

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS REALIZADOS
(PELA CONTRATADA GEODADOS GEOPROCESSAMENTO E SERVIÇOS AÉREOS
ESPECIALIZADOS LTDA.)

1. REESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS ESPACIAL

1.1. Arquivos digitais de ortofotos – área urbana

A escala de voo foi de 1:5.000 e o GSD (Ground Sample Distance) de 10 cm, permitindo a geração de ortofotos digitais em escala 1:1000 com PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) Classe A.

Área de Cobertura

A área para a cobertura aerofotogramétrica e do perfilamento laser foi de **250 Km²**.

Aeronave, Equipamentos, Acessórios e Materiais

As fotografias foram tomadas com aeronave para esse fim adaptada, equipada com:

- a. Câmera digital com resolução de 35 Megapixels;
- b. Mecanismo de integração ao GPS (Global Position System), que comanda o disparo automático da foto aérea, conforme sua posição previamente planejada;
- c. Mecanismo de registro automático de coordenadas do centro perspectivo das fotos no momento da tomada, através de receptor GNSS (Global Navigation Satellite Systems) de dupla frequência (L1 e L2) e registro da atuação da aeronave através de Unidade Inercial (IMU) nos eixos de rotação, inclinação e direção, já levando em consideração a curvatura terrestre do ponto de captação;
- d. Controlador automático de recobrimento;
- e. Suporte para câmera com nivelamento eletrônico de rotação e inclinação e de correção eletrônica da deriva, integrado a unidade inercial.

Plano do voo para o aerolevante Fotogramétrico

A execução do voo fotogramétrico foi precedida da elaboração do Plano de Aerolevante Fotogramétrico, no qual constou:

- a. Área sobrevoada;
- b. Superposição longitudinal das fotos de 60%;
- c. Superposição lateral entre faixas contíguas de 30%;
- d. Croqui do aerolevante planejado em coordenadas geográficas contendo a projeção das fotos, direção e número de faixas de sobrevoo.

Execução do Aerolevante Fotogramétrico

As fotografias aéreas foram tomadas em dias claros, de céu com poucas e sem nuvens, a partir do plano previamente elaborado e de acordo com as seguintes especificações:

- a. Superposição longitudinal das fotos de 60%;
- b. Superposição lateral entre faixas de voo contíguas de 30%;
- c. Escalas das fotografias 1:5.000 e Ground Sample Distance (GSD) 10 cm com tolerância de $\pm 20\%$.

Fotoíndice do Aerolevante Fotogramétrico

Contem:

- a. Número do projeto;

- b.** Nome da CONTRATADA;
- c.** Enquadramento geográfico;
- d.** Indicação do Norte Geográfico;
- e.** Escala do aerolevanteamento e foto índice;
- f.** Identificação de aerofotos e faixas;
- g.** Toponímia principal;

Apoio de Campo

O apoio básico planialtimétrico foi constituído pela rede de marcos de 1ª ordem do IBGE, existentes na região. Pontos adicionais necessários foram coletados com receptor GNSS de dupla frequência (L1 e L2).

Aerotriangulação

A aerotriangulação foi realizada considerando-se os valores de atuação nos 3 eixos, obtidos pela unidade inercial.

Perfilamento Laser

Os dados altimétricos do terreno foram obtidos através da tecnologia de Perfilamento a Laser Aerotransportado - LiDAR- Light Detection And Ranging;

A Aeronave é homologada para esta finalidade, com certificado de aeronavegabilidade válido na data de apresentação da proposta, bem como formulário SEGVVOO contendo a homologação do sensor utilizado;

O Equipamento de perfilamento Laser, com uma taxa de varredura de no mínimo 150 kHz, integrado com receptor GNSS e sistema inercial IMU/GPS com precisão de pelo menos 0,005° (Roll e Pitch) e de 0,008° (Heading);

Houve a necessidade de se transformar as alturas geométricas (h) em altitudes ortométricas (H). A altitude ortométrica dos pontos rastreados foi obtida utilizando mapa geoidal local, anteriormente citado;

O Ângulo de abertura foi de, no máximo 50°.

Planejamento do voo para o perfilamento a laser.

A cobertura por sensor laser aerotransportado foi executada para atender uma densidade mínima de dois pontos por metro quadrado (2 pontos/m²);

A altura de vôo foi condicionada a obtenção da precisão e exatidão necessárias para atendimento ao termo de referência.

O planejamento analisou também:

- a.** Largura e comprimento das faixas de perfilamento;
- b.** Velocidade do vôo;
- c.** Ângulo de abertura para varredura do sistema e frequência de pulso compatível a altura de vôo;
- d.** Superposição lateral (no mínimo 30%);
- e.** Número de faixas e
- f.** Número de pontos medidos numa linha de varredura.

A empresa elaborou o Plano Gráfico de Vôo, em escala adequada, onde foram lançadas as faixas de vôo sobre imagem de satélite e arquivos digitais no formato Keyhole Markup Language (KML) e Data Extended Format (DXF) do Plano de Voo, com os seguintes elementos:

- a.** Pontos de entrada e saída de faixa,
- b.** Estações de exposição; e
- c.** Limites de cada bloco.

Foi indicado o posicionamento das estações GNSS, com distâncias e quantidades necessárias para atender a precisão do mapeamento em questão, de acordo com o método que foi utilizado, voo apoiado ou para o georreferenciamento pelo Método Direto (INS-GNSS).

- a. Planejamento contem a indicação da localização das estações de base GPS no solo;
- b. Foram indicadas as configurações dos equipamentos e componentes:
 - b.a. GPS para estações de base;
 - b.b. GPS/INS integrados ao sistema de perfilamento a laser;
 - b.c. Softwares e hardwares que foram utilizados na cobertura aérea;
- c. Houve a indicação da precisão de cada equipamento utilizado;
- d. Consta a indicação posicional de cada marco geodésico que foi utilizado como estação de base durante a cobertura aérea;
- e. Constam os dados de calibração do sistema de perfilamento a laser;

Execução do voo do perfilamento a laser

Foi elaborada Planilha Comparativa dos dados de voo planejados com os dados adquiridos, no formato Excel (XLS);

Foram elaborados Relatórios dos arquivos GPS e IMU/INS da aeronave/sensor, informando as condições de levantamento e precisões atingidas durante a cobertura aérea;

Foram elaborados Arquivos das estações base e "rover" no formato RINEX (Receiver Independent Exchange Format) dos receptores GPS/GNSS ou GPS/GNSS e IMU registrados no perfilamento a laser;

Dados do perfilamento a laser

Dados pré-processados do perfilamento a laser sem filtragem foram armazenados no formato 'LAS' (ASPRS LiDAR Data Exchange Format Standar – versão 1.3 ou superior);

Dados tratados e classificados de modo a obter os seguintes produtos: Modelo Digital de Terreno (MDT), correspondente aos pontos ao nível do solo e Modelo Digital de Elevação (MDE), correspondente a superfície do terreno, incluindo os objetos de interesse a ele superpostos. O arquivo de MDT foi entregue em formato LAS 1.3 e DWG.

Geração de MDT e MDE

O perfilamento a LASER aerotransportado foi responsável pela coleta de dados para geração automática da nuvem de pontos do MDE. O MDT foi gerado por processo de filtragem automática a partir da totalidade dos pontos levantados no perfilamento (MDE);

Foi utilizado o equipamento perfilador que permite a varredura do terreno com obtenção de uma nuvem de pontos com densidade de 2 pontos/m².

A exatidão posicional dos pontos obtidos no perfilamento garantiu o Padrão de Exatidão Classe A.

Ortofotos

As ortofotos foram obtidas pelo processo de ortorretificação das aerofotos coletadas. Inicialmente as aerofotos foram submetidas ao tratamento de homogeneização de contraste, brilho e tonalidade. Em seguida, utilizando o Modelo Digital do Terreno (MDT) e os dados captados pelo Sistema Inercial e receptores GNSS, as aerofotos foram processadas em sistemas especializados para geração de Ortofotos e Ortomosaico Digitais. As junções (costuras) entre ortofotos foram realizadas de tal forma a evitar desalinhamentos. A CONTRATADA elaborou o modelo digital do terreno que foi utilizado na geração das ortofotos.

Produtos que foram entregues

Arquivos digitais contendo:

- Arquivo digital do plano do voo/perfilhamento laser;
- Arquivo digital do modelo de terreno (formato LAS 1.2 e DWG)
- Arquivos digitais de ortofotos (formato TIF)
- Restituição planimétrica de curvas de nível de 1 em 1 metro com curvas mestras de 5 em 5 metros.

1.2. BASE DE DADOS georreferenciados do Mapa Urbano Básico

Foi adotado o Sistema de Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) e os Sistemas Geodésicos de Referência:

Datum Horizontal - SIRGAS 2000;

Datum Vertical – RRN de Imbituba - SC.

Para início dos trabalhos de confecção da base de dados georreferenciados do Mapa Urbano Básico, a CONTRATANTE entregou à CONTRATADA cópia da base de dados do cadastro imobiliário urbano, da base de dados georreferenciados do Mapa Urbano Básico existente, das plantas de quadras com a divisão dos imóveis contendo o código e numeração de quadras e lotes, ortofotos de acervo e acesso aos boletins de informações cadastrais e fichas de cadastro imobiliário.

A CONTRATADA apresentou, antes do início do trabalho de restituição aerofotogramétrica das entidades gráficas, o diagnóstico prévio da base de dados do Cadastro Fiscal Imobiliário Urbano com totalizações de bairros, eixos de logradouros, quadras, lotes e economias, bem como apresentou a lista das inconsistências encontradas.

Os eixos de logradouros, quadras, lotes e pontos de cadastro foram codificados de acordo com a base de dados do cadastro fiscal imobiliário urbano da CONTRATANTE. Os eixos de logradouros foram restituídos no centro das vias públicas, a restituição das quadras excluiu o passeio, dos lotes obedeceram a muros e cercas quando observados nas ortofotos e os pontos de cadastro foram editados no centro geométrico dos respectivos lotes.

Após a restituição aerofotogramétrica, a base de dados georreferenciados do Mapa Urbano Básico apresentou as seguintes entidades gráficas devidamente codificadas:

Entidade	Feição
Eixo de logradouro	polilinha
Quadra	polígono
Lote	polígono
Ponto de cadastro	ponto

O Mapa Urbano Básico foi entregue nos formatos compatíveis com o sistema de geoprocessamento em uso na CONTRATANTE. A CONTRATADA executou os serviços de geoprocessamento para **145.000 (cento e quarenta e cinco mil)** imóveis da base de dados do cadastro fiscal imobiliário urbano, cedida pela CONTRATANTE no início dos trabalhos.

As incoerências encontradas entre a base de dados georeferenciadas do Mapa Urbano Básico, vetorizado pela CONTRATADA, com a base de dados do cadastro fiscal imobiliário urbano e mapas, fornecidos pela CONTRATANTE, foram listadas, classificadas e apresentadas pela CONTRATADA ao corpo técnico da CONTRATANTE.

A correção das incoerências foi executada pela CONTRATANTE e CONTRATADA. Coube à CONTRATANTE definir os códigos fiscais dos lotes incoerentes sobre a base cartográfica municipal e enviar estes dados à CONTRATADA, que geoprocessou. Todos os lotes incoerentes que foram codificados pela CONTRATANTE, foram geoprocessados pela CONTRATADA.

Digitalização das plantas de quadras fiscais

As plantas de quadras não foram transportadas para fora da sede da CONTRATANTE. A CONTRATADA executou a digitalização das plantas de quadras na sede da CONTRATANTE. A CONTRATADA codificou todas as imagens de plantas de quadras e posteriormente retificou-as e georreferenciou-as sobre as ortofotos, de tal maneira que a CONTRATADA pôde utilizá-las como guia na restituição aerofotogramétrica e codificação de logradouros, quadras, lotes e edificações e a CONTRATANTE pôde conferir e aprovar a restituição aerofotogramétrica e a codificação, tendo como referência a planta de quadra fiscal original.

Produtos/Serviços

- Arquivos digitais de plantas de quadras fiscais digitalizadas;
- Arquivo digital contendo o diagnóstico da base dados do cadastro imobiliário;
- Arquivos digitais de plantas de quadras fiscais retificadas;
- BASE DE DADOS georreferenciados e codificados de logradouros;
- BASE DE DADOS georreferenciados e codificados de quadras;
- BASE DE DADOS georreferenciados e codificados de lotes.

Observação: Coube à CONTRATADA definir a configuração mínima de um (1) computador/servidor da CONTRATANTE que ficou dedicado, desde o início dos trabalhos, unicamente a receber os trabalhos de geoprocessamento e este está devidamente conectado à internet e autorizado a receber e enviar dados dos computadores da CONTRATADA.

1.3. Levantamento Fotográfico Terrestre Multidirecional – 360°

O levantamento realizado por unidade móvel motorizada foi contínuo, sem interrupções, ao longo dos eixos dos logradouros, representado no mapa por pontos justapostos e alinhados aos eixos dos logradouros. Os pontos de captação distaram de até 5 metros uns dos outros.

A unidade móvel motorizada de levantamento fotográfico registrou automaticamente as coordenadas UTM dos pontos de captação de cada foto. Em cada ponto a unidade captou, de forma sincronizada, 6 imagens em ângulos distintos que ao serem sobrepostas permitiu a visualização contínua e esférica do entorno.

A unidade de levantamento fotográfico vinculou automaticamente o ponto de captação das foto ao seu respectivo arquivo digitais.

Foi utilizado um receptor GPS com a capacidade de leitura das bandas L1 e L2 e constelações GPS e GLONASS, com velocidade de comunicação igual a 20 hertz, integrado a um hodômetro com sensor magnético, que garantiu melhor posicionamento dos pontos de captação das fotos.

As fotos foram captadas com ângulo e altura padronizados e distancia focal mínima de 2 metros.

As lentes focais utilizadas nas câmeras digitais garantiram uma cobertura de 360 graus girando a partir do eixo vertical (linha do horizonte) e 320 graus no eixo horizontal, sendo permitido desprezar o campo de visão em torno do próprio suporte de sustentação das câmeras.

As 6 imagens, captadas sincronizadamente e em diferentes ângulos em cada ponto geraram uma imagem única com 30megapixels de resolução.

Os arquivos digitais foram gerados originalmente em formato com compatível com OPENGL, um software de licença livre para visualização de imagens em 360 graus.

A CONTRATADA entregou ferramenta (sistema) para visualização e navegação das imagens multidirecionais.

Abrangência: todos os logradouros acessíveis à unidade móvel motorizada (veículo) de levantamento fotográfico, correspondendo a uma área de **250 Km²**.

Produtos/Serviços

- Arquivo digital do plano de levantamento Fotográfico Terrestre Multidirecional.
- BASE DE DADOS georreferenciados dos pontos de captação e fotos terrestres multidirecionais devidamente vinculados.
- Ferramenta de visualização de fotos em 360 graus multidirecional.