

Contratante:

ENEFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



ENEFER CONSULTORIA, PROJETOS LTDA

TOPOCART TOPOGRAFIA ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS LTDA

**MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

ELABORAÇÃO DE MOSAICO COM GSD DE 10CM, MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT) COM
CURVAS DE NÍVEL A CADA 1M

- PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES
- REFERENCIAIS GEODÉSICOS
- DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DAS ETAPAS E ATIVIDADES
- CONTROLE DE QUALIDADE DAS ETAPAS
- PRODUTOS DE ENTREGA

REVISÃO 0A

Brasília-DF, Agosto de 2022

Contratante:

ENEFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



0A	21/10/2022	Emissão Inicial.
Rev.:	Data:	Descrição:
Contratante: ENEFER	Autoria: 	Objeto: LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DO CORREDOR CORRESPONDENTE AO METRÔ DE TERESINA-PI
Aprovação: FÁBIO LUCIEN DAVID MACIEL	Execução: MAICON RODRIGUES OLIVEIRA	Produto: MOSAICO COM GSD DE 10CM MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

Contratante: ENEFER	MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO METRÔ DE TERESINA-PI	Executora: 
-------------------------------	---	---

ÍNDICE

ÍNDICE	3
ANEXOS DIGITAIS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABELA	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS	7
2.1. Escopo dos Trabalhos.....	7
2.2. Localização do trecho de interesse do contrato	7
3. REFERENCIAIS GEODÉSICOS UTILIZADOS	8
3.1. Referencial Planialtimétrico	8
3.1.1. Referencial Planimétrico	8
3.1.2. Sistema de Projeção UTM.....	8
3.2. Referencial Altimétrico	9
4. REDE DE REFERÊNCIA	10
5. COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA DIGITAL.....	12
5.1. Missões Aerofotogramétrica de 2013.....	12
5.1.1. Sistema de Georreferenciamento Direto.....	14
5.2. Missões Aerofotogramétrica de 2022.....	17
6. PRODUTOS	20

ANEXOS DIGITAIS

ANEXO 01 – MODELO DIGITAL DO TERRENO

ANEXO 02 – MOSAICO

ANEXO 03 – BASE CARTOGRÁFICA

Contratante:

ENEFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Localização do trecho de interesse do projeto (Fonte: Google Earth).....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 - Localização do trecho de interesse do projeto (Fonte: Google Earth).....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3: Ângulo solar – Horário UTC – Horário Local = -3 hs.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4: Composição do sistema de orientação</i>	<i>15</i>
<i>Figura 5: Instalação do IMU na câmera</i>	<i>Figura 6: Câmera sobre a plataforma GSM3000 15</i>
<i>Figura 7: Tela do Tracker do piloto</i>	<i>Figura 8: Câmera, plataforma e unidade de armazenamento..... 16</i>
<i>Figura 9: Ilustração da execução de voo apoiado com GPS. Constelação de satélite e GPS de solo.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10: Aeronave Embraer, modelo EMB-820C CARAJÁ, prefixo PT-VDT.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 11: Ilustração da execução de voo apoiado com GPS. Constelação de satélite e GPS de solo.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 12: Ilustração da execução de voo apoiado com GPS. Constelação de satélite e GPS de solo.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 13: Ilustração da execução de voo apoiado com GPS. Constelação de satélite e GPS de solo.....</i>	<i>21</i>

Contratante:

ENEFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1 - Lista de Coordenadas dos vértices da Rede de Referência 10

Contratante:

ENEFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



1. INTRODUÇÃO

O presente relatório refere-se aos Produtos do Levantamento Aerofotogramétrico no corredor correspondente ao Metrô de Teresina-PI, firmado entre a **ENEFER** e a **TOPOCART**.

Dentre os principais assuntos abordados neste documento, ressalta-se:

1. Considerações Gerais;
2. Referenciais Geodésicos;
3. Rede de Referência;
4. Descrição Metodológicas das Etapas e Atividades; e
5. Produtos de Entrega.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na execução dos trabalhos foram observadas todas as Normas Técnicas pertinentes a cada etapa, submetendo-se à Equipe de Acompanhamento e Avaliação da **ENEFER**.

As descrições das metodologias para cada etapa são apresentadas de forma objetiva, procurando-se enfatizar somente nos aspectos relevantes e diferenciais, esclarecendo melhor os pontos mais delicados, evitando-se assim descrições óbvias e repetições desnecessárias por já estarem constando no referido documento.

2.1. Escopo dos Trabalhos

É objetivo do referido contrato os produtos resultantes do item:

- **Elaboração de Mosaico com GSD de 10cm e Modelo Digital do Terreno (MDT) com Curvas de Nível a cada 1m a partir de Levantamento Aerofotogramétrico, em uma extensão aproximada de 14km no Estado do Piauí.**

2.2. Localização do trecho de interesse do contrato

O trecho de interesse, localizado no Estado do Piauí, se delimita pelo quadrante geográfico representado pelos pontos P1 ($\phi = 05^{\circ}04'40''S$, $\lambda = 42^{\circ}49'47''O$) e P2 ($\phi = 05^{\circ}06'49''S$, $\lambda = 42^{\circ}44'20''O$), conforme esboçado na Figura abaixo.



Figura 1 - Localização do trecho de interesse do projeto (Fonte: Google Earth).

<p>Contratante:</p> <p>ENEFER</p>	<p>MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO METRÔ DE TERESINA-PI</p>	<p>Executora:</p> 
--	--	---

3. REFERENCIAIS GEODÉSICOS UTILIZADOS

3.1. Referencial Planialtimétrico

Todos os trabalhos executados possuem como referência básica os vértices de primeira ordem do IBGE, homologados junto ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB.

Para composição dos produtos foi utilizado como Referencial Planimétrico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS2000 e o Sistema de Projeção UTM no Fusos 23 Sul. A definição destes sistemas é dada pelos parâmetros apresentados a seguir.

3.1.1. Referencial Planimétrico

- Nomenclatura oficial: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
- Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional - ITRS (International Terrestrial Reference System)
- Figura geométrica para a Terra: Elipsoide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (Geodetic Reference System 1980 - GRS80)
- Semi-eixo maior $a = 6.378.137\text{m}$
- Achatamento $f = 1/298,257222101$
- Parâmetros referentes ao posicionamento espacial do elipsoide:
- Origem: Centro de massa da Terra (Geocêntrico).
- Orientação: Pólos e meridiano de referência consistentes em $\pm 0.005''$ com as direções definidas pelo BIH (Bureau International de l'Heure), em 1984,0.
- Estações de Referência: 21 estações da Rede Continental SIRGAS2000, estabelecidas no Brasil e identificadas formam a estrutura de referência a partir da qual o sistema SIRGAS2000 é materializado em território nacional. É incluída nesse conjunto a estação SMAR, pertencente à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), cujas coordenadas foram determinadas pelo IBGE posteriormente à campanha GPS SIRGAS2000.
- Época de Referência das coordenadas: 2000,4.
- Materialização: Estabelecida por intermédio de todas as estações que compõem a Rede Geodésica Brasileira, implantadas a partir das estações de referência.

3.1.2. Sistema de Projeção UTM

O Sistema de Projeção Cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) foi adotado pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército e pelo SGB-IBGE como padrão para o mapeamento sistemático do país. Conforme as premissas constantes em normas técnicas, o Sistema UTM foi utilizado como Sistema de Projeção de Coordenadas para composição dos insumos e produtos finais.

<u>Contratante:</u> ENEFER	MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO METRÔ DE TERESINA-PI	<u>Executora:</u> 
--------------------------------------	---	--

Parâmetros da Projeção UTM Fuso 23 Sul

- Nomenclatura: SIRGAS_2000_UTM_Zone_23S
- Projeção: Transverso de Mercator
- MC= 45 WGr.
- Falso E= 500.000
- Falso N= 10.000.000
- Fator de Escala: 0,9996
- Latitude de Origem: 0°00' 00"
- Unidade Linear: metros

Todos os processamentos, tratamentos e produtos gerados neste contrato foram confeccionados no Sistema de Referência SIRGAS2000 e na Projeção UTM indicada (F23S).

3.2. Referencial Altimétrico

O Referencial Altimétrico adotado para o projeto é o mesmo utilizado pelo SGB-IBGE: o Datum Altimétrico de Imbituba, que coincide com a superfície equipotencial que contém o nível médio dos mares, definidos pelas observações maregráficas tomadas na Baía de Imbituba-SC e pela materialização das Referências de Nível da Rede Altimétrica do SGB-IBGE, Reajustadas em 2011.

A determinação das Altitudes Geométricas (Elipsoidais) dos vértices foi feita através de receptores GNSS de dupla frequência L1/L2. Para compensação da Altura (ou Ondulação) Geoidal foi utilizado o Modelo de Ondulação Geoidal Local.

O Modelo Geoidal Local existente possibilitou a conversão das Altitudes Geométricas (que são referidas ao elipsoide), em Altitudes Ortométricas (referidas ao nível médio dos mares).

4. REDE DE REFERÊNCIA

Os vértices estão materializados em locais de fácil acesso, com o intuito de atender futuros levantamentos. Os vértices utilizados para o empreendimento estão apresentados na figura abaixo.

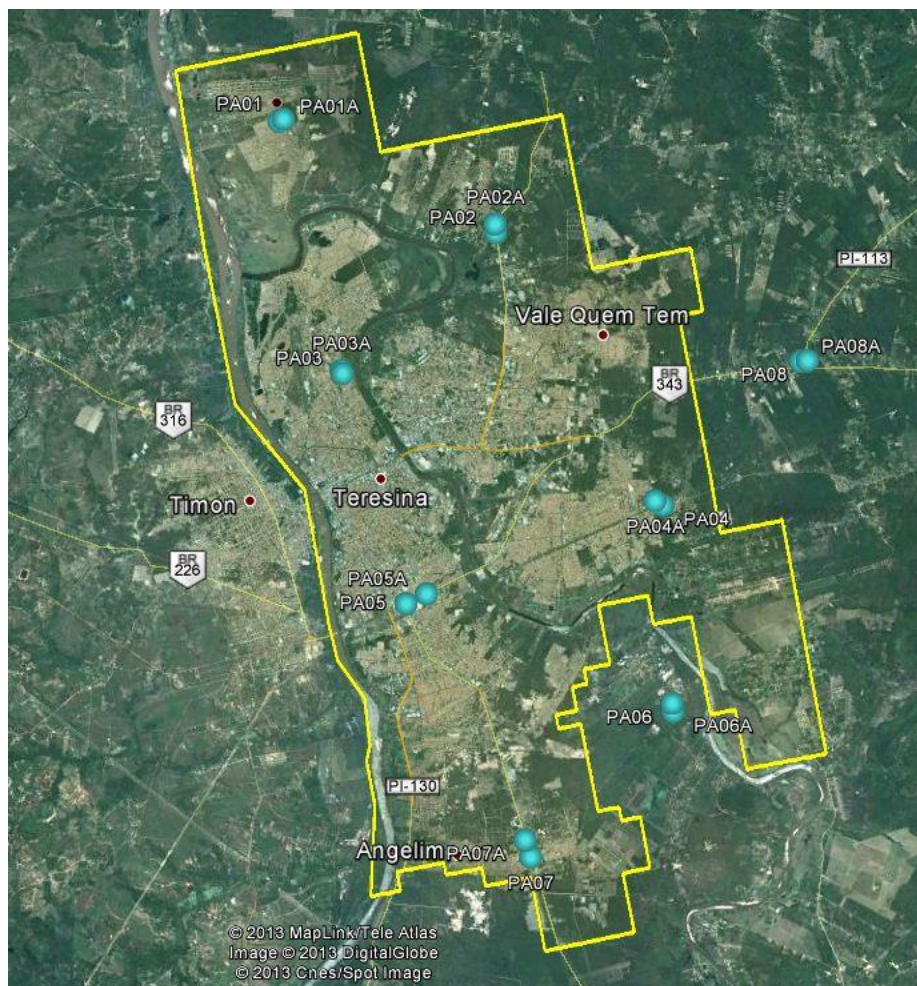


Figura 2 - Localização do trecho de interesse do projeto (Fonte: Google Earth).

A tabela abaixo apresenta os valores das coordenadas dos vértices utilizados como referência.

Tabela 1 - Lista de Coordenadas dos vértices da Rede de Referência.

SIRGAS 2000,4								
Vértice	COORDENADAS UTM - FUSO 23 SUL				COORDENADAS GEODÉSICAS		Altitude Geométrica	
	Leste (m)	σ (m)	Norte (m)	σ (m)	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	(m)	σ (m)
PA01	740864,603	0,015	9447771,554	0,015	S4°59'32,85970"	O42°49'39,85849"	60,912	0,050
PA01A	740736,804	0,021	9447709,229	0,020	S4°59'34,90175"	O42°49'43,99905"	58,773	0,048
PA02	747204,634	0,017	9444380,761	0,015	S5°01'22,51629"	O42°46'13,74706"	53,700	0,075

Contratante:

ENERFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



SIRGAS 2000,4								
Vértice	COORDENADAS UTM - FUSO 23 SUL				COORDENADAS GEODÉSICAS		Altitude Geométrica (m)	σ (m)
	Leste (m)	σ (m)	Norte (m)	σ (m)	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")		
PA02A	747187,722	0,033	9444635,578	0,029	S5°01'14,22568"	O42°46'14,32407"	46,237	0,061
PA03	742610,051	0,010	9440215,574	0,009	S5°03'38,57268"	O42°48'42,39606"	40,318	0,037
PA03A	742570,864	0,030	9440302,328	0,025	S5°03'35,75366"	O42°48'43,67732"	41,767	0,065
PA04	752166,159	0,011	9436254,017	0,011	S5°05'46,42060"	O42°43'31,81723"	64,174	0,058
PA04A	751928,727	0,026	9436392,883	0,023	S5°05'41,92885"	O42°43'39,53874"	64,991	0,062
PA05	744486,172	0,006	9433360,104	0,004	S5°07'21,46690"	O42°47'40,74797"	82,839	0,024
PA05A	745099,250	0,022	9433645,326	0,016	S5°07'12,11613"	O42°47'20,88128"	76,450	0,041
PA06	752447,562	0,012	9430364,960	0,011	S5°08'58,02897"	O42°43'22,00593"	45,542	0,050
PA06A	752474,360	0,025	9430108,667	0,023	S5°09'06,36609"	O42°43'21,10647"	43,506	0,058
PA07	748175,783	0,011	9425827,621	0,007	S5°11'26,17799"	O42°45'40,13679"	109,813	0,036
PA07A	748013,193	0,004	9426341,340	0,004	S5°11'09,47891"	O42°45'45,47332"	109,497	0,008
PA08	756484,143	0,007	9440531,659	0,004	S5°03'26,72162"	O42°41'12,17926"	92,907	0,022
PA08A	756280,596	0,002	9440506,733	0,002	S5°03'27,55634"	O42°41'18,78174"	91,950	0,006

Contratante: ENEFER	MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO METRÔ DE TERESINA-PI	Executora: 
-------------------------------	---	---

5. COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA DIGITAL

Como insumo dos produtos a serem confeccionados, foram utilizados a Missão Aerofotogramétrica de 2013 realizada para a cidade de Teresina e Missão Aerofotogramétrica de 2022 disponibilizada pelo cliente.

A Missão Aerofotogramétrica de 2022 foi realizada nas proximidades da intersecção do viaduto da ferrovia sob a Avenida Padre Humberto Pietrogrande devido à obras que foram realizadas após a Missão Aerofotogramétrica de 2013.

5.1. Missões Aerofotogramétrica de 2013

Foi executada com resolução de 10cm e direção das linhas de voo no sentido em que melhor se ajustava à área de estudo (Leste – Oeste), para uma melhor organização do trabalho, recobrimo lateralmente em 30% e longitudinalmente em 60%, garantindo a superposição estereoscópica entre os modelos formados por estas fotos.

A cobertura aérea foi realizada usando uma aeronave Carajá, matrícula PT-VDT, equipada com piloto automático, rastreador de satélites do sistema NAVSTAR – GPS, radar para navegação e com autonomia de 4 horas.

Para execução da cobertura aérea foi utilizada a câmera UltraCam-X, sem impactar na qualidade técnica e na extensão da área prevista para o recobrimento aéreo do projeto. A aeronave foi especialmente preparada com equipamentos de alta sensibilidade para aquisição de dados de posicionamento preciso no momento da tomada das fotos, conforme descrito a seguir:

- **Câmera aérea digital de grande formato:** de fabricação da Vexcel Microsoft modelo UltraCam-X com quadro de aquisição de imagem de 14.430 x 9.420 formado por 13 CCDs com pixel de resolução de 7.2 micrômetros e 216 megapixels, o que permite captar imagens aéreas com resolução real de até 3 cm. A câmera é acompanhada de duas unidades de armazenamento com redundância de gravação de imagens capaz de arquivar até 4000 imagens. Os sensores captam as imagens em 5 bandas (PAN, R, G, B e NIR) em 16 bits o que permite processar as imagens em pancromático, colorido e infravermelho;
- **Plataforma giro-estabilizada:** de fabricação Somag Ag Jena modelo GSM-300 sobre o qual a câmera é montada, o que permite compensar as oscilações da aeronave durante o voo fotogramétrico a uma taxa de 15^o/seg e aceleração de até 300^o/seg². Além disso, a plataforma corrige a deriva ocasionada por ventos laterais a partir de informações da Unidade de Medição Inercial - IMU, garantindo uma melhor

<p>Contratante:</p> <p>ENEFER</p>	<p>MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO METRÔ DE TERESINA-PI</p>	<p>Executora:</p> 
--	--	---

verticalidade e geometria das faixas de voo;

- **Sistema de Gerenciamento do Voo Fotogramétrico:** denominado POStTrack que possibilita o planejamento da missão fotogramétrica, definindo as coordenadas de disparo de cada foto, garantindo o recobrimento longitudinal (60% - entre fotos) e lateral (30% - entre faixas contíguas). Durante a missão o sistema permite a visualização do voo simultaneamente pelo piloto (touchscreen) e pelo operador (laptop) possibilitando a seleção das faixas de voo e definição da melhor manobra para cada entrada e saída de faixa. Além disso, o sistema monitora os parâmetros necessários à boa qualidade do voo, tais como: visualização em tempo real da qualidade das imagens digitais, ajustes de contraste e brilho, presença de nuvens, qualidade e continuidade dos dados GNSS/IMU e funcionamento da plataforma;
- **Unidade de Medição Inercial:** fabricado pela Applanix, modelo AV 310, esse sistema adquire e grava durante o voo os ângulos de giros residuais (não absorvidos pela plataforma) a uma taxa de 200 Hz com uma precisão de 0,015°, pós-processado, por meio de um sistema triplo de giroscópios. O sistema também possui um receptor GNSS geodésico de dupla frequência L1/L2 que grava os sinais da constelação de satélites a uma taxa de 1 Hz e que permite uma precisão final DGPS abaixo de 10 cm no posicionamento do centro perspectivo das fotos.

Durante a execução do recobrimento aéreo foram observados todos os critérios necessários para a sua realização, tais como:

- Recobrimento lateral de 30% e longitudinal de 60%, nunca ultrapassando 3% de erro;
- O ângulo de rotação horizontal (deriva) entre exposições consecutivas deve ser mantido o menor possível, sendo admitida como tolerância a média de 2° por faixa, em casos isolados pode-se chegar a 3%;
- Correção do desvio de rumo, de maneira a não ultrapassar 2° (dois graus sexagesimais), como discrepância máxima entre duas fotografias;
- A altitude média de voo não variando mais que 5%;
- Tomada de fotografias aéreas com o Sol superior a 30° (trinta graus sexagesimais) da linha do horizonte para regiões planas e 45° (quarenta e cinco graus sexagesimais) para regiões montanhosas.

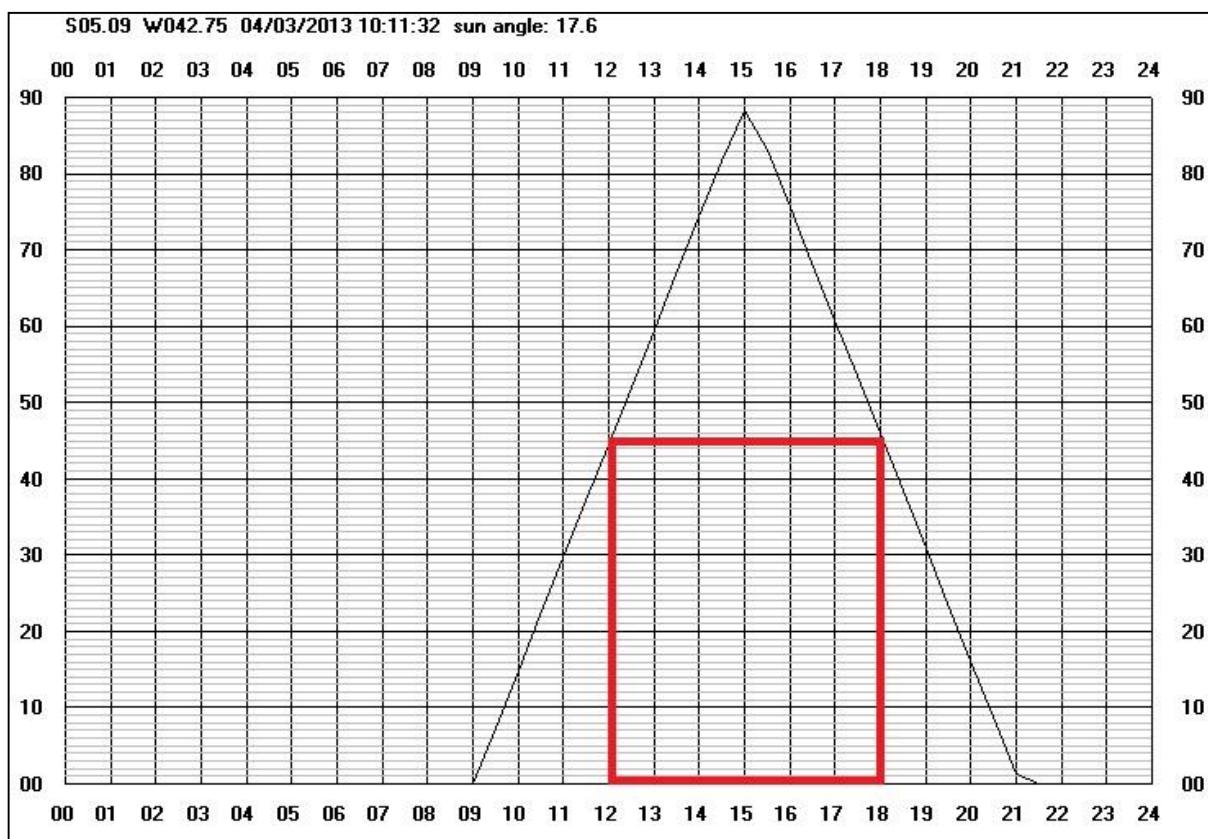


Figura 3: Ângulo solar – Horário UTC – Horário Local = -3 hs

5.1.1. Sistema de Georreferenciamento Direto

Todo esse conjunto de sistemas acoplados à câmera fotográfica tem a finalidade de orientação das fotografias eliminando ou diminuindo significativamente a necessidade de aerotriangulação. Quando descrevemos a metodologia de voo apoiado ou georreferenciamento direto, significa obter todos os dados de orientação dos modelos ou parâmetros de recessão espacial, diretamente durante o voo fotogramétrico.

O conjunto funciona totalmente integrado através de uma unidade de controle que centraliza todas as informações coletadas pelo receptor GNSS e pelo IMU e o próprio sistema emite sinais eletrônicos para os demais componentes, sendo estes disparados automaticamente.

A sequência inicia-se no sistema de navegação do avião, que coleta as coordenadas e envia para a tela do Tracker que monitora o voo. Quando o operador seleciona uma faixa para voo, o piloto guia a aeronave nesta direção corrigindo conforme orientação na tela de controle instalada no Manche do avião. Ao passar pela posição projetada para a fotografia, o sistema Tracker emite um sinal para a câmera e esta dispara automaticamente. Neste momento do disparo, o IMU (sistema inercial) que está instalado dentro da câmera, registra os ângulos de inclinação do avião (κ ,

phi e ω) e emite os valores para a plataforma GSM300 que se movimenta em sentidos opostos compensando os ângulos tornando a câmera nivelada. Como ainda persiste algum resíduo dos ângulos de atitude da câmera, o IMU registra estes valores para posterior orientação dos modelos na restituição. Também no mesmo instante da tomada da fotografia, a câmera emite um sinal para o receptor GNSS geodésico de dupla frequência constante da unidade PCS da Applanix onde registra o instante “t” em fração de segundos da tomada da fotografia. A deriva também é avaliada pelo sistema e corrigida automaticamente.

A sequência de Figuras 05 a 11, apresentadas a seguir ilustra o sistema completo descrito anteriormente e detalha melhor a instalação do conjunto dentro da aeronave, bem como os braços de alavanca existentes entre os centros de cada medida.

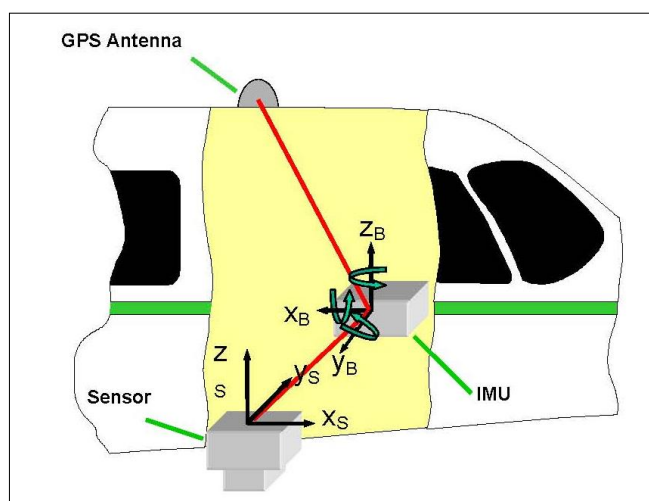


Figura 4: Composição do sistema de orientação

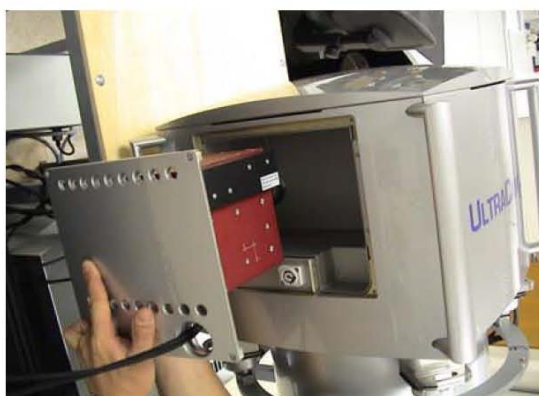


Figura 5: Instalação do IMU na câmera



Figura 6: Câmera sobre a plataforma GSM3000

Contratante:

ENEFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



Figura 7: Tela do Tracker do piloto



Figura 8: Câmera, plataforma e unidade de armazenamento

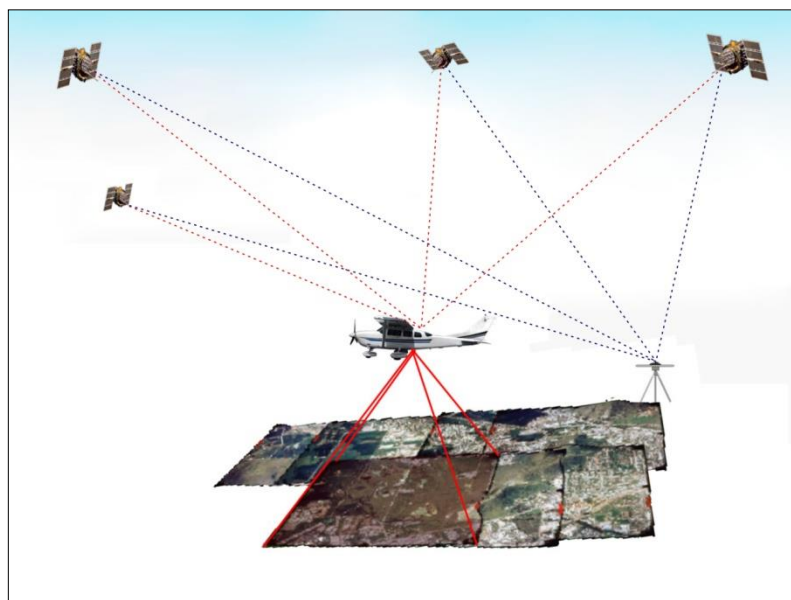


Figura 9: Ilustração da execução de voo apoiado com GPS. Constelação de satélite e GPS de solo



Figura 10: Aeronave Embraer, modelo EMB-820C CARAJÁ, prefixo PT-VDT

<p>Contratante:</p> <p>ENEFER</p>	<p>MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO METRÔ DE TERESINA-PI</p>	<p>Executora:</p> 
--	--	---

Todo esse conjunto de metodologias requer uma série de procedimentos de forma que tudo funcione plenamente e que os resultados obtidos sejam satisfatórios conforme exigências de precisão do trabalho. Principalmente seguir rigorosamente todas as etapas especificadas pelos fabricantes dos sistemas que garantem a precisão quando seguidas as especificações mínimas exigidas.

5.2. Missões Aerofotogramétrica de 2022

Esta missão foi executada com resolução de 10cm com equipamento Drone DJI Phantom 4 Pro RTK pelo cliente e disponibilizadas as fotos como insumo para integração com a missão aerofotogramétrica de 2013.

O Drone Phantom 4 Pro RTK é guiado por Controladora Remota que possibilita a conexão à algum Smartphone e equipado por Gimbal e Camera, onde a responsabilidade do Guimbal é controlar os movimentos a serem realizados com o objeto da Camera e esta realizar as capturas de imagem de acordo com o configurado, abaixo estão as configurações do conjunto.

- Drone
 - Peso (bateria e hélices incluídas): 1368 g;
 - Tamanho diagonal (hélices excluídas): 350 mm;
 - Velocidade máxima de subida: Modo S de 6 m / s e Modo P de 5 m / s;
 - Velocidade máxima de descida: Modo S de 4 m / s e Modo P de 3 m / s;
 - Velocidade máxima: Modo S de 45 mph (72 kph), Modo A de 36 mph (58 kph) e Modo P de 31 mph (50 kph);
 - Ângulo máximo de inclinação: Modo S de 42, Modo A de 35° e Modo P de 25°;
 - Velocidade Angular Máxima: Modo S de 250° / s e Modo A de 150° / s;
 - Limite máximo de serviço acima do nível do mar: 19685 pés (6.000 m);
 - Resistência máxima à velocidade do vento: 10 m / s;
 - Tempo Máximo de Voo: Aproximadamente de 30 minutos
 - Faixa de temperatura operacional: 32° a 104° F (0° a 40° C);
 - Sistemas de Posicionamento por Satélite: GPS / GLONASS;
 - Faixa de Precisão de Pairar:
 - Vertical:
 - ± 0,1 m (com posicionamento de visão)
 - ± 0,5 m (com posicionamento de GPS)
 - Horizontal:

<p>Contratante:</p> <p>ENEFER</p>	<p align="center">MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO METRÔ DE TERESINA-PI</p>	<p>Executora:</p> 
--	---	---

- $\pm 0,3$ m (com posicionamento de visão)
- $\pm 1,5$ m (com posicionamento de GPS)
- Guimbal
 - Estabilização: 3 eixos (inclinação, rotação e guinada);
 - Alcance Controlável: Inclinação de -90° a $+30^\circ$;
 - Velocidade angular máxima controlável: Inclinação de 90° ;
 - Faixa de vibração angular: $\pm 0,02^\circ$
- Camera
 - Sensor: Pixels efetivos de 1 " CMOS : 20M;
 - Lente: FOV 84° 8,8 mm / 24 mm (formato equivalente a 35 mm) f / 2.8 - f / 11 foco automático a 1 m - ∞ ;
 - Faixa ISO:
 - Vídeo:
 - 100 - 3200 (automático);
 - 100 - 6400 (manual).
 - Foto:
 - 100 - 3200 (automático);
 - 100-12800 (manual).
 - Velocidade Mecânica do Obturador: 8 - 1/2000 s;
 - Velocidade do obturador eletrônico: 8 - 1/8000 s;
 - Tamanho da imagem:
 - Proporção 3: 2: 5472 \times 3648;
 - Proporção 4: 3: 4864 \times 3648;
 - Proporção 16: 9: 5472 \times 3078.
- Tamanho da imagem PIV:
 - 4096 \times 2160 (4096 \times 2160 24/25/30/48 / 50p);
 - 3840 \times 2160 (3840 \times 2160 24/25/30/48/50 / 60p);
 - 2720 \times 1530 (2720 \times 1530 24/25/30/48 / 50 / 60p);
 - 1920 \times 1080 (1920 \times 1080 24/25/30/48/50/60 / 120p);
 - 1280 \times 720 (1280 \times 720 24/25/30/48/50/60 / 120p).
- Modos de fotografia estática:
 - Único tiro;
 - Tiro Burst: 3/5/7/10/14 quadros;
 - Exposição Automática (AEB): 3/5 quadros enquadradas em 0.7 EV Viés;
 - Intervalo: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s.

Contratante:

ENEFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



- Sistemas de arquivos suportados: FAT32 (≤ 32 GB); exFAT (> 32 GB);
- Foto: JPEG, DNG (RAW), JPEG + DNG;
- Vídeo: MP4 / MOV (AVC / H.264; HEVC / H.265);
- Cartões SD Suportados:
 - Capacidade máxima de Micro SD : 128 GB;
 - Velocidade de gravação ≥ 15 MB / s, classe 10 ou classificação UHS-1 necessária.
- Faixa de temperatura operacional: 32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C).

Contratante:

ENEFER

**MAPEAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO
METRÔ DE TERESINA-PI**

Executora:



Figura 12: Ilustração da execução de voo apoiado com GPS. Constelação de satélite e GPS de solo



Figura 13: Ilustração da execução de voo apoiado com GPS. Constelação de satélite e GPS de solo