

ATESTADO TÉCNICO

A **PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO** atesta para os devidos fins que a empresa **FOTOTERRA ATIVIDADES DE AEROLEVANTAMENTOS LTDA** prestou satisfatoriamente o fornecimento dos produtos decorrentes de levantamentos aéreos: recobrimento aerofotogramétrico digital colorido (*Red, Green, Blue - RGB*) e infravermelho (*InfraRed – IR*); e perfilamento por *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation – LASER* do tipo *Light Detection And Ranging – LiDAR*, realizados em 2020. Os levantamentos aéreos foram processados, resultando como Produtos Finais, os conjuntos de Ortofotos, Nuvem de Pontos, Imagens e Modelos Digitais prontos para serem utilizados, nos formatos detalhados no Termo de Referência fornecido pela Prefeitura. As atividades foram executadas conforme o Termo de Contrato nº 33/2022, emitido em 16/08/2022.

Autorização de Voo do Ministério da Defesa (AVOMD) nº 1083/2020

Autorização de Aerolevante Fase Aeroespacial (AAFA) nº 074/2020/MD.

ATIVIDADES REALIZADAS:

- **Cobertura aerofotogramétrica com GSD de 10 cm (equivalente a escala 1:1.000):**
Recobrimento aerofotogramétrico utilizando a câmera aérea fotogramétrica digital Z/I DMC com distância focal nominal de 120mm, 106,16 mpixels (13.824 x 7.680 pixels), 12 bits, nos comprimentos de ondas R (vermelho), G (verde), B (azul) e Nir (infravermelho próximo), sendo todos os sensores com a mesma resolução espacial para a **área aproximada de 1.172,00 km² (hum mil cento e setenta e dois quilômetros quadrados)**, utilizando **sobreposição longitudinal de 60% e sobreposição lateral de 40%** e os seguintes sistemas acoplados: Plataforma giroestabilizada T-AS Z/1, INS/IMU Applanix 510, DGPS.
Realizado entre junho e agosto de 2020.
- **Cobertura aerofotogramétrica com GSD de 10 cm (equivalente a escala 1:1.000):**
Recobrimento aerofotogramétrico utilizando a câmera aérea fotogramétrica digital Z/I DMC com distância focal nominal de 120mm, 106,16 mpixels (13.824 x 7.680 pixels), 12 bits, nos comprimentos de ondas R (vermelho), G (verde), B (azul) e Nir (infravermelho próximo), sendo todos os sensores com a mesma resolução espacial para a **área aproximada de 235,00 km² (duzentos e trinta e cinco quilômetros quadrados)**, utilizando **sobreposição longitudinal de 90% e sobreposição lateral de 60%** e os seguintes sistemas acoplados: Plataforma giroestabilizada T-AS Z/1, INS/IMU Applanix 510, DGPS.
Realizado entre junho e agosto de 2020.
- **Cobertura aerofotogramétrica com GSD de 20 cm (equivalente a escala 1:5.000):**
Recobrimento aerofotogramétrico utilizando a câmera aérea fotogramétrica digital Z/I DMC com distância focal nominal de 120mm, 106,16 mpixels (13.824 x 7.680 pixels), 12 bits, nos comprimentos de ondas R (vermelho), G (verde), B (azul) e Nir (infravermelho próximo), sendo todos os sensores com a mesma resolução espacial para a **área aproximada de 372,00 km² (trezentos e setenta e dois quilômetros quadrados)**, utilizando **sobreposição longitudinal de 60% e sobreposição lateral de 40%** e os seguintes sistemas acoplados: Plataforma giroestabilizada T-AS Z/1, INS/IMU Applanix 510, DGPS.
Realizado entre junho e agosto de 2020.
- **Voo LiDAR com densidade de 10,0 pulsos/m²:**
Recobrimento aéreo utilizando sensor *LiDAR ORION H300* da *Teledyne Optech* e Sistema Inercial Applanix (Modelo POS AV 150) devidamente integrado com receptor GNSS de dupla frequência (L1/L2) configurado com taxa de frequência de 1 segundo, para uma **área de 1.544,00 km² (hum mil quinhentos e quarenta e quatro quilômetros quadrados)**, utilizando **sobreposição mínima de 55%**.
Realizado entre maio e agosto de 2020.
- **Topografia (Apoio Terrestre: apoio suplementar e controle de qualidade):**

Realização de levantamentos GNSS, ao longo de toda a área do projeto (município de São Paulo), de 82 pontos de controle vertical/horizontal para aerotriangulação e 46 pontos para o controle da qualidade geométrico dos produtos. Todos os rastreios GNSS foram realizados com receptores geodésicos de dupla frequência, método relativo estático.

Todos os pontos tiveram suas coordenadas planialtimétricas obtidas por meio do rastreamento GNSS, tendo como referência as estações RBMC e marcos geodésicos da rede fundamental do IBGE. As coordenadas altimétricas foram obtidas por redução de ondulação geoidal utilizando Mapgeo 2015 (IBGE).

Os pontos do apoio suplementar e os pontos para controle da qualidade não foram materializados.

Realizado em outubro de 2020.

- **Ortofotos RGB e IRGB:**

As imagens aerofotogramétricas são tomadas em perspectiva central, ou seja, os feixes de luz oriundos de diversos pontos localizados no terreno (espaço objeto) são imageados e convergem para um só ponto, compreendendo o centro da imagem, chamado de centro de perspectiva. O conjunto de feixes que chegam até o sensor são chamados de feixes perspectivos. Uma imagem em perspectiva central não é uma fonte segura no quesito informação métrica devido a rotação do sensor e outros fatores operacionais. A partir dos dados da câmera e sistemas acoplados, apoio básico e suplementar e aerotriangulação foram elaboradas, para toda a área do contrato, as ortofotos nas composições de bandas RGB e IRGB.

- ✓ **Ortofotos com GSD de 10 cm**

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato JPG2000, resolução radiométrica de 24 bits (8 bits por canal), em composições de bandas RGB e IRGB, **com GSD de 10 cm (equivalente a escala 1:1.000) para área de abrangência de aproximadamente 1.172,00 km²**. As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Ortofotocartas produzidas no Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

- ✓ **True Ortofotos com GSD de 10 cm**

Uma True Ortofoto apresenta todos os elementos existentes na imagem em posição NADIR (posição vertical), sem os deslocamentos de imagem provocados pela perspectiva central, evitando ocorrência de elementos em oclusão.

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato JPG2000, resolução radiométrica de 24 bits (8 bits por canal), em composições de bandas RGB e IRGB, **com GSD de 10 cm (equivalente a escala 1:1.000) para área de abrangência de aproximadamente 235,00 km²**. As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Ortofotocartas produzidas Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

- ✓ **Ortofotos com GSD de 20 cm:**

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato JPG2000, resolução radiométrica de 24 bits (8 bits por canal), em composições de bandas RGB e IRGB, **com GSD de 20 cm (equivalente a escala 1:5.000) para área de abrangência de aproximadamente 372,00 km²**. As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão

de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Ortofotocartas produzidas Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

- **Mosaico Piramidal**

Foi elaborado uma estrutura de *tiles* e piramidais para a publicação das Ortofotos (RGB) no servidor de mapas GeoServer versão 2.18.51. Foi utilizada a ferramenta ‘*gdal_retile*’ da biblioteca GDAL2 (*Geospatial Data Abstraction Library*), para o processamento das imagens.

Para a elaboração do Mosaico Piramidal foram utilizadas as ortofotos, em formato GeoTIFF, resolução radiométrica de 24 bits (8 bits por canal), em composição de bandas RGB, **com GSD de 10 cm (equivalente a escala 1:1.000) para área de abrangência de aproximadamente 1.544,00 km²**. As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Os arquivos do piramidal foram armazenados numa estrutura de pastas iniciando do nível ‘0’ (alta resolução), contendo a maior quantidade de *tiles*, até o nível de maior abstração das imagens originais, com a visão completa do mosaico em apenas 1 *tile* (baixa resolução). As pastas de cada nível contêm subpastas numeradas e arquivos *shapefile* (.SHP/.DBF/.FIX/.PRJ/PROPERTIES/.QIX/.SHX) de indexação para o *plugin ImagePyramid* do GeoServer.

Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

- **Modelos Digitais derivados do perfilamento LiDAR**

O LIDAR (*Light Detection and Ranging*) é um sensor remoto ativo a bordo de plataformas e um método direto de captura de dados, o mesmo possui sua própria fonte de energia, neste caso, uma fonte de luz, o laser. O LIDAR emite feixes de laser na banda do infravermelho próximo (IV) e é capaz de modelar a superfície do terreno tridimensionalmente.

- ✓ **Nuvem de pontos LiDAR:**

Obtida por meio do perfilamento de pontos realizado com o sistema LiDAR, com **densidade de 10,0 pulsos/m², para a área de 1.544,00 km²**. Consiste no produto original do perfilamento LiDAR, a partir do qual são elaborados os demais produtos. Este produto foi entregue devidamente georreferenciado ao Datum planimétrico SIRGAS2000 e altimétrico Imbituba (com redução elipsoidal realizado por meio do Mapgeo 2015).

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato Laz. As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

- ✓ **Modelo Digital de Superfície (MDS):**

Arquivo raster interpolado a partir da Nuvem de Pontos LiDAR, com **densidade de 10,0 pulsos/m², para a área de 1.544,00 km²**, com resolução radiométrica de 32 Bits, ou seja, contém informações tridimensionais da superfície terrestre e de todos seus objetos presentes, devidamente georreferenciado, para a área total do projeto. **O Modelo Digital de superfície foi obtido com resolução espacial de 0,50 m.**

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato GeoTIFF (32 bits). As atividades

executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

✓ **Modelo Digital de Terreno (MDT):**

Arquivo raster obtido a partir da aplicação de um filtro sobre a Nuvem de Pontos original de modo a remover todos os objetos localizados acima do terreno, ou seja, trata-se de uma nuvem de pontos reduzida contendo apenas os pontos que foram classificados como “Ground” (terreno), com **densidade de 4,0 pulsos/m², para a área de 1.544,00 km²**. Após esta filtragem foi realizada uma interpolação entre estes pontos, obtendo um arquivo raster com resolução radiométrica de 32 Bits e **resolução espacial de 0,50 m**.

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato GeoTIFF (32 bits). As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

✓ **Modelo Digital de Superfície Normalizado (MDSN):**

Arquivo raster resultante da subtração MDS-MDT, ou seja, trata-se de uma superfície a qual é possível identificar as alturas dos objetos (edificações, vegetação, postes, torres, linhas de transmissão, etc) em relação ao terreno, sendo este definido como zero. Após esta operação, obtém-se um arquivo raster, a partir da nuvem de pontos com **densidade de 10,0 pulsos/m², para a área de 1.544,00 km²**, com resolução radiométrica de 32 Bits e **resolução espacial de 0,50 m**.

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato GeoTIFF (32 bits). As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

✓ **Imagem de Intensidade 8 bits (INT_8b):**

Arquivo raster em escala de cinza dos valores contrastados do atributo intensidade. Sua elaboração consiste na interpolação do atributo Intensidade presente em cada ponto da nuvem, obtendo assim uma imagem em níveis de cinza, **para a área de 1.544,00 km²**, com resolução radiométrica de 8 Bits e **resolução espacial de 0,50 m**.

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato GeoTIFF (8 bits). As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

✓ **Imagem de Intensidade 16 bits (INT_16b):**

Arquivo raster de elevação dos valores do atributo intensidade. Sua elaboração consiste na interpolação do atributo Intensidade presente em cada ponto da nuvem, obtendo assim uma

imagem em níveis de cinza, **para a área de 1.544,00 km²**, com resolução radiométrica de 16 Bits e **resolução espacial de 0,50 m**.

Este produto foi entregue recortado conforme os limites oficiais das áreas de interesse e articulação definida pela Prefeitura (de acordo com o Sistema Cartográfico Metropolitano – SCM para as respectivas escalas de mapeamento), no formato GeoTIFF (16 bits). As atividades executadas neste projeto resultaram em produtos em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe “A”.

Datum planimétrico SIRGAS 2000. O referencial altimétrico coincide com o nível médio do mar na baía de Imbituba, litoral de Santa Catarina. Projeção UTM - Universal Transversa de Mercator.

Informamos ainda que os trabalhos foram realizados de forma adequada e satisfatória dentro de todos os padrões, especificações técnicas e prazos estabelecidos contratualmente.