milhões em 1990, ou seja, sextuplicar-se-ão (Tab. I 2).
Os desempenhos de tráfego e as receitas de tráfego crescerão assim muito mais ràpidamente que os custos. Também aumentará o aproveitamento da capacidade de lotação nesse período, passando de 16% para 26% (Tab. I 2). Por isto os custos totais por unidade de desempenho na Rêde do Metrô (1990) serão muito inferiores aos da "Linha Prioritária" (1975); reduzir-se-ão de 1,33 US cents para 0,57 US cents por passageiro·km (Tab. K24 — custos totais anuais (Tab. K 6) divididos pelo desempenho total anual (Tab. I 2)).
Êstes números, todavia, também incluem custos da "Linha Prioritária" referentes a certos serviços imprescindíveis, que só serão aproveitados integralmente na Rêde (oficinas, estações de cruzamento das linhas do metrô, etc.). Os custos anuais totais entre 1975 e 1990 acham-se indicados no Cap. L.

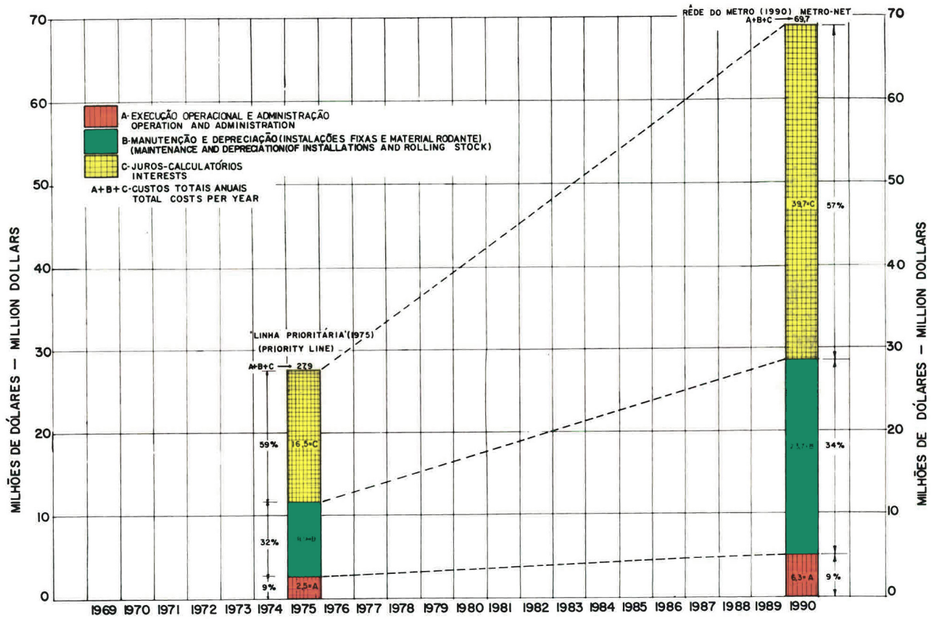


Fig. K3
Custos totais anuais do metrô

Tab. K23
Juros anuais (juros calculatórios) (US$ 1 000)

Referência	Instalações fixas	Material rodante	Material de consumo	Total
"Linha Prioritária"	13 647	2 705	129	16 481
Rêde do Metrô	31 942	7 463	319	39 724

Tab. K24
Custos específicos (1975 e 1990)

Unidade de desempenho	"Linha Prioritária" (1975) Desempenho anual	"Linha Prioritária" (1975) Custo por unidade de desempenho	Rêde do Metrô (1990) Desempenho anual	Rêde do Metrô (1990) Custo por unidade de desempenho
	Milhões	US cents	Milhões	US cents
Carros · km	36,0	77,40	131,7	52,89
Lugares · km	12 762,0	0,22	46 687,7	0,15
Passageiros · km	2 087,0	1,33	12 229,0	0,57
Passageiros transportados	496,3	5,62	1 583,6	4,40

4. Comparação dos custos anuais

4.1 Comparação com os custos de metrôs no exterior e com o metrô projetado para São Paulo

4.1.1 Problemática de uma comparação de custos

Uma comparação dos custos anuais do Metrô do Rio de Janeiro com os de metrôs existentes no exterior só pode ter um valor indicativo limitado, em razão de diferenças locais e de época. Isto se aplica em especial às depreciações, pois nem todos os metrôs baseiam suas depreciações nos valôres de reposição. Torna-se assim pràticamente impossível colocar em bases idênticas o valor do capital investido nos diversos metrôs e comparar os juros calculatórios daí resultantes. Em consequência, será feita apenas uma comparação entre os custos operacionais anuais (execução operacional e administração, manutenção e depreciação), excetuando-se, pois, os juros.

4.1.2 Comparação das estruturas de custos dos metrôs de Hamburgo, Berlim, Estocolmo, São Paulo e Rio de Janeiro

Em razão da estrutura de custos razoàvelmente comparável, estabelecer-se-á aqui um confronto dos metrôs já construídos de Hamburgo, Berlim e Estocolmo, bem como do metrô de São Paulo, em projeto, com o do Rio de Janeiro. Como fontes de referência foram utilizados o Estudo de Viabilidade do Metrô de São Paulo e os balanços financeiros dos demais metrôs citados.
A fim de se obter uma base de comparação pelo menos relativa entre os diversos metrôs, com seus diferentes desempenhos, independentemente de época e de local, as parcelas dos grupos de custos foram expressas em forma de percentagem sôbre os respectivos custos operacionais anuais (=100%) (Tab. K25). Foi, portanto, feita uma comparação das estruturas de custos.
Sôbre cada um dos itens da Tab. K25 deve-se observar:
Os salários e vencimentos (item 1) são mais baixos na América do Sul do que na Europa. A média dos vencimentos na Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro foi obtida da média dos custos de pessoal das estradas de ferro locais e de emprêsas de ônibus (K3.1.1.4). É também inferior à média correspondente em São Paulo.
Os encargos sociais (item 2) não podem ser comparados diretamente, pois contêm componentes diferentes. No Brasil são cêrca de 10% mais elevados que na Europa.
São passíveis de comparação as parcelas referentes aos custos de pessoal (item 3); em comparação com os valôres europeus são aqui muito baixas.
A parcela referente aos custos de energia elétrica para tração (item 4) é reduzida devido aos preços extraordinàriamente baixos da energia elétrica.
Os custos de manutenção (itens 9 a 11) terão uma participação relativamente elevada, em vista dos altos custos das instalações fixas.
Também a parcela referente à depreciação das instalações fixas (item 12) sobressai no Rio de Janeiro e em São Paulo. Aqui se reflete a elevada participação de trechos em túnel (Tab. K26). Em razão dos custos da execução operacional serem mais baixos no Rio do que em São Paulo, a quota percentual de manutencão e depreciação é mais elevada no Rio de Janeiro. Os metrôs da Europa foram construídos há muitos anos; a depreciação se processa sôbre os baixos valôres de aquisição de então.

4.1.3 Comparação dos custos operacionais específicos de diversos metrôs

Em comparação com as condições européias podem ser previstos para os Metrôs do Rio de Janeiro e de São Paulo um extraordinário volume de passageiros transportados e um grande desempenho em passageiros · km. Isto conduz, consequentemente, a um considerável volume operacional (Tab. K26). Por essa razão os custos operacionais por lugar · km e por passageiro · km são baixos (Tab. K27).
Os 12 229 milhões de passageiros · km previstos para 1990 e o alto aproveitamento médio da capacidade de lotação, proporcionarão o baixo custo de 0,25 US Cents por passageiro · km.
As comparações mostram, em suma, que os custos específicos no Metrô do Rio de Janeiro ficam dentro dos limites internacionais. Os custos elevados das instalações fixas serão bem aproveitados pela grande demanda de tráfego.

Tab. K25
Estrutura dos custos operacionais anuais de diversos metrôs (em % do total dos custos operacionais anuais: item 17)

Item	Referência	Rio de Janeiro "Linha Prioritária"	Rio de Janeiro Rêde do Metrô	São Paulo	Hamburgo	Berlim	Estocolmo
1	Ex. operacional: Pessoal: Salários e vencimentos	4,7	5,0	5,6	29,6	23,8	24,1
2	Encargos sociais	1,8	2,0	3,7	9,1	10,3	6,9
3	Custos de pessoal da ex. operacional (1+2)	6,5	7,0	9,3	38,7	34,1	31,0
4	Materiais: Energia para tração	2,4	3,6	14,9	12,5	9,5	11,5
5	Outros (incl. bilhetes)	5,1	6,0	4,4	6,5	6,4	5,7
6	Custos de materiais da ex. operacional (4+5)	7,5	9,6	19,3	19,0	15,9	17,2
7	Administração: Custos de pessoal e materiais	7,7	4,2	2,4	6,9	3,6	4,3
8	Total da execução operacional e administração (3+6+7)	21,7	20,8	31,0	64,6	53,6	52,5
9	Manutenção: Instalações fixas	24,7	21,5	21,5	9,5	—	13,8
10	Material rodante	14,2	18,4	13,5	5,6	—	10,6
11	Total de manutenção (9+10)	38,9	39,9	35,0	15,1	32,0	24,4
12	Depreciação: Instalações fixas	25,5	24,7	25,9	12,9	9,4	10,3
13	Material rodante	13,9	14,6	8,1	7,4	5,0	12,8
14	Total da depreciação (12+13)	39,4	39,3	34,0	20,3	14,4	23,1
15	Total da manutenção e depreciação (11+14)	78,3	79,2	69,0	35,4	46,4	47,5
16	Custos operacionais totais (8+15)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
17	Custos operacionais anuais (em milhões de US$)	11,38	29,94	41,41	9,69	23,31	15,70

Tab. K26
Características de diversos metrôs

Referência	Rio de Janeiro "Linha Prioritária"	Rio de Janeiro Rêde do Metrô	São Paulo	Hamburgo	Berlim	Estocolmo
Carros · km/ano (milhões)	36	131	118	46	46	32
Lugares · km/ano (milhões)	12 762	46 688	42 500	6 195	6 000	4 507
Passageiros · km/ano (milhões)	2 087	12 229	7 400	1 060	865	2 000
Extensão das linhas (km)	18	67	73	75	87	53
Trechos em túnel (em %)	100	56	85	27	78	46
Número de lugares por carro	354	354	354	133	130	140
Lotação média { Lugares · km	16	26	17	17	14	44
Lotação média { Passageiros · km						

Tab. K27
Custos operacionais específicos de diversos metrôs (US cents)

Custos operacionais por	Rio de Janeiro "Linha Prioritária"	Rio de Janeiro Rêde do Metrô	São Paulo	Hamburgo	Berlim	Estocolmo
Carro · km	31,61	22,73	34,80	20,80	50,60	49,40
Lugar · km	0,09	0,06	0,10	0,16	0,39	0,35
Passageiro · km	0,55	0,25	0,56	0,92	2,70	0,78

4.2 Comparação com os custos das estradas de ferro suburbanas do Rio de Janeiro

4.2.1 Custos operacionais anuais e tarifa com cobertura de custos

Pelo que se sabe, poucas estradas de ferro mantêm uma contabilidade regular, em separado, para seu tráfego suburbano. Dentre as emprêsas participantes da "Union Internationale des Chemins de Fer" (UIC), sòmente a "Societé Nationale des Chemins de Fer" (SNCF), para Paris, e a "Deutsche Bundesbahn" (DB), para Hamburgo, contabilizam seu tráfego suburbano em separado.
No Rio de Janeiro não existe contabilidade separada para o tráfego suburbano.
Foi preciso, assim, tentar extrair dos documentos accessíveis os custos anuais referentes ao tráfego suburbano. Serviu de base o balanço anual da EFCB para 1967.
Cumpre observar que apenas 130 km da rêde total da EFCB, com 3 465 km, são destinados ao tráfego suburbano do Rio de Janeiro. O método empregado na apuração dos custos poderá ser verificada no Caderno M 2/1, à disposição dos interessados na sede da Companhia do Metropolitano. O resultado da apuração dos custos está contido na Tab. K17. Verifica-se que os custos anuais totais em 1967 importavam em US$ 18 410 milhões, e os custos por passageiro · km em cêrca de 0,48 US Cents (Tab. K18). Para uma distância média de viagem de 29,4 km, o preço da passagem com cobertura de custos deveria, portanto, ser de:

$$0{,}48 \times 29{,}4 = 14{,}1 \text{ US Cents, ou NCr\$ } 0{,}45.$$

Admitindo não ser necessário que os juros calculatórios sejam cobertos pelo preço da passagem, bastaria que êste cobrisse tão sòmente os custos operacionais, que correspondem a cêrca de NCr$ 0,35. O preço único da passagem, aprovado pelo Govêrno Federal para o tráfego suburbano em 1968, atinge apenas NCr$ 0,10.

4.2.2 Comparação de custos entre metrô e estradas de ferro suburbanas

A Tab. K28 contém uma comparação de custos entre o metrô e as estradas de ferro suburbanas. Demonstra que os custos anuais totais das estradas de ferro suburbanas são consideràvelmente inferiores aos do metrô. Isto se deve, em primeiro lugar, ao fato de a estrada de ferro suburbana atravessar principalmente as regiões periféricas da cidade, menos densamente povoadas, onde as vias puderam ser assentadas (na maioria das vêzes há muitos anos) em leitos de superfície e a preços reduzidos. O metrô, entretanto, trafega em áreas densamente edificadas ou nos subúrbios, onde, após a implantação da estrada de ferro suburbana, se registra considerável aumento da densidade demográfica, devendo, por isso mesmo, geralmente, ser transferido para o nível subterrâneo, mediante construções mais dispendiosas de túneis. Os custos totais das estradas de ferro suburbanas por passageiro·km representam apenas 36% dos custos da "Linha Prioritária". Já para a Rêde do Metrô (1990) a proporção é mais favorável: os custos das estradas de ferro suburbanas correspondem a 84% dos custos do metrô. Essa aproximação dos custos próprios dos dois meios de transporte é devida, em grande parte, à participação crescente dos trechos do metrô em nível, à medida que a Rêde fôr sendo ampliada. Mesmo assim, em vista da baixa tarifa única de NCr$ 0,10, a estrada de ferro presentemente não poderá exercer uma política de tráfego ativa no tráfego suburbano, ao contrário dos ônibus, que podem cobrar cêrca de três vêzes mais para distâncias médias de viagem menores.
A capacidade de desempenho das estradas de ferro suburbanas e o número de passageiros transportados têm-se reduzido nos últimos anos. A estrada de ferro ainda poderia aumentar consideràvelmente sua capacidade (D 4.2.1), e reduzir assim seus custos por passageiro.

4.3 Comparação com os custos dos ônibus no Rio de Janeiro

4.3.1 Custos operacionais anuais dos ônibus

As considerações que se seguem baseiam-se, em grande parte, nos dados da repartição estadual de contrôle do tráfego coletivo de ônibus na Guanabara (BTC) e da emprêsa de ônibus de economia mista (CTC).

4.3.1.1 Desempenho de marcha médio anual

A análise dos dados disponíveis sôbre 157 linhas de ônibus, inclusive os da CTC, resultou no quadro de desempenho mostrado na Tab. K29.
Nos próximos anos, por um lado, o tráfego urbano de superfície aumentará consideràvelmente, ocasionando uma redução de velocidade média e, consequentemente, dos desempenhos anuais de marcha dos ônibus.
Por outro lado, o metrô desafogará o tráfego de superfície. Deverá ser de especial relevância o fato de que o serviço de acesso atribuído aos ônibus será prestado principalmente nos subúrbios, onde, devido às edificações menos densas, talvez seja possível um desempenho dos ônibus um pouco maior que o atual (compare-se também K6). Partiu-se, pois, para os demais cálculos para 1975, de um desempenho de marcha médio anual de um ônibus da ordem de 50 000 km, e para 1990, de um desempenho 10% mais elevado, ou seja, de 55 000 km.

4.3.1.2 Valor médio dos desempenhos de tráfego

A Tab. K30 contém o valor médio dos desempenhos de tráfego de um ônibus, calculado com base nas linhas de ônibus da Guanabara. Para fins de comparação foram também citados os valôres encontrados nas estatísticas da CTC. Para melhor compreensão da tabela será necessário considerar ainda os seguintes dados:

Tab. K28
Custos anuais totais por passageiro·km no metrô e nas estradas de ferro suburbanas (US cents)

Referência	1975	1990
Metrô	1,33	0,57
Estradas de ferro suburbanas	0,48	0,48

Tab. K29
Desempenho de marcha de um ônibus na Guanabara (1968)

Item	Referência		
1	Número de ônibus	2 953	—
2	Extensão das linhas	2 847	km
3	Número mensal de viagens	621 273	—
4	Número anual de viagens (12× item 3)	7 455 276	—
5	Viagens anuais por ônibus (it. 4 : it. 1)	2 525	—
6	Percurso médio de cada linha (it. 2 : 157)	18,14	km
7	Desempenho de marcha médio anual de cada ônibus (it. 5×it. 6)	45 803	km
8	Desempenho de marcha médio anual de cada ônibus da CTC	57 830	km

Tab. K30
Valor médio dos desempenhos de tráfego de um ônibus (1968 – 1975 – 1990)

Item	Referência	1968		1975	1990
		CTC	GB	GB	GB
1	Desempenho de marcha médio anual em km	57 830	50 000	50 000	55 000
2	Desempenho diário em km (item 1 : 365 dias)	158,4	137	137	151
3	Lugares · km diários (it. 2×65 pass.)	10 296	8 905	8 905	8 800
4	Lugares · km anuais (it. 3×365 dias)			3 250 325	3 560 000
5	Extensão média das linhas em km	11	17,4	9	9
6	Distância média de viagem em km	6,5	8,3	3,6	2,7
7	Passageiros diários	934	757	1 740	2 320
8	Passageiros diários, com lotação reduzida			aprox. 1 400	aprox. 1 550
9	Passageiros anuais (it. 7×365 dias)			511 000	565 000
10	Passageiros · km diarios (it. 6×it. 8)			5 040	4 200
11	Passageiros km anuais (it. 6×it. 9)			1 839 600	1 525 000
12	Indice de lotação (%) (100× it. 11 : it. 4)			57	43

a) Lotação por ônibus

Para cada ônibus foram considerados 65 lugares sentados e de pé (C4.2.2.3).

b) Extensão das linhas

Dos dados contidos em C4.2.2.7 deduziu-se que a extensão média das linhas de ônibus em 1968 é de aproximadamente 17,4 km. A extensão média das linhas em 1975 ou em 1990, quando os ônibus executarão quase que exclusivamente apenas serviços de acesso, devéra ser bem bem inferior.

c) Distância de viagem

Em 1968 a distância média de viagem dos passageiros de ônibus no Estado da Guanabara é de aproximadamente 8,3 km (C4.2.2.7).
Em 1975 a distância média de viagem já será de apenas 3,6 km e em 1990 ter-se-á reduzido para 2,7 km (Tab. E8).

d) Número de passageiros

Em 1968 cada ônibus transporta diàriamente uma média de 757 pessoas (CTC: 934).

Como após 1975 as linhas terão apenas cêrca da metade da extensão de 1968, cada ônibus fará aproximadamente o dôbro das viagens de 1968.
Independentemente, diminui a distância média de viagem dos passageiros. Para o mesmo índice de lotação dos ônibus, isso conduz a um aumento correspondente do número de passageiros transportados. Deve-se entretanto admitir que o índice de lotação se reduzirá com o passar dos anos, em razão das exigências dos usuários no que diz respeito ao confôrto. Admitir-se-á que o índice de lotação, em comparação com 1968, sofrerá uma redução de 20% até 1975, e de 33% até 1990. Assim o número de passageiros indicados no item 7 da Tab. K30 se reduz para os valôres indicados no item 8 dessa mesma tabela. Também o desempenho anual em km em 1990, com 10% de aumento em relação a 1975, atua nesse sentido, i. é, quanto ao aumento de comfôrto.

4.3.1.3 Custos anuais totais em 1968

A base para a determinação dos custos é o cálculo das tarifas da BTC, de junho de 1968 (US$ 1,00 = NCr$ 3,20).
A Tab. K31 contém um resumo dos custos anuais totais de um ônibus, classificados em custos variáveis e custos fixos. A base para os custos variáveis é um desempenho de marcha de 50 000 km por ano.
A taxa anual de depreciação (item 13) foi obtida do valor de reposição de um ônibus, que é de NCr$ 48 000,00, e considerando uma vida útil de 5 anos.
Ao invés do acréscimo para lucros, contido no cálculo de tarifas da BTC, foram considerados juros calculatórios. Com a taxa básica de 7% a. a. obtém-se, uma taxa média de juros de 4,4% a. a, e, por conseguinte, como juros calculatórios:

$$Z_k = 48\,000{,}00 \times 0{,}044 = \text{NCr\$ } 2\,112{,}00.$$

O Impôsto Sôbre Serviços (item 7), de 1%, deve ser acrescentado aos custos anuais totais, i. é, aos itens 1 a 6 e 9 a 16.
A dedução feita no item 19, caso seja dispensada a presença do cobrador, também inclui os custos de um fiscal e do correspondente Impôsto Sôbre Serviços.
As parcelas previstas nos cálculos de tarifas da BTC para Imprevistos e Correções, bem como o tributo temporário a ser recolhido para a "indenização de emprêsas de ônibus estrangeiras" não foram consideradas tendo em vista que nos cálculos dos demais meios de transporte também não foram considerados custos dessa natureza.

4.3.1.4 Custos anuais totais em 1975 e em 1990

Os custos anuais totais de um ônibus (base de custos: 1° de julho de 1968) em 1975 e em 1990, com relação aos seus desempenhos de marcha e de tráfego, estão contidos na Tab. K32.
Para 1990 foram considerados os mesmos custos totais que para 1975, porquanto o aumento de 10% no desempenho de marcha em 1990 acarreta apenas uma elevação insignificante de alguns custos variáveis.
Com uma distância média de viagem de 3,6 km prevista para 1975, resultaria, portanto, o seguinte preço de passagem por passageiro, para uma viagem em ônibus com cobrador:

$$2{,}73 \times 3{,}6 = \text{NCr\$ } 0{,}10$$
$$\text{ou } 0{,}85 \times 3{,}6 = 3 \text{ US Cents.}$$

4.3.2 Comparação de custos entre metrô e ônibus

4.3.2.1 Comparação direta dos custos

A Tab. K33 contém a comparação de custos entre o metrô e os ônibus.
Admitiu-se que em 1975 os ônibus ainda trafegarão com cobradores e em 1990 sem cobradores (I 3.4.3).
Essa tabela mostra que, se bem que os custos anuais totais dos ônibus por passageiro·km permaneçam constantes (já que até 1990 os cobradores terão sido dispensados), a sua vantagem em relação aos custos do metrô, que em 1975 é ainda relativamente grande, terá desaparecido completamente até 1990.

Tab. K31
Custos anuais totais de um ônibus

Item	Classificação dos custos	NCr$/ano	NCr$/ano
	Custos variáveis (para 50 000 km/ano):		
1	Custos de pessoal: motorista	13 050	
2	cobrador	7 400	
3	fiscal	700	
4	pessoal de oficina	1 600	
5	Custos de materiais: acessórios, pneus	6 750	
6	óleo diesel e lubrificante	4 800	
7	Impôsto Sôbre Serviços 1% dos itens 1 a 16	500	
8	Total dos custos variáveis (1 até 7)		34 800
	Custos fixos:		
9	Pessoal da administração	963	
10	Seguro	943	
11	Energia elétrica, telefone, etc.	610	
12	Taxas de emplacamento	485	
13	Depreciação: ônibus	9 600	
14	demais instalações	265	
15	Juros calculatórios: ônibus	2 112	
16	demais instalações	417	
17	Total dos custos fixos (9 até 16)		15 395
18	Custos anuais totais com cobrador (8+17)		50 195
19	Custos anuais totais sem cobrador		42 000

Tab. K32
Desempenhos de tráfego de um ônibus e seus custos específicos

Item	Refêrencia	1975		1990	
1	Desempenho de marcha de um ônibus (km/ano)	50 000		55 000	
	Desempenho de tráfego de um ônibus				
2	Lugares · km/ano	3 250 325		3 560 000	
3	Passageiros · km/ano	1 839 600		1 525 000	
4	Passageiros transportados/ano	511 000		565 000	
	Custo total de um ônibus	NCr$	US$	NCr$	US$
5	com cobrador	50 195	15 686	50 195	15 686
6	sem cobrador	42 000	13 100	42 000	13 100
	Custo total (em relação ao desempenho)	centavos	US cents	centavos	US cents
7	Ônibus · km com cobrador it. 5:it. 1	100,39	31,37	141,00	44,06
8	Ônibus · km sem cobrador it. 6:it. 1	84,00	26,25	76,40	23,87
9	Lugar · km com cobrador it. 5:it. 2	15,44	4,83	14,10	4,41
10	Lugar · km sem cobrador it. 6:it. 2	12,95	4,05	11,78	3,68
11	Passageiro · km com cobrador it. 5:it. 3	2,73	0,85	3,30	1,03
12	Passageiro · km sem cobrador it. 6:it. 3	2,28	0,71	2,72	0,85
13	Passageiro transportado com cobrador it. 5:it. 4	9,82	3,07	8,88	2,78
14	Passageiro transportado sem cobrador it. 6:it. 4	8,20	2,62	7,42	2,32

Tab. K33
Custos anuais totais por passageiro·km no metrô e nos ônibus (US cents)

Referência	1975	1990
Metrô	1,33	0,57
Ônibus	0,85	0,85

4.3.2.2 Influência dos custos das vias

Uma comparação entre êsses dois meios de transporte sòmente poderá ser correta se fôr considerada, concomitantemente, a questão dos custos das vias.
Os custos da via do metrô compreendem implantação, manutenção, depreciação e juros calculatórios do leito da via, i. é, em sua maior parte, dos túneis. Êsses custos estão contidos, na íntegra, nos custos totais do metrô por passageiro·km.
O ônibus participa dos custos das vias públicas.
Os custos das vias públicas compreendem, em primeiro lugar (como o leito da via do metrô), os custos de implantação, manutenção, depreciação e juros calculatórios.
Acrescem ainda os custos correspondentes a sinais luminosos, sinalização, energia elétrica para sinais luminosos e iluminação das ruas, bem como os custos da polícia de trânsito.
Se a determinação dos custos das vias públicas já é bastante difícil, mais problemática ainda é a fixação da parcela dêsses custos pertinente aos ônibus. De maneira geral pode-se afirmar que os custos de vias públicas devem ser distribuídos de acôrdo com a área específica ocupada pelos veículos e conforme sua carga por eixo.
O cálculo dos custos de vias públicas foge ao âmbito dêste Estudo. Contudo, a fim de complementar estas considerações, será apresentada, sucintamente, a participação de um ônibus e de um carro de passageiros pequeno nos custos de vias publicas, apurada de conformidade com as disposições vigentes.
Cada proprietário de um veículo motorizado participa dos custos das vias públicas mediante uma quota que lhe é cobrada sôbre o valor do combustível, a título de Impôsto Único, e uma quota representada pela taxa de licenciamento pagável anualmente.

a) Participação de um ônibus nos custos de vias públicas:

		NCr$/ano
óleo Diesel:	NCr$ 0,085/km × 50 000 km/ano =	4 250.
Impôsto Único:	31,56% de NCr$ 4 250,00 =	1 341.
Licenciamento:		485.

A participação nos custos das vias públicas será de:

	NCr$/ano
79,5% de NCr$ 1 341,00 =	1 066
66,6% de NCr$ 485,00 =	323
total	1 389,

o que representa cêrca de 2,8% dos custos anuais totais de um ônibus, que são de NCr$ 50 195,00.

b) Participação de um carro de passageiros pequeno nos custos de vias públicas:

		NCr$/ano
gasolina:	NCr$ 0,029/km × 12 000 km/ano =	348.
Impôsto Único:	33,22% de NCr$ 348,00 =	116.
Licenciamento:		93.

A participação nos custos das vias públicas será de:

	NCr$/ano
79,5% de NCr$ 116,00 =	92
66,6% de NCr$ 93,00 =	62
total	154,

o que representa cêrca de 5,3% dos custos anuais totais de um carro de passageiros pequeno, estimados em NCr$ 0,24/km × 12 000 km/ano = NCr$ 2 880,00/ano.
Assim, a participação do carro pequeno nos custos das vias públicas é de cêrca de 5,3% do seu custo anual total, ou seja, uma participação equivalente ao dôbro daquela do ônibus. Nas estradas de ferro os custos da via representam de 20% a 33% de seus custos anuais totais. Em metrô subterrâneo essa parcela é ainda consideràvelmente maior.
Se fôr considerado que a participação do ônibus nos custos das vias públicas se eleva a apenas 2,8% do seu custo anual total, parece duvidoso que a participação do ônibus possa cobrir todos os custos das vias públicas pelos quais é efetivamente responsável.
Esse resultado terá que ser levado em consideração ao ser feita a comparação dos custos por passageiro·km entre o ônibus e o metrô, como acima.

5. Receitas e tarifas

De K1 a K4 foram analisados os aspectos relativos aos custos do metrô. Cabe agora analisar as receitas, às quais os custos devem ser confrontados.

5.1 **Função e formas de receitas**

As receitas devem cobrir todos os custos do metrô na execução de sua função de transporte.
Normalmente a maior parcela dessas receitas é constituída pelas "receitas de tráfego", que estão em relação direta com o desempenho do metrô na execução do transporte.
A Companhia do Metropolitano recolhe ainda "outras receitas", que são de ordem de grandeza muito inferior e provêm da locação de lojas, áreas para anúncios, vitrinas, etc.
Se as receitas auferidas dessas fontes não forem suficientes será necessária a intervenção do Estado, já que êste não pode permitir a paralização do metrô, que geralmente constitui a espinha dorsal do transporte coletivo urbano. O Estado concederá, então, subvenções provenientes de impostos, proporcionando assim ao metrô os meios necessários.

5.2 **Dependência das receitas de tráfego**

O montante das receitas de tráfego depende do volume de tráfego, i. é, dos desempenhos de tráfego, bem como da tarifa pela qual o usuário paga ao metrô o seu transporte.
A tarifa poderá ser composta com base em razões plutonômicas, estruturada de maneiras várias sôbre bases econômicas, ou ser também combinada com outras tarifas.

5.2.1 Dependência das receitas de tráfego a considerações plutonômicas

O montante dos custos é determinado de maneira relativamente clara e obrigatória, face à meta estabelecida para o Metrô do Rio de Janeiro. Esta meta é o exercício das funções de tráfego do metrô no Rio de Janeiro, definidas nos capítulos anteriores.
Ao contrário do que acontece com os custos, o montante das receitas de tráfego pode ser regulado dentro de uma vasta gama de níveis, de acôrdo com as metas de rentabilidade e da política de tráfego fixadas. Essas metas podem ser as mais variadas, tanto fundamental como quantitativamente. Dentre a série de possibilidades que se confundem incessantemente serão mencionadas algumas das mais expressivas.

a) No contexto de uma economia planificada poder-se-ia exigir que o preço da passagem de um meio de transporte coletivo deva ser tão reduzido quanto possível, sem considerar a cobertura dos custos, podendo em casos extremos ser equivalente a zero. O deficit deveria, então, ser compensado através de arrecadações estatais (impostos).

b) Poder-se-ia também exigir que o preço da passagem cubra os custos da execução operacional, os custos de manutenção de todas as instalações fixas e do material rodante, assim como as depreciações. Nesse caso os juros sôbre o capital investido em instalações fixas e material rodante deveriam ser subsidiados pelo poder público ou, então, ser colocados "à fond perdu".
Medidas dessa natureza já foram tomadas em numerosos meios de transporte coletivo europeus, sobretudo para o custeio da via (túneis).

c) Do ponto de vista de economia operacional deve-se, contudo, sempre procurar conseguir que as receitas sejam, pelo menos, iguais aos custos (inclusive juros), i. é, que seja obtida uma cobertura total dos custos.

d) Uma emprêsa de transporte poderá, finalmente, ser constituída também apenas em base de economia privada. Os empresários particulares esperam, naturalmente, que as receitas excedam os custos, i. é, que a emprêsa apresente lucro.

Em um meio de transporte coletivo de propriedade estatal ou municipal, normalmente a cobertura dos custos, inclusive juros (item c), deveria ser considerada a solução ideal. Caso os órgãos responsáveis pelo Metrô do Rio de Janeiro adotem êsse princípio, ficarão firmemente delineadas as metas e os limites para a composição das tarifas. As considerações a seguir são baseadas neste princípio.

5.2.2 Influência da estrutura tarifária

A composição da tarifa já foi abordada em I 3.
Foi analisado qual das duas principais modalidades de tarifas seria a mais apropriada para o Metrô do Rio de Janeiro:

a) tarifa progressiva ou

b) tarifa única.

Cumpria decidir se cada uma das emprêsas que participam do transporte coletivo no Rio de Janeiro deveria estabelecer ou manter uma tarifa isolada, ou se tôdas essas emprêsas iriam optar por uma tarifa comum. De

acôrdo com a recomendação do Grupo de Estudos tanto os passageiros quanto as emprêsas de transporte auferirão maiores vantagens se fôr implantado um convênio tarifário com tarifa única.

Nesse caso tôdas as receitas das tarifas são encaminhadas a um órgão superior de direção, que distribui as receitas entre as diversas emprêsas participantes do convênio tarifário, de acôrdo com os respectivos desempenhos de tráfego apresentados (medidos em passageiros · km).

Como foi dito em A4.1 e em E1.2, o Grupo de Estudos teve que tomar uma decisão a respeito antes mesmo da alocação, por computador, do tráfego futuro às rêdes de tráfego correspondentes aos anos de 1975 e 1990.

Assim foi possível alimentar o computador com uma programação tal que a decisão a ser tomada pelo passageiro sôbre qual itinerário e qual meio de transporte a escolher para chegar a seu destino depende ùnicamente da maior rapidez em atingir êsse destino.

Com tarifa isolada para cada emprêsa de transporte, apresentar-se-ia ainda a questão de como o passageiro poderia alcançar seu destino pelo menor preço possível. Assim resultaria uma repartição diferente do tráfego entre os diversos meios de transporte na rêde total.
No caso da aceitação de uma tarifa comum, os diferentes meios de transporte participantes do convênio deveriam encontrar um método de distribuição das receitas comuns que fôsse justo e estimulasse maiores desempenhos. Condição indispensável para isso é a determinação "a priori", e de modo uniforme, dos custos próprios de todos os meios de transporte integrados, cujos resultados deveriam ser aceitos por todos os participantes do convênio no Rio de Janeiro.

Os preços das passagens são únicos e a área na qual essa tarifa é aplicada não terá que ser subdividida em zonas, seções ou etapas de distâncias. Os preços únicos das passagens relacionam-se, entretanto, com o desempenho em passageiros · km, sendo determinados — ainda que só em média — pelas distâncias, já que no estabelecimento do preço das passagens foi tomada por base a distância média de viagem na rêde total.

5.3 Determinação das receitas de tráfego e das tarifas

Segundo K5.2.1, o presente Estudo parte do princípio de que as receitas deverão ser, no mínimo, iguais aos custos (inclusive juros), i. é, que se consiga a cobertura integral dos custos, não só para o metrô, mas também para os demais meios de transporte participantes do convênio tarifário. Já que as "outras receitas" do metrô, como ainda será demonstrado, irão perfazer no máximo apenas 3% da receita de tráfego, serão desprezadas por ocasião do cálculo da tarifa, passando a constituir uma reserva financeira morta. O mesmo se aplica às demais emprêsas participantes do convênio tarifário. A cobertura total dos custos deverá, pois, ser conseguida ùnicamente através das receitas de tráfego.

As receitas de tráfego resultam do produto do desempenho de tráfego pela tarifa.

Com o fito de conseguir uma distribuição equitativa da receita pelas diversas emprêsas dentro do convênio tarifário, será necessário partir-se do desempenho de tráfego medido em passageiros · km.

Para a determinação da tarifa única, os custos próprios totais das emprêsas participantes deverão ser divididos pelo desempenho de tráfego expresso em número de passageiros transportados (E1.2.1 e E2.2).

De início deverá, porém, ser avaliado o montante aproximado de uma tarifa isolada para o metrô. Para tanto servirão os dados em passageiros · km ou em passageiros, determinados pela alocação do tráfego às respectivas rêdes totais de tráfego; deverão, contudo, ser observadas as restrições feitas em K5.2.2.

5.3.1 Tarifa isolada para o metrô (aproximada)

a) "Linha Prioritária" (1975)

Os custos anuais totais da "Linha Prioritária" (K3.3), incluindo custos operacionais e de juros, elevam-se a US$ 27,863 milhões. A receita deverá cobrir integralmente êsse montante.

A êsses custos contrapõe-se o seguinte desempenho de tráfego (E1.2.2):

6,698 milhões de passageiros · km/dia útil × 311,54 dias úteis/ano = 2 086,69 milhões de passageiros · km/ano, ou

1,593 milhões de usuários/dia útil × 311,54 dias úteis/ano = 496,28 milhões de usuários/ano.

Uma tarifa isolada com cobertura total dos custos deveria ser estabelecida:

a1) como tarifa progressiva:

100 × 27,863 milhões: 2 086,69 milhões = 1,33 US Cents/passageiro · km,

a2) como tarifa única:

100 × 27,863 milhões: 496,28 milhões = 5,61 US Cents/usuário do metrô.

Para a distância média de viagem da "Linha Prioritária", de 4,2 km, o preço da passagem com tarifa progressiva seria, portanto, idêntico ao da tarifa única.

b) Rêde do Metrô (1990)

Os custos anuais totais da Rêde do Metrô (K3.3) elevam-se a US$ 69,662 milhões.

A êsses custos contrapõe-se o seguinte desempenho de tráfego (E2.2.1):

39,252 milhões de passageiros · km/dia útil × 311,54 dias úteis/ano = 12 229 milhões de passageiros · km/ano ou

5,083 milhões de usuários/dia útil × 311,54 dias úteis/ano = 1 584 milhões de usuários/ano.

Uma tarifa isolada com cobertura total dos custos deveria ser estabelecida:

b1) como tarifa progressiva:

100 × 69,662 milhões: 12 229 milhões = 0,57 US Cents/passageiro · km,

b2) como tarifa única:

100 × 69,662 milhões: 1 584 milhões = 4,40 US Cents/usuário do metrô.

Para a distância média de viagem da Rêde do Metrô, de 7,7 km, o preço da passagem com tarifa progressiva seria, portanto, idêntico ao da tarifa única.

5.3.2 Tarifa comum

5.3.2.1 Custos próprios das diversas emprêsas de transporte

O objetivo é a cobertura integral de todos os custos próprios dos meios de transporte participantes do convênio tarifário.
Os custos próprios para as estradas de ferro suburbanas e para os ônibus só podem ser calculados para o presente, e apenas de modo aproximado, com base em relatórios anuais e outras publicações (K4.2.1 e K4.3.1). Para efetuar-se uma previsão mais rigorosa de custos para 1975 e 1990 seriam necessárias extensas pesquisas sôbre as rêdes, bem como sôbre o desenvolvimento da estrutura técnica, de pessoal e econômica dessas emprêsas.

a) Custos próprios das estradas de ferro suburbanas

Em K4.2.1, os custos próprios das estradas de ferro suburbanas em 1968 foram calculados em 0,48 US Cents por passageiro · km.
Até 1990 haverá provàvelmente um traçado apenas ligeiramente melhorado em comparação com o atual, embora com aumento de desempenho (D4.2). É verdade que para tanto será necessário efetuar investimentos, mas com maior aproveitamento das instalações a rentabilidade da operação das estradas de ferro suburbanas deveria

melhorar. Por isto foram os custos próprios de 1968 tomados como base também para 1975 e 1990.

b) Custos próprios dos ônibus

Em K4.3.1, os custos próprios dos ônibus por passageiro · km em 1968 foram calculados em 0,85 US Cents. Para 1975 e 1990 foi mantido o mesmo índice de custos próprios por passageiro · km, a despeito de desenvolvimentos desiguais da extensão média das linhas, da distância média das viagens, da velocidade média, etc., pelo fato de as influências positivas e negativas se compensarem.
Finalmente, dado o contínuo encurtamento, de ano para ano, da extensão das linhas e das distâncias de viagem, dever-se-á contar com um aumento dos custos próprios dos ônibus.
Êste aumento é de difícil previsão; pode-se admitir, entretanto, que os custos por unidade de desempenho de tráfego sofrerão um aumento de no máximo 50%.

c) Custos próprios do metrô

Os custos próprios do metrô por passageiro · km foram calculados em K3.3 e são:

"Linha Prioritária" (1975): 1,33 US Cents,
Rêde do Metrô (1990): 0,57 US Cents.

5.3.2.2 Tarifa comum em 1975

A soma dos custos próprios dos três meios de transporte participantes do convênio tarifário em 1975, de acôrdo com a Tab. K34, importa em US$ 133,8 milhões.
Os desempenhos de tráfego que podem ser esperados na rêde do convênio tarifário para 1975 (Projeto I) serão:

17 877 milhões de passageiros · km/ano, calculados de acôrdo com a Tab. E9,

1 358,9 milhões de passageiros/ano, calculados de acôrdo com a Tab. E3.

Obtem-se assim para 1975 uma tarifa progressiva de:
100×133,8 milhões: 17 877 milhões = 0,75 US Cents/passageiro · km, ou uma tarifa única de:
100×133,8 milhões: 1 358,9 milhões = 9,85 US Cents/passageiro.
Para o limite superior dos custos dos ônibus (custos dos ônibus +50%) essas tarifas aumentarão na tarifa progressiva para:
100×168,6 milhões: 17 877 milhões = 0,94 US Cents/passageiro · km,
ou na tarifa única para:
100×168,6 milhões: 1 358,9 milhões = 12,41 US Cents/passageiro.

5.3.2.3 Tarifa comum em 1990

De acôrdo com a Tab. K35, a soma dos custos próprios das emprêsas de transporte participantes do convênio tarifário em 1990 importa em US$ 185,2 milhões.
Os desempenhos de tráfego a serem esperados na rêde do convênio tarifário para 1990 (Projeto II B) serão:
29 298 milhões de passageiros · km/ano calculados de acôrdo com a Tab. E9,
2 100,7 milhões de passageiros/ano calculados de acôrdo com a Tab. E7.
Obtém-se assim para 1990 uma tarifa progressiva de:
100×185,2 milhões: 29 298 milhões = 0,63 US Cents/passageiro · km,
ou uma tarifa única de:
100×185,2 milhões: 2 100,7 milhões = 8,82 US Cents/passageiro.
Para o limite superior dos custos dos ônibus (custos dos ônibus+50%) essas tarifas aumentarão na tarifa progressiva para:
100×223,7 milhões: 29 298 milhões = 0,76 US Cents/passageiro · km,
ou na tarifa única para:
100×223,7 milhões: 2 100,7 milhões = 10,65 US Cents/passageiro.

5.3.2.4 Tarifas recomendadas

Adiante é apresentado um resumo dos preços únicos das passagens calculados em K5.3.2 e recomendados pelo Grupo de Estudos para um convênio tarifário.

a) "Linha Prioritária" (1975)
Preço da passagem: 9,85 US Cents = NCr$ 0,32.
Para o limite superior dos custos dos ônibus: 12,41 US Cents = NCr$ 0,40.

b) Rêde do Metrô (1990)
Preço da passagem: 8,82 US Cents = NCr$ 0,29.
Para o limite superior dos custos dos ônibus: 10,65 US Cents = NCr$ 0,35.

As receitas a mais, no caso do limite superior dos custos dos ônibus, servirão para absorver o provável aumento dos custos próprios dos ônibus. Tanto no caso normal como no caso do limite superior dos custos dos ônibus, as receitas de tráfego do metrô deverão ser:

a) "Linha Prioritária" (1975): US$ 27,8 milhões/ano

b) Rêde do Metrô (1990): US$ 69,7 milhões/ano.

Em resumo, pode ser constatado o seguinte: tanto os custos da "Linha Prioritária" (1975) como os da Rêde de Metrô (1990) poderão ser cobertos integralmente pelas receitas de tráfego com preços de passagem razoáveis. Assim, mesmo as despesas de capital poderão ser inteiramente cobertas pela receita, fato que na maioria dos meios de transporte coletivo urbano das metrópoles européias não é possível ou, pelo menos, não o é integralmente. Êsse resultado é satisfatório, especialmente do ponto de vista de capacidade de obtenção de créditos por parte do Metrô do Rio de Janeiro.

5.4 **Outras receitas**

As outras receitas são provenientes da locação de lojas, áreas para anúncios, vitrinas e similares.

Tab. K34
Custos próprios anuais de tôdas as emprêsas participantes do convênio tarifário em 1975

Item	Referência	Est. ferro	Ônibus	Metrô	Total
1	Milhões de passageiros·km/ano	7 609	8 181	2 087	17 877
2	1 Passageiro·km, US cents	0,48	0,85	1,33	em média 0,75
3	Custo anual total, milhões de US$	36,5	69,5	27,8	133,8
2 bis *	1,5 × it. 2 do ônibus US cents/pass·km	(0,48)	1,28	(1,33)	0,94
3 bis *	1,5 × it. 3 do ônibus milhões US$/ano	(36,5)	104,3	(27,8)	168,6

* Os itens assinalados com "bis" indicam os resultados correspondentes ao limite superior do custo dos ônibus.

Tab. K35
Custos próprios anuais de tôdas as emprêsas participantes do convênio tarifário em 1990

Item	Referência	Est. ferro	Ônibus	Metrô	Total
1	Milhões de passageiros·km/ano	8 016	9 053	12 229	29 298
2	1 passageiro·km, US cents	0,48	0,85	0,57	em média 0,63
3	Custo anual total, milhões de US$	38,5	77,0	69,7	185,2
2 bis *	1,5 × it. 2 do ônibus US cents/pass·km	(0,48)	1,23	(0,57)	0,76
3 bis *	1,5 × it. 3 do ônibus milhões US$/ano	(38,5)	115,5	(69,7)	223,7

* Os itens assinalados com "bis" indicam os resultados correspondentes ao limite superior do custo dos ônibus.

As despesas que a Companhia do Metropolitano deverá ter na execução dessas instalações, sua manutenção, juros, etc., já estão computadas nos investimentos e nos custos anuais totais.
Como será indicado no cálculo que se segue, essas receitas de locação, que poderão assim ser consideradas como lucro líquido, em 1975 perfazem apenas cêrca de 3%, e em 1990 apenas cêrca de 1,5% das respectivas receitas de tráfego.
Por êste motivo não foram levadas em consideração nos cálculos da tarifa e nem para a cobertura dos custos próprios. Constituem, portanto, uma reserva financeira morta.

5.4.1 Locação de lojas

Nas estações do metrô deverão ser instaladas lojas comerciais, lanchonetes, etc.
Isto não só tornará o metrô mais atraente, como também lhe oferece a oportunidade de auferir lucros. Em razão das despesas de administração, seria conveniente que o metrô não explorasse diretamente essas instalações, mas as alugasse.
Para o cálculo do preço de locação foi tomado por base o preço médio de aluguel de 1 m² de loja na Estação D. Pedro II, que é atualmente de NCr$ 480,00 por ano.
Considerando que nas estações de metrô o movimento de passageiros será, em média, inferior, considerou-se como adequado para as lojas nas 22 estações da "Linha Prioritária" um aluguel médio de NCr$ 200,00/ m² e por ano. A mesma taxa também foi tomada como base para as lojas das 54 estações existentes em 1990. É verdade que naquela época o metrô será usado por maior número de passageiros do que em 1975, mas as estações da periferia produzem, em média, menos receitas que as centrais.
As estações da "Linha Prioritária" disporão de aproximadamente 140 lojas, com 25 m² cada uma, ou seja 3 500 m².
A apuração das receitas é mostrada na Tab. K36.

5.4.2 Locação de vitrinas

As estações da "Linha Prioritária" terão espaço para cêrca de 1 000 metros lineares de vitrinas.
O aluguel anual estimado para cada metro linear de vitrina é de NCr$ 80,00.
A apuração das receitas poderá ser vista na Tab. K37.

5.4.3 Locação de áreas para anúncios

Admite-se em princípio que cada carro do metrô disporá no seu interior de aproximadamente 4,50 m² de área para anúncios.
Um ônibus também possui a mesma área para anúncios.
A receita proveniente da locação dessa área é atualmente de NCr$ 156,00/ano. Considerando a maior eficácia da propaganda num carro de metrô, que é usado diàriamente por número consideràvelmente superior de passageiros, foi tomado como base o dôbro dêsse valor, ou seja, NCr$ 312,00/ano. A apuração da receita é mostrada na Tab. K38. Não foram consideradas as áreas para anúncios existentes nas paredes das estações, superfícies externas dos carros, etc.

5.4.4 Locação de salas

Considerando que, de um lado, o local previsto para o Edifício da Administração exige, por motivos urbanísticos, a construção de prédios de 12 pavimentos, e, de outro lado, a distribuição da Companhia do Metropolitano por tão grande número de pavimentos em áreas relativamente pequenas não seria conveniente, preferiu-se prever a construção de um edifício com pavimentos-tipo maiores e a locação de vários dêles. Esta solução também permite um bom atendimento à demanda de espaço da Companhia, que crescerá com o desenvolvimento da Rêde. Para as áreas de escritório não utilizadas poder-se-á sempre contar com as receitas anuais indicadas na Tab. K39, em razão da excelente localização comercial do edifício.

5.4.5 Resumo das "outras receitas"

O resumo das "outras receitas" pode ser visto na Tab. K40.

Tab. K36
Receita anual da locação de lojas

Referência	Número de estações	Área para aluguel m²	Aluguel NCr$/m²	Receita de locação NCR$ 1 000	Receita de locação US$ 1 000*
"Linha Prioritária"	22	3 500	200	700	200
Rêde do Metrô	54	$3\,500 \times \frac{54}{22}$	200	1 720	450

* Nos valôres em dólares foram feitas reduções como segurança

Tab. K37
Receita anual da locação de vitrinas

Referência	Número de estações	Vitrinas m	Aluguel NCr$/m	Receita de locação NCr$ 1 000	Receita de locação US$ 1 000
"Linha Prioritária"	22	1 000	80	80	25
Rêde do Metrô	54	$1\,000 \times \frac{54}{22}$	80	196	60

Tab. K38
Receita anual da locação de áreas para anúncios

Referência	Número de carros	Aluguel NCr $/ carro	Receita de locação NCr $ 1 000	Receita de locação US $ 1 000
"Linha Prioritária"	300	312	93	29
Rêde do Metrô	828	312	259	81

Tab. K39
Receita anual da locação de salas

Referência	Área das salas m²	Aluguel NCr $/ m²	Receita de locação NCr $ 1 000	Receita de locação US $ 1 000
"Linha Prioritária"	11 250	155	1 750	540
Rêde do Metrô	10 000	155	1 550	480

Tab. K40
Receita anual de locação (outras receitas) (US $ 1 000)

Referência	"Linha Prioritária"	Rêde do Metrô
Locação de lojas	200	450
Locação de vitrinas	25	60
Locação de áreas para anúncios	29	81
Locação de salas	540	480
Total	794	1 071

6. Considerações plutonômicas (Relação benefício-custo)

6.1 **O problema**

Quando se trata de projetos de infra-estrutura, a eficiência plutonômica é mais importante que a rentabilidade de economia privada. Nestes os projetos de tráfego ocupam lugar de destaque. Cabe a êles proporcionar as condições necessárias para qualquer atividade econômica, possibilitando um transporte de passageiros e de cargas tão rápido, seguro, pontual e barato quanto possível.
Por essa razão as entidades encarregadas do planejamento do tráfego tentaram, por diversas vêzes, coligir e, se possível, quantificar os efeitos plutonômicos de projetos de tráfego. Uma das tentativas que, por enquanto, apresentou melhores resultados, foi a análise benefício-custo, que tenta quantificar os benefícios plutonômicos e confrontá-los com os custos plutonômicos.
Êsse confronto é expresso pela relação benefício-custo. Se essa relação entre o benefício e o custo fôr superior a 1, o projeto é plutonômicamente justificável e sua execução pode ser recomendada (Fig. K4).
Êste critério de análise é necessário sob o ponto de vista social superior, porquanto é através dêle que poderão ser avaliados os sacrifícios impostos à comunidade para que o projeto seja levado a têrmo. Por conseguinte, na apuração da relação benefício-custo são utilizados os custos sociais ao invés dos custos do mercado.

6.2 **Apresentação da relação benefício-custo**

Para a apresentação dos diferentes dados sôbre os valôres de um ano (t, t+1) serão utilizadas as seguintes convenções:

R_t = relação benefício-custo,

I_t = montante dos investimentos a serem realizados,

C_t = custos da execução operacional e de manutenção,

C_t^* = custos indiretos totais,

B_t = benefícios diretos totais,

B_t^* = benefícios indiretos totais.

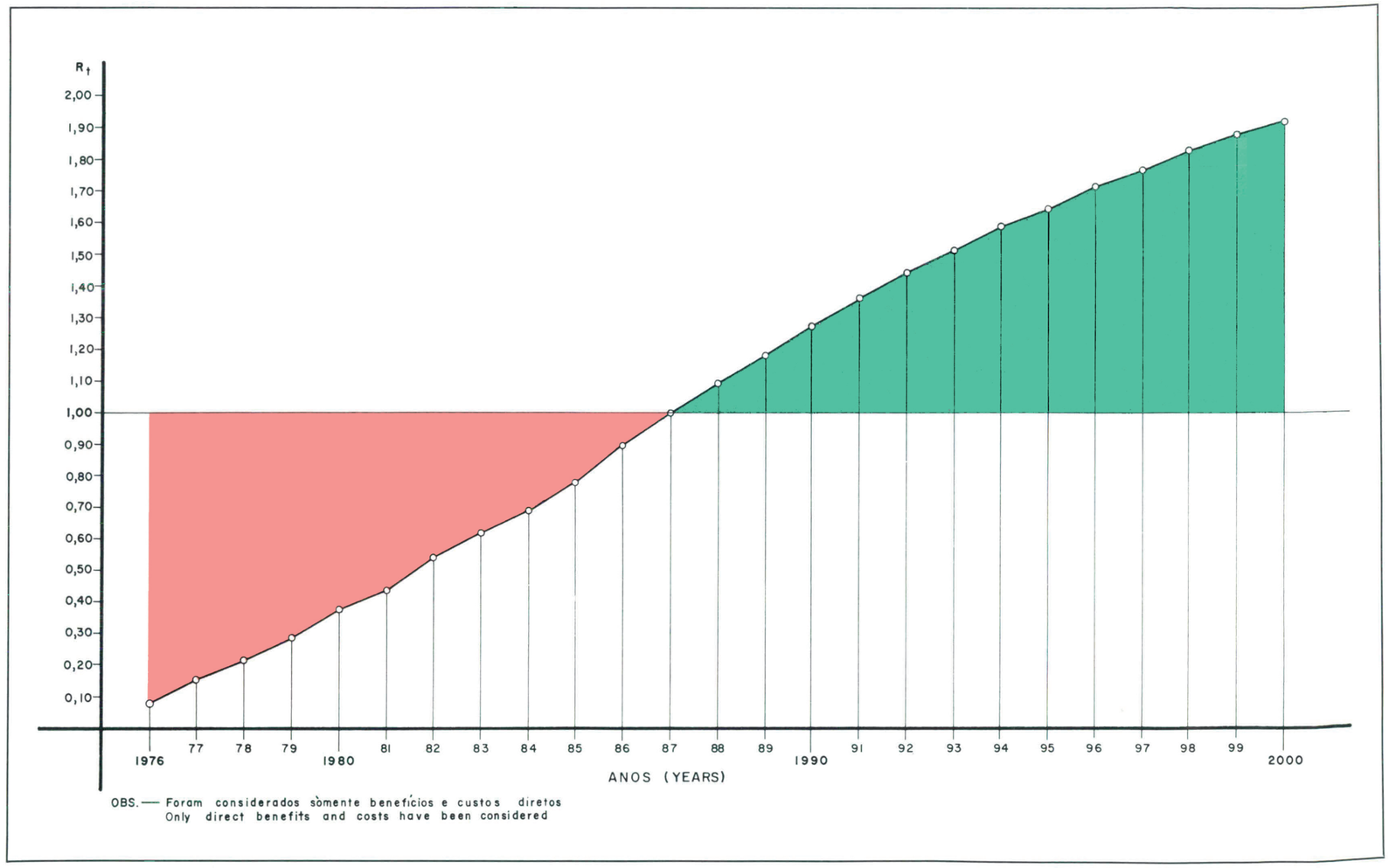


Fig. K4
Relação benefício-custo (R_t) do metrô

A relação benefício-custo para um período de n anos é expressa por:

$$R_n = \frac{\sum_{t=1}^{n} (B_t + B_t^*)\, v^t}{\sum_{t=1}^{n} (I_t + C_t + C_t^*)\, v^t}$$

onde v é o valor atual de uma unidade de capital disponível no fim de um ano t (fator de aplicação de juros).

A fim de poder determinar os valôres atuais do numerador e do denominador da relação acima, a taxa anual de juros será fixada em 7%, que, para financiamentos mistos a longo prazo, parece ser atualmente realizável no mercado de crédito internacional.
Inicialmente serão analisados os benefícios e os custos diretos.

6.3 **Benefícios e custos diretos**

Em um meio de transporte rápido como o metrô os custos diretos são representados pelos custos anuais totais do metrô e os benefícios diretos pela soma dos dois itens seguintes:
custos anuais de meios de transporte que teriam que ser providenciados no caso de não ser implantado o metrô,
custos anuais do tempo perdido em viagens caso o metrô não fôsse implantado.

6.3.1 Custos diretos anuais

Devem ser considerados os seguintes custos diretos:

a) Investimentos na aquisição de bens de raiz necessários e custos de construção das instalações fixas (túnel, via permanente, instalações elétricas, instalações de sinalização e telecomunicações, estações, acessos e saídas, bilheterias, etc.), custos de manutenção em funcionamento das rêdes de serviços públicos durante as obras e sua reinstalação, custos de escoramento de edificações vizinhas, etc.

b) Investimentos para o material rodante.

c) Custos da execução operacional e de manutenção das instalações fixas e do material rodante.
Os custos diretos anuais do metrô estão relacionados nas colunas 3 a 5 da Tab. K41.

6.3.2 Benefícios diretos anuais

No caso da não implantação do metrô a grande massa dos seus futuros passageiros teria que continuar, como hoje, a se servir dos ônibus ou, no tráfego para Niterói, das barcas.
Os custos adicionais que, em comparação com os custos do metrô, daí adviriam para o transporte de passageiros, bem como devido aos tempos de viagem mais longos, devem ser computados como benefícios diretos do metrô.

6.3.2.1 Custos anuais de meios de transporte no caso da não implantação do metrô

Como os passageiros que no futuro deverão ser transportados pelo metrô atualmente realizam suas viagens em carros particulares, ônibus ou barcas, uma estimativa conservadora dos custos anuais de transporte sem a existência de um metrô pode ser feita admitindo-se que todos os passageiros se servirão do ônibus. Quanto aos passageiros que efetuam a travessia Rio—Niterói, sòmente a partir de 1990 passariam a ser considerados no cálculo dos custos anuais de transporte. Admite-se que os custos de transporte por passageiro·km são os relacionados na Tab. K42.
Nesses custos de transporte também foi introduzido o Impôsto Único sôbre Combustíveis e Lubrificantes, as Taxas de Pavimentação e Conservação das Vias Públicas e os custos mencionados em b) e c), pois as receitas do impôsto e da taxa mencionados se destinam a cobrir os custos de construção e de conservação das vias públicas necessárias aos transportes urbanos.
Designando por v o número de passageiros·km durante um ano t da operação do metrô, em todos os trechos, com exceção do trecho Rio (Praça XV)—Niterói, a partir de 1969 — que é tomado como ano zero —, e por v'_t o número de passageiros·km no trecho Rio—Niterói, os custos anuais de transporte de passageiros — no caso da não implantação do metrô e admitindo-se que a partir de 1990 o trecho do metrô para Niterói já tenha entrado em operação — elevar-se-iam (em US Cents):
para um ano entre 1969 e 1989, portanto para $t \leq 21$:

$$v_t \cdot C_2 ,$$

para um ano a partir de 1990, portanto para $t \geq 22$:

$$v_t \cdot C_2 + v'_t \cdot C_3 .$$

Os números estimados de passageiros·km por ano — v_t — a partir de 1976 estão relacionados na coluna 2 da Tab. K41. Nessa mesma tabela encontram-se ainda os custos de transporte de passageiros por ônibus, calculados para cada ano (coluna 6).

6.3.2.2 Custos anuais do tempo perdido

Seja admitido que com a utilização do metrô, em confronto com o transporte atual, haja uma economia de tempo de d min por passageiro.km. Nesse caso o tempo total economizado por todos os passageiros do metrô em um ano t seria de:

$$d \cdot v_t \text{ (min)} \quad \text{para } t \leq 21 \text{ e de}$$
$$d \cdot v_t + d' \cdot v'_t \text{ (min)} \quad \text{para } t \geq 22.$$

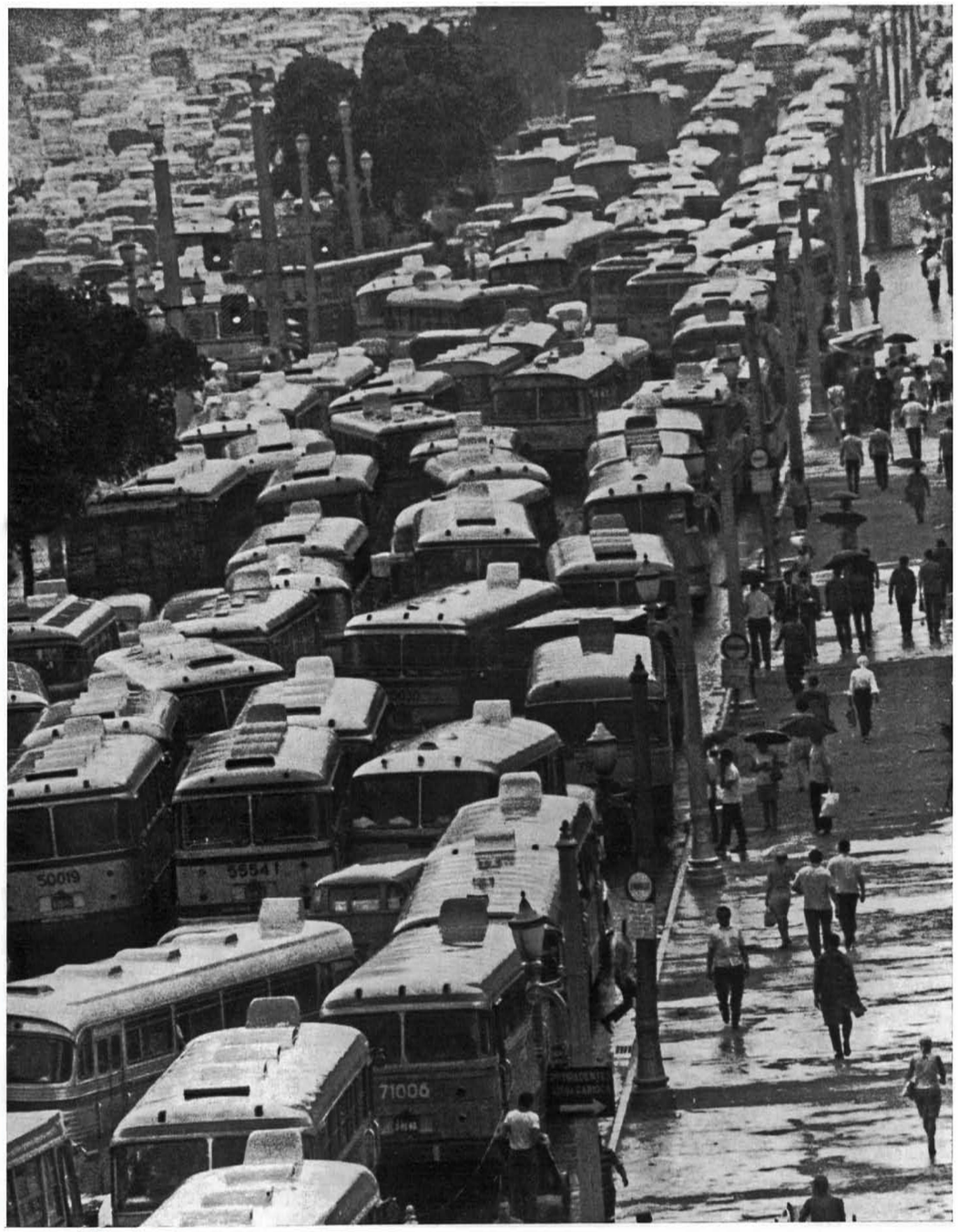
Como a grande massa de passageiros do metrô é composta de pessoas que, no caso da sua não implantação, deveria servir-se do ônibus, pode ser tomada como base para a economia de tempo o confronto com os tempos de viagem na rêde de ônibus existente. Para o trecho Rio—Niterói será tomado como base o tempo de viagem das barcas.

Tab. K41
Benefício/custo (direto) do metrô do Rio de Janeiro

Ano	Passageiro·km (milhões)	Custos diretos US$ milhões			Benefício do metrô US$ milhões			Coeficiente para calcular o valor atual	Valôres atuais em US$ milhões				Relação benefício/custo R_t	n (anos)
		Inst. fixas e mat.rod.	Execução operacional e manut.	Total	Ônibus: Inst.fixas, mat. rod., exec.oper. e manutenção	Economia de tempo	Total		Custo		Benefício			
									Anual	Acumulado	Anual	Acumulado		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1969	—	30,8	—	30,8	—	—	—	0,9346	28,8	28,8	—	—	—	0
1970	—	41,4	—	41,4	—	—	—	0,8734	36,2	65,0	—	—	—	1
1971	—	60,7	—	60,7	—	—	—	0,8163	49,6	114,6	—	—	—	2
1972	—	58,2	—	58,2	—	—	—	0,7629	44,4	159,0	—	—	—	3
1973	—	58,0	—	58,0	—	—	—	0,7130	41,4	200,4	—	—	—	4
1974	—	31,2	—	31,2	—	—	—	0,6663	20,8	221,2	—	—	—	5
1975	—	20,3	—	20,3	—	—	—	0,6228	12,6	233,8	—	—	—	6
1976	2 087	31,8	6,9	38,7	17,7	17,5	35,2	0,5820	22,5	256,3	20,5	20,5	0,08	7
1977	2 246	31,8	6,9	38,7	19,1	18,9	38,0	0,5439	21,1	277,4	20,7	41,2	0,15	8
1978	2 408	31,8	6,9	38,7	20,5	20,2	40,7	0,5084	19,7	297,1	20,7	61,9	0,21	9
1979	3 495	42,3	8,1	50,4	29,7	29,4	59,1	0,4751	23,9	321,0	28,1	90,0	0,28	10
1980	4 423	26,4	9,3	35,7	37,6	37,2	74,8	0,4440	15,9	336,9	33,2	123,2	0,37	11
1981	4 548	42,3	9,3	51,6	38,7	38,2	76,9	0,4150	21,4	358,3	31,9	155,1	0,43	12
1982	6 418	15,9	11,5	27,4	54,6	53,9	108,5	0,3878	10,6	368,9	42,1	197,2	0,53	13
1983	6 486	50,7	11,5	62,2	55,1	54,4	109,6	0,3625	22,5	391,4	39,7	236,9	0,61	14
1984	7 633	51,3	12,7	64,0	64,9	64,1	129,0	0,3387	21,7	413,1	43,7	280,6	0,68	15
1985	9 561	33,9	14,5	48,4	81,3	80,3	161,6	0,3166	15,3	428,4	51,2	331,8	0,77	16
1986	11 380	16,5	16,1	32,6	96,7	95,6	192,3	0,2959	9,6	438,0	56,9	388,7	0,89	17
1987	11 524	16,5	16,1	32,6	98,0	96,8	194,8	0,2765	9,0	447,0	53,9	442,6	0,99	18
1988	11 667	16,5	16,1	32,6	99,2	98,0	197,2	0,2584	8,4	455,4	51,0	493,6	1,08	19
1989	11 810	16,5	16,1	32,6	100,4	99,2	199,6	0,2415	7,9	463,3	48,2	541,8	1,17	20
1990	12 228	—	18,2	18,2	106,3	104,3	210,6	0,2257	4,1	467,4	47,5	589,3	1,26	21
1991	12 378	—	18,2	18,2	107,6	105,6	213,2	0,2110	3,8	471,2	45,0	634,3	1,35	22
1992	12 530	—	18,2	18,2	108,9	106,9	215,8	0,1972	3,6	474,8	42,6	676,9	1,43	23
1993	12 684	—	18,2	18,2	110,2	108,2	218,4	0,1843	3,4	478,2	40,3	717,2	1,50	24
1994	12 840	—	18,2	18,2	111,6	109,5	221,1	0,1722	3,1	481,3	38,1	755,3	1,57	25
1995	12 997	—	18,2	18,2	112,9	110,9	223,8	0,1609	2,9	484,2	36,0	791,3	1,63	26
1996	13 157	—	18,2	18,2	114,3	112,2	226,5	0,1504	2,7	486,9	34,1	825,4	1,70	27
1997	13 318	—	18,2	18,2	115,7	113,6	229,3	0,1406	2,6	489,5	32,2	857,6	1,75	28
1998	13 482	—	18,2	18,2	117,1	115,0	232,1	0,1314	2,4	491,9	30,5	888,1	1,81	29
1999	13 647	—	18,2	18,2	118,6	116,4	235,0	0,1228	2,2	494,1	28,9	917,0	1,86	30
2000	13 814	—	18,2	18,2	120,0	117,8	237,9	0,1147	2,1	496,2	27,3	944,3	1,90	31

Tab. K42
Custos de transporte por passageiro·km (US cents)

Referência		1975	1990
Metrô	C_m	1,33	0,57
Carros particulares	C_1	4,35	4,35
Ônibus	C_2	0,85	0,85
Barcas	C_3	1,72	1,72
Estradas de ferro	C_4	0,48	0,48



a) Tempo economizado em comparação com os ônibus

Para o cálculo do tempo economizado por passageiro . km tomar-se-á como base as seguintes velocidades médias:

Metrô: μ = 36,50 km/h,

Ônibus: μ_1 = 14,44 km/h nas horas de "rush",

Ônibus: μ_2 = 16,67 km/h nas horas de tráfego normal.

Admitindo-se que durante as horas de "rush" sejam transportados $\alpha\% = 36\%$ de todos os passageiros de ônibus e, portanto, que durante as horas de tráfego normal sejam transportados $100\% - \alpha\% = 64\%$, obter-se-á dos valôres acima uma velocidade média ponderada $\bar{\mu}$, durante um dia, de:

$$\bar{\mu} = \mu_1 \frac{\alpha}{100} + \mu_2 \cdot \frac{100 - \alpha}{100} = 15{,}87 \text{ km/h.}$$

Deduz-se que o tempo ganho pela utilização do metrô em lugar do ônibus, expresso em horas por passageiro · km, é de:

$$\frac{1}{\bar{\mu}} - \frac{1}{\mu} = \frac{1}{15{,}87} - \frac{1}{36{,}50} = 0{,}0356 \text{ horas/pass. km}$$

Expresso em minutos por passageiro · km será:

$$d = \left(\frac{1}{\bar{\mu}} - \frac{1}{\mu}\right) \times 60 = 0{,}0356 \times 60 = 2{,}1 \text{ min/pass. km.}$$

b) Tempo economizado em comparação com as barcas

O tempo de viagem do metrô, no trecho de 4,5 km de extensão entre o Rio e Niterói — 4 min — em comparação com o tempo de viagem das barcas — 20 min — conduz a uma economia de tempo d' em favor do metrô de:

$$d' = \frac{20 - 4}{4{,}5} = 3{,}6 \text{ min/pass. km}$$

c) Conversão do tempo economizado para valor monetário

Designando-se por w o valor monetário atribuído a um min de economia de tempo, ter-se-á que a economia de tempo de todos os passageiros do metrô eleva-se, em valor monetário, a:

$w \cdot d \cdot \delta_t$ para $t \leq 21$ e

$w \cdot d \cdot \delta_t + w \cdot d' \cdot \delta_t'$ para $t \geq 22$.

Em alguns estudos de tráfego analisados pelo Banco Mundial, os valôres atribuídos a uma hora foram:

US$ 1,00 para passageiros de carros particulares e

US$ 0,20 para passageiros de transporte coletivo.

Neste Estudo, com base nas pesquisas domiciliares realizadas na "micro-área", os valôres atribuídos a uma hora são:

US$ 0,60 para passageiros de carros particulares e

US$ 0,24 para passageiros de transporte coletivo, consideradas as pessoas maiores de 14 anos.

O valor de um minuto daí resultante para passageiros de transporte coletivo é

$$w = \frac{0{,}24}{60} = \text{US\$ } 0{,}004/\text{min.}$$

O benefício por economia de tempo calculado para cada ano encontra-se na Tab. K41 (coluna 7).

6.3.2.3 Subordinação da demanda de tráfego aos critérios de tempo de viagem, número de habitantes e renda

A fim de poder avaliar com maior segurança os efeitos econômicos da redução do tempo de viagem de um meio de transporte coletivo, estabeleceu-se, com o auxílio das entrevistas domiciliares, a equação da demanda de tráfego de ônibus, utilizando para tanto, como grandezas variáveis, o tempo médio de viagem do bairro para o Centro, o número de habitantes dêsse bairro e sua renda per capita.

A equação obtida foi a seguinte:

$\log D = \log k - 0{,}501 \log T + 1{,}172 \log P + 0{,}478 \log R$,

onde D = número de viagens, T = tempo médio de viagem, P = número de habitantes, R = renda per capita e k = constante.

Essa equação mostra que:

a) A subordinação da demanda de tráfego ao tempo de viagem é igual a 0,501, significando que uma redução de 10% no tempo de viagem provoca um aumento de 5,01% na demanda de tráfego, admitindo-se como constantes os valôres das outras variáveis.

b) um aumento de 1% no número de habitantes provoca um aumento de 1,17% na demanda de tráfego, admitindo-se como constantes os valôres das outras variáveis.

c) um aumento de 10% na renda per capita provoca um aumento de 4,78% na demanda de tráfego, admitindo-se como constantes os valôres das outras variáveis.

Êsses resultados foram calculados para o tráfego de ônibus, mas podem também ser aplicados ao metrô, pois êste, como o ônibus, deve ser computado como meio de transporte coletivo.

Designando-se por D_o a demanda de tráfego correspondente ao tempo de viagem T_o, ao número de habitantes P_o e à renda R_o, tem-se:

$$D_o = k \cdot T_o^{-0,501} \cdot P_o^{1,172} \cdot R_o^{0,478}$$

Se o tempo de viagem sofrer uma redução $\triangle$, permanecendo constantes os valôres das outras variáveis, a demanda D_1 será:

$$D_1 = k\,(T_o - \triangle)^{-0,501} \cdot P_o^{1,172} \cdot R_o^{0,478}$$

Por conseguinte, com uma redução $\triangle$ no tempo de viagem, e não havendo alteração nos dados referentes ao número de habitantes e à renda per capita, $D_1 \cdot \triangle$ representará a totalidade do tempo economizado. É fácil constatar que essa economia é função crescente da redução do tempo de viagem.

Com efeito, fazendo-se derivar parcialmente $D_1 \triangle$ em relação a $\triangle$, tem-se

$$\frac{\delta}{\delta \triangle}(D_1 \triangle) = D_1 + \triangle \frac{\delta D_1}{\delta \triangle} = D_1 + 0,501 \cdot \frac{D_1 \triangle}{T_o - \triangle} =$$

$$= D_1 \cdot \left(1 + \frac{0,501 \triangle}{T_o - \triangle}\right) > 0,$$

não se devendo esquecer que $\triangle < T_o$.

Essas considerações mostram que, enquanto a população e a renda per capita permanecerem constantes, o maior benefício econômico oriundo do tempo de viagem é proporcionado pelo meio de transporte coletivo que apresentar o menor tempo médio de viagem.
Fica assim comprovado que o metrô é efetivamente o meio de transporte coletivo que proporciona o maior benefício econômico total proveniente da economia de tempo.

6.3.3 Cálculo da relação benefícios diretos — custos diretos

Considerando meramente os benefícios e custos diretos consegue-se determinar a relação benefício-custo para um período de n anos como segue:

$$R_n = \frac{\sum_{t=1}^{n} (d \cdot w + C_2)\, \nu_t \cdot v^t}{\sum_{t=1}^{n} (l_t + C_t) \cdot v^t} \quad \text{para } t \leq 21,$$

$$R_n = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left[(d \cdot w + C_2)\, \nu_t + (d' \cdot w + C_3)\, \nu_t' \right] \cdot v^t}{\sum_{t=1}^{n} (l_t + C_t) \cdot v^t}$$

para $t \geq 22$.

Fazendo n crescer de 1 em 1 verifica-se, pela coluna 14 da Tab. K41 (representação gráfica na Fig. K4), que a partir de n = 19, i. é, a partir de 1988, os benefícios diretos são superiores aos custos diretos. Assim, a mera consideração dos benefícios e custos diretos seria suficiente para comprovar a viabilidade econômica do metrô.

Apesar disso, prosseguiu-se na análise da relação benefício-custo, tendo em vista que os efeitos indiretos de projetos de infra-estrutura, entre os quais se incluem também os meios de transporte coletivo (como o metrô), podem, possìvelmente, ser mais importantes que os diretos.

6.3.4 Consideração alternativa da relação benefícios diretos — custos diretos

Uma consideração alternativa seria analisar o comportamento dos custos totais de todos os meios de transporte urbano da Área de Estudo sem metrô e confrontá-lo com os respectivos custos totais com metrô.

Designando-se por α_t, β_t, γ_t, δ_t e ε_t as parcelas (em relação ao total de passageiros·km de todos os meios de transporte urbano) dos passageiros·km desempenhados no t – ésimo ano de construção do metrô, respectivamente pelo metrô, carros particulares, ônibus, barcas e estradas de ferro suburbanas, e por C_m, C_1, C_2, C_3 e C_4 os respectivos custos próprios por passageiro·km, a relação entre custos totais sem metrô e custos totais com metrô, i. é, a relação benefício-custo para o ano t apresentar-se-á como segue:

$$R_t = \frac{\beta_t \cdot C_1 + (\alpha_t + \gamma_t)\, C_2 + \delta_t \cdot C_3 + \varepsilon_t \cdot C_4}{\alpha_t \cdot C_m + \beta_t \cdot C_1 + \gamma_t \cdot C_2 + \delta_t \cdot C_3 + \varepsilon_t \cdot C_4}.$$

O valor R_t será calculado para os dois anos-prazo 1975 e 1990.

A Tab. K42 mostra os custos próprios C_m e C_1 a C_4 nesses dois anos, e referentes a cada um dos respectivos meios de transporte urbano.
As parcelas de passageiros·km referentes a cada meio de transporte urbano nesses dois anos estão relacionadas na Tab. K43.

Tab. K43
Parcelas de passageiros·km na rêde total de tráfego

Referência		1975	1990
Metrô	α	0,096	0,321
Carros particulares	β	0,166	0,225
Ônibus	γ	0,341	0,218
Barcas	δ	0,010	0,004
Estradas de ferro	ε	0,351	0,211

Com os valôres relacionados nas Tab. K42 e K43 obtêm-se as seguintes relações benefício-custo:

$$R_{75} = \frac{1\,278}{1\,325} = 0{,}96 < 1,$$

$$R_{90} = \frac{1\,545}{1\,455} = 1{,}06 > 1.$$

6.4 **Benefícios e custos indiretos**

Prosseguindo na análise da relação benefício-custo do Metrô do Rio de Janeiro, passa-se agora a considerar os efeitos indiretos.

Os principais benefícios indiretos são:

a) economia de tempo para não usuários do metrô,

b) redução nos custos de conservação e manutenção das vias públicas,

c) desaceleramento do ritmo de ampliação da rêde de vias públicas,

d) redução de custos para usuários de carros particulares que passam a se servir do metrô,

e) redução nos custos de acidentes,

f) maior acessibilidade aos terrenos e sua valorização,

g) redução do desconfôrto.

Como custos indiretos poder-se-á considerar os:

h) custos oriundos de desvios de tráfego durante a construção do metrô.

6.4.1 Economia de tempo para não usuários do metrô

Mesmo pessoas que não se utilizem do metrô (p. ex., passageiros de ônibus, de carro particular ou de táxi) gozarão de benefícios indiretos, pois as vias públicas, em virtude da redução do tráfego de ônibus, ficarão menos congestionadas, o que permitirá a essas pessoas efetuar suas viagens em menor tempo.
Para se poder avaliar essa redução de tempo é necessário apreciar a situação em 1990, ano previsto para a conclusão da Rêde do Metrô. O desempenho de tráfego dos ônibus previsto para êsse ano é de 9 053 milhões de passageiros·km. Admitindo-se que cada minuto economizado por passageiro·km tenha o valor de US$ 0,004, a economia total, com um ganho de tempo de apenas 0,1 min/km, será de US$ 3,6 milhões/ano.

6.4.2 Redução nos custos de conservação e manutenção das vias públicas

Segundo dados da SURSAN, em 1966 e em 1967 os custos de conservação e manutenção das vias públicas na Guanabara foram de NCr$ 1 007 000,00 e NCr$ 2 066 000,00 respectivamente. Em 1968 deverá ser aplicado um montante de US$ 642 000. Esse valor, dividido pelo desempenho dos ônibus e dos carros particulares em passageiros·km indica o custo de conservação e manutenção das vias públicas por passageiro·km. A multiplicação dêsse custo pelo desempenho anual do metrô em passageiros·km, a partir de 1976, conduz aos valôres apresentados na Tab. K44.
Verifica-se que até 1990 os benefícios indiretos elevam-se a cêrca de US$ 1,0 milhão.

6.4.3 Desaceleramento do ritmo de ampliação da rêde de vias públicas

Com a implantação do metrô, parte das despesas previstas para a ampliação da rêde de vias públicas será desnecessária, representando êsse fato também um benefício indireto para o metrô. De acôrdo com dados da SURSAN, em 1967 o preço de construção por km de rua variou entre NCr$ 182 030,00 e NCr$ 232 220,00 ou seja entre US$ 56 531,00 e US$ 71 496,00 não se computando eventuais aquisições de bens deraiz. Como valor médio foi adotado US$ 64 014.

Para determinar a ordem de grandeza da economia efetuada em razão do menor número de ruas novas construídas devido à implantação do metrô, deve-se considerar o ano de 1990. Se nessa época não existir o metrô, todo o transporte coletivo urbano deverá ser atendido pela rêde de ônibus então existente.
Para tanto, o aumento de desempenho exigido sôbre a rêde de ônibus atual deveria ser de cêrca de 250%, como mostra o cálculo a seguir:

a) Desempenho dos ônibus em passageiros · km na "macro-área" em 1968

Viagens/dia (Tab. C33)	2 354 milhões
Distância média de viagem (C4.2.2.7)	8,3 km

(Esta distância média refere-se à Guanabara, porém pode servir de base aproximada também para a "macro-área").

Número de dias úteis/ano (E1.2.2)	311,54

Logo o desempenho para 1968 será de:
2 354 milhões × 8,3 × 311,54 = 6 060 milhões de passageiros · km.

b) Desempenho a ser executado pelos ônibus na "macro-área" em 1990 (em milhões de passageiros·km)

Desempenho previsto para os ônibus (Tab. K35)	9 053
Desempenho dos ônibus em substituição ao desempenho previsto para o metrô (K5.3.1)	12 229
	total 21 282

Logo, em comparaçaõ com 1968, o aumento total de desempenho será de:

$$21\,282 - 6\,060 = 15\,222$$

ou seja:

$$\frac{15\,222}{6\,060} \times 100 = 250\%$$

Tab. K44
Benefício resultante da redução dos custos de conservação e manutenção das vias públicas (US $)

Ano	Custo	Valor atual	Acumulado
1976	113 472	52 935	52 935
1977	117 184	49 698	102 633
1978	120 180	46 329	148 962
1979	169 053	59 253	208 215
1980	218 095	69 485	277 700
1981	213 005	61 707	339 407
1982	285 010	75 043	414 450
1983	277 284	66 382	480 832
1984	331 119	72 051	552 883
1985	414 756	82 039	634 922
1986	510 971	91 924	726 846
1987	486 655	79 568	806 414
1988	465 982	69 245	875 659
1989	442 527	59 785	935 444
1990	445 235	54 675	990 119

Considerando ùnicamente a não implantação do metrô, o aumento percentual de desempenho no tráfego de ônibus de 1968 a 1990, será de:

$$\frac{12\,229}{6\,060} \times 100 = 200\,\%$$

Como os ônibus ocupam hoje cêrca de 10% da rêde de vias públicas, sòmente pelo fato da não implantação do metrô, não considerando portanto o aumento de desempenho previsto parra os ônibus, essa rêde deveria ser ampliada em:

$$10 \times \frac{200}{100} = 20\,\%$$

O Estado da Guanabara dispõe atualmente da seguinte rêde de vias públicas:

a) De responsabilidade da SURSAN: 17,2 milhões de m² (não computadas as vias não pavimentadas).
Admitindo-se uma largura média de 6 m, isso corresponde a uma extensão de aprox. 2 870 km

b) De responsabilidade do DER aprox. 1 100 km

total aprox. 3 970 km

Uma ampliação de 20% equivaleria, pois, a 795 km.

A US$ 64 014/km isso significa um benefício proporcionado pela construção do metrô de

795 × US$ 64 014 = US$ 51 milhões.

Paralelamente à abertura de novas vias públicas impor-se-ia o alargamento de ruas existentes, construção de viadutos, nova pavimentação, etc. Em D5.1.3.3 já foi comentado que a abertura das novas vias públicas que se fariam necessárias no caso da não implantação do metrô não seria possível sem interferência na estrutura urbana.
Por conseguinte, no cálculo acima, que deve apenas indicar a ordem de grandeza, nao foram considerados, ao lado dos custos de construção das novas vias públicas propriamente ditas, os custos prévios de aquisição dos respectivos terrenos.

6.4.4 Redução de custos para usuários de carros particulares

As vantagens oferecidas pelo metrô farão com que alguns usuários que antes de sua implantação se serviam de carro particular passem a se servir do nôvo meio de transporte. A diferença de custos entre transporte por carro particular e transporte por metrô constitui também um benefício que deve ser considerado.

6.4.5 Redução nos custos de acidentes

A redução nos custos de acidentes, de difícil avaliação, é contudo bastante alta, pois a taxa de acidentes no metrô é quase nula, ao passo que no tráfego de superfície é considerável, sobretudo com o congestionamento atual do tráfego. Essa diminuição dos acidentes e correspondente redução de danos pessoais e materiais constitui assim um benefício resultante da implantação do metrô.

6.4.6 Maior acessibilidade aos terrenos e sua valorização

Essas vantagens não são quantificáveis, mas existem, e são de grande importância. O metrô proporcionará transporte coletivo para áreas ainda não desenvolvidas e tornará mais acessíveis muitas regiões que com outros meios de transporte seriam de difícil acesso. Em virtude dessa maior acessibilidade, essas regiões valorizar-se-ão consideràvelmente.

6.4.7 Redução do desconfôrto

Nenhum meio de transporte coletivo urbano é isento de certo desconfôrto. Contudo, em razão do curto tempo de viagem, êsse desconfôrto num metrô é reduzido ao mínimo.

6.4.8 Custos oriundos de desvios de tráfego

Durante a construção do metrô os desvios de tráfego constituirão custos que não podem ser desprezados; entretanto, os modernos métodos de construção adotados, em parte com escudo, bem como a cobertura prevista das cavas, manterão êsses custos dentro de limites razoáveis.

6.4.9 Resumo dos benefícios e custos indiretos

As considerações anteriores mostram que os benefícios que o metrô traz indiretamente à economia são consideràvelmente superiores aos custos; por isso, também considerada sob êste aspecto fica patenteada a rentabilidade do metrô.

6.5 **Conclusão**

As considerações plutonômicas dêste capítulo podem ser sintetizadas em dois resultados, mesmo sem contar que a situação calamitosa do tráfego do Rio de Janeiro poderá perfeitamente encaminhar-se para um colapso total caso não seja implantado um metrô:
Em primeiro lugar, o confronto dos benefícios diretos que desapareceriam com a não implantação do metrô (economia de tempo pelos usuários do metrô e investimentos economizados em outros meios de transporte) com os custos diretos (investimentos para as instalações fixas e para o material rodante e custos da execução operacional e de manutenção).
Êste confronto indicou que a partir de 1969, ano de início da construção, haverá a princípio ùnicamente custos. Com o início das operações do metrô, contudo, começarão a surgir, em ritmo crescente, os benefícios mencionados. O cômputo (Tab. K41) e a representação gráfica do resultado (Fig. K4) mostram que a relação benefício-custo apresenta uma melhoria contínua a partir de 1976 — a partir, portanto, da inauguração da "Linha Prioritária" — e que em 1987 é atingido o valor 1. Não foi computada a entrada em serviço antecipada de trechos parciais.
Em 1987 os benefícios diretos e os custos diretos apresentarão, portanto, valôres iguais; a partir dessa data os benefícios superarão os custos em escala crescente. Quando da conclusão da Rêde do Metrô em 1990 já será atingido o valor $R_{90} = 1{,}26$ e no ano 2000 quase o valor 2. A resultado semelhante levam também as considerações de K6.3.4 sôbre custos totais de todos os meios de transporte urbano do Estado da Guanabara, nas duas hipóteses: "sem metrô" e "com metrô". Em 1975 os custos "sem metrô" ainda serão inferiores aos custos "com metrô", numa relação de 0,96:1,0. Até 1990 essa relação inverter-se-á, contudo, para 1,06:1,0. Isto mostra que, mesmo antes da conclusão da Rêde do Metrô em 1990, haverá uma inversão das condições, a favor da situação "com metrô".
Finalmente, em segundo lugar, deve-se também considerar os benefícios e os custos indiretos tratados em K6.4. Os benefícios indiretos realçam ainda mais, e de maneira considerável, a rentabilidade do metrô, de modo que seu sucesso econômico pode ser assegurado desde a entrada em serviço da "Linha Prioritária", com preços de passagem perfeitamente aceitáveis.

L Financiamento

Uma vez comprovada a rentabilidade da implantação de um metrô para o Rio de Janeiro cumpre examinar o meio de financiá-lo.

Sòmente para as instalações fixas da "Linha Prioritária" já serão necessários investimentos da ordem de US$ 244 milhões; para a Rêde do Metrô (1990) serão necessários cêrca de US$ 568 milhões. Acrescentem-se ainda os meios necessários para a aquisição do material rodante.

A fim de possibilitar a obtenção dêsses meios e assegurar sua disponibilidade no decorrer dos anos e no momento oportuno, devem ser examinadas tôdas as possibilidades de financiamento.

Nas considerações que se seguem convém lembrar a conveniência de a Companhia do Metropolitano, conforme recomendado em I 1, ser organizada como sociedade de economia mista de direito privado, onde o Estado (eventualmente em conjunto com a União) conservará sempre a maioria das ações. Uma emprêsa dessa ntaureza poderá se dirigir às seguintes fontes de financiamento:

a) recursos próprios constituídos pela venda de ações e de eventuais lucros,

b) recursos externos em forma de créditos, empréstimos, emissão de títulos de dívida pública, etc.

A parcela do capital acionário pertencente ao Estado da Guanabara e/ou à União, por sua vez, deverá ser coberta pelas receitas estaduais de impostos e outras (podendo também incluir créditos e obrigações).

1. Contribuição ao financiamento através de impostos e taxas

O Estado, e eventualmente a União, como acionista majoritário da Companhia do Metropolitano, terá sobretudo os impostos e as taxas como fontes de receita para sua participação.

1.1 Análise dos impostos e taxas

Por meio desta análise se pretende fornecer uma visão global dos impostos e taxas cobrados pelo Estado da Guanabara sôbre os meios de transporte, bem como dos tributos arrecadados em virtude da exploração de próprios estaduais. Pelo conhecimento dêsses tributos pode-se ter uma idéia das possibilidades de levantar fundos para o financiamento do metrô, através da atual legislação ou de sua modificação.

1.1.1 Impostos e taxas do Estado da Guanabara sôbre os meios de transporte e tributos arrecadados através da exploração de próprios estaduais

Os tributos arrecadados dos meios de transporte e aquêles provindos da exploração de próprios estaduais originam-se de três setores:

a) Secretaria de Finanças do Estado da Guanabara, através do Departamento de Rendas Diversas, Divisão de Veículos de Transporte em Geral (L1.1.1.1 a 1.1.1.4)

b) Fundação dos Terminais Rodoviários do Estado da Guanabara (L1.1.1.5 e 1.1.1.6)

c) Companhia de Transportes Coletivos do Estado da Guanabara (CTC) (L1.1.1.7).

Enquanto que os tributos arrecadados pelos dois últimos órgãos descentralizados constituem receitas próprias, os tributos do primeiro pertencem ao Estado.

1.1.1.1 Taxa de Veículos Automotores

A Taxa de Veículos Automotores é cobrada sôbre todos os veículos licenciados no Estado. É de 0,5% sôbre o valor venal do veículo, sendo paga anualmente. Embora não possuindo vinculação específica, cobre as despesas do Departamento de Trânsito da Secretaria de Segurança Pública relativas ao licenciamento, emplacamento e vistoria anuais dos veículos automotores, bem como outros custos administrativos.

1.1.1.2 Taxa de Pavimentação e Conservação de Vias Públicas

Criada pela Lei 1 530, de 26 de novembro de 1967, essa taxa é cobrada juntamente com a Taxa de Veículos Automotores, e se destina aos serviços de conservação, ampliação e renovação da rêde de vias públicas. É de 1,0% sôbre o valor venal dos veículos, ou seja, o dôbro da Taxa de Veículos. O montante arrecadado se destina ao Departamento de Obras e às Usinas de Asfalto, da SURSAN, bem como ao Departamento de Estradas de Rodagem (DER-GB).

1.1.1.3 Impôsto Sôbre Serviços

Êste impôsto é recolhido desde junho de 1968 pelas emprêsas de ônibus licenciadas na Guanabara e monta a 1,0% sôbre a tarifa cobrada, a qual, por sua vez, é calculada à base dos quilômetros percorridos pelos passageiros. Os proprietários de emprêsas de táxis pagam uma contribuição anual, de acôrdo com o número de carros de sua frota.

1.1.1.4 Taxa de Estacionamento

A única receita oriunda dessa taxa provém da exploração da área de estacionamento no Estádio do Maracanã. As demais áreas de estacionamento na Guanabara são exploradas pela Fundação dos Terminais Rodoviários do Estado da Guanabara (FTREG), com exceção das áreas ao longo do Parque do Flamengo, que pertencem à Fundação Parque do Flamengo.

1.1.1.5 Receitas provenientes de anúncios em áreas públicas e em edifícios públicos

Através da Secretaria de Serviços Públicos o Estado exerce um contrôle sôbre a publicidade, cobrando a taxa de 10% sôbre o valor dos respectivos contratos.

1.1.1.6 Utilização das estações rodoviárias e receitas oriundas de atividades secundárias

Instituída pelo Decreto "E" 904, de 12 de novembro de 1965, a FTREG exerce, entre outros encargos, a construção, administração, manutenção e exploração das áreas de estacionamento de veículos em terrenos do Estado, inclusive estações rodoviárias. As receitas da Fundação são provenientes:
da taxa de utilização das estações rodoviárias, instituída pelo Decreto "E" 894, de 31 de outubro de 1965,
das arrecadações decorrentes de contratos de locação, licenças e concessão para atividades secundárias nas estações rodoviárias,
das taxas de utilização das áreas de estacionamento.

1.1.1.7 Taxas de fiscalização da CTC

A Companhia de Transportes Coletivos do Estado da Guanabara (CTC), criada pela Lei 196, de 8 de outubro de 1962, é um órgão descentralizado da Secretaria de Serviços Públicos, achando-se isenta de quaisquer dos impostos cobrados pelo Estado. Pela sua função de fiscalização de todo o transporte coletivo, arrecada uma taxa pela fiscalização técnica que exerce, bem como uma taxa correspondente ao fornecimento de carteiras de trabalho aos funcionários em transporte.

1.1.2 Impostos e taxas arrecadados pela União sôbre combustíveis e meios de transporte

1.1.2.1 Impôsto Único sôbre Combustíveis e Lubrificantes

Segundo a Constituição Federal de 1967, as receitas do Impôsto Único sôbre Combustíveis e Lubrificantes são da alçada da União. A não ser o Impôsto de Circulação de Mercadorias (ICM), cobrado na distribuição ao consumidor final, nenhum outro ônus recai sôbre tais produtos.

De acôrdo com o Decreto-Lei 343, de 28 de outubro de 1967, é o seguinte o critério de distribuição dêsse impôsto:

8,0%	para aumento do capital da Rêde Ferroviária Federal S. A. (RFFSA),	
12,5%	para aumento do capital da Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobrás),	
39,5%	para o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER),	79,5%
32,0%	para os órgãos rodoviários dos estados e do Distrito Federal,	
8,0%	para os municípios.	
100,0%		

As parcelas destinadas ao DNER, aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios, que totalizam 79,5% da arrecadação total, constituem o Fundo Rodoviário Nacional, destinado a obras rodoviárias.

1.1.2.2 Taxa sôbre o tráfego de ônibus interestaduais e intermunicipais

Essa taxa, instituída pelo Decreto Federal 284, de 28 de fevereiro de 1967, é de 5% sôbre o custo da passagem, já incluída no seu preço. Em virtude de ainda não ter sido regulamentada a sua aplicação, as importâncias arrecadadas estão sendo depositadas em conta especial. Existe no Congresso um projeto de lei que advoga a abolição dessa taxa.

1.2 **Sugestões de financiamento através de impostos e taxas**

Tendo em vista a análise sôbre impostos e taxas acima apresentada, podem ser formuladas as seguintes sugestões:

1.2.1 Taxa de Veículos Automotores

Considerando que com a implantação do metrô, o tráfego nas vias públicas situadas dentro de sua faixa de influência passará a ser mais livre, beneficiando assim os proprietários de veículos, justificar-se-ia um adicional à Taxa de Veículos, estabelecido por lei, ou mesmo um empréstimo compulsório. A duração da cobrança dêsse adicional deveria corresponder ao prazo de financiamento da construção do metrô.

1.2.2 Taxa de Pavimentação e Conservação de Vias Públicas

Justificar-se-ia que uma parcela da Taxa de Pavimentação e Conservação de Vias Públicas fôsse aplicada à construção do metrô, por determinação do Govêrno de Estado.

1.2.3 Impôsto Sôbre Serviços

Outra sugestão seria a inclusão de determinada percentagem no cálculo das tarifas dos atuais meios de transporte, destinada especialmente às obras do metrô, considerando que os próprios usuários dos atuais meios de transporte serão os beneficiários após a introdução das facilidades oferecidas pelo metrô.
Poder-se-ia sugerir ainda que parte do Impôsto Sôbre Serviços, já incluído atualmente nas tarifas, fôsse liberada para cobrir os custos da infra-estrutura do metrô.

1.2.4 Taxa de Estacionamento

Sugere-se uma modificação das leis existentes. Duas possibilidades deveriam ser examinadas neste sentido:

a) As arrecadações das áreas de estacionamento que surgirão ao lado das estações do metrô deveriam ser aplicadas na sua construção.

b) Mesmo que tais áreas sejam construídas e administradas pela FTREG, uma parte das arrecadações (p. ex., 40%) deveria ser aplicada na construção do metrô.

1.2.5 Receitas provenientes de anúncios

Tendo em vista o elevado número de passageiros, a cobrança de taxas de concessão ou aluguéis sôbre anúncios e letreiros nas áreas do metrô deveria produzir receitas para o mesmo. A Secretaria de Serviços Públicos deveria, pois, estabelecer essa taxa, devendo ser pago um adicional periódico, além dos 10% cobrados atualmente sôbre os contratos de anúncios (v. também K5).

1.2.6 Receitas oriundas de atividades secundárias nas dependências do metrô

As arrecadações dêsse setor poderiam ser destinadas às obras do metrô, a exemplo do que se vem observando na Estação Rodoviária Nôvo Rio, onde a renda proveniente de atividades secundárias se destina, por decreto, ao financiamento e à manutenção da Estação. A respeito ver também K5.

1.2.7 Tributo sôbre valorização

O tributo sôbre valorização foi conceituado como o pagamento obrigatório, decretado (exclusiva ou concorrentemente) pelo município, pelo estado ou pela União, em razão da valorização produzida por obra pública em imóvel de contribuinte, realizada após sua audiência sôbre a fixação do montante do tributo, que não poderá ultrapassar nem o custo da obra nem o valor do benefício (Bilac Pinto). Êsse tributo se destina ao financiamento de obras públicas. A Constituição veio dar apoio a êsse tipo de financiamento, autorizando a arrecadação de tais tributos pelos municípios, estados e União, sem contudo a regulamentar. Outro conceito concretizado pelo Decreto 195 dá a êsse Tributo sôbre Valorização um caráter de indenização, tendo, também aqui, como limite máximo da arrecadação, o custo da obra. O Decreto 195 ainda não foi, entretanto, sancionado. Considerando-se a valorização que a construção do metrô trará aos imóveis beneficiados, seria aconselhável conseguir uma forma jurídica que legalizasse essa fonte de financiamento.

1.2.8 Impôsto Único sôbre Combustíveis e Lubrificantes

Em relação a êsse Impôsto Único sugere-se que, durante a construção do metrô, seja cobrado no Estado da Guanabara um adicional destinado exclusivamente às obras do metrô. Para essa finalidade seria necessária uma modificação da legislação em vigor. A presente sugestão poder-se-ia justificar pelo alívio do tráfego de superfície trazido pelo metrô.

2. Recursos próprios

A Companhia do Metropolitano terá recursos próprios obtidos pela venda de ações e por um eventual lucro administrativo.
O acionista majoritário deveria ser o próprio Estado ou outras emprêsas de economia mista por êle controladas.
O capital destas será obtido, na maior parte, de impostos e taxas arrecadados, mas, eventualmente, também pela emissão de títulos de dívida pública e semelhantes.
Caberá aos órgãos competentes do Estado apreciar até que ponto deverá ser dada oportunidade de participação a particulares ou a emprêsas privadas. Como essa parcela presumìvelmente será insignificante, o cálculo de custos próprios em que se baseia a tarifa não contém quotas para dividendos. Não está previsto, portanto, apurar lucros administrativos com as tarifas indicadas no Cap. K, de modo que também os lucros não serão considerados como fonte de financiamento para os recursos próprios do metrô.

3. Recursos externos

Como fontes para recursos externos poderão ser considerados os bancos e as instituições de financiamento de qualquer natureza, e a emissão de debêntures. Serão a seguir analisadas as mais importantes fontes de financiamento nacionais e estrangeiras, de caráter oficial, oficioso ou privado, bem como os procedimentos a serem observados nas relações recíprocas.

3.1 **Fontes nacionais de financiamento**

Devido ao vulto do projeto, poucas são as fontes nacionais de financiamento que poderão ser lembradas. Dadas as condições atuais do mercado interno de capitais, apenas as três primeiras mencionadas a seguir podem ser consideradas de algum interêsse. As demais serão citadas, sobretudo, por apresentarem possibilidades indiretas de financiamento.

3.1.1 Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE)

Através de recursos do Fundo de Reaparelhamento Econômico, o BNDE possibilita investimentos maciços em tôdas as atividades consideradas básicas ao desenvolvimento econômico (sistemas de transportes, eletrificação, siderurgia, indústria de bens de produção e equipamentos). Sua cooperação poderá ser prestada, no máximo, até 60% do capital. Como garantia, os órgãos públicos tomadores de créditos devem empenhar parcelas de suas arrecadações de tributos. Os prazos de resgate vão de 5 a 15 anos, segundo a rentabilidade do empreendimento. Os juros são de 12% ao ano, acrescidos da taxa de correção monetária, taxa de abertura de crédito de 1% sôbre o montante concedido, e taxa anual de fiscalização de 0,5% no período de carência e de 0,25% no de amortização.
Tanto nos financiamentos quanto na prestação de garantias o Banco opera com seus próprios meios ou através de agentes financeiros credenciados. As exigências variam segundo a natureza do auxílio creditício.
No tocante ao presente Estudo, o Banco poderia atuar de três maneiras distintas:

a) pela concessão de crédito,

b) pela concessão de aval, e

c) de forma indireta, através de auxílio creditício a emprêsas que concorrerão para o sucesso do empreendimento.

O BNDE também poderia agir indiretamente através de seus Fundos.

3.1.2 Fundo de Financiamento à Pequena e Média Emprêsa (FIPEME)

Êste fundo do BNDE destina-se à pequena e à média emprêsa, dedicando-se principalmente a investimentos fixos, como, p. ex., à aquisição de equipamentos de fabricação nacional ou estrangeira e à prestação de assistência técnica, inclusive importação de "know-how". O montante máximo do crédito geralmente não pode ultrapassar US$ 2 milhões por emprêsa. Em casos de prestação de garantia, o limite máximo para cada emprêsa é de US$ 500 mil.

3.1.3 Fundo de Financiamento para Aquisição de Máquinas e Equipamentos Industriais (FINAME)

Êste fundo do BNDE destina-se à compra de máquinas e equipamentos industriais dentro dos seguintes objetivos:

a) Atender às exigências financeiras da crescente comercialização de máquinas e equipamentos fabricados no país.

b) Concorrer para a expansão da produção nacional de máquinas e equipamentos, mediante facilidades de crédito aos respectivos produtores e compradores.

c) Financiar a importação de máquinas e equipamentos não produzidos no país.

3.1.4 Banco Central do Brasil

A Lei 4 595, de 31 de dezembro de 1964, que regulamenta as atividades do Banco Central, não autoriza nem impede que o Banco conceda financiamentos ou avais.

3.1.5 Banco do Brasil S.A.

A competência dêste Banco é fixada na mesma lei que regulamenta a competência do Banco Central. De acôrdo com o Artigo 19, itens 10 e 10-a dessa lei, o Banco do Brasil deve financiar atividades industriais e rurais e suplementar a ação da rêde bancária no financiamento de atividades econômicas.

3.1.6 Bancos comerciais

Atualmente êsses bancos só operam a curto prazo, devendo, pois, ser eliminados das presentes considerações.

3.1.7 Bancos de Investimento

A Resolução 18 do Banco Central que regulamenta as atividades dêsses Bancos dispõe, em seu item II: "Os Bancos de Investimento ou de Desenvolvimento são instituições financeiras privadas, especializadas em operações de participação ou de financiamento para a aquisição de capital fixo ou de giro a prazo médio ou longo, mediante aplicação de recursos próprios ou coleta, intermediação e aplicação de recursos de terceiros".

3.1.8 Bancos de Desenvolvimento

A Resolução 93 do Banco Central, de 25 de junho de 1968, embora não completamente regulamentada, admite concluir que os Bancos de Desenvolvimento possam agir como intermediários na obtenção de financiamentos.

3.2 **Fontes internacionais gerais de financiamento**

Existem as seguintes possibilidades internacionais gerais de financiamento:

3.2.1 International Bank for Reconstruction and Development (IBRD)
Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD)
Washington

Os créditos do Banco Mundial destinam-se a ajudar uma economia em expansão. No caso específico do Brasil, tem-se dedicado principalmente a programas ferroviários e de energia elétrica, através de créditos para a aquisição de bens e equipamentos. As taxas de juros variam entre 6,0% e 7,0% ao ano.

3.2.2 International Financial Corporation (IFC)
Corporação Financeira Internacional (CFI)
Washington

A IFC (subsidiária do Banco Mundial) visa, principalmente, o desenvolvimento econômico das áreas subdesenvolvidas, pelo encorajamento da implantação de emprêsas privadas produtivas. Além de não exigir garantia governamental, a IFC financia custos locais. Os prazos de seus créditos variam de 7 a 15 anos; seus juros, apesar de não serem uniformes, são inferiores aos do Banco Mundial. A contar da data em que é contraído o compromisso financeiro, a IFC passa a cobrar uma comissão de 1% ao ano sôbre a parte do crédito não desembolsada. É imperioso destacar que a Corporação financia não sòmente projetos industriais ou agrícolas, mas também aquêles que contribuem diretamente ao seu desenvolvimento.

3.2.3 International Development Association (IDA)
Associação Internacional de Desenvolvimento
Washington

A IDA (subsidiária do Banco Mundial) financia, exclusivamente, projetos naqueles países que, segundo todos os critérios convencionais de endividamento, não podem assumir novos compromissos, como é o caso da maioria dos países em desenvolvimento. Os créditos até agora concedidos prevêm prazos de pagamento de até 50 anos, sem incidência de juros, com carência de 10 anos. A amortização, que pode ser em moeda estrangeira, começa após dez anos, pagando-se 1% do capital, anualmente; nos últimos trinta anos a parcela de pagamento anual é de 3% do capital. Uma taxa de administração de 0,75% ao ano é cobrada sôbre as quantias sacadas e devidas.

Cumpre salientar, entretanto, que até o presente momento, o Banco Mundial e as suas instituições subsidiárias têm-se recusado a financiar projetos municipais de tráfego.

3.2.4 Interamerican Development Bank (IDB)
Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)
Washington

O BID foi criado por diversos países, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento econômico individual e coletivo dos países membros. Seus empréstimos destinam-se ùnicamente a projetos de programas nacionais de desenvolvimento, e sòmente à aquisição de bens de capital ou (em alguns casos) a pagamento de serviços técnicos; nunca, porém, à obtenção de capital de giro.
As condições do financiamento dependem da natureza dos recursos. Os prazos dos empréstimos efetuados a projetos de infra-estrutura são de vinte anos. Permite-se período de carência, quando justificado. A uma taxa de juros de 4% ao ano (baseada na do mercado), adiciona-se uma comissão de reserva especial do Banco de 1% ao ano e, ainda, a comissão de disponibilidade do saldo não utilizado, de 1,25% ao ano.

3.2.5 Agency for International Development (AID)
Agência para o Desenvolvimento Internacional (ADI)
Washington

Trata-se de uma instituição estatal norte-americana que concede empréstimos exclusivamente com vinculação a fornecimentos dos Estados Unidos da América aos países tomadores. Essa instituição fornece também garantias para investimentos de capitais privados norte-americanos.

3.3 **Fontes internacionais bilaterais de financiamento**

Devem-se considerar as possibilidades de financiamentos internacionais que se caracterizam pelo bilateralismo, a saber:

3.3.1 Contratos comerciais bilaterais do BNDE com outros governos

O Brasil, através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), tem firmado convênios com determinados países, pelos quais são financiadas, em condições especiais, importações brasileiras de máquinas e equipamentos fabricados naqueles países. Alguns dos convênios prevêm também financiamento de custos locais de até 20% do valor de cada contrato. As condições de pagamento, prazos e juros variam segundo os países. O mesmo ocorre no que tange às obrigações do BNDE e à apresentação dos projetos. Tais convênios foram firmados, entre outros, com a República Federal da Alemanha, a República Democrática Alemã, a Polônia, a Hungria, a URSS, a África do Sul, a França, a Espanha, a Dinamarca e a Bélgica.

3.3.2 Saldo credor do Govêrno Brasileiro junto a outros governos

Outra fórmula de financiamento de Govêrno para Govêrno caracteriza-se pela utilização de saldos credores brasileiros. O Ministério da Educação e Cultura, p. ex., utiliza saldos positivos na importação de material de ensino. Dever-se-ia pensar na possibilidade de utilizar tais saldos na importação de equipamentos destinados à construção do metrô, notadamente porque em 23 de agôsto de 1968 êsses saldos já atingiam nada menos que 52 milhões de dólares.

3.3.3 Contratos bilaterais com bancos estrangeiros

Representando numerosas possibilidades, são aqui indicados apenas alguns bancos estrangeiros a considerar:

3.3.3.1 Banco de Exportação do Japão

Dedica-se a financiamentos a longo prazo. Os juros e demais condições são estipuladas em bases individuais.

3.3.3.2 Kreditanstalt fuer Wiederaufbau (KFW)
Instituto de Crédito para a Reconstrução
República Federal da Alemanha

Financia exportações em condições individuais, já tendo operado frequentemente no Brasil.

3.3.3.3 Export and Import Bank (Eximbank)
Banco de Exportação e Importação
EE.UU.

Dedica-se a financiar exportações de bens e equipamentos produzidos nos Estados Unidos da América, a serem pagos em dólares americanos. Sòmente financia quando não é possível obter meios privados.

3.3.3.4 Consórcios de bancos

Outra modalidade de financiamento seria através de um consórcio de bancos de um outro país. Êste sistema foi utilizado no financiamento da construção da Ponte Rio—Niterói, havendo sido firmado um convênio entre os Governos do Brasil e da Inglaterra. O primeiro foi representado pelo Tesouro Nacional, como avalista do Ministério dos Transportes; o segundo, por um consórcio de bancos inglêses. O valor do investimento para a ponte é da ordem de 75 milhões de dólares, sendo 31 milhões financiados pelo Govêrno Inglês e o restante com recursos nacionais (Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional, com correção monetária, resgatáveis em dois anos). Da parte financiada pela Inglaterra, seis milhões de dólares serão empregados na importação de aço daquele país; o restante será pago em espécie. Em troca, o Brasil comprometeu-se a importar bens daquele país no valor de 50 milhões de dólares.
Sabe-se que contrato semelhante foi celebrado para o financiamento da construção do metrô da Cidade do México.
Considerando tal tipo de financiamento, dever-se-ia pensar em interessar um consórcio de bancos semelhante para o financiamento do Metrô do Rio de Janeiro.

4. Planos de financiamento

Um plano de financiamento deverá indicar qual a época e o montante de capital exigido (demanda de capital), em que deve ser aplicado êsse capital, e, finalmente, como pode ser satisfeita essa demanda de capital; deve, portanto, mostrar o financiamento.
No presente caso o plano de financiamento deve ainda mostrar:
o montante dos juros e das quotas de amortização e
o montante conveniente e necessário de provimento de capital próprio.

4.1 **Demanda de capital**

A demanda de capital resulta do montante dos investimentos necessários para a construção das instalações fixas do metrô e para a aquisição do material rodante, para os custos operacionais, sempre que êstes não possam ser cobertos pelas receitas, bem como para os custos durante a fase inicial das operações.
Os investimentos para o metrô estão relacionados na Tab. K2 e foram, em cálculos à parte, distribuídos como demanda de capital pelos anos de construção de 1969 até 1989.
Os custos operacionais do metrô serão cobertos pelas receitas diárias de tráfego, de modo que não dão origem a qualquer demanda suplementar de capital.
A fase inicial das operações poderá, todavia, causar uma demanda suplementar de capital, enquanto ainda não forem suficientes as receitas de tráfego.
Como custos operacionais foram computados os custos da execução operacional, de manutenção e de depreciação. Os custos da execução operacional englobam todos os custos de materiais e de mão-de-obra diretamente necessários para a execução dos serviços, bem como os custos de pessoal e de materiais da administração. Os custos de manutenção destinam-se a manter em perfeito estado de operação as instalações fixas e o material rodante (K3). Como os custos da execução operacional são extraídos do cálculo do custo médio anual, incluem também itens que não dão origem a custos logo no início das operações. Com isso, de início há uma pequena reserva. Ademais, os custos iniciais não serão tão grandes que possam influenciar os resultados do financiamento total, razão pela qual não foram computados em separado.
Nos custos da execução operacional estão também incluídas as despesas bancárias, com uma quota global anual de US$ 380 000,00. Como estas foram determinadas com precisão nos planos de financiamento, deveriam, portanto, ser deduzidas dos custos operacionais. Desta omissão resulta que os planos de financiamento contêm uma reserva (p. ex., para imprevistos ou dividendos). Em 1975 essa reserva é equivalente a 1,7% da receita líquida anual, reduzindo-se em seguida até 0,7% em 1990. Detalhes do cálculo da demanda de capital (como adiantamentos e pagamentos parcelados) não puderam ser considerados nas comparações entre os planos de financiamento integral (Fig. L3). Os planos alternativos de financiamento (Tab. L4 a L7) deverão, por isso, ser constantemente atualizados, mediante planos de financiamento para prazos de um a cinco anos.

4.2 **Financiamento da demanda de capital**

O financiamento compreende tôdas as medidas para a cobertura da demanda de capital. O financiamento pode ser próprio ou externo.

4.2.1 Financiamento próprio

Para o financiamento próprio poderão ser utilizados
capital próprio e
superavit operacional.

4.2.1.1 Capital próprio

Em muitos países o poder público fornece o capital próprio para a implantação de novos meios de transporte urbano, no montante equivalente aos investimentos para as instalações fixas. Trata-se, no caso, da obrigação do Estado de prover o futuro de seus cidadãos. Em concordância com a estrutura financeira de um Estado federativo, essa função compete à União, aos estados e às municipalidades interessadas. O capital para êsses fins é geralmente proporcionado sem juros, frequentemente com a imposição de que a emprêsa de transporte seja gerida de tal maneira que o superavit posterior seja aplicado no próprio meio de transporte, a fim de mantê-lo sempre em dia com a mais moderna técnica. Em razão da administração econômica estatal é desejável que se possa contar com inversões anuais de capital próprio em montantes sempre iguais.

4.2.1.2 Superavit operacional (receitas líquidas)

A seguir será apreciado o financiamento com os superavits operacionais ou receitas líquidas. As receitas líquidas são constituídas das receitas totais (receitas operacionais e outras) menos os custos da execução operacional e de manutenção.

a) Apuração dos superavits operacionais anuais

Os custos anuais (K3) e as receitas anuais de tráfego (K5) por enquanto foram apurados apenas para os dois anos-prazo 1975 e 1990. A fim de conseguir apurar os superavits operacionais que poderão ser alcançados em cada um dos anos entre 1975 e 1990, será, pois, necessário estabelecer ainda, para cada um dêsses anos, os custos anuais e as receitas anuais de tráfego.

A Fig. L1 fornece uma base para a evolução do desempenho de tráfego a ser realizado, pela apresentação gráfica do total de passageiros·km/dia útil previsto para as seis etapas de construção do metrô. Os valôres para 1975 e 1990 derivam das alocações de tráfego (E1.2 e E2.2); os valôres intermediários foram obtidos por interpolação, na qual foi considerado o constante crescimento dos fatôres de geração de tráfego.

O resultado do cálculo consta das colunas 2 e 3 da Tab. L1.

A apuração de custos, todavia, foi mais convenientemente baseada nas composições·km previstas para cada ano, como resultado da análise da Tab. I 4 e do cronograma de obras (Fig. E33) (coluna 4 da Tab. L1).

A redução dos custos da execução operacional de US$ 0,411/composição·km em 1976 para US$ 0,284/composição·km em 1990, registrada com o correr dos anos em razão do aumento de desempenho (colunas 5 e 6 da Tab. L1), foi considerada, para os anos intermediários, como proporcional ao desempenho em composição·km. O mesmo se aplica aos custos de manutenção, depreciação e juros.

Assim resultam na coluna 12 os custos anuais totais e, finalmente, na coluna 13, os custos por passageiro·km em US Cents, nos anos de 1976 até 1990.

Será necessário, então, confrontar as receitas de tráfego com os custos apurados, para se poder determinar os superavits operacionais.

Em K5 ficou demonstrado que é possível uma tarifa comum com preço único de passagem, e que cubra inteiramente os custos anuais totais, i. é, não só os custos operacionais, mas também os juros, tanto para 1975 como para 1990. Isso significa que as receitas anuais são iguais aos custos anuais, inclusive todos os juros calculatórios.

Êste resultado fundamental pode servir de base também para os anos intermediários, obtendo-se assim os dados apresentados na coluna 2 da Tab. L2 onde:

total das receitas operacionais anuais = total dos custos anuais.

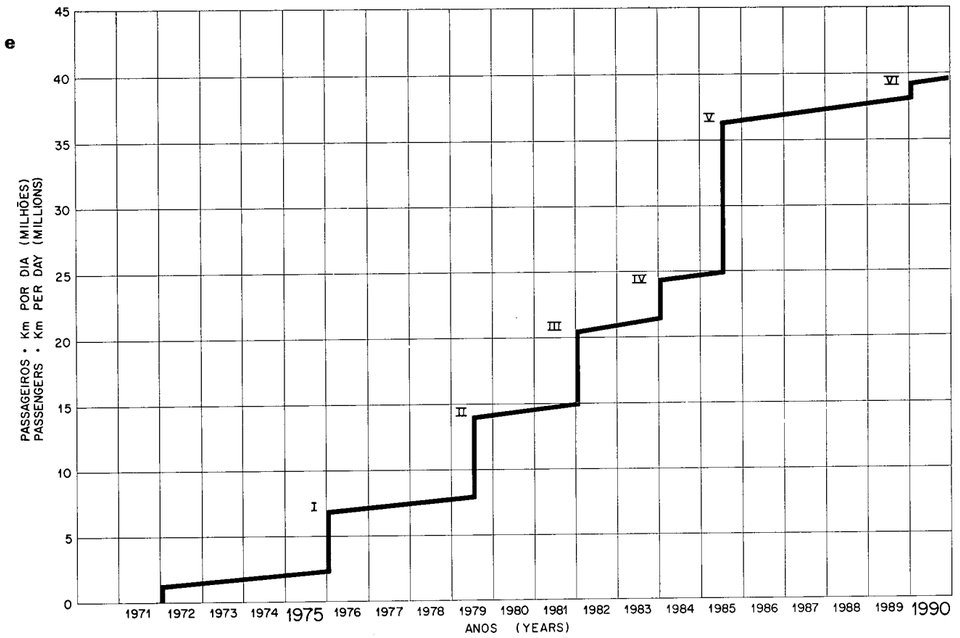
Subtraindo-se, então, das receitas operacionais, acrescidas ainda das outras receitas, os custos da execução operacional e os custos de manutenção, tem-se a receita líquida = superavit operacional.

b) Aplicação dos superavits operacionais

Os superavits operacionais podem ser destinados diretamente ao financiamento dos investimentos para o prosseguimento da construção, ou para a cobertura de juros e amortização de créditos.

Resta ainda mencionar, nos superavits operacionais, a quota referente à depreciação, i. é, as reservas anuais previstas para reposição de instalações fixas e de material rodante. Como, salvo exceções, as reposições em um sistema nôvo, recentemente pôsto em operação, só se tornam necessárias em maior volume nos anos posteriores, as depreciações — que não deixam de representar uma receita — podem, no início, ser aplicadas no financiamento de novas instalações. Só é preciso ficar perfeitamente garantido que, em anos posteriores, as receitas líquidas, uma vez feitas as deduções para amortizações e juros, sejam suficientes para efetuar as reposições necessárias. Nos planos alternativos de financiamento apresentados em L4.3 o financiamento através de depreciações atua no sentido do Efeito Lohmann-Ruchti. Nesses planos de financiamento não se pode calcular com exatidão os custos de reposição necessários simplesmente fazendo apêlo ao efeito financiador das depreciações e pelo cômputo sòmente das despesas reais; torna-se, pois, indispensável que nos anos posteriores se possa dispor de amplo superavit. Um ponto de referência sôbre a demanda de capital para fins de reposição é dado pela depreciação anual para 1990, calculada em aprox. US$ 11,8 milhões, e ainda pela consideração dos investimentos a serem realizados entre 1969 e 1975 para as instalações fixas e para o material rodante que têm vida útil mais curta (Tab. L3).

Fig. L1
Passageiros · km por dia e por etapa de construção



Tab. L1
Custos totais do metrô (1976 a 1990)

1	2	3	4	5	6	7	8 = 6+7	9	10 = 8+9	11	12=10+11	13 = 12:3
Ano	Passageiros·km		Composições·km	Custos da execução operacional		Custos de manutenção	Custos de execução operacional e manutenção	Custos de depreciação	Custos operacionais	Juros calculatórios	Custos totais	
	por dia útil	anuais	anuais	por composições·km	anuais	anuais	anuais	anuais	anuais	anuais	anuais	por passageiro·km
	milhões	milhões	milhares	US$	US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	US$ 1 000	US cents
1976	6,70	2 087	6 000	0,411	2 466	4 432	6 898	4 484	11 382	16 481	27 863	1,33
1977	7,21	2 246	6 000	0,411	2 466	4 432	6 898	4 484	11 382	16 481	27 863	1,24
1978	7,73	2 408	6 000	0,411	2 466	4 432	6 898	4 484	11 382	16 481	27 863	1,16
1979	11,22	3 495	7 175	0,402	2 884	5 252	8 136	5 431	13 477	19 527	33 004	0,94
1980	14,20	4 424	8 350	0,392	3 273	6 072	9 345	6 198	15 543	22 573	38 116	0,86
1981	14,60	4 548	8 350	0,392	3 273	6 072	9 345	6 198	15 543	22 573	38 116	0,84
1982	20,60	6 418	10 890	0,372	4 051	7 486	11 537	7 423	18 960	26 923	45 883	0,72
1983	20,82	6 486	10 890	0,372	4 051	7 486	11 537	7 423	18 960	26 923	45 883	0,71
1984	24,50	7 633	12 190	0,362	4 412	8 262	12 674	8 178	20 852	30 578	51 430	0,67
1985	30,69	9 561	15 665	0,334	5 232	9 243	14 475	9 101	23 576	31 866	55 442	0,58
1986	36,53	11 381	19 140	0,306	5 857	10 224	16 081	10 025	26 106	34 154	60 260	0,53
1987	36,99	11 524	19 140	0,306	5 857	10 224	16 081	10 025	26 106	34 154	60 260	0,52
1988	37,45	11 667	19 140	0,306	5 857	10 224	16 081	10 025	26 106	34 154	60 260	0,52
1989	37,91	11 810	19 140	0,306	5 857	10 224	16 081	10 025	26 106	34 154	60 260	0,51
1990	39,25	12 229	21 950	0,284	6 241	11 920	18 161	11 777	29 938	39 724	69 662	0,57
1976 a 1990	34,64	107 917	190 020	0,338	64 243	115 985	180 228	115 191	295 419	406 746	702 165	0,65

Tab. L2
Receitas e despesas operacionais do metrô (1976 a 1990) (US$ 1 000/ano)

1	2	3	4 = 2+3	5	6 = 4—5	7	8 = 6—7
Ano	Receitas operacionais	Outras receitas	Receitas totais	Execução operacional+manutenção = despesas operacionais	Receitas líquidas	Depreciação	Receitas, deduzidas as despesas operacionais e depreciação
1976	27 863	793	28 656	6 898	21 758	4 484	17 274
1977	27 863	789	28 652	6 898	21 754	4 484	17 270
1978	27 863	785	28 648	6 898	21 750	4 484	17 266
1979	33 004	823	33 827	8 136	25 691	5 341	20 350
1980	38 116	862	38 978	9 345	29 633	6 198	23 435
1981	38 116	858	38 974	9 345	29 629	6 198	23 431
1982	45 883	919	46 802	11 537	35 265	7 423	27 842
1983	45 833	915	46 798	11 537	35 261	7 423	27 838
1984	51 430	961	52 391	12 674	39 717	8 178	31 539
1985	55 442	1 016	56 458	14 475	41 983	9 101	31 882
1986	60 260	1 069	61 329	16 081	45 248	10 025	35 223
1987	60 260	1 065	61 325	16 081	45 244	10 025	35 215
1988	60 260	1 061	61 321	16 081	45 240	10 025	35 215
1989	60 260	1 057	61 317	16 081	45 236	10 025	35 211
1990	69 662	1 068	70 730	18 161	52 569	11 777	40 792
1976 a 1990	702 165	14 041	716 206	180 228	535 978	115 191	420 787

Tab. L3
Investimentos em instalações fixas e material rodante com vida útil mais curta (1969 a 1975)

Instalações fixas e material rodante	Vida útil Anos	Custos US$ milhões
Equipamentos	10	0,1
Via permanente	20	4,3
Telecomunicações	25	0,8
Escadas rolantes	30	9,0
Material rodante	35	57,0
Sinalização dos carros	35	1,9
Total	—	93,1

Pode-se constatar que, mesmo para as instalações fixas e material rodante da Etapa de construção I, a "Linha Prioritária", provàvelmente não serão necessárias reposições significativas antes da conclusão da implantação da Rêde, i. é, antes de 1990, e que em seguida, repartidos até o ano 2005, serão necessários cêrca de US$ 73 milhões.

4.2.2 Financiamento externo

Para projetos da magnitude do Metrô do Rio de Janeiro não se pode prescindir do financiamento externo. Com êle será possível transformar uma grande demanda de capital a curto prazo em um encargo anual menor, distribuído por vários anos, e transferido assim para anos posteriores, nos quais já serão obtidas receitas das operações.

Dado o fato de que os créditos vencem juros e despesas bancárias, a demanda de capital anual ainda será acrescida dessas importâncias. Como mencionado em L3.3.3.4, dificilmente poder-se-á evitar a necessidade de interessar um consórcio de bancos internacionais no financiamento do metrô. Deve-se contar que no mercado internacional de capitais privados os créditos a longo prazo são concedidos como empréstimos por um prazo de 20 ou, no máximo, 25 anos. Os primeiros anos são em geral livres de amortizações, i. é, nesses anos, a importância do crédito apenas vence juros. Deve-se contar com uma taxa de juros de 7% ao ano.

O consórcio bancário cobra cêrca de 2,2% de despesas, por ocasião da concessão das parcelas do crédito. No caso de prazos mais longos para créditos ainda é preciso considerar um deságio de 2% a 7%, i. é, a emissão será de 98% a 93% do montante do crédito contratado.
No caso de créditos de fornecedores deve-se contar com juros de cêrca de 7,5% a 8,5% ao ano, com prazos geralmente curtos e com prêmio de seguro de crédito de aproximadamente 2,2%.

A dúvida sôbre o volume máximo admissível de dívidas é frequente, mas é de importância apenas secundária.
O que importa é a fôrça econômica produtiva do empreendimento, pois é preciso que esta possa suportar os compromissos de pagamento resultantes da dívida.
No caso presente o suporte do empreendimento será, sobretudo, a capacidade tributária do Estado da Guanabara. É preciso considerar que o metrô fortalecerá indiretamente o potencial econômico do Rio de Janeiro (K6). Entretanto, o ponto mais importante do financiamento continua sendo a questão das futuras receitas operacionais. Estas dependerão muito da política de tráfego que vier a ser adotada, e da consecução ou não de uma colaboração entre os meios de transporte através de um convênio tarifário.

4.3 **Quatro planos alternativos de financiamento**

De acôrdo com os pontos de vista acima expostos serão apresentados quatro planos alternativos de financiamento (Tab. L4 a L7).

4.3.1 Condições básicas de financiamento

Os planos de financiamento apoiam-se nas seguintes condições de crédito para o capital externo (créditos):

a) juros de 7% a.a.,

b) despesas bancárias sôbre cada parcela de crédito, por ocasião de sua liberação: 2,2%,

c) 20 anos de prazo, dos quais dois de carência; em outras palavras, vencimentos de juros durante 20 anos e amortização em 18 anos.

Nessas condições obtém-se como anuidade 9,94% do valor do empréstimo, para amortização em 18 anos com juros de 7% a.a. Nessa percentagem anual, sempre de igual valor, os juros são a princípio elevados e a amortização correspondentemente reduzida. Com o decorrer dos anos os juros tornam-se mais baixos e a amortização mais elevada.

4.3.2 Participação de capital próprio

As quatro alternativas se distinguem apenas pelo volume, sem dúvida importante, do capital próprio a ser fornecido anualmente; importante porque, de um lado, todo o decurso do financiamento é influenciado decisivamente pelo emprêgo de capital próprio; de outro lado, entretanto, não há disponibilidade ilimitada de capital próprio. As parcelas de capital próprio em cada plano de financiamento podem ser vistas na Tab. L8.

4.3.3 Superavit para reposições

Em L4.2.1 b) foi indicada a ordem de grandeza do capital de que se deverá dispor para reposição de instalações fixas e de material rodante nos anos posteriores. Na Tab. L8 encontra-se uma relação dos superavits que poderão ser obtidos para fins de reposições nos quatro planos alternativos de financiamento.

4.3.4 Demanda de crédito

Um critério importante na elaboração de um plano de financiamento consiste em que os créditos a serem levantados deverão ser utilizados exclusivamente para investimentos e não para a cobertura de créditos. As únicas exceções são operações pequenas e a curto prazo, para cobrir alguma lacuna de financiamento. Em outras

Tab. L4
Plano de financiamento I (US$ milhões)

1	2	3	4 = 7-3	5 = 2+3+4	6	7	8	9 = 6+7+8	10	11	12 = 10-11	13	14 = 12-13	15 = 8	16	17	18	19 = 16+17+18
	Demanda de capital por ano				Cobertura da demanda anual de capital = Financiamento através de				Créditos a serem recebidos a partir de 1969			Cálculo do financiamento						
Ano	Investimentos para instalações fixas e material rodante	Juros, amortização, despesas bancárias (da coluna 19)	Superavit (= receitas – despesas) para reposição, modernização e expansão do metrô	Total	Capital próprio	Receita líquida = receitas – (execução operacional + manutenção)	Capital externo (créditos)	Total	Créditos Soma da coluna 8, acumulada	Amortização ref. col. 8 já efetuada	Resto a pagar	Valôres básicos Créditos a serem taxados			Resultados			
												Com juros	Com juros e amortização	Com despesas bancárias	Juros (ref. col. 13) 7,00% a. a.	Juros e amortização (ref. col. 14) 9,94% a. a.	Despesas bancárias (ref. col. 15) 2,20%	Total juros + amortização + despesas bancárias por ano
1969	30,84	—	—	30,84	10,00	—	20,84	30,84	20,84	—	20,84	20,84	—	20,84	1,46	—	0,46	1,92
1970	41,41	1,92	—	43,33	10,00	—	33,33	43,33	54,17	—	54,17	54,17	—	33,33	3,79	—	0,73	4,52
1971	60,68	4,52	—	65,20	10,00	—	55,20	65,20	109,37	—	109,37	88,53	20,84	55,20	6,20	2,07	1,21	9,48
1972	58,22	9,48	—	67,70	10,00	—	57,70	67,70	167,07	—	167,07	112,90	54,17	57,70	7,90	5,38	1,23	14,51
1973	58,01	14,51	—	72,52	10,00	—	62,52	72,52	229,59	—	229,59	120,22	109,37	62,52	8,42	10,87	1,38	20,67
1974	31,22	20,67	—	51,89	10,00	—	41,89	51,89	271,48	—	271,48	104,41	167,07	41,89	7,31	16,61	0,92	24,84
1975	20,28	24,84	—	45,12	10,00	—	35,12	45,12	306,60	—	306,60	77,01	229,59	35,12	5,39	22,82	0,78	28,99
1976	31,82	28,99	—	60,81	10,00	21,76	29,05	60,81	335,65	—	335,65	64,17	271,48	29,05	4,49	26,99	0,64	32,12
1977	31,82	32,12	—	63,94	10,00	21,75	32,19	63,94	367,84	—	367,84	61,24	306,60	32,19	4,29	30,48	0,71	35,48
1978	31,82	35,48	—	67,30	10,00	21,75	35,55	67,30	403,39	—	403,39	67,74	335,65	35,55	4,74	33,36	9,79	38,89
1979	42,30	38,89	—	81,19	10,00	25,69	45,50	81,19	448,89	—	448,89	81,05	367,84	45,50	5,67	36,56	1,01	43,24
1980	26,39	43,24	—	69,63	10,00	29,63	30,00	69,63	478,89	—	478,89	75,50	403,39	30,00	5,29	40,10	0,66	46,05
1981	42,31	46,05	—	88,36	10,00	29,63	48,73	88,36	527,62	—	527,62	78,73	448,89	48,73	5,51	44,62	1,08	51,21
1982	15,92	51,21	—	67,13	10,00	35,26	21,87	67,13	549,49	—	549,49	70,60	478,89	21,87	4,94	47,60	0,49	53,03
1983	50,68	53,03	—	103,71	10,00	35,26	58,45	103,71	607,94	—	607,94	80,32	527,62	58,45	5,62	52,45	1,29	59,36
1984	51,27	59,36	—	110,63	10,00	39,72	60,91	110,63	668,85	—	668,85	119,36	549,39	60,91	8,35	54,62	1,34	64,31
1985	33,90	64,31	—	98,21	10,00	41,98	46,23	98,21	715,08	—	715,08	107,14	607,94	46,23	7,50	60,43	1,02	68,95
1986	16,52	68,95	—	85,47	10,00	45,24	30,23	85,47	754,31	—	745,31	76,46	668,85	30,23	5,35	66,48	0,66	72,49
1987	16,52	72,49	—	89,01	10,00	45,24	33,77	89,01	779,08	—	779,08	64,00	715,08	33,77	4,48	71,08	0,74	76,30
1988	16,52	76,30	—	92,82	10,00	45,24	37,58	92,82	816,66	—	816,66	71,35	745,31	37,58	4,99	74,08	0,83	79,90
1989	16,52	79,90	—	96,42	10,00	45,24	41,18	96,42	857,84	20,84	837,00	78,76	758,24	41,18	5,51	75,37	0,91	81,79
1990	—	81,79	—	81,79	—	52,57	29,22	81,79	887,06	54,17	832,89	70,40	762,49	29,22	4,93	75,79	0,64	81,36
1991	—	81,36	—	81,36	—	53,00	28,36	81,36	915,42	109,37	806,05	57,58	748,47	28,36	4,03	74,40	0,62	79,05
1992	—	79,05	—	79,05	—	53,00	26,05	79,05	941,47	167,07	774,40	54,41	719,79	26,05	3,81	71,57	0,57	75,95
1993	—	75,95	—	75,95	—	53,00	22,95	75,95	964,42	229,59	734,83	49,00	685,83	22,95	3,43	68,17	0,50	72,10
1994	—	72,10	—	72,10	—	53,00	19,10	72,10	983,52	271,48	712,04	42,05	669,99	19,10	2,94	66,60	0,42	69,96
1995	—	69,96	—	69,96	—	53,00	16,96	69,96	1 000,48	306,60	693,88	36,06	657,82	16,96	2,52	65,39	0,37	68,28
1996	—	68,28	—	68,28	—	53,00	15,28	68,28	1 015,76	335,65	680,11	32,24	647,87	15,28	2,26	64,40	0,34	67,00
1997	—	67,00	—	67,00	—	53,00	14,00	67,00	1 029,76	367,84	661,92	29,28	632,64	14,00	2,05	62,88	0,31	65,24
1998	—	65,24	—	65,24	—	53,00	12,24	65,24	1 042,00	403,39	638,61	26,24	612,37	12,24	1,84	60,87	0,27	62,98
1999	—	62,98	—	62,98	—	53,00	9,98	62,98	1 051,98	448,89	603,09	22,22	580,87	9,98	1,56	57,74	0,22	59,52
2000	—	59,52	—	59,52	—	53,00	6,52	59,52	1 058,50	478,89	579,61	16,50	563,11	6,52	1,16	55,97	0,14	57,27
2001	—	57,27	—	57,27	—	53,00	4,27	57,27	1 062,77	527,62	535,15	10,79	524,36	4,27	0,76	52,12	0,09	52,97
2002	—	52,97	0,03	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	549,49	513,28	4,27	509,01	—	0,30	50,60	—	50,90
2003	—	50,90	2,10	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	607,94	454,83	—	454,83	—	—	45,21	—	45,21
2004	—	45,21	7,79	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	668,85	393,92	—	393,92	—	—	39,16	—	39,16
2005	—	39,16	13,84	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	715,08	347,69	—	347,69	—	—	34,56	—	34,56
2006	—	34,56	18,44	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	745,31	317,46	—	317,46	—	—	31,56	—	31,56
2007	—	31,56	21,44	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	779,08	283,69	—	283,69	—	—	28,19	—	28,19
2008	—	28,19	24,81	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	816,66	246,11	—	246,11	—	—	24,46	—	24,46
2009	—	24,46	28,54	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	857,84	204,93	—	204,93	—	—	20,37	—	20,37
2010	—	20,37	32,63	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	887,06	175,71	—	175,71	—	—	17,47	—	17,47
2011	—	17,47	35,53	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	915,42	147,36	—	147,36	—	—	14,65	—	14,65
2012	—	14,65	38,35	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	941,47	121,30	—	121,30	—	—	12,06	—	12,06
2013	—	12,06	40,94	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	964,42	98,35	—	98,35	—	—	9,78	—	9,78
2014	—	9,78	43,22	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	983,52	79,25	—	79,25	—	—	7,88	—	7,88
2015	—	7,88	45,12	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	1 000,48	62,29	—	62,29	—	—	6,19	—	6,19
2016	—	6,19	46,81	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	1 015,76	47,01	—	47,01	—	—	4,67	—	4,67
2017	—	4,67	48,33	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	1 029,76	33,01	—	33,01	—	—	3,28	—	3,28
2018	—	3,28	49,72	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	1 042,00	20,77	—	20,77	—	—	2,06	—	2,06
2019	—	2,06	50,94	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	1 051,98	10,79	—	10,79	—	—	1,07	—	1,07
2020	—	1,07	51,93	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	1 058,50	4,27	—	4,27	—	—	0,42	—	0,42
2021	—	0,42	52,58	53,00	—	53,00	—	53,00	1 062,77	1 062,77	—	—	—	—	—	—	—	—
	724,97	2 073,67	653,09	3 451,73	210,00	2 178,96	1 062,77	3 451,73	—	—	—	2 125,54	19 129,87	1 062,77	148,79	1 901,51	23,37	2 073,67

Condições de financiamento: juros de 7,00% a. a., prazo de empréstimo de 20 anos, carência de 2 anos, juros e amortização de 9,94% a. a., despesas bancárias de 2,20%.

Tab. L5
Plano de financiamento II (US$ milhões)

1	2	3	4 = 7 – 3	5 = 2+3+4	6	7	8	9 = 6+7+8	10	11	12 = 10 – 11	13	14 = 12 – 13	15 = 8	16	17	18	19 = 16+17+18
	Demanda de capital por ano				Cobertura da demanda anual de capital = Financiamento atraves de				Créditos a serem recebidos a partir de 1969			Cálculo do financiamento						
Ano	Investimentos para instalações fixas e material rodante	Juros, amortização, despesas bancárias (da coluna 19)	Superavit (= receitas – despesas) para reposição, modernização e expansão do metrô	Total	Capital próprio	Receita líquida = receitas – (execução operacional + manutenção)	Capital externo (créditos)	Total	Créditos Soma da coluna 8, acumulada	Amortização ref. col. 8 ja efetuada	Resto a pagar	Valôres básicos Créditos a serem taxados			Resultados			
												Com juros	Com juros e amortização	Com despesas bancárias	Juros (ref. col. 13) 7,00% a. a.	Juros e amortização (ref. col. 14) 9,94% a. a.	Despesas bancárias (ref. col. 15) 2,20%	Total juros + amortização + despesas bancárias por ano
1969	30,84	—	—	30,84	14,00	—	16,84	30,84	16,84	—	16,84	16,84	—	16,84	1,18	—	0,37	1,55
1970	41,41	1,55	—	42,96	14,00	—	28,96	42,96	45,80	—	45,80	45,80	—	28,96	3,21	—	0,64	3,85
1971	60,68	3,85	—	64,53	14,00	—	50,53	64,53	96,33	—	96,33	79,49	16,84	50,53	5,56	1,67	1,11	8,34
1972	58,22	8,34	—	66,56	14,00	—	52,56	66,56	148,89	—	148,89	103,09	45,80	52,56	7,21	4,55	1,16	12,92
1973	58,01	12,92	—	70,93	14,00	—	56,93	70,93	205,82	—	205,82	109,49	96,33	56,93	7,66	9,58	1,25	18,49
1974	31,22	18,49	—	49,71	14,00	—	35,71	49,71	241,53	—	241,53	92,64	148,89	35,71	6,48	14,80	0,79	22,07
1975	20,28	22,07	—	42,35	14,00	—	28,35	42,35	269,88	—	269,88	64,06	205,82	28,35	4,48	20,46	0,62	25,56
1976	31,82	25,56	—	57,38	14,00	21,76	21,62	57,38	291,50	—	291,50	49,97	241,53	21,62	3,50	24,01	0,48	27,99
1977	31,82	27,99	—	59,81	14,00	21,75	24,06	59,81	315,56	—	315,56	45,68	269,88	24,06	3,20	26,83	0,53	30,56
1978	31,82	30,56	—	62,38	14,00	21,75	26,63	62,38	342,19	—	342,19	50,69	291,50	26,63	3,55	28,98	0,59	33,12
1979	42,30	33,12	—	75,42	14,00	25,69	35,73	75,42	377,92	—	377,92	62,36	315,56	35,73	4,37	31,37	0,79	36,52
1980	26,39	36,53	—	62,92	14,00	29,63	19,29	62,92	397,21	—	397,21	55,02	342,19	19,29	3,85	34,01	0,42	38,28
1981	42,31	38,28	—	80,59	14,00	29,63	36,96	80,59	434,17	—	434,17	56,25	377,92	36,96	3,94	37,57	0,81	42,32
1982	15,92	42,32	—	58,24	14,00	35,26	8,98	58,24	443,15	—	443,15	45,94	397,21	8,98	3,22	39,48	0,20	42,90
1983	50,68	42,90	—	93,58	14,00	35,26	44,32	93,58	487,47	—	487,47	53,30	434,17	44,32	3,73	43,16	0,98	47,87
1984	51,27	47,87	—	99,14	14,00	39,72	45,42	99,14	532,89	—	532,89	89,74	443,15	45,42	6,29	44,05	1,00	51,34
1985	33,90	51,34	—	85,24	14,00	41,98	29,26	85,24	562,15	—	562,15	74,68	487,47	29,26	5,23	48,45	0,64	54,32
1986	16,52	54,32	—	70,84	14,00	45,24	11,60	70,84	573,75	—	573,75	40,86	532,89	11,60	2,86	52,97	0,26	56,09
1987	16,52	56,09	—	72,61	14,00	45,24	13,37	72,61	587,12	—	587,12	24,97	562,15	13,37	1,75	55,88	0,29	57,92
1988	16,52	57,92	—	74,44	14,00	45,24	15,20	74,44	602,32	—	602,32	28,57	573,75	15,20	2,00	57,03	0,33	59,36
1989	16,52	59,36	—	75,88	14,00	45,24	16,64	75,88	618,96	16,84	602,12	31,84	570,28	16,64	2,23	56,69	0,37	59,29
1990	—	59,29	—	59,29	—	52,57	6,72	59,29	625,68	45,80	579,88	23,36	556,52	6,72	1,64	55,32	0,15	57,11
1991	—	57,11	—	57,11	—	53,00	4,11	57,11	629,79	96,33	533,46	10,83	522,63	4,11	0,76	51,95	0,09	52,80
1992	—	52,80	0,20	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	148,89	480,90	4,11	476,79	—	0,29	47,39	—	47,68
1993	—	47,68	5,32	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	205,82	423,97	—	423,97	—	—	42,14	—	42,14
1994	—	42,14	10,86	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	241,53	388,26	—	388,26	—	—	38,59	—	38,59
1995	—	38,59	14,41	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	269,88	359,91	—	359,91	—	—	35,78	—	35,78
1996	—	35,78	17,22	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	291,50	338,29	—	338,29	—	—	33,63	—	33,63
1997	—	33,63	19,37	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	315,56	314,23	—	314,23	—	—	31,24	—	31,24
1998	—	31,24	21,76	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	342,19	287,60	—	287,60	—	—	28,59	—	28,59
1999	—	28,59	24,41	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	377,92	251,87	—	251,87	—	—	25,03	—	25,03
2000	—	25,03	27,97	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	397,21	232,58	—	232,58	—	—	23,12	—	23,12
2001	—	23,12	29,88	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	434,17	195,62	—	195,62	—	—	19,45	—	19,45
2002	—	19,45	33,55	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	443,15	186,64	—	186,64	—	—	18,55	—	18,55
2003	—	18,55	34,45	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	487,47	142,32	—	142,32	—	—	14,15	—	14,15
2004	—	14,15	38,85	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	532,89	96,90	—	96,90	—	—	9,63	—	9,63
2005	—	9,63	43,37	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	562,15	67,64	—	67,64	—	—	6,72	—	6,72
2006	—	6,72	46,28	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	573,75	56,04	—	56,04	—	—	5,57	—	5,57
2007	—	5,57	47,43	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	587,12	42,67	—	42,67	—	—	4,24	—	4,24
2008	—	4,24	48,76	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	602,32	27,47	—	27,47	—	—	2,73	—	2,73
2009	—	2,73	50,27	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	618,96	10,83	—	10,83	—	—	1,08	—	1,08
2010	—	1,08	51,92	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	625,68	4,11	—	4,11	—	—	0,41	—	1,08
2011	—	0,41	52,59	53,00	—	53,00	—	53,00	629,79	629,79	—	—	—	—	—	—	—	—
	724,97	1 228,91	618,87	2 572,75	294,00	1 648,96	629,79	2 572,75	—	—	—	1 259,58	11 336,22	629,79	88,19	1 126,85	13,87	1 228,91

Condições de financiamento: juros de 7,00% a. a., prazo de empréstimo de 20 anos, carência de 2 anos, juros e amortização de 9,94% a. a., despesas bancárias de 2,20%.

Tab. L6
Plano de financiamento III (US$ milhões)

1	2	3	4 = 7 − 3	5 = 2+3+4	6	7	8	9 = 6+7+8	10	11	12 = 10 − 11	13	14 = 12 − 13	15 = 8	16	17	18	19 = 16+17+18
	Demanda de capital por ano				Cobertura da demanda anual de capital = Financiamento através de				Créditos a serem recebidos a partir de 1969			Cálculo do financiamento						
Ano	Investimentos para instalações fixas e material rodante	Juros, amortização, despesas bancárias (da coluna 19)	Superavit (= receitas − despesas) para reposição, modernização e expansão do metrô	Total	Capital próprio	Receita líquida = receitas − (execução operacional + manutenção)	Capital externo (creditos)	Total	Créditos Soma da coluna 8, acumulada	Amortização ref. col. 8 ja efetuada	Resto a pagar	Valôres básicos Créditos a serem taxados			Resultados			
												Com juros	Com juros e amortização	Com despesas bancárias	Juros (ref. col. 13) 7,00% a. a.	Juros e amortização (ref. col. 14) 9,94% a. a.	Despesas bancárias (ref. col. 15) 2,20%	Total juros + amortização + despesas bancárias por ano
1969	30,84	—	—	30,84	15,00	—	15,84	30,84	15,84	—	15,84	15,84	—	15,84	1.11	—	0,35	1,46
1970	41,41	1,46	—	42,87	15,00	—	27,87	42,87	43,71	—	43,71	43,71	—	27,87	3,06	—	0,61	3,67
1971	60,68	3,67	—	64,35	15,00	—	49,35	64,35	93,06	—	93,06	77,22	15,84	49,35	5,41	1,57	1,09	8,07
1972	58,22	8,07	—	66,29	15,00	—	51,29	66,29	144,35	—	144,35	100,64	43,71	51,29	7,04	4,34	1,13	12,51
1973	58,01	12,51	—	70,52	15,00	—	55,52	70,52	199,87	—	199,87	106,81	93,06	55,52	7,48	9,25	1,22	17,95
1974	31,22	17,95	—	49,17	15,00	—	34,17	49,17	234,04	—	234,04	89,69	144,35	34,17	6,28	14,35	0,75	21,38
1975	20,28	21,38	—	41,66	15,00	—	26,66	41,66	260,70	—	260,70	60,83	199,87	26,66	4,26	19,87	0,59	24,72
1976	31,82	24,72	—	56,54	15,00	21,76	19,78	56,54	280,48	—	280,48	46,44	234,04	19,78	3,25	23,26	0,44	26,95
1977	31,82	26,95	—	58,77	15,00	21,75	22,02	58,77	302,50	—	302,50	41,80	260,70	22,02	2,93	25,91	0,48	29,32
1978	31,82	29,32	—	61,14	15,00	21,75	24,39	61,14	326,89	—	326,89	46,41	280,48	24,39	3,25	27,88	0,54	31,67
1979	42,30	31,67	—	73,97	15,00	25,69	33,28	73,97	360,17	—	360,17	57,67	302,50	33,28	4,04	30,07	0,73	34,84
1980	26,39	34,84	—	61,23	15,00	29,63	16,60	61,23	376,77	—	376,77	49,88	326,89	16,60	3,49	32,49	0,37	36,35
1981	42,31	36,35	—	78,66	15,00	29,63	34,03	78,66	410,80	—	410,80	50,63	360,17	34,03	3,54	35,80	0,75	40,09
1982	15,92	40,09	—	56,01	15,00	35,26	5,75	56,01	416,55	—	416,55	39 78	376,77	5,75	2,78	37,45	0,13	40,36
1983	50,68	40,36	—	91,04	15,00	35,26	40,78	91,04	457,33	—	457,33	46,53	410,80	40,78	3,26	40,83	0,90	44,99
1984	51,27	44,99	—	96,26	15,00	39,72	41,54	96,26	498,87	—	498,87	82,32	416,55	41,54	5,76	41,41	0,91	48,08
1985	33,90	48,08	—	81,98	15,00	41,98	25,00	81,98	523,87	—	523,87	66,54	457,33	25,00	4,66	45,46	0,55	50,67
1986	16,52	50,67	—	67,19	15,00	45,24	6,95	67,19	530,82	—	530,82	31,95	498,87	6,95	2,24	49,59	0,15	51,98
1987	16,52	51,98	—	68,50	15,00	45,24	8,26	68,50	539,08	—	539,08	15,21	523,87	8,26	1,06	52,07	0,18	53,31
1988	16,52	53,31	—	69,83	15,00	45,24	9,59	69,83	548,67	—	548,67	17,85	530,82	9,59	1,25	52,76	0,21	54,22
1989	16,52	54,22	—	70,74	15,00	45,24	10,50	70,74	559,17	15,84	543,33	20,09	523,24	10,50	1,41	52,01	0,23	53,65
1990	—	53,65	—	53,65	—	52,57	1,08	53,65	560,25	43,71	516,54	11,58	504,96	1,08	0,81	50,19	0,02	51,02
1991	—	51,02	1,98	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	93,06	467,19	1,08	466,11	—	0,07	46,33	—	46,40
1992	—	46,40	6,60	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	144,35	415,90	—	415,90	—	—	41,34	—	41,34
1993	—	41,34	11,66	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	199,87	360,38	—	360,38	—	—	35,82	—	35,82
1994	—	35,82	17,18	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	234,04	326,21	—	326,21	—	—	32,43	—	32,43
1995	—	32,43	20,57	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	260,70	299,55	—	299,55	—	—	29,78	—	29,78
1996	—	29,78	23,22	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	280,48	279,77	—	279,77	—	—	27,81	—	27,81
1997	—	27,81	25,19	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	302,50	257,75	—	257,75	—	—	25,62	—	25,62
1998	—	25,62	27,38	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	326,89	233,36	—	233,36	—	—	23,20	—	23,20
1999	—	23,20	29,80	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	360,17	200,08	—	200,08	—	—	19,89	—	19,89
2000	—	19,89	33,11	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	376,77	183,48	—	183,48	—	—	18,24	—	18,24
2001	—	18,24	34,76	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	410,80	149,45	—	149,45	—	—	14,86	—	14,86
2002	—	14,86	38,14	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	416,55	143,70	—	143,70	—	—	14,28	—	14,28
2003	—	14,28	38,72	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	457,33	102,92	—	102,92	—	—	10,23	—	10,23
2004	—	10,23	42,77	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	498,87	61,38	—	61,38	—	—	6,10	—	6,10
2005	—	6,10	46,90	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	523,87	36,38	—	36,38	—	—	3,62	—	3,62
2006	—	3,62	49,38	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	530,82	29,43	—	29,43	—	—	2,93	—	2,93
2007	—	2,93	50,07	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	539,08	21,17	—	21,17	—	—	2,11	—	2,11
2008	—	2,11	50,89	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	548,67	11,58	—	11,58	—	—	1,15	—	1,15
2009	—	1,15	51,85	53,00	—	53,00	—	53,00	560,35	559,17	1,08	—	1,08	—	—	0,11	—	0,11
2010	—	0,11	52,89	53,00	—	53,00	—	53,00	560,25	560,25	—	—	—	—	—	—	—	—
	724,97	1 093,18	653,06	2 471,21	315,00	1 595,96	560,25	2 471,21	—	—	—	1 120,50	10 084,50	560,25	78,44	1 002,41	12,33	1 093,18

Condições de financiamento: juros de 7,00% a. a., prazo de empréstimo de 20 anos, carência de 2 anos, juros e amortização de 9,94% a. a., despesas bancárias de 2,20.

Tab. L7
Plano de financiamento IV (US$ milhões)

1	2	3	4=7−3	5=2+3+4	6	7	8	9=6+7+8	10	11	12=10−11	13	14=12−13	15=8	16	17	18	19=16+17+18
	Demanda de capital por ano				Cobertura da demanda anual de capital = Financiamento através de				Créditos a serem recebidos a partir de 1969			Cálculo do financiamento						
Ano	Investimentos para instalações fixas e material rodante	Juros, amortização, despesas bancárias (da coluna 19)	Superavit (=receitas − despesas) para reposição, modernização e expansão do metrô	Total	Capital próprio	Receita líquida = receitas − (execução operacional + manutenção)	Capital externo (créditos)	Total	Créditos Soma da coluna 8, acumulada	Amortização ref. col. 8 já efetuada	Resto a pagar	Valôres básicos Créditos a serem taxados			Resultados			
												Com juros	Com juros e amortização	Com despesas bancárias	Juros (ref. col. 13) 7,00% a. a.	Juros e amortização (ref. col. 14) 9,94% a. a.	Despesas bancárias (ref. col. 15) 2,20%	Total juros + amortização + despesas bancárias por ano
1969	30,84	—	—	30,84	17,00	—	13,84	30,84	13,84	—	13,84	13,84	—	13,84	0,97	—	0,30	1,27
1970	41,41	1,27	—	42,68	17,00	—	25,68	42,68	39,52	—	39,52	39,52	—	25,68	2,77	—	0,57	3,34
1971	60,68	3,34	—	64,02	17,00	—	47,02	64,02	86,54	—	86,54	72,70	13,84	47,02	5,09	1,38	1,03	7,50
1972	58,22	7,50	—	65,72	17,00	—	48,72	65,72	135,26	—	135,26	95,74	39,52	48,72	6,70	3,93	1,07	11,70
1973	58,01	11,70	—	69,71	17,00	—	52,71	69,71	187,97	—	187,97	101,43	86,54	52,71	7,10	8,60	1,16	16,86
1974	31,22	16,86	—	48,08	17,00	—	31,08	48,08	219,05	—	219,05	83,79	135,26	31,08	5,87	13,44	0,68	19,99
1975	20,28	19,99	—	40,27	17,00	—	23,27	40,27	242,32	—	242,32	54,35	187,97	23,27	3,80	18,68	0,51	22,99
1976	31,82	22,99	—	54,81	17,00	21,76	16,05	54,81	258,37	—	258,37	39,32	219,05	16,05	2,75	21,77	0,35	24,87
1977	31,82	24,87	—	56,69	17,00	21,75	17,94	56,69	276,31	—	276,31	33,99	242,32	17,94	2,38	24,09	0,39	26,86
1978	31,82	26,86	—	58,68	17,00	21,75	19,93	58,68	296,24	—	296,24	37,87	258,37	19,93	2,65	25,68	0,44	28,77
1979	42,30	28,77	—	71,07	17,00	25,69	28,38	71,07	324,62	—	324,62	48,31	276,31	28,38	3,38	27,47	0,62	31,47
1980	26,39	31,47	—	57,86	17,00	29,63	11,23	57,86	335,85	—	335,85	39,61	296,24	11,23	2,77	29,45	0,25	32,47
1981	42,31	32,47	—	74,78	17,00	29,63	28,15	74,78	364,00	—	364,00	39,38	324,62	28,15	2,76	32,27	0,62	35,65
1982	15,92	35,65	—	51,57	16,31	35,26	—	51,57	364,00	—	364,00	28,15	335,85	—	1,97	33,38	—	35,35
1983	50,68	35,35	—	86,03	17,00	35,26	33,77	86,03	397,77	—	397,77	33,77	364,00	33,77	2,36	36,18	0,74	39,28
1984	51,27	39,28	—	90,55	17,00	39,72	33,83	90,55	431,60	—	431,60	67,60	364,00	33,83	4,73	36,18	0,74	41,65
1985	33,90	41,65	—	75,55	17,00	41,98	16,57	75,55	448,17	—	448,17	50,40	397,77	16,57	3,53	39,54	0,36	43,43
1986	16,52	43,43	—	59,95	14,71	45,24	—	59,95	448,17	—	448,17	16,57	431,60	—	1,16	42,90	—	44,06
1987	16,52	44,06	—	60,58	15,34	45,24	—	60,58	448,17	—	448,17	—	448,17	—	—	44,55	—	44,55
1988	16,52	44,55	—	61,07	15,83	45,24	—	61,07	448,17	—	448,17	—	448,17	—	—	44,55	—	44,55
1989	16,52	44,55	—	61,07	15,83	45,24	—	61,07	448,17	13,84	434,33	—	434,33	—	—	43,17	—	43,17
1990	—	43,17	9,40	52,57	—	52,57	—	52,57	448,17	39,52	408,65	—	408,65	—	—	40,62	—	40,62
1991	—	40,62	12,38	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	86,54	361,63	—	361,63	—	—	35,95	—	35,95
1992	—	35,95	17,05	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	135,26	312,92	—	312,92	—	—	31,10	—	31,10
1993	—	31,10	21,90	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	187,97	260,20	—	260,20	—	—	25,86	—	25,86
1994	—	25,86	27,14	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	219,05	229,12	—	229,12	—	—	22,77	—	22,77
1995	—	22,77	30,23	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	242,32	205,85	—	205,85	—	—	20,46	—	20,46
1996	—	20,46	32,54	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	258,37	189,80	—	189,80	—	—	18,87	—	18,87
1997	—	18,87	34,13	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	276,31	171,86	—	171,86	—	—	17,08	—	17,08
1998	—	17,08	35,92	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	296,24	151,93	—	151,93	—	—	15,10	—	15,10
1999	—	15,10	37,90	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	324,62	123,55	—	123,55	—	—	12,28	—	12,28
2000	—	12,28	40,72	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	335,85	112,32	—	112,32	—	—	11,16	—	11,16
2001	—	11,16	41,84	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	364,00	84,17	—	84,17	—	—	8,37	—	8,37
2002	—	8,37	44,63	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	364,00	84,17	—	84,17	—	—	8,37	—	8,37
2003	—	8,37	44,63	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	397,77	50,40	—	50,40	—	—	5,01	—	5,01
2004	—	5,01	47,99	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	431,60	16,57	—	16,57	—	—	1,65	—	1,65
2005	—	1,65	51,35	53,00	—	53,00	—	53,00	448,17	448,17	—	—	—	—	—	—	—	—
	724,97	874,43	529,75	2 129,15	350,02	1 330,96	448,17	2 129,15	—	—	—	896,34	8 067,07	448,17	62,74	801,86	9,83	874,43

Condições de financiamento: juros de 7,00% a. a., prazo de empréstimo de 20 anos, carência de 2 anos, juros e amortização de 9,94% a. a., despesas bancárias de 2,20.

palavras, créditos levantados deverão ser cobertos pelos meios próprios (capital próprio ou receitas líquidas). Mesmo financiamentos suplementares para atender compromissos de um financiamento integral deverão sempre que possível ser evitados, já que nunca se sabe se isto não virá acarretar futuras dificuldades de liquidez. A Fig. L2 indica os investimentos anuais e a demanda de crédito anual para cada um dos quatro planos alternativos.

4.3.5 Confronto entre os quatro planos alternativos de financiamento

A representação gráfica da Fig. L3 possibilita um confronto entre os quatro planos alternativos no que se refere ao capital próprio e ao pagamento de dívidas (juros e amortização).
As prestações anuais das dívidas crescerão até aproximadamente o término da Rêde do Metrô (1990). Quanto menos capital próprio fôr empregado, tanto maior o crescimento da curva,e tanto mais longo o tempo para atingir novamente o zero, i. é, até que estejam amortizados os créditos.
Na Tab. L9 é apresentado o confronto de alguns dados numéricos importantes resultantes dos quatro planos alternativos de financiamento, para um financiamento integral. A comparação mostra claramente a grande importância do capital próprio para o financiamento.

4.3.6 Plano de financiamento III com inclusão da receita líquida

A Fig. L4 mostra, para o plano de financiamento III (Tab. L6), de que maneira o pagamento de dívidas pode ser coberto pelo capital próprio acrescido da receita líquida. Caso o capital próprio e a receita líquida ultrapassem o pagamento de dívidas, os superavits serão utilizados diretamente nos investimentos. As curvas da Fig. L4 mostram também quando e até que valor o pagamento de dívidas deverá ser coberto por créditos. A distância entre a curva das receitas líquidas e a do pagamento de dívidas, que aparece após a conclusão da construção (1990), indica o volume dos superavits anuais disponíveis para reposições, modernização, e, eventualmente, expansão da Rêde do Metrô.

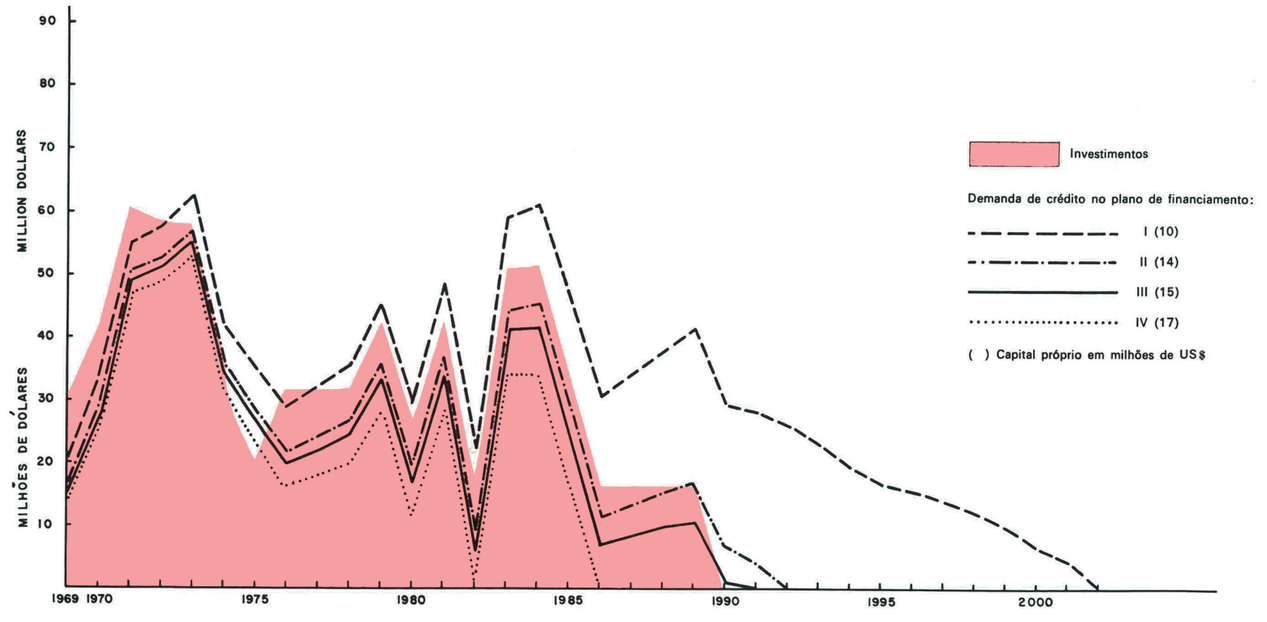
4.3.7 Influências de outras condições de financiamento

As anuidades, apresentadas em percentagens do crédito, constantes da Tab. L10, fornecem também um ponto de referência para o desenvolvimento da curva do pagamento de dívidas sob condições de crédito para o capital externo diferentes daquelas admitidas em L4.3.1. Seria possível melhorar os financiamentos mediante créditos com prazos mais longos. Uma diminuição do prazo do crédito refletir-se-ia desfavoràvelmente sôbre a curva do pagamento de dívidas. Mesmo um aumento da taxa anual de juros de um por cento não aumentaria tanto a anuidade quanto uma redução do prazo em 5 anos. Se fôr possível levantar capital próprio além dos montantes anuais de capital próprio regulares e constantes previstos, seria conveniente investi-lo nos anos que apresentam os maiores investimentos. O plano de financiamento seria sensìvelmente melhorado, sobretudo por meio de maiores contribuições por parte do poder público nos anos de 1971 a 1973.

4.3.8 Recomendação para o financiamento

De acôrdo com as considerações acima, o plano alternativo de financiamento III (Tab. L6), com entradas de capital próprio de US$ 15 milhões por ano, e créditos com 20 anos de prazo a juros de 7% a.a. ressalta como adequado para o financiamento integral do Metrô do Rio de Janeiro, e é, por isso, recomendado. Setenta por cento do orçamento total do Estado da Guanabara previsto em 1968 para o exercício de 1969, no montante de NCr$ 1 800 milhões, ou seja US$ 560 milhões (US$ 1,00 = NCr$ 3,20), referem-se a despesas com pessoal. A contribuição anual de capital pelo Estado à Companhia do Metropolitano, no montante de US$ 15 milhões, representaria apenas 9% dos recursos restantes (30% do orçamento total, ou seja, US$ 170 milhões) e menos de 3% do orçamento total do Estado da Guanabara.
Os órgãos competentes na Europa já reconheceram que a construção de metrôs sobrecarrega extraordinàriamente a capacidade financeira das cidades. A União e — quando os há — os estados, contribuem de modo considerável para auxiliar eficientemente as cidades em seus esforços para a solução dos problemas de tráfego nas áreas de aglomeração. Para o Rio de Janeiro dever-se-ia tentar obter uma regulamentação nesse sentido.

Fig. L2
Investimentos de 1969 a 1989 e demanda de crédito de 1969 a 2002



Tab. L8
Superavits para reposições nos quatro planos alternativos de financiamento (US$ milhões)

Plano de financiamento N.°	Tab.	Capital próprio Por ano	Superavit para reposições 1990-1994	1995-1999	2000-2004
I	L4	10	0	0	10
II	L5	14	16	97	165
III	L6	15	37	126	188
IV	L7	17	88	171	220

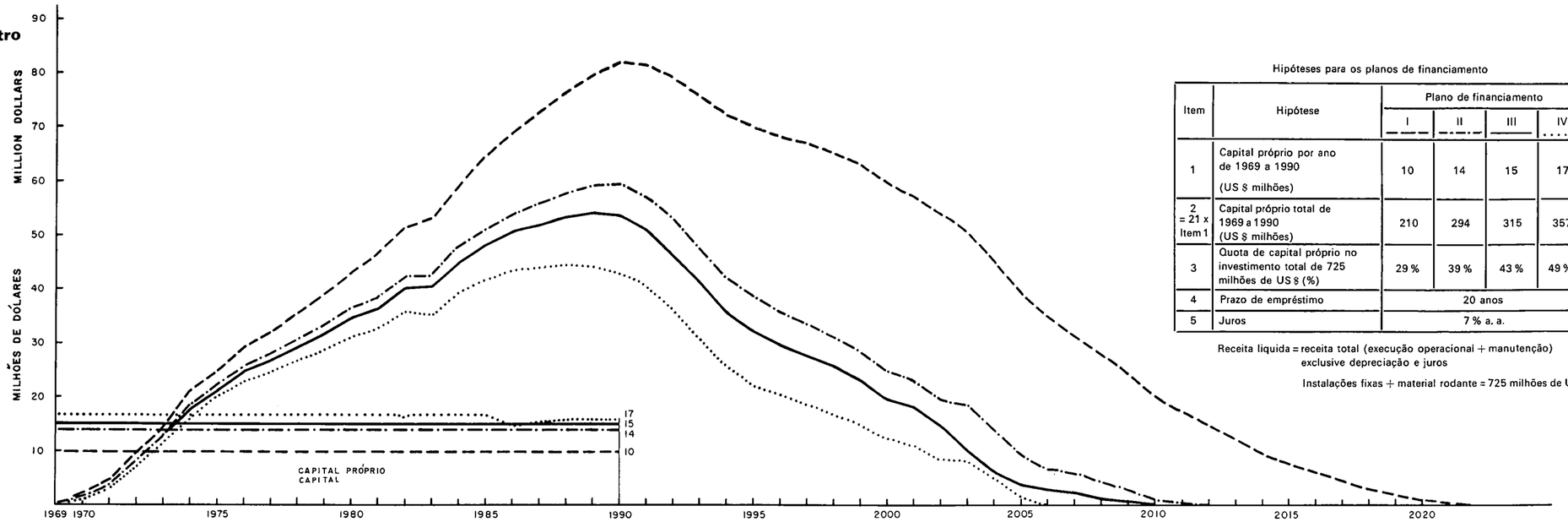
Tab. L9
Confronto entre os quatro planos alternativos de financiamento (US$ milhões)

Plano de financiamento	I	II	III	IV
Capital próprio anual	10	14	15	17
Capital próprio de 1969—1989	210	294	315	350
Capital externo	1 063	630	560	448
Juros e amortização	2 074	1 229	1 093	874
Investimentos	725	725	725	725
Ano do último levantamento de crédito	2001	1991	1990	1985
Ano da última quota de amortização	2021	2011	2010	2005

Tab. L10
Anuidades das dívidas em percentagens do crédito, segundo diversas condições de crédito

Taxa anual	Prazo do crédito em anos				
%	5	10	15	20	25
6	23,74	13,59	10,30	8,72	7,82
7	24,39	14,24	10,98	9,44	8,58
8	25,05	14,90	11,68	10,19	9,37

Fig. L3
Confronto entre os quatro planos alternativos de financiamento



Hipóteses para os planos de financiamento

Item	Hipótese	Plano de financiamento I	II	III	IV
1	Capital próprio por ano de 1969 a 1990 (US $ milhões)	10	14	15	17
2 = 21 x Item 1	Capital próprio total de 1969 a 1990 (US $ milhões)	210	294	315	357
3	Quota de capital próprio no investimento total de 725 milhões de US $ (%)	29 %	39 %	43 %	49 %
4	Prazo de empréstimo	20 anos			
5	Juros	7 % a. a.			

Receita liquida = receita total (execução operacional + manutenção) exclusive depreciação e juros

Instalações fixas + material rodante = 725 milhões de US $

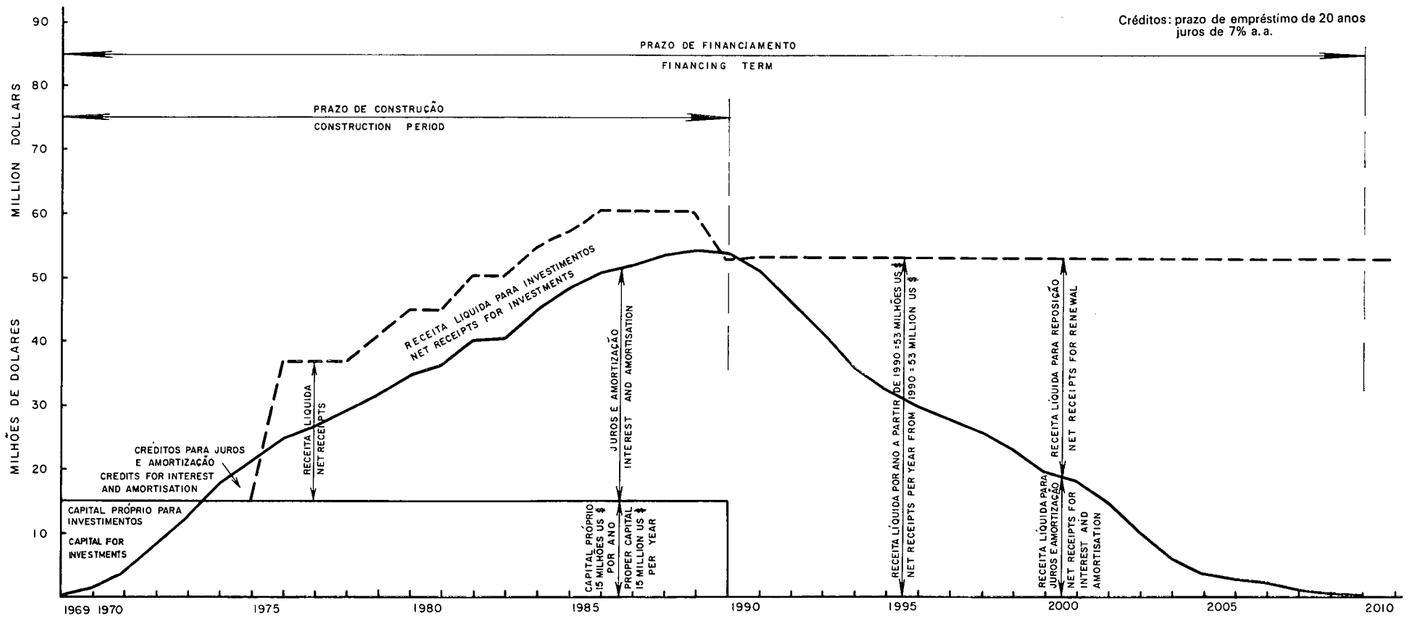


Fig. L4
Plano de Financiamento III – Juros e amortização – Cobertura com capital próprio e receita liquida

Anexo ao Cap. C3.1.3

População da "micro-área" (1968)

Na última coluna da Tab. C1 (A) figuram as percentagens de participação demográfica das circunscrições censitárias que formam a "micro-área" em 1960, em cada circunscrição fiscal isolada ou grupo de circunscrições fiscais, que são ao todo 21.
Por essas percentagens foi multiplicado o número de habitantes dessas circunscrições fiscais isoladas ou de grupos das mesmas. Projetando êsses resultados para 1968, com base nos censos de 1940, 1950 e 1960, de acôrdo com o método exposto a seguir, obtêm-se os números de habitantes das circunscrições censitárias, i. é, das diversas zonas da "micro-área" para 1968.
Cabe notar que êsse sutil recurso não é isento de falhas. Tratando-se, entretanto, de estimativas para áreas bastante restritas, a exatidão dos resultados obtidos pode ser considerada suficiente.
O método para a projeção das populações das circunscrições fiscais isoladas para 1968 apoia-se no método empregado na estimativa das populações dos municípios de todo o Brasil para 1.° de julho de 1967, efetuada pelo Laboratório de Estatística do antigo IBGE (atual Fundação IBGE), sob a orientação técnica da extinta COTEP (Comissão Técnica de Estimativas de População). O método consistiu essencialmente em estimar as populações dos estados federativos e das áreas metropolitanas de grandes cidades. O restante da população de cada estado foi distribuído entre os demais municípios proporcionalmente aos resultados do censo de 1960. Assim evitou-se o problema de estimar populações para uma série de municípios de população reduzida, cujos movimentos observados anteriormente talvez não pudessem ser legítimamente projetados para o futuro.
Ora, o caso das circunscrições fiscais da Guanabara apresenta situação semelhante. A população do Estado, já calculada em C 3.1.2, foi distribuída pelas diferentes áreas, dentro e fora da "micro-área", por um critério que constitui um aperfeiçoamento em relação ao adotado

Tab. C1 (A)
Comparação do número de habitantes de circunscrições fiscais (estimados) e de circunscrições censitárias (contados) na "micro-área" (1960)

Zona	Circunscrições censitárias		População 1960	Circunscrições fiscais		População 1960	% de 2 em 4
0	1		2	3		4	5
05	01	Zona do Pôrto (Gamboa) ..	33 693	01	Candelária, São José, Santa Rita ..	14 519	
				12	Gamboa	29 017	
				13	Espírito Santo	31 515	
						75 051	44,89
01	02	Centro	66 951	01	Candelária, São José, Santa Rita ..	14 519	
02				02	São Domingos	2 149	
03				03	Sacramento	3 196	
04				04	Ajuda	5 332	
				05	Santo Antônio	22 477	
				07	Glória	114 293	
				11	Santana	10 835	
						172 801	38,74
06	03	Mangue	26 756	13	Espírito Santo	31 515	84,90
09	04	Catete	24 468	07	Glória	114 293	21,41
10	05	Flamengo	50 071	07	Glória	114 293	43,81
11	06	Laranjeiras	55 695	07	Glória	114 293	48,73
13	07	Urca	9 203	08	Lagoa	54 992	16,73
14	08	Leme	17 860	10	Copacabana	240 347	7,43
15	09	Copacabana	165 986	10	Copacabana	240 347	69,06
17	10	Ipanema	47 996	10	Copacabana	240 347	19,97
18	11	Leblon	35 306	09	Gávea	131 011	26,95
19	12	Gávea	37 943	09	Gávea	131 011	28,96
16	13	Lagoa	13 664	09	Gávea	131 011	10,43
20	14	Tijuca	100 732	17	Tijuca	107 074	94,08
08	15	Santa Teresa	66 696	06	Santa Teresa	83 215	80,15
07	16	Rio Comprido	65 485	14	Rio Comprido	83 896	78,05
22	17	Maracanã	61 717	15	Engenho Velho	45 304	
				18	Andaraí	139 547	
						184 851	33,39
34	18	São Cristóvão	67 011	16	São Cristóvão	78 002	85,91
33	19	Caju	16 575	16	São Cristóvão	78 002	21,25
32	20	Benfica	25 840	19	Engenho Nôvo	145 796	17,72
30	21	Riachuelo	38 784	19	Engenho Nôvo	145 796	26,60
23	22	Vila Isabel	49 745	18	Andaraí	139 547	35,65
21	23	Andaraí	50 132	18	Andaraí	139 547	35,92
24	24	Grajaú	27 472	18	Andaraí	139 547	19,69
26	25	Engenho Nôvo	44 698	19	Engenho Nôvo	145 796	30,66
25	26	Lins de Vasconcelos	28 981	20	Méier	103 957	27,88
27	27	Méier	49 734	20	Méier	103 957	47,84
29	28	Cachambi	28 238	21	Inhaúma	106 207	26,59
31	29	Jacarèzinho	22 714	19	Engenho Nôvo	145 796	15,58
28	30	Engenho de Dentro	40 231	19	Engenho Nôvo	145 796	27,59
12	31	Botafogo	91 179	07	Glória	114 293	
				08	Lagoa	54 992	
						169 285	53,86

pelo Laboratório de Estatística. Para isso considera-se um vetor representativo do Estado da Guanabara, cujas componentes são:
a) as circunscrições que integram a "micro-área",
b) as áreas restantes que completam o Estado,
i. é, a "Guanabara menos micro-área" ou, simplesmente, "GB-ma". Representado êsse vetor por G, G (t) será a população da Guanabara no ano t.
A fim de poder apurar a distribuição da população da Guanabara pelas circunscrições fiscais em 1968, todos os valôres de partida foram indicados na Tab. C2 (A). São êsses, primeiramente o número de habitantes das 21 circunscrições fiscais para 1940, 1950 e 1960, as quais pràticamente constituem a "micro-área" e que, juntamente com Irajá (n.º 22), serão denominadas "micro-área 2" ou simplesmente "ma 2". A expressão "GB-ma 2" foi ainda adotada convencionalmente como circunscrição fiscal complementar n.º 23.
Com os valôres da Tab. C2 (A) obtêm-se os vetores G (t) para:

G (1940) = 27 055, 7 498, 7 858, . . ., 77 905, 643 471,
G (1950) = 17 320, 3 521, 5 865, . . ., 123 234, 995 345,
G (1960) = 14 519, 2 149, 3 196, . . ., 182 818, 1 556 160.

A última componente de cada vetor representa a população da "GB-ma 2". Indicando por C_i (t) a população da i-ésima circunscrição no ano t, resulta, de modo geral:

$$G(t) = C_1(t), C_2(t), \ldots, C_i(t), \ldots, C_n(t),$$

onde n (= 23) é o número de circunscrições.
Representando por P (t) o total de habitantes da Guanabara no ano t, com a aplicação do critério utilizado pelo Laboratório de Estatística ter-se-ia:

$$G(t) = A \cdot P(t),$$

onde A é o vetor, a_i seus componentes,

$$A = a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n,$$

e

$$a_i = C_i(t_0)/P(t_0); \sum_{x=1}^{n} a_i = 1.$$

Oa valôres de a_i são obtidos no ano t_0 através de um recenseamento.
O critério aqui proposto resulta, entretanto, da expressão mais completa

$$G(t) = A \cdot P(t) + B.$$

Mediante a utilização dos resultados de três recenseamentos (1940, 1950 e 1960) são determinados os os vetores A e B:

$$A = [a_1, a_2, \ldots, a_n] \quad \text{com} \sum_{i=1}^{n} a_i = 1,$$

$$B = [b_1, b_2, \ldots, b_n] \quad \text{com} \sum_{i=1}^{n} b_i = 0.$$

Sendo:

$$a_i = \frac{1}{2}\frac{\triangle C_{i0}}{\triangle P_0} + \frac{1}{2}\frac{\triangle C_{i1}}{\triangle P_1} \quad \text{e}$$

$$b_i = \frac{1}{3}[(C_{i0} + C_{i1} + C_{i2}) - a_i (P_0 + P_1 + P_2)],$$

t_0, t_1 e t_2 indicam os anos de 1940, 1950 e 1960; C_{ij} e P_j figuram em lugar de $C_i(t_j)$ e $P(t_j)$, respectivamente, sendo j = 0, 1, 2.
Os resultados da distribuição para 1968 figuram na Tab. C2 (A).
Deve-se ter presente que nem todos os valôres unitários merecem a mesma confiança que as estimativas finais, as quais são válidas para tôda a "micro-área 2", embora se possa admití-las como válidas para a maioria das circunscrições, principalmente para aquelas de maior expressão demográfica.
Resumindo os números de habitantes das circunscrições fiscais em 1968, conforme Tab. C1 (A), e multiplicando-os, respectivamente, pelas percentagens ali indicadas, obter-se-ão os números de habitantes das circunscrições censitárias projetados para 1968, ou seja, das zonas da "micro-área", conforme Tab. C4.
Em conclusão, cumpre notar que o número de habitantes utilizado nos cálculos foi retirado de uma publicação de dados definitivos da Guanabara. Isto só foi possível após publicação dos dados completos sôbre populações faveladas, durante a 1ª Conferência Nacional de Estatística, realizada entre 29 de maio e 4 de junho de 1968. Assim as percentagens da Tab. C1 (A) utilizadas para o cálculo das populações já incluem as correções correspondentes às diferenças entre os dados definitivos e os preliminares, que, em consequência de duplas contagens ainda não corrigidas, indicam sempre valôres de 1,5 a 3,0% superiores aos definitivos.
Não foi todavia possível aplicar uma correção análoga para os dados referentes aos "seis municípios fluminenses" da "macro-área", por não se dispor ainda de dados definitivos para o Estado do Rio de Janeiro.

Tab. C2 (A)
Número de habitantes das circunscrições fiscais da "micro-área 2" ("ma 2")

Circunscrição	Ano			Estimativa para
	1940	1950	1960	1968
01 Candelária, S. José, Santa Rita	27 055	17 320	14 519	4 155
02 São Domingos	7 498	3 521	2 149	2 134
03 Sacramento	7 858	5 865	3 196	624
04 Ajuda	7 441	11 103	5 332	7 765
05 Santo Antônio	32 903	26 951	22 477	15 547
06 Santa Teresa	61 476	71 733	83 215	95 967
07 Glória	61 728	82 563	114 293	142 001
08 Lagoa	54 992	59 460	70 494	77 344
09 Gávea	55 592	88 409	131 011	173 070
10 Copacabana	74 133	129 249	240 347	319 479
11 Santana	20 290	14 911	10 835	3 566
12 Gamboa	38 791	31 324	29 017	21 034
13 Espírito Santo	42 440	37 227	31 515	25 161
14 Rio Comprido	61 957	70 979	83 896	95 717
15 Engenho Velho	37 796	41 721	45 304	50 010
16 São Cristóvão	70 984	76 604	78 002	83 938
17 Tijuca	64 499	80 011	107 074	128 442
18 Andaraí	95 666	116 180	139 547	165 137
19 Engenho Nôvo	78 631	122 977	145 796	195 167
20 Méier	68 685	84 601	103 957	124 075
21 Inhaúma	72 350	86 163	106 207	124 364
22 Irajá	77 905	123 234	182 818	232 827
23 "GB-ma 2"	643 471	995 345	1 556 162	2 033 680
Total: GB	1 764 141	2 377 451	3 307 163	4 122 104
"ma 2"	1 120 670	1 382 106	1 751 001	2 088 424

Anexo ao Cap. C3.2.1

Pessoal ocupado na "macro-área" (1968)

Em C3.2.1 foi mencionado que o total da população dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro em 1968 é de 8 374 000 habitantes, 32,10% dos quais exerciam atividades profissionais.
A seguir serão apresentadas as considerações que finalmente levaram à distribuição do pessoal ocupado da "macro-área", por empregos, em 1968, de acôrdo com os diferentes setores de atividade.
A elaboração dos dados de partida mencionados no início de C3.2.1 baseou-se na premissa de que a participação na população do pessoal ocupado é mais elevada na Guanabara do que no Estado do Rio de Janeiro, porquanto a população da Guanabara apresenta a renda per capita mais elevada do Brasil e é a mais desenvolvida.
Com respeito à renda per capita, os elementos apresentados para os Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro se baseiam nos dados retirados do trabalho Diagnóstico Preliminar da Guanabara (ASTEL-COPEG). Êsses dados (Tab. C3 (A)) indicam que a renda per capita da Guanabara, estimada para 1964 em Cr$ 20 289,00 de 1953, é 201,6% (3 vêzes) mais elevada do que o valor estimado para o Brasil. Quanto ao Estado do Rio de Janeiro, o valor estimado se situava pouco abaixo da média do país.
Outro indicador utilizado para a estimativa da relação pessoal ocupado/população total foi a taxa de atividade, que é a parcela da população em atividade econômica. Como pode ser visto na Tab. C4 (A), entre 1940 e 1960 essa parcela sofreu declínio constante no Brasil.
As considerações subsequentes limitam-se, de início, ùnicamente à Guanabara, destacando-se o período de 1940—1960, do qual se deduziu a evolução até 1968.
As parcelas de pessoal ocupado masculino e feminino no Brasil, constantes da Tab. C4 (A) para 1960, aplicadas à pupulação masculina e feminina do Estado da Guanabara apurada pelo censo demográfico de 1960, resulta em:

846 413 homens ocupados,

194 110 mulheres ocupadas,

perfazendo ao todo 1 040 523 pessoas ocupadas na Guanabara em 1960, ou seja 32,0% da população total do Estado.

Se, no entanto, as taxas médias de atividade no Brasil apuradas para 1960 forem aplicadas à população então existente na Guanabara, separadas não só por sexo, mas também por idades, obter-se-ão os valôres constantes da Tab. C5 (A).

O total de pessoas ocupadas seria então de 1 188 119, representando 36,2% da população do Estado da Guanabara em 1960.

É necessário levar em consideração agora o período 1960–1968. Com base na Tab. C4 (A) pode ser admitido que a percentagem da mão-de-obra feminina sôbre a população ocupada continuou a crescer depois de 1960.

Por outro lado, entre 1962 e 1965 na Guanabara e no Estado do Rio de Janeiro, como de resto em todo o país, houve redução do número de empregos no setor industrial. Sòmente a partir de 1966 puderam ser observados sinais de recuperação.

O setor de serviços, no entanto, desenvolveu-se marcadamente, tendo mesmo ultrapassado a taxa de crescimento da população. Em decorrência do exposto, estima-se que para a Guanabara em 1968, a participação de pessoal ocupado na sua população residente é da ordem de 34,0%.

Considerando os comutadores, que diàriamente se deslocam de municípios vizinhos do Estado do Rio de Janeiro para trabalharem na Guanabara, aquêle valor se eleva a 36,4%, que parece bastante razoável tendo em vista os dados das Tab. C10 e C4 (A).

Seguem-se considerações análogas para os "seis municípios fluminenses".
Aplicando novamente os valôres da Tab. C4 (A), obtêm-se os seguintes valôres para todo o Estado do Rio de Janeiro em 1960:

894 426 homens ocupados e

197 606 mulheres ocupadas,

ou seja, um total de 1 092 032 pessoas, ou 32,1% da população do Estado.
Considerando cada município pertencente à "macro-área", e aplicando à sua população recenseada em 1960 as taxas correspondentes da Tab. C4 (A), obtêm-se os dados da Tab. C6 (A).
Considerando ainda o período posterior a 1960, e observando a evolução na economia e na produtividade dos diversos municípios, chegou-se, para 1968, às distribuições de pessoal ocupado pelos empregos na "macro-área" mencionadas em C3.2.1.

Tab. C3 (A)
Renda per capita no Brasil (1964)

	Renda em Cr$ de 1953
Brasil	6 727
Estado da Guanabara	20 289
Estado do Rio de Janeiro	6 270

Tab. C4 (A)
Relação pessoal ocupado/população no Brasil

	Pessoal ocupado		
% em relação à	1940	1950	1960
população masculina	58,0	56,4	53,1
população feminina	9,9	9,6	11,5
população total	33,9	32,9	32,3

Tab. C5 (A)
Pessoal ocupado por idade e por sexo na Guanabara (1960)

Faixa de idade	Taxas médias de atividade %		Pessoal ocupado na Guanabara	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
10—14	23,0	7,1	32 554	10 498
15—19	72,4	23,4	90 602	33 507
20—24	92,3	22,5	134 689	35 363
25—34	97,2	17,8	276 826	53 753
35—44	96,9	17,1	201 771	37 260
45—54	94,0	15,6	134 165	23 499
55—64	83,2	12,6	72 971	12 378
65 e mais	59,1	8,5	31 586	6 697
Total	—	—	975 164	212 955

Tab. C6 (A)
População e pessoal ocupado nos "seis municípios fluminenses" (1960)

	Zona	População	Pessoal ocupado	
			Número	% em relação à população
61	Nova Iguaçu	359 364	115 044	32,0
62	Nilópolis	96 553	30 705	31,8
67	S. João de Meriti	191 734	60 973	31,8
68	Duque de Caxias	243 619	77 973	32,0
69	São Gonçalo	247 754	79 176	31,9
74	Niterói	245 467	78 184	31,9

Índice do texto

Página

Preâmbulo 11

Organização do Grupo de Estudos das Firmas 12

Resumo e conclusão 13

Índice resumido do texto 19

Índice do texto 551

Índice das figuras 563

Índice das tabelas 571

Bibliografia 579

A. Introdução

Página

1. Apresentação 22

2. Objeto do contrato 22
   - 2.1 Objetivos 22
   - 2.2 Quesitos básicos do contrato 22

3. Área de Estudo 22
   - 3.1 "Macro-área" 22
   - 3.2 "Micro-área" 24
   - 3.3 "Área central" 24
   - 3.4 Zonas coletoras 24

4. Organização do Estudo 24
   - 4.1 Planejamento de tráfego 24
   - 4.2 Planejamento técnico 25
   - 4.3 Estudo da viabilidade econômica 25
   - 4.4 Cronograma pelo método PERT 25

5. Documentação existente 26
   - 5.1 "Estudos Cariocas" 26
   - 5.2 Estudos Geográficos 26
   - 5.3 Plano Doxiadis 26
   - 5.4 Estudos de metrô anteriormente elaborados 26
   - 5.5 Outras publicações importantes 26

B. Condições naturais e desenvolvimento histórico da Área de Estudo

Página

1. Condições naturais da Área de Estudo 34
   - 1.1 Geografia 34
   - 1.2 Topografia 34
   - 1.3 Geologia 36
     - 1.3.1 Diastrofismo e estratigrafia 36
     - 1.3.2 Decomposição das rochas (Eluvião) 37
     - 1.3.3 Sedimentos 38
       - 1.3.3.1 Formações deltáicas 38
       - 1.3.3.2 Formações lacustres 38
       - 1.3.3.3 Formação de restingas 38
       - 1.3.3.4 Aterros 38
     - 1.3.4 Geomorfologia 38
   - 1.4 Escoamento das águas na região urbana do Rio de Janeiro 38
     - 1.4.1 Escoamento superficial 38
     - 1.4.2 Escoamento do lençol freático 38
   - 1.5 Clima 38
     - 1.5.1 Fatôres determinantes do clima 38
     - 1.5.2 Classificação climática 39
     - 1.5.3 Precipitações 39
     - 1.5.4 Temperatura e umidade relativa do ar 39
     - 1.5.5 Ventos, neblina 39

2. Desenvolvimento histórico da Área de Estudo 41
   - 2.1 Destino do Rio de Janeiro 41
     - 2.1.1 Fundação da cidade 41
     - 2.1.2 Princípio de vida urbana 41
     - 2.1.3 Expansão e formação interna da cidade no século XVII 41
     - 2.1.4 Século XVIII 43
     - 2.1.5 Rio de Janeiro residência oficial dos Vice-Reis do Brasil 43
     - 2.1.6 Rio de Janeiro Capital do Império do Brasil 43
       - 2.1.6.1 Transporte urbano à tração animal 43
       - 2.1.6.2 Bondes 43
       - 2.1.6.3 Estradas de ferro 45
       - 2.1.6.4 Crescimento demográfico no século XIX 45
     - 2.1.7 Rio de Janeiro Capital da República 45
       - 2.1.7.1 Modificações urbanas 45
       - 2.1.7.2 Crescimento da população no século XX 45
       - 2.1.7.3 Crise do após-guerra 45
       - 2.1.7.4 Formação de uma "área metropolitana" 45
   - 2.2 Município de Nova Iguaçu 48
   - 2.3 Município de Nilópolis 48
   - 2.4 Município de Duque de Caxias 48
   - 2.5 Município de São João de Meriti 48
   - 2.6 Município de São Gonçalo 48
   - 2.7 Município de Niterói 48

C. Análises urbanísticas, sócio-econômicas e de tráfego em 1968

Página

1. Metodologia 50
   1.1 Dados estruturais urbanísticos e sócio-econômicos 50
   1.2 Estrutura do tráfego 50
      1.2.1 Distribuição atual do tráfego 50
      1.2.2 Correlações entre a distribuição de tráfego atual e seus fatôres de influência 50
         1.2.2.1 Modêlo de geração de tráfego 50
         1.2.2.2 Modêlo de distribuição do tráfego 50
         1.2.2.3 Modêlo de repartição do tráfego 51
         1.2.2.4 Modêlo de alocação do tráfego 51
      1.2.3 Sistemas de transporte existentes e suas rêdes de itinerários 51

2. Estrutura urbanística 52

3. Estrutura sócio-econômica 52
   3.1 População 53
      3.1.1 População do Brasil 53
      3.1.2 População do Estado da Guanabara 53
      3.1.3 População da "micro-área" 53
      3.1.4 População da "Guanabara menos micro-área" 54
      3.1.5 População dos "seis municípios fluminenses" 54
      3.1.6 População da "macro-área" 54
      3.1.7 Distribuição espacial da população 58
      3.1.8 População das favelas 58
   3.2 Empregos 59
      3.2.1 Pessoal ocupado da "macro-área" e sua distribuiçao pelos empregos, segundo os setores de atividade 59
      3.2.2 Distribuição dos empregos pelas zonas, segundo os setores de atividade 59
         3.2.2.1 Empregos em todos os setores de atividade 59
         3.2.2.2 Empregos na indústria 63
         3.2.2.3 Empregos no comércio e em serviços 63

Página

      3.2.3 Pessoal ocupado das favelas 63
   3.3 Matrículas escolares 64
      3.3.1 Matrículas escolares em relação à população 64
      3.3.2 Distribuição pelos grupos de zonas dos alunos matriculados 64
      3.3.3 Distribuição pelas zonas dos alunos matriculados 64
   3.4 Carros particulares 65
      3.4.1 Número de carros particulares 65
      3.4.2 Distribuição dos carros particulares pelas zonas da "macro-área" 65

4. Estrutura do tráfego 70
   4.1 Distribuição do tráfego 70
      4.1.1 Contagens transversais na "cordon-line" e na "screen-line" 70
         4.1.1.1 Época das contagens 70
         4.1.1.2 Pontos de contagem 70
         4.1.1.3 Execução das contagens 74
         4.1.1.4 Estimativa do tráfego noturno (das 23 h às 5 h) 74
         4.1.1.5 Análise das contagens transversais 74
      4.1.2 Entrevistas domiciliares na "micro-área" 84
         4.1.2.1 Execução 84
         4.1.2.2 Processamento de dados; obtenção das tabelas de viagens 86
      4.1.3 Entrevistas na "cordon-line" 86
         4.1.3.1 Execução 86
         4.1.3.2 Processamento de dados; obtenção das tabelas de viagens 87
      4.1.4 Análise das tabelas de viagens e elaboração das matrizes de viagens 87
         4.1.4.1 Estrutura de uma matriz de viagens (tipos de tráfego) 87
         4.1.4.2 Tráfego da "micro-área" 87

Página

         4.1.4.3 Tráfego da "cordon-line" 87
         4.1.4.4 Tráfego externo 92
         4.1.4.5 Tráfego interno das zonas 92
         4.1.4.6 Confronto das entrevistas com as contagens 93
      4.1.5 Desejos de tráfego e sua distribuição; artérias de tráfego; objetivos das viagens 93
         4.1.5.1 Desejos de tráfego 93
         4.1.5.2 Distribuição dos desejos de tráfego pelos meios de transporte 93
         4.1.5.3 Faixas de influência de importantes artérias de tráfego 98
         4.1.5.4 Objetivos das viagens 98
      4.1.6 Lei de geração de tráfego; análise da repartição do tráfego ("modal-split") 101
         4.1.6.1 Lei de geração de tráfego 101
         4.1.6.2 Análise da repartição do tráfego ("modal-split") 104
   4.2 Meios de transporte e seus itinerários 105
      4.2.1 Estradas de ferro suburbanas 105
         4.2.1.1 Sistema atual de estradas de ferro suburbanas 105
         4.2.1.2 Fatôres de influência sôbre a capacidade de desempenho 107
         4.2.1.3 Desempenhos de tráfego 108
      4.2.2 Ônibus 110
         4.2.2.1 Frotas de ônibus do Estado da Guanabara 110
         4.2.2.2 Linhas de ônibus do Estado do Rio de Janeiro operadas no Estado da Guanabara 110
         4.2.2.3 Oferta de lugares 110
         4.2.2.4 Canais de tráfego 110
         4.2.2.5 Obstruções ao tráfego dos ônibus 112
         4.2.2.6 Intensidade dos fluxos de ônibus e do tráfego por êles servidos 114
         4.2.2.7 Distáncia média de viagem dos passageiros de ônibus 114
         4.2.2.8 Velocidade média dos ônibus 114

Página

      4.2.3 Ônibus elétricos 118
      4.2.4 Barcas 118
      4.2.5 Bondes 118
      4.2.6 Táxis 119
      4.2.7 Carros particulares e áreas de estacionamento 119
         4.2.7.1 Tráfego dos carros particulares 119
         4.2.7.2 Estacionamento dos carros particulares 119
      4.2.8 Caminhões 120
      4.2.9 Rêde de vias públicas 122
         4.2.9.1 Capacidade de vazão da pista livre 122
         4.2.9.2 Capacidade de vazão dos cruzamentos 122
         4.2.9.3 Regulamentação do trânsito nas ruas 123
         4.2.9.4 Ocupação das principais artérias de tráfego, em automóveis-unidade/h 123
         4.2.9.5 Ocupação das principais artérias de tráfego, em passageiros/h 125

Anexo ao Cap. C3.1.3
População da "micro-área" (1968) 547

Anexo ao Cap. C3.2.1
Pessoal ocupado na "macro-área" (1968) 549

D. Prognoses urbanísticas, sócio-econômicas e de tráfego para 1975 e 1990

Página

1. Metodologia 128
   1.1 Dados estruturais urbanísticos e sócio-econômicos 128
   1.2 Estrutura do tráfego 128
      1.2.1 Futura distribuição do tráfego 128
      1.2.2 Projetos existentes de melhoramento dos meios de transporte e de seus itinerários 128
      1.2.3 Justificativa da necessidade de um metrô 128
      1.2.4 Resumo da metodologia de planejamento moderno de tráfego 128
2. Estrutura urbanística 129
   2.1 Bases legais existentes 129
   2.2 Descrição e escolha de alternativas de desenvolvimento urbano 129
   2.3 Projetos urbanísticos isolados 129
      2.3.1 Cidade Nova 129
      2.3.2 Esplanada de Santo Antônio 129
      2.3.3 Baixada de Jacarepaguá 130
3. Estrutura sócio-econômica 131
   3.1 População 131
      3.1.1 População total da "macro-área" 131
      3.1.2 Influências urbanísticas e sócio-econômicas sôbre a distribuição da população 131
         3.1.2.1 Influências por limitação da densidade demográfica 131
         3.1.2.2 Influências oriundas do desenvolvimento econômico e industrial, e de grandes projeto de tráfego 131
      3.1.3 População e densidade de cada zona 132
      3.1.4 Desenvolvimento demográfico (1968 a 1990) — Recapitulação 132
   3.2 Empregos 133
      3.2.1 Pessoal ocupado na "macro-área" e sua distribuição pelos empregos, por setores de atividade 133

Página

      3.2.2 Distribuição dos empregos pelas zonas segundo os setores de atividade (1975) 134
         3.2.2.1 Empregos em todos os setores de atividade 134
         3.2.2.2 Empregos na indústria 136
         3.2.2.3 Empregos no comércio e em serviços 136
      3.2.3 Distribuição dos empregos pelas zonas segundo os setores de atividade (1990) 136
         3.2.3.1 Empregos em todos os setores de atividade 136
         3.2.3.2 Empregos na indústria 137
         3.2.3.3 Empregos no comércio e em serviços 138
   3.3 Matrículas escolares 138
      3.3.1 Base para a prognose 138
      3.3.2 Distribuição dos alunos matriculados pelos grupos de zonas (1975) 138
      3.3.3 Distribuição dos alunos matriculados pelas zonas (1975) 139
      3.3.4 Distribuição dos alunos matriculados pelos grupos de zonas (1990) 140
      3.3.5 Distribuição dos alunos matriculados pelas zonas (1990) 140
   3.4 Carros particulares 140
      3.4.1 Premissas para a prognose 140
      3.4.2 Prognose para a Guanabara 141
      3.4.3 Distribuição pelas zonas da Guanabara 141
      3.4.4 Prognose para os "seis municípios fluminenses" 142
      3.4.5 Distribuição pelos "seis municípios fluminenses" 142
4. Estrutura do tráfego 142
   4.1 Prognose da distribuição do tráfego coletivo 142
      4.1.1 Prognose da geração de tráfego 142

Página

      4.1.2 Prognose da distribuição do tráfego 143
      4.1.3 Prognose da repartição do tráfego total entre os meios de transporte coletivo e individual 150
         4.1.3.1 Fatôres de repartição do tráfego para cada zona (1975 e 1990) 150
         4.1.3.2 Repartição da distribuição entre tráfego coletivo e tráfego individual 150
   4.2 Projetos existentes de melhoramento dos meios de transporte e de seus itinerários (1975 e 1990) 151
      4.2.1 Estradas de ferro suburbanas 151
         4.2.1.1 Projetos de modernização 151
         4.2.1.2 Desempenhos possíveis após a realização dos projetos de melhoramento 151
         4.2.1.3 Rêde das estradas de ferro suburbanas (1975) 151
         4.2.1.4 Rêde das estradas de ferro suburbanas (1990) 151
      4.2.2 Ônibus 157
         4.2.2.1 Generalidades 157
         4.2.2.2 Rêde de ônibus (1975) 157
         4.2.2.3 Rêde de ônibus (1990) 157
      4.2.3 Barcas; ponte e túnel Rio-Niterói 157
         4.2.3.1 Planejamento de tráfego para a ponte 157
         4.2.3.2 Serviço de barcas (1975) 158
         4.2.3.3 Serviço de barcas (1990) 158
      4.2.4 Carros particulares e locais de estacionamento 158
         4.2.4.1 Tráfego dos carros particulares 158
         4.2.4.2 Estacionamento dos carros particulares 158
      4.2.5 Grandes projetos para a ampliação da rêde rodoviária e seus efeitos sôbre o tráfego 159

Página

         4.2.5.1 Objetivos principais do nôvo plano rodoviário para a Guanabara 159
         4.2.5.2 Sistema e programa de execução da rêde de vias públicas projetada 159
         4.2.5.3 Grupo I: projetos rodoviários com conclusão prevista entre 1968 e 1975 (Itens 1 a 46) 159
         4.2.5.4 Grupo II: projetos rodoviários com conclusão prevista entre 1976 e 1990 (itens 101 a 165) 162
         4.2.5.5 Projetos rodoviários no Estado do Rio de Janeiro 162
         4.2.5.6 Influências sôbre o tráfego do Centro do Rio de Janeiro 162
5. Justificativa da necessidade de um metrô 164
   5.1 Atendimento do tráfego previsto para 1990, sem metrô 164
      5.1.1 Possibilidades e perspectivas de sucesso na redução do "rush" de tráfego 164
      5.1.2 Capacidades exigidas das estradas de ferro suburbanas 164
      5.1.3 Demanda de área de vias públicas por parte do tráfego de superfície 165
         5.1.3.1 Possibilidades de aumento de capacidade da rêde de vias públicas e suas limitações 165
         5.1.3.2 Largura de pista necessária aos diversos meios de transporte para igual desempenho 166
         5.1.3.3 Área de vias públicas necessária em 1990 166
   5.2 Rio de Janeiro sem metrô 168
      5.2.1 Aspecto futuro do tráfego 168
      5.2.2 Consequências econômicas e urbanísticas 168

E. Propostas para um metrô com convênio tarifário

Página

5.3 Solução para a futura situação do tráfego no Rio de Janeiro: o metrô 168
5.3.1 Requisitos que o metrô, considerado indispensável, deverá satisfazer 168
5.3.2 Capacidade de desempenho do metrô recomendado 169

Página

1. Rêde total de tráfego em 1975 (Projeto I) 172

1.1 Traçado da "Linha Prioritária" do metrô 172
1.1.1 Região servida pela "Linha Prioritária" 172
1.1.2 Estrutura urbanística e sócio-econômica da região servida pela "Linha Prioritária" 173
1.1.3 Importância do tráfego na região servida pela "Linha Prioritária" 173
1.1.4 Alternativas de traçado e sua avaliação 177
1.1.4.1 Alternativas de traçado 177
1.1.4.2 Avaliação das alternativas de traçado 177
1.1.5 Escolha do traçado da "Linha Prioritária" 179
1.1.6 Distâncias entre estações, tempo de viagem, velocidade média 179
1.1.6.1 Distâncias entre estações 179
1.1.6.2 Tempo de viagem; velocidade média de viagem 179
1.1.7 Escolha do conjunto das oficinas 182

1.2 Volumes de tráfego na rêde total de tráfego em 1975 (Projeto I) 182
1.2.1 Programação para a alocação 182
1.2.2 Volume de tráfego na "Linha Prioritária" em 1975 184
1.2.2.1 Volumes de tráfego nos trechos 188
1.2.2.2 Volumes de tráfego nas estações 188
1.2.3 Volumes de tráfego nas estradas de ferro suburbanas am 1975 190
1.2.4 Volumes de tráfego na rêde de ônibus em 1975 190
1.2.5 Volumes de tráfego no serviço das barcas em 1975 193

1.3 Efeitos da "Linha Prioritária" 193
1.3.1 Efeitos urbanísticos 193
1.3.1.1 Panorama urbano 193
1.3.1.2 Sistema de polarização 198
1.3.1.3 Uso do solo e densidade demográfica 198

Página

1.3.2 Efeitos sôbre o tráfego 198
1.3.2.1 População atendida 198
1.3.2.2 Coordenação com os demais meios de transporte 198
1.3.2.3 Alívio do tráfego no Centro 199
1.3.2.4 Ganho de tempo de viagem e de áreas residenciais e econômicas 199

2. Rêde total de tráfego em 1990 (Projetos II A e II B) 210

2.1 Rêde do Metrô (1990) 210
2.1.1 Atribuições de uma Rêde de metrô em 1990 210
2.1.2 Traçado das linhas 210
2.1.3 Interligação das linhas 213
2.1.4 Distâncias entre estações, tempo de viagem, velocidade média de viagem 213
2.1.4.1 Distâncias entre estações 213
2.1.4.2 Tempo de viagem; velocidade média de viagem 213
2.1.5 Etapas de construção 214
2.1.5.1 Etapa de construção I 214
2.1.5.2 Etapa de construção II 214
2.1.5.3 Etapa de construção III 217
2.1.5.4 Etapa de construção IV 217
2.1.5.5 Etapa de construção V 217
2.1.5.6 Etapa de construção VI 217

2.2 Volumes de tráfego na rêde total de tráfego em 1990 (Projetos II A e II B) 218
2.2.1 Volume de tráfego na Rêde II A Projeto II A 221
2.2.1.1 Volume de tráfego na Linha 2 224
2.2.1.2 Volume de tráfego na Linha 1 226
2.2.1.3 Volumes de tráfego nas estações do metrô 226
2.2.2 Volumes de tráfego nas estradas de ferro suburbanas — Projeto II A 229
2.2.2.1 Volumes de tráfego nos trechos 229
2.2.2.2 Volumes de tráfego nas estações 229

Página

2.2.3 Volumes de tráfego na rêde de ônibus — Projeto II A 231
2.2.4 Modificação da Rêde II A Projeto II B 232
2.2.4.1 Volumes de tráfego na Rêde II B — Projeto II B 232
2.2.4.2 Volumes de tráfego nas estradas de ferro suburbanas Projeto II B 232
2.2.4.3 Volumes de tráfego na rêde de ônibus — Projeto II B 232

2.3 Efeitos da Rêde do Metrô (1990) 232
2.3.1 Efeitos urbanísticos 232
2.3.1.1 Considerações básicas 232
2.3.1.2 Avaliação dos trechos mediante indicadores urbanísticos 234
2.3.2 Efeitos sôbre o tráfego 235
2.3.2.1 População atendida 235
2.3.2.2 Coordenação com os demais meios de transporte 236
2.3.2.3 Ganho de tempo de viagem e de áreas residenciais e econômicas 238

3. Considerações sôbre um sistema integrado de metrô e estradas de ferro suburbanas (Projeto III — 1990) 238

3.1 Proposta de uma Rêde de Metrô ampliada pela integração com as estradas de ferro suburbanas 238

3.2 Condições técnicas para a integração 240

3.3 Efeitos da integração 240
3.3.1 Efeitos sôbre a operação 240
3.3.2 Efeitos sôbre a rentabilidade 241
3.3.3 Efeitos sôbre a forma de organização 241
3.3.4 Efeitos sôbre o tráfego 241
3.3.4.1 Redução do volume de baldeações 241

Página

3.3.4.2 Maior desafôgo das vias públicas 241
3.3.4.3 Atração crescente pelo tráfego nas estradas de ferro suburbanas 242
3.3.4.4 Ganho de tempo de viagem e de áreas residenciais e econômicas 242
3.4 Volumes de tráfego na rêde total de tráfego em 1990 (Projeto III A) 242
3.4.1 Volume de tráfego na Rêde III A 242
3.4.1.1 Volumes de tráfego em cada trecho 244
3.4.1.2 Volumes de tráfego nas estações do metrô 244
3.4.2 Volumes de tráfego nas linhas de estradas de ferro não integradas 244
3.4.3 Volumes de tráfego na rêde de ônibus 244
3.5 Projeto III B 246
3.6 Etapas de construção 254
3.7 Recapitulação 254

F. Elementos básicos para o planejamento técnico

Página

1. Sistema de metrô e sistema de elétrico 258
1.1 Sistema de metrô 258
1.1.1 Sistema convencional dos metrôs atuais 258
1.1.1.1 Metrô de Londres 258
1.1.1.2 Metrô de Montreal 258
1.1.1.3 Metrô de Nova York 258
1.1.1.4 Metrô de Paris 258
1.1.2 Sistema de carros sôbre pneumáticos 258
1.1.3 Sistema de trens suspensos 259
1.1.4 Sistema de trens "a cavalete" 262
1.1.5 Sistemas dos traçados 263
1.1.6 Análise crítica dos sistemas 263
1.1.6.1 Influência dos custos de construção 263
1.1.6.2 Custos dos carros 263
1.1.6.3 Custos de energia 263
1.1.6.4 Custos de manutenção e reposição 264
1.1.6.5 Desempenho operacional 264
1.1.7 Recomendações sôbre o sistema de metrô a ser adotado 264
1.2 Sistema elétrico 264
1.2.1 Disponibilidade de energia elétrica 264
1.2.1.1 Energia de usina própria 264
1.2.1.2 Fornecimento de energia pela Light 264
1.2.2 Sistema de corrente alternada trifásica 264
1.2.2.1 Transmissão de energia ao carro 264
1.2.2.2 Carros motores para corrente alternada trifásica 264
1.2.3 Sistema de corrente alternada monofásica 264
1.2.3.1 Transmissão de energia ao carro 265
1.2.3.2 Carros motores para corrente alternada monofásica 265

Página

1.2.4 Sistema de corrente contínua 265
1.2.4.1 Transmissão de energia ao carro 265
1.2.4.2 Carros motores para corrente contínua 265
1.2.5 Sistema de corrente recomendado 266

2. Dimensões dos carros, gabarito dinâmico e gabarito-limite 266
2.1 Dimensões dos carros 266
2.1.1 Capacidade de lotação e disposição interna 266
2.1.1.1 Dimensões da unidade básica 267
2.1.1.2 Capacidade da unidade básica 267
2.1.2 O carro do metrô 267
2.1.2.1 Comprimento do carro 267
2.1.2.2 Largura do carro 268
2.1.2.3 Altura do carro 269
2.1.3 A unidade da composição 269
2.1.3.1 Capacidade de lotação da composição 270
2.1.4 Características dinâmicas de tração das composições do metrô 270
2.1.4.1 Aceleração 270
2.1.4.2 Velocidade máxima 270
2.1.4.3 Desaceleração 271
2.2 Gabarito dinâmico e gabarito-limite 271
2.2.1 Gabarito dinâmico do carro 271
2.2.1.1 Dados básicos 272
2.2.1.2 Distância entre o teto do carro e a linha superior do seu gabarito 272
2.2.1.3 Deslocamento Y_i do centro do carro para o lado interno da curva 272

Página

2.2.1.4 Deslocamento Y_e das extremidades do carro para o lado externo da curva 272
2.2.1.5 Deslocamento Y_s da caixa do carro em virtude do ângulo quasistático de oscilação 272
2.2.1.6 Deslocamento Y_d da caixa do carro em virtude do ângulo de oscilação dinâmico 273
2.2.1.7 Cálculo do gabarito dinâmico do carro 273
2.2.2 Gabarito-limite 273
2.2.2.1 Acréscimos verticais 273
2.2.2.2 Acréscimos horizontais 273
2.2.2.3 Acréscimos horizontais totais à metade do gabarito dinâmico 273
2.2.2.4 Acréscimos adotados 273
2.2.3 Gabarito da construção 273
3. Elementos do traçado e via permanente 274
3.1 Traçado 274
3.1.1 Bitola 274
3.1.2 Raios de curva 274
3.1.3 Superelevação e rampas de superelevação 274
3.1.3.1 Superelevação 274
3.1.3.2 Rampas de superelevação 274
3.1.4 Curvas de transição 274
3.1.5 Inclinação da via 274
3.2 Via permanente 275
3.2.1 Trilhos 275
3.2.1.1 Junção dos trilhos 275
3.2.1.2 Fixação dos trilhos 275
3.2.2 Aparelhos de mudança (ou chaves) de via 276
3.2.2.1 Chaves de via retas 276
3.2.2.2 Chaves de via curvas 277
3.2.2.3 Material das chaves de via 277

Página

3.2.3 A via e seu leito 277
3.2.3.1 Via sôbre lastro de pedra britada 277
3.2.3.2 Via sem lastro 277
3.2.3.3 Leito recomendado 277

4. Seções transversais típicas 278
4.1 Definições 278
4.2 Trechos em elevado 278
4.2.1 Trechos sôbre terrapleno com taludes 278
4.2.2 Trechos sôbre terrapleno entre muros de arrimo 278
4.2.3 Trechos sôbre viadutos 278
4.3 Trechos em nível e em corte 279
4.3.1 Trecho em nível 279
4.3.2 Trecho em corte 279
4.4 Trechos subterrâneos construídos segundo o método a céu aberto ou semi-aberto 280
4.4.1 Influência das tolerâncias construtivas, recalques e apoios centrais 280
4.4.2 Influência de dutos para cabos, terceiros trilhos, passarelas e saídas de emergência 280
4.5 Túneis construídos segundo o método do escudo 282
4.6 Túneis construídos segundo o método mineiro 282

5. Configuração das estações de metrô 283
5.1 Influência dos traçados das vias na solução das funções operacionais 283
5.1.1 Estações intermediárias 283
5.1.2 Estações terminais 284
5.1.3 Estações de contato 284
5.1.4 Estações de dois níveis 284
5.1.5 Estações de bifurcação 284
5.1.6 Estações de cruzamento 284
5.1.7 Estação de serviço ou conjunto das oficinas 285

Página

5.2 Plataformas 285
5.2.1 Número e disposição das bordas da plataforma 285
5.2.2 Dimensões da plataforma 285
5.2.2.1 Altura da plataforma 285
5.2.2.2 Comprimento da plataforma 285
5.2.2.3 Largura da plataforma 286
5.2.3 Compartimentos da estação 286
5.2.3.1 Distribuição de energia elétrica e instalações mecânicas 286
5.2.3.2 Sinalização, comando remoto e telecomunicações 286
5.2.3.3 Outros compartimentos 286
5.3 Exigências construtivas para as estações 286
5.3.1 Estações em superfície 286
5.3.1.1 Estações ao nível do solo 286
5.3.1.2 Estações em elevado 286
5.3.2 Estações subterrâneas 286
5.3.2.1 Estações construídas pelo método a céu aberto ou semi-aberto 286
5.3.2.2 Estações em trechos construídos pelo método de escudo 288
5.3.2.3 Estações construídas pelo método mineiro 289
5.3.2.4 Influência da arquitetura e da decoração sôbre as estações 289
5.4 Orientação do fluxo de passageiros 289
5.4.1 Configuração das plataformas 289
5.4.2 Acessos da rua à plataforma 289
5.4.2.1 Valôres básicos para o dimensionamento 289
5.4.2.2 Acessos ao mezanino 290
5.4.2.3 Mezaninos 291
5.4.2.4 Acesso às plataformas 291
5.4.3 Instalações nas plataformas 291

Página

5.4.4 Outros meios para a orientação dos passageiros 291
5.4.4.1 Meios óticos 291
5.4.4.2 Meios acústicos 291

6. Sinalização, comando remoto e telecomunicações 292
6.1 Funções do sistema de sinalização 292
6.2 Sistema de sinalização 292
6.2.1 Bloqueio das rotas 292
6.2.2 Processo da conservação da distância 292
6.2.3 Conservação da distância e intervalo entre composições 293
6.2.4 Cabina de manobra 293
6.2.5 Contrôle da velocidade 293
6.2.5.1 Contrôle punctiforme 293
6.2.5.2 Contrôle linear 293
6.2.6 Capacidade de desempenho 294
6.2.7 Recomendações para o sistema de sinalização 295
6.3 Instalação de comando remoto para execução e contrôle central das operações 295
6.3.1 Comando remoto das instalações de sinalização 296
6.3.2 Comunicação e direção das composições 296
6.3.3 Instalações de registro 297
6.3.4 Comando das composições 297
6.3.5 Comando remoto das instalações de suprimento de energia 297
6.3.6 Comando remoto de outras instalações locais 297
6.3.7 Operação automática segundo programa preestabelecido 297
6.3.8 Recomendações 297
6.4 Instalações de telecomunicações 298
6.4.1 Rêde geral de telefones internos 298
6.4.2 Instalações de telefones de linha 298
6.4.3 Instalações de comunicação de comando 298
6.4.4 Instalações de intercomunicação 298

Página

6.4.5 Instalação de rádio-comunicação 299
6.4.6 Outras instalações 299
6.4.6.1 Instalações de alto-falantes 299
6.4.6.2 Instalações e televisão 299
6.4.6.3 Instalações de relógios 299
6.4.6.4 Instalações de indicadores de destino 299
6.4.6.5 Instalações de telefones 299

7. Ventilação e climatização 299
7.1 Motivação 299
7.2 Produção de calor 299
7.2.1 Produção de calor nas gares das estações e nos túneis 299
7.2.2 Produção de calor nas composições 299
7.3 Recomendações para a ventilação e climatização 299
7.4 Elementos básicos para o planejamento da ventilação artificial 299
7.4.1 Ventilação dos túneis 299
7.4.2 Ventilação das gares das estações 300
7.4.3 Ventilação de compartimentos isolados 300
7.4.3.1 Ventilação com ar não filtrado 300
7.4.3.2 Ventilação com ar não filtrado e exaustão especial 300
7.4.3.3 Ventilação com ar filtrado 300
7.4.3.4 Climatização de compartimentos nas estações 300
7.5 Bases de planejamento de postos de ventiladores 301

8. Elementos básicos para o planejamento construtivo 302
8.1 Métodos de construção 302
8.1.1 Métodos de construção a céu aberto 302
8.1.1.1 Em taludes 302
8.1.1.2 Com paredes de perfis e pranchões 304

Página

8.1.1.3 Com cortinas de estacas-prancha 306
8.1.1.4 Com paredes-diafragma e paredes de estacas justapostas 306
8.1.1.5 Escoramento horizontal da cava 308
8.1.2 Métodos de construção semi-abertos 308
8.1.2.1 Com paredes-diafragma e paredes de estacas justapostas 308
8.1.2.2 Com cortinas de estacas-prancha 310
8.1.2.3 Com abóbada auxiliar 310
8.1.3 Métodos de construção subterrâneos, particularmente em solo instável 311
8.1.3.1 Campo de aplicação dos métodos de construção subterrâneos 311
8.1.3.2 Métodos clássicos de construção em solo instável 311
8.1.3.3 Método de Colônia 312
8.1.3.4 Avanço com lâminas cortantes 312
8.1.3.5 Revestimento nos métodos clássicos 312
8.1.3.6 Método de construção com escudo 313
8.1.4 Métodos de construção especiais 318
8.1.4.1 Método de flutuação 318
8.1.4.2 Caixões pneumáticos 318
8.2 Contenção das águas 319
8.2.1 Contenção das águas por vedação 319
8.2.2 Esgotamento d'água 319
8.2.2.1 Esgotamento d'água em aberto 319
8.2.2.2 Rebaixamento do lençol d'água 319
8.2.2.3 Instalações de rebaixamento por gravidade 319
8.2.2.4 Instalações a vácuo 320
8.2.2.5 Processo por eletro-osmose 320
8.2.2.6 Conjugação de processos de contenção das águas 320
8.2.2.7 Perigos do rebaixamento do lençol freático 320

Página

8.3 Estabilização do solo 320
8.3.1 Processo de congelamento 320
8.3.2 Processo de injeções 320
8.4 Medidas de segurança para edificações adjacentes ao traçado 322
8.5 Influências recíprocas entre rêdes de serviços públicos e metrô 324
8.5.1 Rêdes de serviços públicos e projeto do metrô 324
8.5.2 Rêdes de serviços públicos e profundidade da construção 324
8.5.3 Rêdes de serviços públicos e execução das obras 324
8.6 Impermeabilização do túnel 324
8.6.1 Processos de impermeabilização 324
8.6.2 Membranas impermeabilizantes e medidas construtivas 326
8.6.3 Materiais betuminosos 326
8.6.4 Folhas metálicas 326
8.6.5 Aplicação da impermeabilização 326
8.6.5.1 Generalidades 326
8.6.5.2 Impermeabilização no método de construção a céu aberto 327
8.6.5.3 Impermeabilização no método de construção semi-aberto 328
8.6.5.4 Impermeabilização de túneis em terra 328
8.6.5.5 Impermeabilização de túneis executados pelo método de escudo 329
8.7 Escoamento das águas 330
8.7.1 Tipos de águas afluentes 330
8.7.2 Linhas em elevado 330
8.7.2.1 Sôbre terrapleno com taludes 330
8.7.2.2 Sôbre terrapleno entre muros de arrimo 330
8.7.2.3 Sôbre viaduto 330

Página

8.7.3 Linhas em nível, em corte e em rampa 330
8.7.3.1 Em nível 330
8.7.3.2 Em corte 330
8.7.4 Linhas em túnel com seção transversal retangular 330
8.7.5 Túneis executados pelo método com escudo 330
8.7.6 Túnel em rocha 330
8.7.7 Estações 330
9. Origem e prevenção de ruídos 330
9.1 Noções gerais sôbre a origem dos ruídos 330
9.2 Combate ao ruído nos carros 331
9.3 Prevenção contra os ruídos na via permanente 331
9.4 Combate ao ruído através de medidas construtivas 331
9.4.1 Som propagado através do ar 331
9.4.2 Som propagado através de sólidos 331

G. Material rodante e sua manutenção

Página

1. Carros motores 334
1.1 Estrutura do carro 334
1.1.1 Premissas de carga e índices de segurança 334
1.1.1.1 Premissas de carga 334
1.1.1.2 Coeficientes de segurança 334
1.1.2 Caixa do carro 334
1.1.2.1 Escolha do material 334
1.1.2.2 Isolamento da caixa do carro 334
1.1.2.3 Guarnecimento da caixa do carro 334
1.1.2.4 Ventilação e climatização 335
1.1.2.5 Instalação do equipamento elétrico 335
1.1.3 Engates 335
1.1.4 Truques 336
1.1.4.1 Rodeiro 336
1.1.4.2 Mancais do eixo, cadeira do truque e suspensão do eixo 336
1.1.4.3 Suspensão e apoio da caixa do carro 337
1.1.4.4 Freio mecânico 337
1.1.5 Transmissão 338
1.1.5.1 Transmissão individual por eixo 338
1.1.5.2 Transmissão acoplada 339
1.1.5.3 Recomendação para a transmissão 339
1.1.6 Pêso do carro 339
1.2 Equipamento elétrico 339
1.2.1 Curvas características dos carros 340
1.2.1.1 Curva característica fôrça de tração-velocidade 340
1.2.2 Motor de tração e sua potência 340
1.2.3 Circuitos de corrente de tração e de frenagem 341
1.2.3.1 Circuitos de corrente de tração 341
1.2.3.2 Circuitos de corrente de frenagem 342
1.2.3.3 Elementos construtivos dos circuitos de corrente de tração e de frenagem 342
1.2.4 Comando 342

H. A "Linha Prioritária"

	Página
1.2.5 Outros equipamentos	343
1.2.5.1 Ar comprimido	343
1.2.5.2 Rêde interna	343
1.2.5.3 Iluminação	343
1.2.5.4 Acionamento das portas	343
2. Dinâmica de marcha, tempos de viagem e consumo de energia	344
2.1 Dinâmica de marcha	344
2.2 Tempos de viagem	344
2.3 Consumo de energia	346
3. Material rodante auxiliar	347
3.1 Locomotivas	347
3.2 Material rodante para construção e manutenção	348
3.3 Carro-oficina	348
4. Manutenção do material rodante	348
4.1 Plano dos serviços de manutenção	348
4.2 Conservação	349
4.3 Vistoria	349
4.4 Revisão corrente	349
4.5 Revisão geral	349
4.6 Reparos eventuais	350
4.7 Demanda de tempo e pessoal	350
4.8 Estocagem	350
4.9 Oficinas para a manutenção do material rodante	350
4.9.1 Postos de manutenção	351
4.9.1.1 Número	351
4.9.1.2 Disposição	351
4.9.2 Oficinas especializadas	352

	Página
1. Traçado e condições urbanísticas	357
1.1 Traçado	357
1.2 Condições urbanísticas	357
2. Anteprojeto das obras civis	358
2.1 Condições do subsolo	358
2.1.1 Objetivo da pesquisa do subsolo	358
2.1.2 Coleta e análise de pesquisas anteriores	358
2.1.3 Pesquisas efetuadas	358
2.1.3.1 Programa de sondagens	358
2.1.3.2 Testes de macânica dos solos "in situ"	358
2.1.3.3 Testes de mecânica dos solos em laboratório	361
2.1.4 O subsolo ao longo da "Linha Prioritária"	361
2.1.4.1 Topografia e geologia	361
2.1.4.2 Perfil longitudinal	367
2.1.4.3 Condições do lençol freático	369
2.1.5 Agressividade das águas	369
2.1.6 Conclusões relativas às condições do subsolo	369
2.1.6.1 Tipos de solo	369
2.1.6.2 Lençol freático	369
2.1.6.3 Heterogeneidade do solo	369
2.1.6.4 Camadas de argila mole	369
2.1.6.5 Corrente de água subterrânea	369
2.1.6.6 Permeabilidade	371
2.2 Influências das rêdes de serviços públicos	371
2.2.1 Elaboração de plantas de levantamento	371
2.2.2 Águas Pluviais	371
2.2.3 Esgotos	372
2.2.4 Água potável, gás, energia elétrica, telefone e telégrafo	372
2.2.5 Óleo, gasolina e correio pneumático	372
2.2.6 Rêdes aéreas, etc.	372

	Página
2.3 Trechos de linha	373
2.3.1 Central do Brasil—Glória (km 0,000—3,123 CB—NSP)	373
2.3.2 Glória—Morro de São João (Botafogo) (km 3,123—7,585 CB—NSP)	373
2.3.3 Morro de São João—Morro da Babilônia (km 7,585—8,400 CB—NSP)	374
2.3.4 Morro da Babilônia—Morro do Cantagalo (km 8,400—11,830 CB—NSP)	374
2.3.5 Morro do Cantagalo (km 11,830—12,060 CB—NSP)	374
2.3.6 Morro do Cantagalo—Avenida Henrique Dumont (km 12,060—13,842 CB—NSP)	374
2.3.7 Central do Brasil—Rua José Higino (km 0,000—5,912 CB—SP)	374
2.3.8 Saídas de emergência, escoamento das águas, construções secundárias	375
2.3.8.1 Saídas de emergência	375
2.3.8.2 Escoamento das águas	375
2.3.8.3 Túneis urbanos em combinação com o túnel do metrô	375
2.3.8.4 Refúgios para a população	375
2.3.9 Conjunto das oficinas e seus acessos	375
2.4 Anteprojeto das estações	375
2.4.1 As 22 estações do metrô	376
2.4.1.1 Central do Brasil (km 0,000)	376
2.4.1.2 Presidente Vargas (km 0,548 CB—NSP)	380
2.4.1.3 Uruguaiana (km 0,982CB—NSP)	382
2.4.1.4 Largo da Carioca (km 1,630 CB—NSP)	385
2.4.1.5 Cinelândia (km 2,082 CB—NSP)	390
2.4.1.6 Glória (km 3,123 CB—NSP)	394
2.4.1.7 Catete (km 3,848 CB—NSP)	398

	Página
2.4.1.8 Largo do Machado (km 4,446 CB—NSP)	400
2.4.1.9 Marquês de Abrantes (km 5,327 CB—NSP)	402
2.4.1.10 Botafogo (km 6,746 CB—NSP)	405
2.4.1.11 Lido (km 8,908 CB—NSP)	406
2.4.1.12 Siqueira Campos (km 9,844 CB—NSP) Raimundo Corrêa (km 10,425 CB—NSP) Miguel Lemos (km 11,425 CB—NSP)	408
2.4.1.13 Raul Pompéia (km 11,722 CB—NSP)	410
2.4.1.14 General Osório (km 12,260 CB—NSP)	412
2.4.1.15 Nossa Senhora da Paz (km 12,978 CB—NSP)	414
2.4.1.16 Cidade Nova (km 1,079 CB—SP)	416
2.4.1.17 Estácio de Sá (km 1,967 CB—SP)	416
2.4.1.18 Haddock Lôbo (km 3,079 CB—SP)	422
2.4.1.19 Engenho Velho (km 4,022 CB—SP)	424
2.4.1.20 Saenz Peña (km 5,059 CB—SP)	427
2.4.2 Concepção arquitetônica	429
2.5 Edifício da Administração	429
2.6 Edifício das oficinas	432
2.6.1 Galpão das oficinas	432
2.6.2 Edifício dos escritórios	433

Página

3. Suprimento de energia elétrica 437
3.1 Potência necessária e consumo de energia 437
3.1.1 Tração 437
3.1.1.1 Potência necessária 437
3.1.1.2 Consumo de energia 437
3.1.2 Instalações de luz e fôrça 437
3.1.2.1 Potência necessária 437
3.1.2.2 Consumo de energia 437
3.1.3 Total 437
3.2 Recebimento de energia 438
3.2.1 Subestações primárias 438
3.2.1.1 Frei Caneca 438
3.2.1.2 Botafogo 440
3.3 Distribuição de energia 443
3.3.1 Sistema de cabos em 23 kV 443
3.3.2 Suprimento de energia para tração 443
3.3.2.1 Subestações retificadoras 443
3.3.2.2 Terceiros trilhos e retôrno da corrente 447
3.3.3 Suprimento de energia para as instalações de luz e fôrça 451
3.4 Iluminação das estações e dos túneis 452
3.5 Suprimento de energia para a Rêde do Metrô (1990) 452
3.5.1 Consumo de energia 452
3.5.2 Distribuição de energia 454
3.5.2.1 Subestações primárias da Rêde do Metrô 454
3.5.2.2 Subestações retificadoras 454

4. Ventilação 454
4.1 Sistema 454
4.2 Produção de calor 455
4.3 Potência dos ventiladores 455
4.4 Comando da ventilação 456

Página

5. Sinalização, telecomunicações e comando remoto 457
5.1 Sinalização 457
5.2 Comando remoto e pôsto central de contrôle operacional 457
5.3 Telecomunicações 458

6. Proteção contra a corrosão elétrica 459
6.1 Medidas de natureza elétrica 459
6.2 Medidas construtivas 459
6.3 Proteção para cabos e rêdes de serviços públicos 459
6.4 Proteção por ligação à terra 459
6.5 Medidas posteriores ao início da operação do metrô 460

7. Instalações de manutenção 460

8. Projeto e execução 461
8.1 Traçado da linha 461
8.1.1 Determinação da poligonal e da rêde de RN 461
8.1.2 Plantas básicas, plantas de traçado e perfis longitudinais 461
8.1.3 Seções transversais 461
8.1.4 Cálculo dos eixos das vias, plantas de cálculo 461
8.1.5 Perfis longitudinais definitivos 461
8.1.6 Plantas de locação 461
8.1.7 Cota zero do Estado da Guanabara 461
8.2 Material rodante 461
8.3 Instalações mecânicas e elétricas e via permanente 462
8.4 Obras civis 462
8.4.1 Projeto 462
8.4.1.1 Projeto detalhado 462
8.4.1.2 Setores e lotes 462

Página

8.4.1.3 Elementos para os editais de concorrência 463
8.4.2 Serviços preliminares 463
8.4.2.1 Vistoria 463
8.4.2.2 Áreas necessárias 463
8.4.2.3 Remanejamento das rêdes de serviços públicos e escoramentos 463
8.4.2.4 Esgotamento das águas 463
8.4.2.5 Aquisição de materiais 463
8.4.2.6 Desvios de tráfego 463
8.4.2.7 Concorrência e contratação 464
8.4.3 Execução da obra 464
8.4.4 Cronograma de construção 465

I. Organização, execução operacional e desempenho de tráfego

Página

1. Forma jurídica e estrutura administrativa da Companhia do Metropolitano 468
1.1 Forma jurídica para emprêsas de transporte coletivo 468
1.1.1 Desenvolvimento na Europa 468
1.1.2 Desenvolvimento no Brasil 468
1.1.3 Formas jurídicas possíveis 468
1.2 Forma jurídica e estrutura administrativa da Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro 469
1.2.1 Forma jurídica 469
1.2.2 Estrutura administrativa 469
1.2.3 Atribuições dos Departamentos 469
1.3 Órgão superior de direção para o convênio tarifário 469
1.4 Pessoal necessário 469

2. Execução operacional 471
2.1 Desenvolvimento da operação das composições 471
2.1.1 Horário 471
2.1.2 Horários nas etapas de construção 472
2.2 Desempenhos operacionais 472
2.3 Colocação das composições em serviço 473
2.3.1 Plantas de escala e composições necessárias 473
2.3.2 Estacionamento para as composições 474
2.4 Pessoal necessário 474
2.4.1 Pessoal operacional local 474
2.4.2 Maquinistas 476
2.5 Manutenção do material rodante e das instalações fixas 476
2.5.1 Generalidades e organização 476
2.5.2 Material rodante 476
2.5.3 Instalações mecânicas e de alta tensão 476
2.5.3.1 Instalações mecânicas 476
2.5.3.2 Instalações de alta tensão 476
2.5.3.3 Oficinas 477
2.5.4 Sinalização e telecomunicações 477
2.5.5 Via permanente e construções 478

Página

2.5.5.1 Oficinas 478
2.5.5.2 Seção de manutenção da via permanente 478
2.5.5.3 Seção de manutenção das construções 478

3. Desempenho de tráfego 479

3.1 Estruturação tarifária 479
3.1.1 Sistemas tarifários de metrôs 479
3.1.1.1 Berlim Ocidental 479
3.1.1.2 Estocolmo 479
3.1.1.3 Hamburgo 480
3.1.1.4 Nova York 481
3.1.1.5 Paris 481

3.2 Sistemas de atendimento 482
3.2.1 Sistema normal de atendimento 482
3.2.2 Racionalização da venda de bilhetes 482
3.2.3 Economia de bloqueios 482
3.2.4 Venda de bilhetes combinada com bloqueios 482
3.2.5 Bloqueio com comando eletrônico e respectivos bilhetes 482

3.3 Atuais sistemas de tarifas e de atendimento no Rio de Janeiro 483
3.3.1 Estradas de ferro suburbanas 483
3.3.2 Ônibus 483
3.3.3 Barcas 484
3.3.4 Bondes 484

3.4 Escolha dos sistemas de tarifas e atendimento com convênio tarifário 485
3.4.1 Convênio tarifário 485
3.4.2 Escolha do sistema de tarifas: tarifa única 485
3.4.3 Escolha do sistema de atendimento 486
3.4.3.1 Sistema de bloqueio 486
3.4.3.2 Venda de bilhetes e passagens escalonadas 486
3.4.3.3 Perspectivas 488

Página

3.5 Tarifas e princípios da distribuição das receitas 488
3.6 Pessoal necessário para o atendimento no metrô 488
3.6.1 "Linha Prioritária" (1975) 488
3.6.2 Rêde do Metrô (1990) 489

4. Adestramento do pessoal 489
4.1 Pessoal para a construção 489
4.2 Pessoal para a operação 489

J. Legislação, mercados produtores e saúde pública

Página

1. Legislação 492
1.1 Legislação de tráfego 492
1.1.1 Estradas de ferro suburbanas 492
1.1.2 Ônibus 492
1.1.3 Barcas 492
1.1.4 Metrô 492
1.2 Prescrições, normas e medidas legislativas para um metrô no Rio de Janeiro 492
1.2.1 Serviços administrativos 492
1.2.2 Operação 492
1.2.3 Via permanente 492
1.2.4 Obras civis 492
1.2.4.1 Leis e prescrições existentes 492
1.2.4.2 Instruções a serem estabelecidas 492
1.2.5 Material rodante, instalações mecânicas e elétricas 493
1.2.6 Sinalização e telecomunicações 493
1.3 Áreas necessárias; faixa de domínio 493
1.3.1 Áreas na superfície para obras definitivas 493
1.3.2 Áreas para trechos construídos pelos métodos a céu aberto ou semi-aberto 493
1.3.3 Áreas sôbre túneis construídos pelo método em subterrâneo 493
1.3.3.1 Em solo instável 493
1.3.3.2 Em rocha sã 494
1.3.4 Áreas para obras urbanísticas 494
1.3.5 Faixa de domínio 494
1.3.5.1 Trechos e instalações fixas em superfície 494
1.3.5.2 Trechos e instalações fixas subterrâneas 494
1.3.5.3 Determinação legal da faixa de domínio 494

2. Mercados produtores 494
2.1 Mercado da construção civil 494
2.1.1 Materiais de construção 494
2.1.1.1 Cimento 494

Página

2.1.1.2 Agregados para concreto 494
2.1.1.3 Concreto pronto 494
2.1.1.4 Aço para concreto armado 494
2.1.1.5 Malhas de aço 494
2.1.1.6 Aço perfilado 494
2.1.1.7 Produtos de ferro fundido 495
2.1.1.8 Materiais de impermeabilização 495
2.1.1.9 Outros materiais 495
2.1.2 Equipamentos para construção 495
2.1.3 Indústria da construção civil 495
2.2 Mercado de energia eléctrica 495
2.2.1 Evolução do mercado 495
2.2.2 Expansão do sistema 495
2.2.3 Disponibilidade 496
2.2.4 Balaço energético 496
2.3 Mercado industrial 497
2.4 Mercado de mão-de-obra para construção 498
2.5 Capacidade dos mercados de produção com a construção simultânea dos Metrôs de São Paulo e do Rio de Janeiro 498
2.5.1 Capacidade da indústria de material ferroviário e eletromecânico 498
2.5.2 Capacidade da indústria de construção 499

3. Influência do tráfego sôbre a saúde da população 499
3.1 Condições de saúde do Rio de Janeiro sem metrô 499
3.2 Condições de saúde do Rio de Janeiro com metrô 499

K. Rentabilidade

Página

1. Metodologia e base do cálculo de rentabilidade 502
   1.1 Função do cálculo de rentabilidade 502
   1.2 Processo e resultado do cálculo de rentabilidade 502
   1.3 Processo de apuração dos custos e das receitas 502
   1.4 Anuidades como forma de cálculo de custos e de receitas 502
   1.5 Base de cálculo 502
   1.6 Programação e anos-prazo 502

2. Investimentos 504
   2.1 Bases para o cálculo dos investimentos 504
   2.2 Características da estrutura de custos 504
      2.2.1 Particularidades da estrutura do tráfego 504
      2.2.2 Particularidades da topografia e do quadro urbano 504
      2.2.3 Influências do clima tropical 504
      2.2.4 Localização do conjunto das oficinas 504
      2.2.5 Comparação com custos de outros metrôs 504
   2.3 Considerações sôbre os investimentos 505
      2.3.1 Item 0: Aquisição de bens de raiz 505
      2.3.2 Item 1: Infra-estrutura 505
      2.3.3 Item 2: Via permanente 505
      2.3.4 Item 3: Estações e outras obras civis 505
      2.3.5 Item 4: Sinalização e Telecomunicações 505
      2.3.6 Item 5: Instalações elétricas 505
      2.3.7 Item 6: Equipamentos e instalações mecânicas e 505
      Item 7: Máquinas e ferramentas 505
      2.3.8 Item 8: Diversos 505
         2.3.8.1 Item 8.1: Despesas efetuadas uma única vez 505
         2.3.8.2 Item 8.2: Projeto e fiscalização das obras ("engineering") 505
         2.3.8.3 Item 8.3: Imprevistos 506
      2.3.9 Item 9: Material rodante 506

Página

   2.4 Resumo dos investimentos 506
   2.5 Investimentos por quilômetro 507

3. Custos anuais 512
   3.1 Custos operacionais 512
      3.1.1 Custos de pessoal 512
         3.1.1.1 Pessoal para a execução operacional e para a administração 512
         3.1.1.2 Acréscimos para ausências 513
         3.1.1.3 Encargos sociais, previdenciais e trabalhistas 513
         3.1.1.4 Vencimentos 513
         3.1.1.5 Custos de pessoal para a execução operacional e para a administração 514
      3.1.2 Custos de material de consumo 514
         3.1.2.1 Execução operacional 514
         3.1.2.2 Administração 515
      3.1.3 Custos de manutenção das instalações fixas e do material rodante 516
         3.1.3.1 Investimentos para as instalações fixas e material rodante a serem mantidos 516
         3.1.3.2 Taxas de manutenção das instalações fixas 516
         3.1.3.3 Taxas de manutenção do material rodante 516
         3.1.3.4 Resumo dos custos anuais de manutenção 516
      3.1.4 Custos de depreciação das instalações fixas e do material rodante 517
         3.1.4.1 Taxas de depreciação calculatória 517
         3.1.4.2 Vida útil 517
         3.1.4.3 Vida útil média 517
         3.1.4.4 Resumo dos custos anuais de depreciação 517

Página

   3.2 Custos dos juros 517
      3.2.1 Taxa média de juros 517
      3.2.2 Juros calculatórios 518
      3.2.3 Despesas bancárias 518
      3.2.4 Resumo dos custos anuais de juros 518
   3.3 Custos anuais totais 518
   3.4 Custos específicos por unidade de desempenho 518

4. Comparação dos custos anuais 519
   4.1 Comparação com os custos de metrôs no exterior e com o metrô projetado para São Paulo 519
      4.1.1 Problemática de uma comparação de custos 519
      4.1.2 Comparação das estruturas de custos dos metrôs de Hamburgo, Berlim, Estocolmo, São Paulo e Rio de Janeiro 519
      4.1.3 Comparação dos custos operacionais específicos de diversos metrôs 519
   4.2 Comparação com os custos das estradas de ferro suburbanas do Rio de Janeiro 520
      4.2.1 Custos operacionais anuais e tarifa com cobertura de custos 520
      4.2.2 Comparação de custos entre metrô e estradas de ferro suburbanas 520
   4.3 Comparação com os custos dos ônibus no Rio de Janeiro 520
      4.3.1 Custos operacionais anuais dos ônibus 520
         4.3.1.1 Desempenho de marcha médio anual 520
         4.3.1.2 Valor médio dos desempenhos de tráfego 520
         4.3.1.3 Custos anuais totais em 1968 521
         4.3.1.4 Custos anuais totais em 1975 e em 1990 521
      4.3.2 Comparação de custos entre metrô e ônibus 521

Página

         4.3.2.1 Comparação direta dos custos 521
         4.3.2.2 Influência dos custos das vias 522

5. Receitas e tarifas 522
   5.1 Função e formas de receitas 522
   5.2 Dependência das receitas de tráfego 522
      5.2.1 Dependência das receitas de tráfego a considerações plutonômicas 522
      5.2.2 Influência da estrutura tarifária 522
   5.3 Determinação das receitas de tráfego e das tarifas 523
      5.3.1 Tarifa isolada para o metrô (aproximada) 523
      5.3.2 Tarifa comum 523
         5.3.2.1 Custos próprios das diversas emprêsas de transporte 523
         5.3.2.2 Tarifa comum em 1975 524
         5.3.2.3 Tarifa comum em 1990 524
         5.3.2.4 Tarifas recomendadas 524
   5.4 Outras receitas 524
      5.4.1 Locação de lojas 525
      5.4.2 Locação de vitrinas 525
      5.4.3 Locação de áreas para anúncios 525
      5.4.4 Locação de salas 525
      5.4.5 Resumo das "outras receitas" 525

6. Considerações plutonômicas (Relação benefício-custo) 526
   6.1 O problema 526
   6.2 Apresentação da relação "benefício-custo" 526
   6.3 Benefícios e custos diretos 527
      6.3.1 Custos diretos anuais 527
      6.3.2 Benefícios diretos anuais 527
         6.3.2.1 Custos anuais de meios de transporte no caso da não implantação do metrô 527
         6.3.2.2 Custos anuais do tempo perdido 527

Página

6.3.2.3 Subordinação da demanda de tráfego aos critérios de tempo de viagem, número de habitantes e renda 528
6.3.3 Cálculo da relação benefícios diretos — custos diretos 529
6.3.4 Consideração alternativa da relação benefícios diretos — custos diretos 529
6.4 Benefícios e custos indiretos 530
6.4.1 Economia de tempo para não usuários do metrô 530
6.4.2 Redução nos custos de conservação e manutenção das vias públicas 530
6.4.3 Desaceleramento do ritmo de ampliação da rêde de vias públicas 530
6.4.4 Redução de custos para usuários de carros particulares 531
6.4.5 Redução nos custos de acidentes 531
6.4.6 Maior acessibilidade aos terrenos e sua valorização 531
6.4.7 Redução do desconfôrto 531
6.4.8 Custos oriundos de desvios de tráfego 531
6.4.9 Resumo dos benefícios e custos indiretos 531
6.5 Conclusão 531

Página

1. Contribuição ao financiamento através de impostos e taxas 534
1.1 Análise dos impostos e taxas 534
1.1.1 Impostos e taxas do Estado da Guanabara sôbre os meios de transporte e tributos arrecadados através da exploração de próprios estaduais 534
1.1.1.1 Taxa de Veículos Automotores 534
1.1.1.2 Taxa de Pavimentação e Conservação de Vias Públicas 534
1.1.1.3 Impôsto Sôbre Serviços 534
1.1.1.4 Taxa de Estacionamento 534
1.1.1.5 Receitas provenientes de anúncios em áreas públicas e em edifícios públicos 534
1.1.1.6 Utilização das estações rodoviárias e receitas oriundas de atividades secundárias 534
1.1.1.7 Taxas de fiscalização da CTC 534
1.1.2 Impostos e taxas arrecadados pela União sôbre combustíveis e meios de transporte 534
1.1.2.1 Impôsto Único sôbre Combustíveis e Lubrificantes 534
1.1.2.2 Taxa sôbre o tráfego de ônibus interestaduais e intermunicipais 534
1.2 Sugestões de financiamento através de impostos e taxas 535
1.2.1 Taxa de Veículos Automotores 535
1.2.2 Taxa de Pavimentação e Conservação de Vias Públicas 535
1.2.3 Impôsto Sôbre Serviços 535
1.2.4 Taxa de Estacionamento 535
1.2.5 Receitas provenientes de anúncios 535
1.2.6 Receitas oriundas de atividades secundárias nas dependências do metrô 535
1.2.7 Tributo sôbre valorização 535

Página

1.2.8 Impôsto Único sôbre Combustíveis e Lubrificantes 535
2. Recursos próprios 535
3. Recursos externos 535
3.1 Fontes nacionais de financiamento 535
3.1.1 Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) 536
3.1.2 Fundo de Financiamento à Pequena e Média Emprêsa (FIPEME) 536
3.1.3 Fundo de Financiamento para Aquisição de Máquinas e Equipamentos Industriais (FINAME) 536
3.1.4 Banco Central do Brasil 536
3.1.5 Banco do Brasil S.A. 536
3.1.6 Bancos Comerciais 536
3.1.7 Bancos de Investimento 536
3.1.8 Bancos de Desenvolvimento 536
3.2 Fontes internacionais gerais de financiamento 536
3.2.1 International Bank for Reconstruction and Development (IBRD)
Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) — Washington 536
3.2.2 International Financial Corporation (IFC)
Corporação Financeira Internacional (CFI) Washington 536
3.2.3 International Development Association (IDA)
Associação Internacional de Desenvolvimento — Washington 536
3.2.4 Interamerican Development Bank (IDB)
Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) — Washington 536
3.2.5 Agency for International Development (AID)
Agência para o Desenvolvimento Internacional (ADI) — Washington 536
3.3 Fontes internacionais bilaterais de financiamento 537

Página

3.3.1 Contratos comerciais bilaterais do BNDE com outros governos 537
3.3.2 Saldo credor do Govêrno Brasileiro junto a outros governos 537
3.3.3 Contratos bilaterais com bancos estrangeiros 537
3.3.3.1 Banco de Exportação do Japão 537
3.3.3.2 Kreditanstalt fuer Wiederaufbau (KfW)
Instituto de Crédito para a Reconstrução
República Federal da Alemanha 537
3.3.3.3 Export and Import Bank (EXIMBANK)
Banco de Exportação e Importação-EE.UU. 537
3.3.3.4 Consórcios de bancos 537
4. Planos de financiamento 537
4.1 Demanda de capital 537
4.2 Financiamento da demanda de capital 537
4.2.1 Financiamento próprio 537
4.2.1.1 Capital próprio 537
4.2.1.2 Superavit operacional (Receitas líquidas) 538
4.2.2 Financiamento externo 539
4.3 Quatro planos alternativos de financiamento 539
4.3.1 Condições básicas de financiamento 539
4.3.2 Participação de capital próprio 539
4.3.3 Superavit para reposições 539
4.3.4 Demanda de crédito 539
4.3.5 Confronto entre os quatro planos alternativos de financiamento 544
4.3.6 Plano de financiamento III com inclusão da receita líquida 544
4.3.7 Influências de outras condições de financiamento 544
4.3.8 Recomendação para o financiamento 544

Índice das figuras

A

Página

Fig. A1
"Macro-área" — Divisão em zonas de estudo 23

Fig. A2
"Área central" — Divisão em zonas 24

Fig. A3
Diagrama da sequência dos trabalhos 25

Fig. A4
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro:
Light (1947)
CEPM (1954)
Comissão (1962) 27

Fig. A5
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro:
Eng.° Laviola (1962)
Eng.° Azevedo (1962)
Eng.° Souza Leão (1962) 28

Fig. A6
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro:
Eng.° Lavrador (1963/66)
Eng.° Hölters (1967)
Eng.° Schnoor (1968) 29

B

Página

Fig. B1
Estado da Guanabara e áreas adjacentes 35

Fig. B2
Cidade do Rio de Janeiro antiga e atual 35

Fig. B3
Topografia da região do Estado da Guanabara 36

Fig. B4
Geologia da região do Estado da Guanabara 36

Fig. B5
Provável origem dos enrugamentos do Rio de Janeiro 37

Fig. B6
Secções geológicas através do Rio de Janeiro 37

Fig. B7
Representação esquemática do processo de aluvionamento das encostas 37

Fig. B8
Diagramas pluviométricos 39

Fig. B9
Rio de Janeiro no início do século XVII 40

Fig. B10
Rio de Janeiro no início do século XVIII 42

Fig. B11
Rio de Janeiro em 1808 44

Fig. B12
Rio de Janeiro em 1906 46

Fig. B13
Rio de Janeiro em 1930 47

C

Página

Fig. C1
Crescimento populacional — Guanabara 52

Fig. C2
Grupos de zonas da Área de Estudo 53

Fig. C3
Regiões administrativas e circunscrições censitárias na "micro-área" (1968) 55

Fig. C4
População — "Macro-área" sem "micro-área" (1968 — 1975 — 1990) 56

Fig. C5
População — "Micro-área" (1968 — 1975 — 1990) 57

Fig. C6
Empregos — "Macro-área" sem "micro-área" (1968 — 1976 — 1990) 60

Fig. C7
Empregos — "Micro-área" (1968 — 1975 — 1990) 61

Fig. C8
Matrículas escolares — "Macro-área" sem "micro-área" (1968 — 1975 — 1990) 66

Fig. C9
Matrículas escolares — "Micro-área" (1968 — 1975 — 1990) 67

Fig. C10
Carros particulares — "Macro-área" sem "micro-área" (1968 — 1975 — 1990) 68

Fig. C11
Carros particulares — "Micro-área" (1968 — 1975 — 1990) 69

Página

Fig. C12
Localização dos pontos de contagem de tráfego na "cordon-line" e na "screen-line" 71

Fig. C13
Croquis dos pontos de contagem da "cordon-line" 72

Fig. C14
Croquis dos pontos de contagem da "screen-line" 73

Fig. C15
Contagem na "screen-line"
Veículos por dia para o Centro (1968) 75

Fig. C16
Contagem na "screen-line"
Veículos por dia do Centro (1968) 75

Fig. C17
Contagem na "cordon-line"
Veículos por dia para o Centro (1968) 75

Fig. C18
Contagem na "cordon-line"
Veículos por dia do Centro (1968) 75

Fig. C19
Contagem na "screen-line"
Veículos na hora do "rush" para o Centro (1968) 76

Fig. C20
Contagem na "screen-line"
Veículos na hora do "rush" do Centro (1968) 76

Fig. C21
Contagem na "cordon-line"
Veículos na hora do "rush" para o Centro (1968) 76

Fig. C22
Contagem na "cordon-line"
Veículos na hora do "rush" do Centro (1968) 76

Página

Fig. C23
Contagem na "screen-line"
Passageiros por dia para o Centro (1968) 77

Fig. C24
Contagem na "screen-line"
Passageiros por dia do Centro (1968) 77

Fig. C25
Contagem na "cordon-line"
Passageiros por dia para o Centro (1968) 77

Fig. C26
Contagem na "cordon-line"
Passageiros por dia do Centro (1968) 77

Fig. C27
Contagem na "screen-line"
Passageiros na hora do "rush" para o Centro (1968) 78

Fig. C28
Contagem na "screen-line"
Passageiros na hora do "rush" do Centro (1968) 78

Fig. C29
Contagem na "cordon-line"
Passageiros na hora do "rush" para o Centro (1968) 78

Fig. C30
Contagem na "cordon-line"
Passageiros na hora do "rush" do Centro (1968) 78

Fig. C31
Tráfego total diário atravessando a "screen-line"
(abril 1968) 79

Fig. C32
Tráfego total diário atravessando a "cordon-line"
(abril/maio 1968) 79

Página

Fig. C33
Número diário de passageiros nos pontos de contagem de tráfego — "cordon-line" e "screen-line" (1968) 80

Fig. C34
Contagem total diária de veículos em ambos os sentidos — "screen-line" (abril 1968) 81

Fig. C35
Contagem total diária de passageiros em ambos os sentidos (vias públicas) — "screen-line" (abril 1968) 81

Fig. C36
Contagem total diária de veículos em ambos os sentidos — "cordon-line" (abril/maio 1968) 82

Fig. C37
Contagem total diária de passageiros em ambos os sentidos (vias públicas) — "cordon-line"
(abril/maio 1968) 82

Fig. C38
Contagem total diária dos passageiros das estradas de ferro — "cordon-line" (1968) 83

Fig. C39
Pesquisa domiciliar de mobilidade populacional
(modêlo de questionário) 85

Fig. C40
Tipos de tráfego referentes à "micro-área", em viagens diárias (1968) 87

Fig. C41
Linhas de desejos de tráfego (1968) 94

Fig. C42
Tráfego diário atravessando a "cordon-line" (1968):
(1) Avenida Brasil 95

Página

Fig. C43
Tráfego diário atravessando a "cordon-line" (1968):
(2) Avenida Suburbana; (13) Amaro Cavalcanti;
(18) Avenida Niemeyer; (19) Barcas de Niterói 96

Fig. C44
Tráfego diário atravessando a "cordon-line" (1968):
(12) Central do Brasil 97

Fig. C45
Viagens diárias com base no domicílio para todos os objetivos (1968) 99

Fig. C46
Viagens diárias com base no domicílio para o trabalho (1968) 100

Fig. C47
Geração de tráfego (passageiros, origem e destino)
"Macro-área" sem "micro-área"
(1968 — 1975 — 1990) 102

Fig. C48
Geração de tráfego (passageiros, origem e destino)
"Micro-área" (1968 — 1975 — 1990) 103

Fig. C49
Análise da repartição do tráfego (1968) 104

Fig. C50
Fluxograma diário dos passageiros das estradas de ferro suburbanas nos dois sentidos — "Macro-área" (1968) 106

Fig. C51
Passageiros por ano nos trens suburbanos da EFCB
(1937 a 1967) 108

Fig. C52
Fluxograma diário de passageiros nas estradas de ferro
(1968) 109

Página

Fig. C53
Rêde de ônibus e número de ônibus por hora em um sentido — "Micro-área" (1968) 111

Fig. C54
Faixas de rolamento Centro-norte e Centro-sul
Pontos de estrangulamento no Centro 113

Fig. C55
Fluxo diário de passageiros de ônibus na "micro-área"
(1968) 115

Fig. C56
Linhas isotáquicas para os ônibus na hora de "rush"
Estado da Guanabara (1968) 116

Fig. C57
Locais de estacionamento no Centro 121

D

Página

Fig. D 1
Desenvolvimento urbanístico — Prognose (1968 a 1990) 133

Fig. D 2
Linhas de desejos de tráfego (1975) 148

Fig. D 3
Linhas de desejos de tráfego (1990) 149

Fig. D 4
Rêde de ônibus de acesso (1975) 156

Fig. D 5
Grandes projetos rodoviários — Estado da Guanabara (1968 a 1990) 160/161

Fig. D 6
Largura de pista necessária aos diversos meios de transporte para igual desempenho 166

E

Página

Fig. E 1
Análise da área da "Linha Prioritária" pelo processo das quadrículas de áreas homogêneas (1968) 174

Fig. E 2
Análise da área central pelo processo das quadrículas de áreas homogêneas (1968) 175

Fig. E 3
Alternativas de traçado estudadas para a "Linha Prioritária" 176

Fig. E 4
Área de influência de uma linha de metrô com distância de 800 m entre estações
Raios de 400, 600, 800 e 1 000 m 177

Fig. E 5
Número de habitantes por km de metrô 178

Fig. E 6
Localização da "Linha Prioritária" com faixa de influência de 2×600 m 180

Fig. E 7
Localização da "Linha Prioritária" na "área central" com faixa de influência 2×600 m 181

Fig. E 8
Metrô e estradas de ferro — Projeto I (1975) 183

Fig. E 9
Rêde total de tráfego — Projeto I (1975) 185

Fig. E 10
"Linha Prioritária" — Fluxograma diário de passageiros (1975) 186

Fig. E 11
Movimento diário de passageiros nas estações Projeto I (1975) 187

Página

Fig. E 12
Fluxograma total de tráfego diário — Projeto I (1975) 189

Fig. E 13
"Linha Prioritária" — Distribuição das distâncias de viagem — Projeto I (1975) 191

Fig. E 14
Estação Central do Brasil — Fluxograma diário de passageiros — Projeto I (1975) 191

Fig. E 15
D. Pedro II—Santa Cruz
D. Pedro II—Nova Iguaçu
Fluxograma diário de passageiros — Projeto I (1975) 192

Fig. E 16
D. Pedro II—Belfort Roxo
D. Pedro II—Caxias
Fluxograma diário de passageiros — Projeto I (1975) 193

Fig. E 17
População — "Macro-área" (1975) 194

Fig. E 18
População — "Micro-área" (1975) 195

Fig. E 19
Empregos — "Macro-área" (1975) 196

Fig. E 20
Empregos — "Micro-área" (1975) 197

Fig. E 21
Escolas médias e superiores — "Micro-área" (1967) 200

Fig. E 22
Bancos — "Micro-área" (1968) 201

Fig. E 23
Hospitais — "Micro-área" (1966) 202

Página

Fig. E 24
Estabelecimentos de recreação — "Micro-área" (1964) 203

Fig. E 25
Menores tempos de viagem do Largo da Carioca aos demais pontos geradores de tráfego
Projeto I (1975) 204

Fig. E 26a
Isocronograma para uma hora de viagem do Largo da Carioca (1968) 205

Fig. E 26b
Isocronograma para uma hora de viagem do Largo da Carioca — Projeto I (1975) 206

Fig. E 26c
Isocronograma para uma hora de viagem do Largo da Carioca — Projeto II A (1990) 207

Fig. E 27
População — "Macro-área" (1990) 208

Fig. E 28
Empregos — "Macro-área" (1990) 209

Fig. E 29
Metrô e estradas de ferro — Projeto II B (1990) 211

Fig. E 30
Planta geral — Rêde do Metrô (1990) 212

Fig. E 31
(1) Interligação entre Linha 1 e Linha 2
(2) Interligação entre Linha 1 e Linha 3 213

Fig. E 32
Localização das etapas de construção da Rêde do Metrô (1990) 215

Página

Fig. E33
Cronograma das etapas de construção da Rêde do Metrô (1990) 216

Fig. E34
Rêde total de tráfego — Projeto II A (1990) 219

Fig. E35
Metrô e estradas de ferro — Projeto II A (1990) 220

Fig. E36
Linha 1 do metrô — Fluxograma diário de passageiros — Rêde II A (1990) 221

Fig. E37
Linha 2 do metrô — Fluxograma diário de passageiros — Rêde II A (1990) 222

Fig. E38
Movimento diário de passageiros nas estações Projeto II A (1990) 223

Fig. E39
Fluxograma total de tráfego diário — Projeto II A (1990) 225

Fig. E40
Linha 1 do metrô — Distribuição das distâncias de viagem — Rêde II A (1990) 226

Fig. E41
Linha 2 do metrô — Distribuição das distâncias de viagem — Rêde II A (1990) 226

Fig. E42
Estação Largo da Carioca — Fluxograma diário de passageiros — Rêde II A (1990) 227

Fig. E43
Estação Estácio de Sá — Fluxograma diário de passageiros — Rêde II A (1990) 227

Página

Fig. E44
Estação Central do Brasil — Fluxograma diário de passageiros — Rêde II A (1990) 228

Fig. E45
Estação Botafogo — Fluxograma diário de passageiros — Rêde II A (1990) 228

Fig. E46
Estação Pavuna — Fluxograma diário de passageiros — Rêde II A (1990) 228

Fig. E47
Estação Coelho Neto — Fluxograma diário de passageiros — Rêde II A (1990) 228

Fig. E48
D. Pedro II—Santa Cruz — Distribuição das distâncias de viagem — Projeto II A (1990) 229

Fig. E49
D. Pedro II—Caxias — Distribuição das distâncias de viagem — Projeto II A (1990) 229

Fig. E50
D. Pedro II—Santa Cruz
D. Pedro II—Eng.° Pedreira
Fluxograma diário de passageiros — Projeto II A (1990) 230

Fig. E51
D. Pedro II—Areia Branca
D. Pedro II—Caxias
Fluxograma diário de passageiros — Projeto II A (1990) 231

Fig. E52
Fluxograma de passageiros — Estradas de ferro e metrô — Projeto II B (1990) — Detalhe 233

Página

Fig. E53
População favelada na Guanabara (1960) 236

Fig. E54
Menores tempos de viagem do Largo da Carioca aos demais pontos geradores de tráfego Projeto II A (1990) 239

Fig. E55
Isocronograma para uma hora de viagem do Largo da Carioca — Projeto III A (1990) 243

Fig. E56
Metrô e estradas de ferro — Projeto III A (1990) 245

Fig. E57
Rêde total de tráfego — Projeto III A (1990) 247

Fig. E58
Linha 1 do metrô — Fluxograma diário de passageiros — Rêde III A (1990) 249

Fig. E59
Linha 2 do metrô — Fluxograma diário de passageiros — Rêde III A (1990) 250

Fig. E60
Movimento diário de passageiros nas estações Projeto III A (1990) 251

Fig. E61
Linha 1 do metrô — Distribuição das distâncias de viagem — Rêde III A (1990) 252

Fig. E62
Linha 2 do metrô — Distribuição das distâncias de viagem — Rêde III A (1990) 252

Fig. E63
Fluxograma total de tráfego diário — Projeto III A (1990) 253

Página

Fig. E64
D. Pedro II—Eng.° Pedreira — Distribuição das distâncias de viagem — Projeto III A (1990) 254

Fig. E65
D. Pedro II—Eng.° Pedreira — Fluxograma diário de passageiros — Projeto III A (1990) 255

F

	Página
Fig. F1 Esquema de um truque com rodas com pneumáticos	259
Fig. F2 Trem Alweg	262
Fig. F3 Comparação de gabaritos-limite	263
Fig. F4 Disposição de assentos em composições de metrô	266
Fig. F5 Tipos de carro de metrô	267
Fig. F6 Unidade tripla do metrô	269
Fig. F7 Vista externa da composição do metrô	270
Fig. F8 Vista interna do carro do metrô	271
Fig. F9 Diagrama de velocidade média de viagem	271
Fig. F10 Gabaritos estático e dinâmico do carro	273
Fig. F11 Gabarito-limite	273
Fig. F12 Trilhos	275
Fig. F13 Fixação dos trilhos	275
Fig. F14 Chaves de via	276
Fig. F15 Trecho em elevado sôbre terrapleno com taludes ou entre muros de arrimo	278
Fig. F16 Trecho em elevado sôbre viaduto	278
Fig. F17 Trecho em nível, em corte com muro de arrimo e em corte com berço de concreto	279
Fig. F18 Túnel executado pelo método a céu aberto, em curvas de 6 500 m $\leq$ R $\leq \infty$	281
Fig. F19 Túnel executado pelo método a céu aberto, em curvas de 300 m $\leq$ R $\leq$ 6 500 m	281
Fig. F20 Túnel de uma via executado com escudo em curvas de 300 m $\leq$ R $\leq$ 6 500 m	282
Fig. F21 Túnel de duas vias em rocha sã em curvas de 6 500 m $\leq$ R $\leq \infty$	282
Fig. F22 Túnel de duas vias em rocha alterada em curvas de 300 m $\leq$ R $\leq$ 6 500 m	283
Fig. F23 Túnel de uma via em curvas de 300 m $\leq$ R $\leq \infty$	283
Fig. F24 Desvios nas estações intermediárias	284
Fig. F25 Configuração de estações	284
Fig. F26 Configuração de estações	285
Fig. F27 Cabine de manobras Princípio da comunicação de via livre	292
Fig. F28 Diagrama tempo-distância para os intervalos entre composições	293
Fig. F29 Elaboração de sinais de informação	294
Fig. F30 Diagrama de intervalo entre composições	295
Fig. F31 Comparação da velocidade média com a demanda adicional de carros	295
Fig. F32 Sistema de comando remoto	296
Fig. F33 Sistema de telecomunicações	298
Fig. F34 Princípios ventilação para túneis	300
Fig. F35 Esquema da ventilação nas estações com plataforma laterais	301
Fig. F36 Fases da construção a céu aberto Método hamburguês	303
Fig. F37 Escoramento da escavação — Método berlinense	304
Fig. F38 Escoramento da escavação — Método hamburguês	305
Fig. F39 Escoramento da escavação — Método de Munique	305
Fig. F40 Escoramento da escavação Parede de perfís embutidos com capeamento	306
Fig. F41 Escoramento da escavação Cortina de estacas-pranchas de aço	306
Fig. F42 Escoramento da escavação — Parede-diafragma	307
Fig. F43 Escoramento da escavação Parede de estacas justapostas	307
Fig. F44 Escoramento horizontal da escavação	308
Fig. F45 Construção semi-aberta — Fases da construção	309
Fig. F46 Construção semi-aberta — Cortina de estacas-prancha	310
Fig. F47 Construção semi-aberta com abóbada auxiliar	310
Fig. F48 Métodos de construção subterrâneos	312
Fig. F49 Esquema de avanço com escudo manual	314
Fig. F50 Escudos parcial ou totalmente mecanizados	315
Fig. F51 Estabilização do solo	321
Fig. F52 Locais que exigem medidas de segurança	322

Página

Fig. F53
Área de influência no caso de fundações rasas ou com estacas 322

Fig. F54
Aprofundamento de fundações 323

Fig. F55
Edifícações parcialmente sôbre o túnel
Edifícações diretamente sôbre o túnel 325

Fig. F56
Impermeabilização de túneis com inclinação
Formação de juntas 326

Fig. F57
Impermeabilização de túneis retangulares com junta côncava 327

Fig. F58
Impermeabilização de túneis retangulares com junta invertida 328

Fig. F59
Impermeabilização de túneis no método de construção semi-aberto. Parede-diafragma ou de estacas justapostas 328

Fig. F60
Impermeabilização de túneis executados pelo método de escudo 329

G

Página

Fig. G1
Dimensões principais de um rodeiro e perfil de uma roda 336

Fig. G2
Disposição da suspensão pneumática 337

Fig. G3
Esquemas de transmissão de carros de metrô 338

Fig. G4
Diagrama fôrça de tração — velocidade de um carro motor com carga completa 340

Fig. G5
Contrôle Chopper 341

Fig. G6
Diagrama unifilar para marcha com um motor por truque 341

Fig. G7
Características dos freios reostáticos 342

Fig. G8
Diagrama unifilar para frenagem com um motor por truque 342

Fig. G9
Características de marcha de um carro com carga completa 344

Fig. G10-parte 1
Diagrama de marcha para a "Linha Prioritária" 344

Fig. G10-parte 2
Diagrama de marcha para a "Linha Prioritária" 345

Fig. G10-parte 3
Diagrama de marcha para a "Linha Prioritária" 345

Página

Fig. G11
Diagrama velocidade-distância de um carro com carga completa 346

Fig. G12
Diagrama velocidade-distância de um carro com 18% de carga 347

Fig. G13
Esquema de manutenção 349

Fig. G14
Planta geral do conjunto das oficinas 352

Fig. G15
Disposição interna do edifício das oficinas 353

H

Página

Fig. H1
Esquema técnico da "Linha Prioritária" 357

Fig. H2-parte 1
Planta da "Linha Prioritária"
Tijuca—Central do Brasil — km 5,9—0,8 358

Fig. H2-parte 2
Planta da "Linha Prioritária"
Central do Brasil—Ipanema — km 0,5—3,6 360

Fig. H2-parte 3
Planta da "Linha Prioritária"
Central do Brasil—Ipanema — km 3,7—8,4 362

Fig. H2-parte 4
Planta da "Linha Prioritária"
Central do Brasil—Ipanema — km 8,4—13,8 364

Fig. H3-parte 1
Seção do subsolo — Central do Brasil—Botafogo 367

Fig. H3-parte 2
Seção do subsolo — Botafogo—Ipanema 369

Fig. H3-parte 3
Seção do subsolo — Central do Brasil—Tijuca 371

Fig. H4-parte 1
Estação Central do Brasil 376

Fig. H4-parte 2
Estação Central do Brasil 378

Fig. H5
Estação Presidente Vargas 380

Fig. H6
Estação Uruguaiana 382

	Página
Fig. H 7-parte 1 Estação Largo da Carioca	384
Fig. H 7-parte 2 Estação Largo da Carioca	386
Fig. H 7-parte 3 Estação Largo da Carioca	388
Fig. H 8-parte 1 Estação Cinelândia	390
Fig. H 8-parte 2 Estação Cinelândia	392
Fig. H 9-parte 1 Estação Glória	394
Fig. H 9-parte 2 Estação Glória	396
Fig. H 10 Estação Catete	398
Fig. H 11 Estação Largo do Machado	400
Fig. H 12 Estação Marquês de Abrantes	402
Fig. H 13 Estação Botafogo	404
Fig. H 14 Estação Lido	406
Fig. H 15 Estação Siqueira Campos	408
Fig. H 16 Estação Raul Pompéia	410
Fig. H 17 Estação General Osório	412
Fig. H 18 Estação Praça N. S. da Paz	414
Fig. H 19-parte 1 Estação Estácio de Sá	416
Fig. H 19-parte 2 Estação Estácio de Sá	418
Fig. H 19-parte 3 Estação Estácio de Sá	420
Fig. H 20 Estação Haddock Lôbo	422
Fig. H 21-parte 1 Estação Engenho Velho	424
Fig. H 21-parte 2 Estação Engenho Velho	426
Fig. H 22-parte 1 Estação Saenz Peña	427
Fig. H 22-parte 2 Estação Saenz Peña	428
Fig. H 23-parte 1 Edifícios da Administração e das Oficinas	430
Fig. H 23-parte 2 Edifícios da Administração e das Oficinas	436
Fig. H 24 Edifício da Administração	432
Fig. H 25 Edifício das Oficinas	434
Fig. H 26 Diagrama unifilar da subestação primária Frei Caneca	438
Fig. H 27 Disposição da subestação primária Frei Caneca	439
Fig. H 28 Diagrama unifilar da subestação primária Botafogo	440
Fig. H 29 Disposição interna da subestação primária Botafogo	441
Fig. H 29a Disposição interna da subestação primária Botafogo (alternativa com SF6)	441
Fig. H 30 Diagrama da distribuição de energia para a "Linha Prioritária"	443
Fig. H 31 Diagrama unifilar típicas de sete subestações retificadoras	444
Fig. H 32 Diagrama unifilar da subestação retificadora de Botafogo	445
Fig. H 33 Diagrama unifilar de subestação retificadora de Estácio de Sá	445
Fig. H 34 Diagrama unifilar da subestação retificadora do Largo da Carioca	446
Fig. H 35 Disposição de uma subestação retificadora típica	447
Fig. H 36 Disposição do 3.° trilho com tomada de corrente por baixo	450
Fig. H 37 Disposição do 3.° trilho com tomada de corrente pelo lado	450
Fig. H 38 Disposição do 3.° trilho com tomada de corrente por cima	451
Fig. H 39 Disposição do 3.° trilho nas estações e nas vias	451
Fig. H 40 Diagrama unifilar de uma subestação primária 132/23 kV típica	452
Fig. H 41 Sistema de suprimento de energia	453
Fig. H 42 Esquema da ventilação nas estações e nos túneis	455
Fig. H 43 Regulação típica de ventilação	456
Fig. H 44 Cronograma de construção da "Linha Prioritária"	465

I

	Página
Fig. I 1 Organograma da Companhia do Metropolitano	470
Fig. I 2 Demanda e oferta de transporte nas diferentes horas do dia	472
Fig. I 3 Escala das composições	473
Fig. I 4 Necessidades de estacionamento de composições	475
Fig. I 5 Área do convênio de transportes e tarifas de Hamburgo	480
Fig. I 6 Modalidades de viagem no convênio tarifário	487

J

	Página
Fig. J 1 Interligação do Estado da Guanabara com o Sistema Centro-Sul	495

K

	Página
Fig. K 1 Custo unitário da terra — "Micro-área" (1968)	503
Fig. K 2 Investimentos para a Rêde do Metrô (1990) Etapas de construção	505
Fig. K 3 Custos totais anuais do metrô	518
Fig. K 4 Relação benefício-custo (R_t) do metrô	526

L

	Página
Fig. L 1 Passageiros · km por dia e por etapa de construção	538
Fig. L 2 Investimentos de 1969 a 1989 e demanda de crédito de 1969 a 2002	544
Fig. L 3 Confronto entre os quatro planos alternativos de financiamento	545
Fig. L 4 Plano de Financiamento III — Juros e Amortização Cobertura com capital próprio e receita líquida	545

Índice das tabelas

A

Página

Tab. A 1
Estudos anteriores de um metrô para o Rio de Janeiro
Dados técnicos e financeiros 30

B

Página

Tab. B 1
Regiões altitúdicas do Estado da Guanabara
(1356 km²) 36

Tab. B 2
Temperaturas médias no Estado da Guanabara 39

C

Página

Tab. C 1
População do Brasil (1940 a 1990) 53

Tab. C 2
Comparação entre o desenvolvimento demográfico
do Estado da Guanabara e do Brasil 53

Tab. C 3
Estimativa da população do Estado da Guanabara
(1965 a 1990) 53

Tab. C 4
Área, população, área urbanizada e densidade
demográfica (1968) 54

Tab. C 5
Comparação entre o desenvolvimento demográfico
do Estado do Rio de Janeiro e do Brasil 54

Tab. C 6
Estimativa da população do Estado do Rio de Janeiro
(1965 e 1970) 54

Tab. C 7
População favelada da Guanabara segundo suas
origens (1960) 58

Tab. C 8
População favelada da Guanabara segundo diversas
fontes de informação 58

Tab. C 9
População favelada da Guanabara e de Niterói (1968) 58

Página

Tab. C10
Pessoal ocupado por setores de atividade — Total dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro (1.° trimestre de 1968) 58

Tab. C11
População, pessoal ocupado e distribuição dos empregos por setores de atividade na "macro-área" (1968) 59

Tab. C12
Empregos nos setores de atividade mais importantes Número (1968) 59

Tab. C13
Empregos nos setores de atividade mais importantes Percentagens relativas à "macro-área" (1968) 59

Tab. C14
Empregos nos setores de atividade mais importantes Percentagens relativas aos grupos de zonas (1968) 62

Tab. C15
Empregos na indústria, comércio e serviços (1968) 62

Tab. C16
Favelados acima de 10 anos de idade ocupados na Guanabara (1960) 63

Tab. C17
Matrículas escolares nos diversos níveis em relação à população (1968) 64

Página

Tab. C18
Matrículas escolares nos diversos níveis em relação à "macro-área" (1968) 64

Tab. C19
Matrículas escolares nos diversos níveis Percentagens relativas aos grupos de zonas (1968) 64

Tab. C20
Matrículas escolares nos níveis primário, médio e superior (1968) 65

Tab. C21
Carros particulares (1968) 70

Tab. C22
Tráfego na "screen-line" (1968): Centro—Zona Norte Zona Norte—Centro 83

Tab. C23
Tráfego na "cordon-line" (1968): Centro—Zona Norte Zona Norte—Centro 83

Tab. C24
Tráfego na "screen-line" (1968): Centro—Zona Sul Zona Sul—Centro 83

Tab. C25
Tráfego na "cordon-line" (1968): Rio—Niterói Niterói—Rio 83

Tab. C26
Exemplo de distribuição da amostragem nas entrevistas da "cordon-line": ponto de contagem rodoviário 1 (Avenida Brasil) 86

Página

Tab. C27
Matriz de viagens — Tráfego total diário (1968) 88

Tab. C28
Matriz de viagens — Tráfego coletivo diário (1968) 90

Tab. C29
Adaptação dos "Estudos Cariocas" (1965) ao tráfego externo (1968) 92

Tab. C30
Tráfego interno das zonas na "micro-área" (1968) 92

Tab. C31
Confronto entre tráfego resultante de contagens e tráfego resultante de entrevistas: pontos da "screen-line": I, J e K 93

Tab. C32
Confronto entre tráfego resultante de contagens e tráfego resultante de entrevistas: pontos da "screen-line": D, E, M, F, G, H e D. Pedro II 93

Tab. C33
Participação dos meios de transporte no tráfego coletico e total — "Micro-área" e "macro-área" (1968) 98

Tab. C34
Vias de tráfego importantes (1968) 98

Tab. C35
Viagens com base no dimicílio — "Micro-área" e "macro-área" (1968) 98

Página

Tab. C36
Comparação por zona: tráfego observado — tráfego calculado (1968) (em viagens por dia) 104

Tab. C37
Dados básicos das estradas de ferro suburbanas (1968) 105

Tab. C38
Dados básicos das estradas de ferro suburbanas próximas ao Centro (1968) 105

Tab. C39
Intervalos médios entre trens nas estradas de ferro suburbanas (1968) 107

Tab. C40
Tráfego de ônibus no Estado da Guanabara Número de linhas e de veículos (1968) 110

Tab. C41
Tráfego de ônibus do Estado do Rio de Janeiro no Estado da Guanabara (1968) 110

Tab. C42
Tráfego de ônibus na Av. Presidente Vargas (1968) 110

Tab. C43
Fluxos de tráfego com mais de 100 000 passageiros de ônibus por sentido e por dia, das 6 às 22 horas (1968) 114

Tab. C44
Estacionamento de carros particulares no Centro (1968) 120

Página

Tab. C45
Capacidade de vazão prática por pista de rolamento em ruas urbanas (em automóveis-unidade/h) 122

Tab. C46
Capacidade de vazão prática, por acesso, de cruzamento com sinalização (em automóveis-unidade/hora verde) 123

Tab. C47
Repartição do tráfego na hora de "rush" nos pontos da "screen-line" (1968) 125

Página

Anexo ao Cap. C 3.1.3.

Tab. C1 (A)
Comparação do número de habitantes de circunscrições fiscais (estimados) e de circunscrições censitárias (contados) na "micro-área" (1960) 547

Tab. C2 (A)
Número de habitantes das circunscrições fiscais da "micro-área 2" 548

Anexo ao Cap. C 3.2.1.

Tab. C3 (A)
Renda per capita no Brasil (1964) 549

Tab. C4 (A)
Relação pessoal ocupado/população no Brasil 549

Tab. C5 (A)
Pessoal ocupado por idade e por sexo na Guanabara (1960) 549

Tab. C6 (A)
População e pessoal ocupado nos "seis municípios fluminenses" (1960) 549

D

Página

Tab. D1
Área, população, área urbanizada e densidade demográfica (1968—1975—1990) 130

Tab. D2
Distribuição percentual da população da "macro-área" por grupos de zonas 132

Tab. D3
População, área urbanizada e densidade demográfica — Zona Sul e Zona Norte 132

Tab. D4
População, pessoal ocupado e distribuição dos empregos por setores de atividade na "macro-área" (1975) 134

Tab. D5
Empregos nos setores de atividade mais importantes — Número (1975) 134

Tab. D6
Empregos nos setores de atividade mais importantes — Percentagens relativas à "macro-área" (1975) 134

Tab. D7
Evolução do setor de serviços na "Guanabara menos micro-área" e nos "6 municípios fluminenses" (1968—1975) 134

Tab. D8
Empregos nos setores de atividade mais importantes — Percentagens relativas aos grupos de zonas (1975) 134

Página

Tab. D9
Empregos na indústria, comércio e serviços (1968—1975—1990) 135

Tab. D10
Aumento do número de empregos no comércio e em serviços na Guanabara e nos "6 municípios fluminenses" (1968—1975) 137

Tab. D11
População, pessoal ocupado e distribuição dos empregos por setores de atividade na "macro-área" (1990) 137

Tab. D12
Empregos nos setores de atividade mais importantes — Número (1990) 137

Tab. D13
Empregos nos setores de atividade mais importantes — Percentagens relativas à "macro-área" (1990) 137

Tab. D14
Empregos por setor de atividade nos grupos de zonas — Percentagens relativas à "macro-área" (1968—1975—1990) 137

Tab. D15
Aumento do número de empregos na indústria na região industrial oeste da Guanabara e em todo o Estado (1968 a 1975 e 1975 a 1990) 137

Página

Tab. D 16
Aumento do número de empregos na indústria em 4 municípios fluminenses e na "macro-área" (1968 a 1975 e 1975 a 1990) 137

Tab. D 17
Empregos nos setores de atividade mais importantes — Percentagens relativas aos grupos de zonas (1990) 137

Tab. D 18
Matrículas escolares nos diversos níveis em relação à "macro-área" (1975) 138

Tab. D 19
Matrículas escolares nos diversos níveis
Percentagens relativas aos grupos de zonas (1975) 138

Tab. D 20
Matrículas escolares nos níveis primário, médio e superior (1968—1975—1990) 139

Tab. D 21
Matrículas escolares nos diversos níveis em relação à "macro-área" (1990) 140

Tab. D 22
Relação população/matrículas escolares (1968—1975—1990) 140

Tab. D 23
Matrículas escolares nos diversos níveis
Percentagens relativas aos grupos de zonas (1990) 140

Página

Tab. D 24
Carros particulares e população — Guanabara (1965 a 1968) 141

Tab. D 25
Renda média mensal por zonas, em salários mínimos de 1965 (1968—1975—1990) 141

Tab. D 26
Carros particulares (1968—1975—1990) 142

Tab. D 27
Fatôres de crescimento f de tôdas as zonas da "macro-área" 143

Tab. D 28
Matriz de viagens — Tráfego total diário (1975) 144

Tab. D 29
Matriz de viagens — Tráfego total diário (1990) 146

Tab. D 30
Fatôres de repartição y de tôdas as zonas da "macro-área" (1975—1990) 150

Tab. D 31
Matriz de viagens — Tráfego coletivo diário (1975) 152

Tab. D 32
Matriz de viagens — Tráfego coletivo diário (1990) 154

Página

Tab. D 33
Tráfego total diário na "macro-área" (1968—1975—1990) 151

Tab. D 34
Aumento do número de habitantes e de carros particulares (1968—1975—1990) 158

Tab. D 35
Estacionamento de carros particulares no Centro (1968—1975—1990) 158

Tab. D 36 a
Projetos rodoviários da Guanabara para o período 1968—1975 — N.os 1 a 26 (Anel rodoviário) 163

Tab. D 36 b
Projetos rodoviários da Guanabara para o período 1968—1975 — N.os 27 a 46 163

Tab. D 37
Projetos rodoviários da Guanabara para o período 1975—1990 — N.os 101 a 165 163

Tab. D 38
Tráfego da Zona Sul e do Centro para a Zona Norte 167

Tab. D 39
Tráfego da Zona Norte e do Centro para a Zona Sul 167

E

Página

Tab. E 1
Alternativas de traçado para uma "Linha Prioritária" 177

Tab. E 2
Avaliação por pontos das alternativas de traçado para uma "Linha Prioritária" (Estudo preliminar) 179

Tab. E 3
Resultados das alocações para o Projeto I (1975) 184

Tab. E 4
Comparação dos tempos de viagem: ônibus (1968) e metrô (1975) 199

Tab. E 5
Distâncias entre estações, tempos totais de viagem, velocidades médias de viagem — Projeto I ("Linha Prioritária") e Projeto II B (Rêde do Metrô) 213

Tab. E 6
Etapas de construção da Rêde do Metrô 214

Tab. E 7
Resultados das alocações para o Projeto II A (1990) 218

Tab. E 8
Efeitos urbanísticos da Rêde do Metrô 1990
Indicadores de 0 a 3 234

Tab. E 9
Repartição do tráfego coletivo diário na "macro-área" (1975—1990) 236

Tab. E 10
Estações de contato entre as linhas do metrô e as estradas de ferro suburbanas (1990) 237

Página

Tab. E11
Comparação dos tempos de viagem: sem metrô (1968) e com metrô (Rêde 1990) 238

Tab. E12
Comparação dos tempos de viagem: sem metrô (1968) e com metrô (Rêde integrada 1990) 242

Tab. E13
Tempo de viagem do Largo da Carioca na "Linha Prioritária" (Rêde I) e nas Rêdes II A e III A 242

Tab. E14
População e empregos na zona de influência do metrô (1975—1990) 242

F

Página

Tab. F1
Características dos principais sistemas de transporte rápido no mundo 260

Tab. F2
Alargamentos do gabarito-limite para R < 300 m 278

Tab. F3
Condições do ar a serem mantidas 301

G

Página

Tab. G1
Dados sôbre carros de metrô para o Rio de Janeiro 339

Tab. G2
Consumo de energia para tração por composição de 321 t na "Linha Prioritária" 346

Tab. G3
Demanda de tempo para manutenção por unidade de três carros 350

Tab. G4
Demanda de pessoal para manutenção do material rodante ("Linha Prioritária" e Rêde do Metrô) 351

Tab. G5
Valor do estoque permanente para manutenção do material rodante 351

Tab. G6
Número de postos de manutenção dos carros — "Linha Prioritária" (1975) e Rêde do Metrô (1990) 351

H

Página

Tab. H1
Queda de tensão nos condutores de retôrno 449

Tab. H2
Correntes mínimas de curto-circuito e correntes de carga máxima nas subestações 449

Tab. H3
Liberação de calor nas estações e nos túneis 455

Tab. H4
Capacidade dos ventiladores 456

Tab. H5
Potência dos ventiladores 456

Tab. H6
Número de comandos, indicações e medições ("Linha Prioritária") 458

I

Página

Tab. I 1
Pessoal necessário para a estrutura administrativa do metrô 469

Tab. I 2
Execução operacional — Dados gerais 471

Tab. I 3
Tempos de viagem para a "Linha Prioritária" 471

Tab. I 4
Horários nas Etapas de construção 473

Tab. I 5
Composições · quilômetros anuais 473

Tab. I 6
Composições necessárias 474

Tab. I 7
Pessoal operacional 474

Tab. I 8
Sistemas de tarifas para metrô nas cidades mais importantes do mundo 479

Tab. I 9
Sistemas de tarifas e atendimento com tarifa única e classe única 488

J

Página

Tab. J 1
Potência máxima horária das usinas da Light na Região do Rio de Janeiro (1968) 496

Tab. J 2
Sistema da região do Grande Rio — Balanço energético 496

Tab. J 3
Custos percentuais detalhados do material ferroviário 497

Tab. J 4
Repartição do custo do material ferroviário entre moeda nacional e moeda estrangeira 498

Tab. J 5
Capacidade da indústria brasileira de material ferroviário 498

K

Página

Tab. K 1
Custos médios de diversos sistemas de transporte rápido 504

Tab. K 2
Investimentos por etapa de construção e por linha 506

Tab. K 3
Investimentos, manutenção, depreciação e juros calculatórios — "Linha Prioritária" (1975) 508

Tab. K 4
Investimentos, manutenção, depreciação e juros calculatórios — Rêde do Metrô (1990) 510

Tab. K 5
Investimentos anuais até a conclusão da Rêde do Metrô (1990) 512

Tab. K 6
Custos anuais totais (1975 e 1990) 512

Tab. K 7
Pessoal da administração ocupado na manutenção das instalações fixas e do material rodante 512

Tab. K 8
Pessoal da administração não ocupado exclusivamente na manutenção 512

Tab. K 9
Pessoal necessário para a execução operacional e para a administração (exclusive pessoal de manutenção) 513

Página

Tab. K 10
Acréscimos provenientes do tempo de inatividade 513

Tab. K 11
Encargos sociais de emprêsas de transporte coletivo 513

Tab. K 12
Vencimentos médios 513

Tab. K 13
Custos de pessoal da execução operacional 514

Tab. K 14
Custos de pessoal da administração 514

Tab. K 15
Custos de energia para tração 514

Tab. K 16
Custos de confecção de bilhetes 514

Tab. K 17
Custos anuais do tráfego ferroviário suburbano no Rio de Janeiro (EFCB), São Paulo e Hamburgo (1967) 515

Tab. K 18
Custos específicos do tráfego ferroviário suburbano no Rio de Janeiro(EFCB), São Paulo e Hamburgo (1967) 515

Tab. K 19
Outros custos de material de consumo 515

Página

Tab. K20
Custos de materiais da administração 515

Tab. K21
Custos anuais de manutenção 516

Tab. K22
Custos anuais de depreciação 517

Tab. K23
Juros anuais (juros calculatórios) 518

Tab. K24
Custos específicos (1975 e 1990) 518

Tab. K25
Estrutura dos custos operacionais anuais de diversos metrôs 519

Tab. K26
Características de diversos metrôs 519

Tab. K27
Custos operacionais específicos de diversos metrôs 519

Tab. K28
Custos anuais totais por passageiro · km no metrô e nas estradas de ferro suburbanas 520

Tab. K29
Desempenho de marcha de um ônibus na Guanabara (1968) 520

Página

Tab. K30
Valor médio dos desempenhos de tráfego de um ônibus (1968—1975—1990) 520

Tab. K31
Custos anuais totais de um ônibus 521

Tab. K32
Desempenhos de tráfego de um ônibus e seus custos específicos 521

Tab. K33
Custos anuais totais por passageiro · km no metrô e nos ônibus 521

Tab. K34
Custos próprios anuais de tôdas as emprêsas participantes do convênio tarifário em 1975 524

Tab. K35
Custos próprios anuais de tôdas as emprêsas participantes do convênio tarifário em 1990 524

Tab. K36
Receita anual da locação de lojas 525

Tab. K37
Receita anual da locação de vitrinas 525

Tab. K38
Receita anual da locação de áreas para anúncios 525

Página

Tab. K39
Receita anual da locação de salas 525

Tab. K40
Receita anual de locação (outras receitas) 525

Tab. K41
Benefício/custo (direto) do metrô do Rio de Janeiro 527

Tab. K42
Custos de transporte por passageiro · km 527

Tab. K43
Parcelas de passageiros · km na rêde total de tráfego 529

Tab. K44
Benefício resultante da redução dos custos de conservação e manutenção das vias públicas 530

L

Página

Tab. L1
Custos totais do metrô (1976 a 1990) 538

Tab. L2
Receitas e despesas operacionais do metrô (1976 a 1990) 539

Tab. L3
Investimentos em instalações fixas e material rodante com vida útil mais curta (1969 a 1975) 539

Tab. L4
Plano de financiamento I 540

Tab. L5
Plano de financiamento II 541

Tab. L6
Plano de financiamento III 542

Tab. L7
Plano de financiamento IV 543

Tab. L8
Superavits para reposições nos quatro planos alternativos de financiamento 544

Tab. L9
Confronto entre os quatro planos alternativos de financiamento 544

Tab. L10
Anuidades das dívidas em percentagens do crédito, segundo diversas condições de crédito 545

Bibliografia

Obras citadas

[1] Govêrno do Estado da Guanabara — Coordenação de Planos e Orçamento
"Estudos Cariocas" — 6 Volumes
Rio de Janeiro, 1965

[2] Govêrno do Estado da Guanabara — Coordenação de Planos e Orçamento — Seção Geográfica
"Estudos Geográficos"

[3] CEDUG — Comissão Executiva para o Desenvolvimento Urbano da Guanabara
Doxiadis Associates, Consultants on Development and Ekistics
"Guanabara—A Plan for Urban Development"
Rio de Janeiro, 1965

[4] Canabrava Barreiros, E.
"Centro da Cidade do Rio de Janeiro —
Variação Física da Orla Marítima (1965)" —
"O Rio de Janeiro em seus quatrocentos anos"

[5] Nascimento Silva, F.
"Atlas da Evolução Urbana do Rio de Janeiro
Essai 1565/1965" — Instituto Histórico e Geográfico

[6] Canabrava Barreiros, E.
"Mapa Físico do Estado da Guanabara" —
"O Rio de Janeiro em seus quatrocentos anos"

[7] Ruellen, F.
"A Evolução Geomorfológica da Baía de Guanabara"
Rio de Janeiro, 1944

[8] Lamego, A.
"Teoria do Protognaisse"
Boletim 86 do Serviço Geológico-Mineralógico

[9] Teixeira Guerra, A.
"Dicionário Geológico-Geomorfológico IBGG"
Rio de Janeiro, 1937/1966

[10] Helmbold, R., Leonardos Jr., O. H.
"Mapa Geológico do Estado da Guanabara"
Divisão de Geologia e Mineralogia, 1965

[11] Leinz, V., Amaral, S. E.
"Geologia Geral" Cia. Edit. Nacional
São Paulo, 1966

[12] Lamego, A.
"O Homem e a Guanabara"
Rio de Janeiro, 1964

[13] Lamego, A.
"Folha do Rio de Janeiro"
Boletim 126 do Serviço Geológico e Mineralógico, 1948

[14] Silveira, I.
"Orla Marítima" —
"O Rio de Janeiro em seus quatrocentos anos"
Rio de Janeiro, 1965

[15] Young, R.
"Os Trabalhos do Instituto de Geotécnica do Estado da Guanabara" —
"Revista de Engenharia do Estado da Guanabara"
Rio de Janeiro, Dezembro 1967

[16] LNEG
"Estudo dos Sedimentos da Orla Glória Flamengo (Relatório dos trabalhos de alargamento)"

[17] Frois de Abreu, S.
"O Distrito Federal e seus Recursos Naturais"
IBGE, 1957

[18] Fundação dos Terminais Rodoviários do Estado da Guanabara
"O Estacionamento de Automóveis no Centro Comercial da Cidade do Rio de Janeiro"
Rio de Janeiro, 1968

[19] CTC—GB
"Relatórios de Estatística do Tráfego CTC—GB"
Rio de Janeiro

[20] Schaechterle, K. H.
Contribuição ao "Straßenbau-Taschenbuch"

[21] Greenshields
"Measuring—Highway Capacity in Traffic Engineering"

[22] Bureau of Public Roads
"Highway Capacity Manual"
Washington

[23] CAPES
"Previsão da Demanda do Ensino Superior no Brasil (1967, 1968, 1969)", 1967

[24] "Manchester Rapid Transit Study", volume 2, 1967

[25] Operation Research Incorporated—NCTA Technical Report
"Comparison of noise and vibration levels in rapid transit vehicle systems",
1964

[26] Patrassi, A.
"The Selection of Electrification Voltage for Urban and Suburban Railways with Heavy Traffic",
1964

Outras obras utilizadas

27) Agache, A.
"Cidade do Rio de Janeiro —
Remodelação, Extensão e Embelezamento"
Paris, 1930

28) Akademischer Verein Hütte e.V.
"Hütte I — Theoretische Grundlagen"
Berlim, 1955

29) Akademischer Verein Hütte e.V.
"Hütte III — Bautechnik"
Berlim, 1956

30) Akademischer Verein Hütte e.V.
"Hütte IV — Elektrotechnik"
Berlim, 1955

31) Akademischer Verein Hütte e.V.
"Hütte V B — Verkehrstechnik, Vermessungstechnik"
Berlim, 1955

32) Arbeitsausschuß Ufereinfassungen
"Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen"
Berlim, 1964

33) Bardy, C.
"A História do Rio de Janeiro — Séculos XVI, XVII, XVIII, XIX, XX" —
"O Rio de Janeiro em seus quatrocentos anos"
Rio de Janeiro, 1965

34) Berliner Verkehrsbetriebe
"Wirtschaftsplan der Berliner Verkehrsbetriebe 1967"
Berlim, 1967

35) Blum, H.
"Einspannungsverhältnisse bei Bohlwerken"
Berlim, 1931

36) Brinch Hansen, J., Lundgren, H.
"Hauptprobleme der Bodenmechanik"
Berlim, Goettingen, Heidelberg, 1960

37) Briske, R.
"Erddruckverlagerung bei Spundwandbauwerken"
Berlim, 1957

38) Buchner, R.
"Das Problem der Kapazitätserweiterung durch laufende Reinvestition in Höhe des Abschreibungsaufwandes"
na revista "Die Wirtschaftsprüfung", 9/1959

39) Canabrava Barreiros, E.
"Atlas da Evolução Urbana da Cidade do Rio de Janeiro"
Rio de Janeiro, 1965

40) CEDUG — Comissão Executiva para o Desenvolvimento Urbano da Guanabara,
Doxiadis Associates, Consultants on Development and Ekistics
"Guanabara—Urban Development Plan—Preliminary Report" — Volume 3
Rio de Janeiro, 1964

41) CODERJ — Companhia de Desenvolvimento Econômico do Estado do Rio de Janeiro
"Diagnóstico do Estado do Rio de Janeiro"
Niterói, 1968

42) Coverdale & Colpitts
"Brazil Transport Survey—Report on Railroad Commuter Service of Rio de Janeiro"
Nova York, 1966

43) De Leuw Cather & Sartney
"Manhattan Rapid Transit Study"
Nova York, 1967

44) Deutsche Bundesbahn
"Der Fahrzeug-Unterhaltungsdienst der Deutschen Bundesbahn", Vol. I—III
Berlim, 1968

45) Deutsche Bundesbahn
"Kalkulationswerte für Triebfahrzeuge, Wagen und Großbehälter", 1966

46) Deutsche Bundesbahn
"Vorläufige Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsberechnungen", DV213

47) DNER — Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
"Relatório final do Grupo de Trabalho criado em 5/2/65 — A Ponte Rio-Niteroi"
Rio de Janeiro, 1966

48) DNER — Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
"Sistema Rodoviário Brasileiro"
Rio de Janeiro, Setembro 1967

49) Effmert, W.
"Zins und Abschreibung für Investitionen in Kostenrechnungen bei Eisenbahnen," na revista
"Die Bundesbahn", Darmstadt, 1963

50) Freeman, Fox, Wilbur Smith and Associates
"Hong Kong Mass Transport Study"
Hong Kong, 1967

51) Fundação Getúlio Vargas
"Conjuntura Econômica", 1957, 1958, 1960, 1961, 1962, 1964, 1965, 1967, 1968

52) Geiger, P. P.
"Esbôço de Estrutura Urbana da Área Metropolitana do Rio de Janeiro"

53) Gerson, B.
"História das Ruas do Rio de Janeiro"
Rio de Janeiro, 1965

54) Govêrno do Estado da Guanabara — Coordenação de Planos e Orçamento
"Tabelas Estatísticas Mensais, 1962"
Rio de Janeiro, Setembro 1967

55) Govêrno do Estado da Guanabara — Secretaria de Finanças
"Os valôres do V_0 para todo o Estado da Guanabara — 1968"
Rio de Janeiro, 1968

56) Govêrno do Estado da Guanabara
Secretaria de Govêrno
"Anuário Estatístico — Estado da Guanabara"
Rio de Janeiro, 1959/60
Rio de Janeiro, 1961/62
Rio de Janeiro, 1963/64
Rio de Janeiro, 1965/66

57) Govêrno do Estado do Rio de Janeiro — Departamento Estadual de Estatística
"Niterói"
Niterói, Março 1964

58) Govêrno do Estado do Rio de Janeiro — Departamento Estadual de Estatística
"O Município de São Gonçalo"
Niterói, Junho 1967

59) Guia Rex
Rio de Janeiro, 1968

60) Guimarães, A. P.
"Cadernos JB do IV Centenário"
Rio de Janeiro, 1965

61) Havers, H.
"Die Untergrundbahnen der Welt"
Munique, 1967

62) Hewett, B. H. M., Johannesson, S.
"Schild- und Druckluft-Tunnelbau"
Duesseldorf, 1960

63) IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

"Anuário Estatístico do Brasil"
Rio de Janeiro, 1956, 1957, 1960 a 1964, 1966, 1967

"Área Central da Cidade do Rio de Janeiro"
Rio de Janeiro, 1967

"Aspectos da Geografia Carioca"
Rio de Janeiro, 1962

"Atualidade Estatística do Brasil, 1968"
Rio de Janeiro, 1968

"Censo Agrícola de 1960 — Brasil"
Rio de Janeiro, Setembro 1967

"Censos Comercial e dos Serviços de 1960 — Espírito Santo — Rio de Janeiro — Guanabara"
Rio de Janeiro, Abril 1967

"Censo Demográfico de 1960 — Guanabara", Vol. I
Rio de Janeiro, Fevereiro 1968

"Censo Demográfico — População e Habitação — Censo Econômico"
Rio de Janeiro, 1951

"Censo Industrial de 1960 — Brasil"
Rio de Janeiro, Março 1967

"Censo Industrial de 1960 — Espírito Santo — Rio de Janeiro — Guanabara"
Rio de Janeiro, Junho 1966

"Condições da Agricultura no Estado do Rio de Janeiro"
Sinopse Preliminar do Censo Agrícola
Rio de Janeiro, Agosto 1963

"Distrito Federal — Censo Demográfico de 1950" (hoje Guanabara)
Rio de Janeiro, 1955

"Distrito Federal — Censos Econômicos — Censo 1950" (hoje Guanabara)
Rio de Janeiro, 1956

"Enciclopédia dos Municípios Brasileiros", Vol. XXII
Rio de Janeiro, 1959

"Estimativa de População para os Municípios Brasileiros 1. 7. 1967"
separata dos Nos. 79/80 da Revista Brasileira dos Municípios
Rio de Janeiro, 1968

"Indústrias de Transformação — Dados Gerais — 1963/1964"
Rio de Janeiro, Abril 1966

"Indústrias de Transformação 1964/1965"
Rio de Janeiro, Dezembro 1967

"O Rio de Janeiro e sua Região"
Rio de Janeiro, 1964

64) IBM
"Napro — Ein Programmsystem zur Ermittlung der Verkehrsbelastung in Liniennetzen des öffentlichen Nahverkehrs"
Duesseldorf, Abril 1967

65) IBOPE — Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
"Pesquisa Junto aos Usuários dos Trens Suburbanos da Central do Brasil"
Rio de Janeiro, Fevereiro 1967

66) Kezdi, A.
"Erddrucktheorien"
Berlim, Goettingen, Heidelberg, 1962

67) Koranyi, L.
"Design of d-c power Supply for Rapid Transit Systems"
Outubro 1965

68) Krey, H.
"Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes"
Berlim, 1936

69) Lamego, A.
"O Homem e a Guanabara"
Rio de Janeiro, 1948

70) Latif, M. d. B.
"Uma Cidade no Trópico — São Sebastião do Rio de Janeiro"
Rio de Janeiro, 1965

71) Lavedan, P.
"Géographie des Villes"
Paris, 1936

72) Leibbrand, K.
"Verkehrsingenieurwesen"
Basel, Stuttgart, 1957

73) Leibbrand, K.
"Verkehr und Städtebau"
Zuerich, 1964

74) Ministério da Agricultura
"Observações Meteorológicas dos Serviços de Meteorologia"

75) Ministério da Educação e Cultura
"Comentários sôbre o Ensino Primário"
Rio de Janeiro, 1961

76) Ministério da Educação e Cultura
"Ensino médio por Município — 1961"
Rio de Janeiro, Outubro 1961

77) Ministério do Planejamento e Coordenação Econômica
"Plano Decenal de Desenvolvimento Econômico e Social" Tomo VII
"Desenvolvimento Regional e Urbano", Vol. 1 a 6
Rio de Janeiro, Março 1967

78) Ministério do Trabalho e Previdência Social — Serviço de Estatística da Previdência e Trabalho
"Boletim Técnico do SEPT": No. 3 — Junho 1966
No. 4 — Setembro 1966
No. 5 — Dezembro 1966
No. 6 — Março 1967
No. 7 — Junho 1967
No. 8 — Setembro 1967

79) Nascimento Silva, F.
"O Rio de Janeiro em seus quatrocentos anos"
Rio de Janeiro, 1965

80) Overgaard, K. R.
"Traffic Estimation in Urban Transportation"
Copenhagen, 1966

81) Schleicher, F.
"Taschenbuch für Bauingenieure"
Berlim, Goettingen, Heidelberg, 1955

82) Schnoor, J. E. d. M.
"O Metropolitano e a Região Metropolitana do Rio de Janeiro"
Rio de Janeiro, Abril 1968

83) Schramm, G.
"Der Gleisbogen"
Darmstadt, 1962

84) Schramm, G.
"Oberbautechnik und Oberbauwirtschaft"
Darmstadt, 1960

85) Schröder, H.
"Ingenieurbiologie des Grundbaus"
Contribuição ao "Grundbau Taschenbuch"
Berlim, Munique, 1966

86) Schultze, E., Muhs, H.
"Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten"
Berlim, Heidelberg, Nova York, 1967

87) Schweiger, A.
"Elektromotorische Antriebe (Grundlagen für die Berechnung)"
Biblioteca Göschen, Vol. 827

88) Studiengesellschaft Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge e.V.
"Lastannahmen und Sicherheiten für Schienenfahrzeuge", Caderno especial, Julho 1963

89) Széchy, K.
"Der Grundbau"
Viena, Nova York, 1965

90) Taylor, D.
"Fundamentals of Soil Mechanics"
Nova York, 1966

91) Terzaghi, K., Peck, R. B.
"Die Bodenmechanik in der Praxis"
Berlim, Goettingen, Heidelberg, 1961

92) Terzaghi, K., Peck, R. B.
"Mecânica dos Solos na Prática da Engenharia"
Rio de Janeiro, 1962

93) UIC-Kodex
Fichas 567 VE, 842—9 E, 550—VE, 617—6 VE, 564 VE, 617—4 VE

94) UIC-Kodex
Ficha 605, "Schutz gegen elektrolytische Korrosion"

95) Union Internationale des Transports Publics, Bruxelas
"Les Transports Publics dans les Principales Villes du Monde (1963)"

96) VDE — Verband Deutscher Elektrotechniker
"Bestimmungen für elektrische Bahnen", Norma VDE 0115/3.65

97) VDE — Verband Deutscher Elektrotechniker
"Bestimmungen zum Schutz von Rohrleitungen und Kabeln gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleichstromanlagen", Norma VDE 0150/3.65

98) Villaça, M. J.
"A Fôrça do Trabalho no Brasil" — "Biblioteca Pioneira de Administração e Negócios"
São Paulo, 1967

99) VOEV — Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe
"Empfehlungen für Maßnahmen zur Verringerung der Korrosionsgefahr durch Streuströme und für die Durchführung von Schutzmaßnahmen zur Verhütung von zu hohen Berührungsspannungen bei Tunnelanlagen für Gleichstrombahnen", Edição Abril 1966

100) VOEV — Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe
"Planungsunterlagen für U-Straßenbahnen"
Colônia, 1963

101) Wagner, H.
"Verkehrstunnelbau"
Berlim, Munique, 1968

102) Wilbur, Smith and Associates
Comissão Executiva para Elaboração dos Projetos Definitivos da Ponte Rio-Niterói
"Estudos preliminares de tráfego"
Rio de Janeiro, Março 1968

103) Wilhelmy, Rohmeder
"Die La-Plata Länder"
Braunschweig, 1963

Procedência das Fotografias

Bässler, Hamburgo	266, 474, 486
Baubehörde Hamburg (Departamento de obras de Hamburgo)	287 e, 288 e, 291
Berliner Verkehrs-Gesellschaft (Companhia de transportes coletivos de Berlim)	267, 277, 286, 290, 335, 351
Freytag, Stuttgart	408
Hochtief AG, Essen	259, 262, 280, 281, 288 d, 302, 304, 305, 307, 308, 311, 313, 316, 317, 318, 319, 322, 327, 329, 409, 464
Kessler, Berlim	287 d
Liesecke, Rio de Janeiro	22, 34, 43, 45, 51, 84, 107, 108, 112, 118, 119, 120, 122, 124, 129, 141, 157, 159, 165, 167, 182, 190, 213, 217, 372, 483, 484
"O Globo", Rio de Janeiro	528
Orenstein & Koppel AG, Dortmund	289
Siemens AG, Erlangen	296, 343

Abreviações: d = à direita
e = à esquerda

© Copyright 1970 by Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro — Metrô

Produção: A. F. Koska, Berlim — Viena

Layout: Georg Wust, Berlim

Clichês: Hilpert & Co. GmbH, Essen

Capa: Promarket GmbH, Essen

Impressão: Christoph Reisser's Söhne AG, Viena

Encadernação: Lüderitz & Bauer Buchgewerbe-GmbH, Berlim