

ANEXO	COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA E PERFILAMENTO A LASER
-------	---

SUMÁRIO

- 1. OBJETIVO**
- 2. PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES**
- 3. COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA**
 - 3.1. CÂMERAS AÉREAS MÉTRICAS**
 - 3.2. ESPECIFICAÇÕES GERAIS**
 - 3.3. CONFECÇÃO DOS FOTOMOSAICOS**
- 4. PERFILAMENTO A LASER DA ÁREA URBANA E URBANIZÁVEL**
 - 4.1. MODELO DIGITAL DO TERRENO**
 - 4.2. MODELO DIGITAL DE SUPERFÍCIE**
- 5. APOIO TERRESTRE E AEROTRIANGULAÇÃO**
 - 5.1. APOIO TERRESTRE**
 - 5.1.1. Apoio Terrestre Básico**
 - 5.1.2. Apoio Terrestre Suplementar**
 - 5.2. AEROTRIANGULAÇÃO**
- 6. MAPEAMENTO**
 - 6.1. RESTITUIÇÃO ESTEREOFOTOGRAMÉTRICA**
 - 6.2. REAMBULAÇÃO E EDIÇÃO**
 - 6.3. GERAÇÃO DE ORTOFOTOCARTAS**
- 7. TOPOGRAFIA COMPLEMENTAR**
- 8. APRESENTAÇÃO PRODUTOS FINAIS DA BASE CARTOGRÁFICA**
 - 8.1. Do Planejamento das Atividades**
 - 8.2. Da Cobertura Aerofotogramétrica**
 - 8.3. Do Apoio Terrestre e Aerotriangulação**
 - 8.4. Do Mapeamento**

1. OBJETIVO

O objetivo desta especificação é o de estabelecer as condições mínimas a serem observadas no desenvolvimento de serviços de Cobertura Aerofotogramétrica e Perfilamento a Laser, tendo por campo de aplicação projetos de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

2. PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES

O Planejamento de Atividades deve levar em consideração o interesse da CONTRATANTE em manter constante comunicação com a CONTRATADA, não só para que esta acompanhe e fiscalize a execução dos serviços como para promover, na medida do possível, uma transferência de tecnologia que permita à CONTRATANTE conhecer as tecnologias utilizadas e lhe dê autonomia para manter, ampliar, atualizar, manusear, armazenar ou, simplesmente, utilizar adequadamente os produtos resultantes desta licitação.

Além de atender às especificações técnicas aqui apontadas, a empresa CONTRATADA deve conhecer e acatar as disposições legais pertinentes, vigentes à época de realização dos serviços, de maneira a garantir a precisão e qualidade dos serviços e, mais especificamente, as contidas nos seguintes itens:

- Decreto-Lei nº 243, de 28 de fevereiro de 1967, que fixa as diretrizes e bases da cartografia nacional e legislação complementar;
- Decreto-Lei nº 1.177, de 21 de junho de 1971;
- Decreto nº 2.278, de 17 de julho de 1997;
- Portaria nº 637-SC-6/FA-61, de 05 de março de 1998;
- NBR 14166, de 30/09/1998 ABNT – descreve os procedimentos para implantação de Rede de Referência Cadastral Municipal;
- RPR 1/2005 – IBGE, altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro para o SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas;
- Decreto 89.817, de 20/06/84 - Instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional quanto aos padrões de exatidão;
- Decreto nº 5.334 de 6/01/2005 - Dá nova redação ao art. 21 e revoga o art. 22 do Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.

3. COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA

Cobertura aerofotogramétrica corresponde ao conjunto de operações aéreas e/ou espaciais de medição, computação e registro de dados do terreno, utilizando-se sensores e/ou equipamentos adequados, tipo de câmera aérea, bem como a interpretação dos dados levantados.

Para execução dos serviços, a CONTRATADA deverá apresentar plano de voo gráfico e analítico para ser submetido à aprovação da CONTRATANTE.

A cobertura aerofotogramétrica deverá ser executada em conformidade com o planejamento constante no plano de voo elaborado pela CONTRATADA e, previamente, submetido à aprovação da CONTRATANTE ou fiscalização indicada por esta. Além deste, outros cuidados devem ser tomados, de forma a atender aos seguintes itens:

- A cobertura aerofotogramétrica das áreas urbanizadas dos municípios deve ser executada de maneira a se obter imagens aéreas na resolução geométrica de 10 cm;
- A aeronave a ser utilizada deverá estar equipada com piloto automático e ter teto operacional mínimo capaz de suportar o equipamento fotográfico e a tripulação, de forma, a não interferir na tomada das fotos e na sua qualidade técnica, além de possuir receptor GPS para orientação da tomada das faixas de voo;
- A câmera aérea deverá ser instalada na aeronave, de forma tal que, a objetiva não seja atingida por respingos de óleos ou reflexos de raios solares. Caso haja vidros fixos sob a objetiva, estes não devem apresentar distorções.

3.1. CÂMERAS AÉREAS MÉTRICAS

Deverá ser utilizada câmara aérea métrica digital equipada com sistema ótico para fins cartográficos, não sendo admitida a utilização de câmeras de qualquer outro tipo. Essas câmeras deverão atender aos requisitos abaixo:

- A. Deverá ser dotada (fazer parte do corpo da câmera) de um sistema inercial para possibilitar a obtenção dos movimentos angulares do conjunto câmera fotogramétrica digital/aeronave, além de dispositivo de georreferenciamento em tempo real, através do Sistema de Posicionamento Global – GPS;
- B. Deverá possuir sensor de arquitetura matricial ou varredura, com

abrangência mínima de 12.000 pixels;

- C. Resolução geométrica do sensor CCD mínima de 7,0 micra (tamanho físico do pixel);
- D. Resolução espectral mínima de 12 bits em cada banda espectral.

3.2. ESPECIFICAÇÕES GERAIS

- A. Deverá ser apresentado certificado de calibração da câmera com data de no máximo 02 (dois) anos antes da data prevista para o voo, expedido pelo fabricante do equipamento ou por órgão certificador devidamente habilitado;
- B. A direção aproximada do voo deverá ser a que melhor se adapta ao polígono a ser mapeado, visando-se obter o menor número possível de faixas de voo e fotografias;
- C. A altitude de voo deverá ser tal que permita a obtenção de fotografias com GSD de 10 cm, com variação máxima na altura de voo de 5% em relação ao plano médio do terreno;
- D. A superposição longitudinal entre fotografias sucessivas de uma faixa deverá ser de pelo menos 60% (sessenta por cento), admitindo-se uma tolerância de $\pm 10\%$ (dez por cento) sobre a porcentagem adotada;
- E. A inclinação entre o eixo ótico da câmera aérea e a vertical do lugar não deverá ultrapassar 3 graus em cada exposição, desde que a inclinação média em toda a área não seja superior a 2 graus;
- F. A deriva máxima para fotos de uma faixa deverá ser de 5 graus, devendo a média da faixa não ser superior a 2 graus;
- G. De forma a minimizar o efeito das sombras, o voo deverá ser realizado em horário local que atenda a exigência de altura solar mínima de 45 graus, a partir do horizonte;
- H. O voo deverá ser realizado em condições atmosféricas favoráveis, não se admitindo incidência de nuvens nas imagens;
- I. Em cada série de três fotografias, a superposição comum não deverá ser reduzida a menos de 90% das dimensões laterais de cada foto, pelo efeito de deslocamento devido à deriva;
- J. Ao longo das faixas de voo, as fotografias extremas deverão formar, no mínimo, um modelo estereoscópico fora do limite da área de mapeamento;

- K. As faixas extremas deverão abranger uma área além do limite estabelecido, devendo esse limite ficar distanciado a, no mínimo, 4 cm da lateral das fotos;
- L. A cobertura aérea deverá ser executada com metodologia de georreferenciamento direto (GPS/IMU) para obtenção das coordenadas e ângulos residuais dos centros perspectivos das fotografias;
- M. Para obtenção das precisões esperadas deverá ser utilizada, no mínimo, uma estação GPS em solo durante a cobertura aérea, com distância máxima de 50 km.

3.3. CONFECÇÃO DOS FOTOMOSAICOS

Para a confecção dos fotomosaicos digitais, as fotografias deverão ser montadas em faixas e estas em blocos, em meio digital e, em seguida, reproduzidas em escala que melhor se adapte à poligonal de mapeamento, permitindo o enquadramento em formato A1. Deverão constar no fotomosaico as seguintes informações:

- Mosaico de fotografias em baixa resolução para ilustração visual da área coberta pelas imagens;
- Toponímia com as vias urbanas principais e os rios.
- Norte, escala gráfica e dados técnicos do voo, tais como: Nº Licença MD, data de execução, número de faixas, número de fotos, altura de voo e resolução da imagem.

4. PERFILAMENTO A LASER DA ÁREA URBANA E URBANIZÁVEL

Os dados altimétricos do modelo digital de terreno do sistema viário e fundos de vale dos cursos d'água, altura das edificações, bem como sua volumetria, deverão ser obtidos por meio da tecnologia de perfilamento a laser aerotransportado, de forma a tornar o projeto mais preciso. Para isso deverá ser utilizada a densidade mínima de 5 pontos/m² de forma a permitir o conhecimento altimétrico do terreno em regiões de mata ciliar.

Antes de iniciar as atividades de cobertura aérea para a execução do perfilamento a laser, a contratada deverá apresentar um planejamento da cobertura aérea com os seguintes requisitos:

- Altura de voo condicionada a obtenção da precisão e exatidão

necessária para atendimento ao objeto deste Termo;

- Largura das faixas de perfilamento (varredura);
- Comprimento das faixas de perfilamento;
- Velocidade do voo;
- Ângulo de abertura para varredura do sistema;
- Forma de espalhamento dos pontos laser no terreno;
- Diâmetro do footprint no terreno;
- Superposição lateral que deverá ser de no mínimo 10%;
- Número de faixas;
- Apresentação gráfica das linhas de voo planejadas com coordenadas iniciais e finais de cada faixa;
- Indicação da localização das estações de base GNSS no solo, que não deve exceder 30km da área de perfilamento;
- Indicação da localização das estações de base;
- Configurações dos equipamentos e componentes: GNSS para estações de base, GNSS/INS integrados ao sistema de perfilamento a laser; softwares e hardwares a serem utilizados na cobertura aérea;
- Indicação da precisão de cada equipamento a ser utilizado;
- Indicação posicional de cada marco geodésico que será utilizado como estações de base durante a cobertura aérea;
- Apresentação de dados de calibração do sistema de perfilamento a laser.
- Utilização de marcos da rede geodésica de primeira ordem do IBGE disponíveis na localidade. Se a distribuição, disposição e qualidade destes marcos não forem adequadas ao propósito, a CONTRATADA deverá se encarregar de levantar os pontos de base necessários para o perfilamento a laser.

O relatório de bordo deverá fornecer os resultados atingidos em relação ao planejado, seguindo o mínimo especificado abaixo:

- Os resultados da execução da cobertura aérea com a finalidade do perfilamento a laser não deverão divergir em até 5% do apresentado no planejamento; e esta nunca poderá ser inferior a área de mapeamento.
- Qualquer risco de não atendimento aos itens apresentados no

planejamento deverá ser informado por escrito ao CONTRATANTE, justificando o não atendimento e as consequências do mesmo.

- Comprovar através de quadrículas amostrais ao longo da área mapeada, a densidade de pontos laser realmente executada no modelo digital de superfície.
- Comprovar através dos gráficos de processamento GNSS a precisão posicional da trajetória da aeronave nas componentes planimétricas e altimétricas.
- A CONTRATADA deverá apresentar testes de qualidade que garantam que 90% dos pontos processados quando comparados com pontos de verificação com precisão planimétrica de 20 cm e altimetria de 10cm.

Os dados tratados e classificados a partir do perfilamento a laser deverão ser capazes de obter os seguintes produtos: Modelo Digital de Terreno (MDT), correspondente aos pontos ao nível do solo, e Modelo Digital de Superfície (MDS), correspondente à superfície do terreno, incluindo os objetos de interesse a ele superpostos, sobretudo edificações.

4.1. MODELO DIGITAL DO TERRENO

Deve ser considerado o seguinte:

- Na geração do MDT considerar somente pontos no nível do solo, isentos de vegetação e elementos não pertencentes ao solo (veículos, placas, postes, edificações, entre outros).
- Fornecer arquivos de MDT em malha original de pontos com densidade média horizontal de 5 pontos/m² (para áreas livres de obstáculos) em formato *.dwg e *.las.
- Fornecer planejamento de controle de qualidade da geração do MDT com antecedência do início das atividades de geração de MDT;
- Fornecer arquivos de estampagem sombreada (shader map) em gradiente e colorido (HSV Shader) do MDT que permitirá a visualização imediata das elevações na forma sombreada no formato Geotiff.
- A nuvem de pontos do perfilamento laser deverá ser importada em estação fotogramétrica para tratamento em ambiente de estereoscopia de eventuais erros de classificação. Também neste ambiente, deverá ser restituída a hidrografia observando os pontos mais baixos que

corresponde ao curso d'água e talwegues de forma que estes elementos sejam utilizados como bracklines para composição do MDT.

- Após o processamento e filtragem dos pontos laser, o modelo digital de terreno deve ser composto pela fusão dos elementos vetoriais restituídos, principalmente a hidrografia que será utilizada como brackline para o processo de composição do MDT.
- A partir dos pontos do MDT deverão ser geradas curvas de nível com equidistância vertical de 1,0 m (um metro) e curvas mestras com equidistância vertical de 5,0 m (cinco metros) com as seguintes especificações: as curvas de nível deverão ter traçado contínuo, devendo compor um nível de informação específico, com os respectivos valores altimétricos incorporados como atributos, nos formatos *.dwg. A edição das curvas de nível deverá ser feita para eliminação do excesso de pontos e resíduos de curvas de forma que não interfira na precisão e exatidão do MDT. As curvas de nível obtidas pelo perfilamento laser deverão ser sobrepostas à ortofotocarta existente e devidamente editadas, passando a ser a altimetria da base cartográfica final;

4.2. MODELO DIGITAL DE SUPERFÍCIE

A geração do MDS a partir do perfilamento a laser deverá:

- Apresentar as cotas de topo das edificações;
- Apresentar nuvem de pontos (malha original) classificada no formato *.las com os dados classificados em solo, vegetação e edificações.
- Fornecer malha interpolada por método de vizinho mais próximo com resolução de 30 cm em formato "geotiff".
- O controle de qualidade deve ser o mesmo para o MDT, onde os pontos serão levantados em locais livres de obstáculos para aferição da precisão da nuvem de pontos.

Os produtos a serem entregues nesta etapa são os arquivos digitais previstos para o MDT e MDS em formato LAS.

5. APOIO TERRESTRE E AEROTRIANGULAÇÃO

5.1. APOIO TERRESTRE

5.1.1. Apoio Terrestre Básico

A Rede Planialtimétrica de Referência deverá ser composta por vértices referenciados à cartografia que permitam a amarração de todos os levantamentos futuros pelos métodos: topografia, GPS, aerofotogrametria, imagens de satélites ou outros, garantindo a condição básica para atualização da base cartográfica.

Nas áreas urbanas (sede municipal e/ou área urbanizada), coincidentes com o voo fotogramétrico, deverão ser implantados marcos de 2ª ordem, intervisíveis, ligados ao Sistema Geodésico Brasileiro de 1ª Ordem do IBGE, objetivando atualizações de mapeamento posteriores por qualquer método: topografia, GPS, Aerofotogrametria ou Imagens de Satélite.

O rastreamento nas áreas urbanas para fins de atualização deverá ser feito com receptores de dupla frequência (L1 e L2), modo estático – fase da portadora, garantindo precisão mínima de $\pm 5\text{mm} \pm 2\text{ppm}$ na determinação das componentes dos raios vetores definidos pelas estações. Poderá ser utilizada a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), desde que o tempo mínimo de ocupação seja de 4 hs.

A densificação da Rede de Referência Fotogramétrica deve ser realizada, de forma que o ajustamento final fique com erro relativo mínimo de 1:100.000 (um para cem mil) para todas as linhas de base e erro inferior a 10cm para as coordenadas planimétricas em cada vértice.

As leituras realizadas com GPS deverão ser feitas com PDOP mínimo de 2 e máximo de 8 e taxa mínima de observação de 10 segundos.

O rastreamento deverá ser realizado utilizando-se a técnica de posicionamento estático relativo, em que 2 ou mais receptores fixos observam o mesmo satélite.

Deverá ser realizada a determinação das cotas dos marcos da Rede Planialtimétrica de Referência através de nivelamento geométrico Classe II N da ABNT, devendo ter início e fim em referências de nível (RRNN) de 1ª Ordem, do IBGE, ou em referências de nível que tiverem a mesma origem e precisão.

O nivelamento geométrico deve ser executado através de nível eletrônico com precisão mínima de 1,5mm/k e leituras em miras dotadas de código de barras com gravação eletrônica dos dados para posterior processamento em escritório. O nivelamento deve ser executado conforme Classe IIN da ABNT com precisão de fechamento de $8\text{mm} * \text{Raiz}(k)$, sendo k a distância em quilômetros.

Ao final do nivelamento e rastreamento dos marcos de apoio básico, deverá ser elaborada a carta geoidal local através das altitudes geométricas determinadas pelo

GPS e ortométricas determinadas pelo nivelamento. Esta etapa visa a compensação geoidal dos pontos fotogramétricos a serem determinado para o processo de aerotriangulação.

Os vértices deverão ser monumentalizados por marcos de concreto armado, resistentes, na forma tronco piramidal com altura de 50cm e bases quadradas de 20cm (inferior) e 10cm (superior) com uma chapa de alumínio cravada no topo. Os marcos deverão ficar aflorados a 5cm do solo. Nos casos particulares de localização dos vértices em caixas d'água, lajes, calçadas, etc., poderá ser feita a monumentalização apenas com a chapa de metal, chumbada diretamente na superfície já edificada.

A CONTRATADA deverá ter o cuidado de implantar os vértices em lugares estratégicos, preferencialmente, nas sedes da CONTRATANTE, em locais de solo estável e altamente compactados ou lajes de concreto, sendo distribuídos de forma homogênea, de acordo com as normas estabelecidas pelo IBGE, dificultando sempre sua destruição.

Deverá ser realizada a determinação de dois ou mais vértices da Rede de Referência, a partir do rastreamento de 03 (três) vértices distintos do Sistema Geodésico Brasileiro geometricamente bem distribuídos.

A descrição dos vértices deverá ser feita através de monografias, materializados no terreno, segundo normas específicas, sendo identificado com chapa de bronze incrustada, com inscrições a serem definidas pela CONTRATANTE.

O sistema de referência utilizado deverá ser o Sistema Geodésico Brasileiro, com datum SIRGAS. As coordenadas altimétricas deverão ser apresentadas como cotas ortométricas, devendo ter como datum vertical o marégrafo de Imbituba, no Porto Henrique Lage, na Baía de Imbituba, SC.

O sistema de projeção cartográfica adotado deverá ser Universal Transversa de Mercator - UTM.

A chapa de metal deverá conter o nº do marco, o nome da instituição CONTRATANTE, nome da empresa executante e a inscrição "Protegido por Lei".

5.1.2. Apoio Terrestre Suplementar

O apoio suplementar consistirá na determinação das coordenadas de pontos perfeitamente fotoidentificáveis, previamente selecionados ao longo do perímetro da área e no recobrimento lateral entre as faixas de voo, em locais, preferencialmente,

planos e com espaçamentos que atendam às especificações para a escala do mapeamento, necessários à orientação dos estéreos-modelos.

Os pontos deverão coincidir com cantos de cercas, casas, muros ou outros detalhes perfeitamente identificáveis nas fotografias aéreas, evitando-se áreas excessivamente claras ou escuras das fotografias.

O ponto determinado deverá ser assinalado na foto, ocupando o centro de uma circunferência. Em um formulário adequado deverá ser elaborado um croqui detalhado e ampliado da região com todas as referências possíveis.

Para a determinação das coordenadas dos pontos de apoio serão utilizados rastreadores de satélites GPS. O posicionamento geodésico deverá ser realizado por técnicas diferenciais, como Dupla e Tripla Diferença de Fase, para minimizar os erros orbitais e de refração ionosférica e troposférica, entre outras.

No caso da opção por apoio pré-sinalizado, as marcas de sinalização, comumente denominadas GCP – Ground Check Point, deverão ser feitas antes da cobertura de tal sorte que sejam visíveis nas imagens aéreas. Para isso antes mesmo da emissão da licença de voo pelo Ministério da Defesa, as equipes já deverão estar em campo.

Essas marcas deverão ser feitas de tal forma que tenham o necessário contraste com o solo a fim de que se destaquem e sejam perfeitamente visíveis nas fotos aéreas. Para isso deverão ser empregados materiais, tais como tinta, cal, carvão, óleo, lona plástica, entre outros, dependendo do tipo de terreno, da localização e facilidade de acesso. O tamanho e forma da marca também são definidos em função da escala de voo e do grau de dificuldade na identificação.

Eventualmente poderá ocorrer a perda ou descaracterização de alguma marca antes da cobertura aérea. Nessa hipótese, após a cobertura aérea e constatando-se a necessidade de pontos adicionais para o apoio suplementar, poder-se-á lançar mão do tradicional apoio com identificação de detalhes nas fotos, conforme descrito inicialmente.

5.2. AEROTRIANGULAÇÃO

Para a aerotriangulação deverão ser empregadas estações digitais que garantam a obtenção dos padrões de precisão e exatidão exigidos para cartas classe A na escala da restituição (1:1000), desde que respeitados os limites de tolerância definidos.

O ajustamento da aerotriangulação deverá ser realizado em programa computacional de eficiência comprovada.

As cotas ortométricas dos pontos de apoio suplementar deverão ser obtidas a partir do

conhecimento do desnível geoidal, interpolado da carta geoidal local elaborada na fase do apoio básico, uma vez que o modelo geoidal brasileiro apresenta uma precisão inferior àquela demandada para o projeto.

Deverá ser apresentada uma relação contendo o nome das fotografias, com suas respectivas orientações externas (x, y, z, Omega Ω ω , phi Φ ϕ e kappa K κ), obtidas pelo Sistema Integrado de Orientação do Sensor.

Na medição, cálculo e ajustamento final da aerotriangulação, deverá ser obtida uma discrepância máxima individual dos resíduos dos pontos de apoio suplementar de:

Pontos fotogramétricos (pontos de ligação de modelos):

- EMQ (planialtimétrico) ≤ 1 pixel da imagem.
- T (planialtimétrico) ≤ 3 pixel da imagem.

Pontos de apoio suplementar:

- EMQ (planimetria) $\leq 1,5$ pixel da imagem;
- T (planimetria individual) ≤ 2 pixel da imagem.
- EMQ (altimetria) $\leq 2,3$ pixel da imagem.
- T (altimetria individual) ≤ 3 pixel da imagem.

Pontos de verificação:

- EMQ (planimetria) ≤ 2 pixel da imagem;
- T (planimetria individual) ≤ 3 pixel da imagem.
- EMQ (altimetria) ≤ 3 pixel da imagem;
- T (altimetria individual) ≤ 5 pixel da imagem.

Todos os pontos que apresentarem erros 2 (duas) vezes superior aos indicados acima deverão ser desconsiderados e acrescidos novos pontos, de forma que a geometria não fique prejudicada.

6. MAPEAMENTO

6.1. RESTITUIÇÃO ESTEREOFOTOGRAMÉTRICA

A restituição estereofotogramétrica digital será efetuada na escala 1:2.000, com apresentação dos registros em metros, com duas casas decimais.

O sistema de projeção será o UTM – Universal Transversa de Mercator.

Deverão ser utilizadas estações fotogramétricas digitais dotadas de *software* gráfico específico para cartografia digital.

Deverão ser restituídos os seguintes elementos, desde que fotoidentificáveis:

a) *Sistema Viário e de Transporte*

- Arruamentos (vias pavimentadas com meio-fio e sem meio-fio, vias não pavimentadas com meio-fio e sem meio-fio, vias projetada e em construção, caminhos e trilhas);
- Rodovias federais e estaduais (pavimentadas e não pavimentadas);
- Acostamentos;
- Ferrovias;
- Pinguelas, pontes, bueiros, viadutos, túneis, trincheiras, galerias, passarelas;
- Toponímia dos elementos anteriores.

b) *Hidrografia*

- Rios e riachos perenes e intermitentes, corredeiras, cachoeiras;
- Lagos, lagoas, represas e açudes, permanentes e periódicos, alagados, brejo e mangue;
- Valas, drenos, canais;
- Barragens de terra, de concreto e de pedra;
- Toponímia dos elementos anteriores.

c) *Apoio Terrestre*

- Vértices do apoio geodésico horizontal e vertical.

d) *Organização Territorial*

- Divisas de lotes;
- Limite municipal;
- Alinhamento predial (quadras);
- Meio-fio;
- Toponímia dos itens anteriores.

e) *Edificações notáveis*

- Equipamentos públicos e institucionais;
- Fabricas/indústrias e grandes instalações em geral;
- Postos de Combustíveis e demais instalações que lançam algum tipo de poluente;

- Reservatórios de água, ETE, ETA;
- Toponímia dos itens anteriores.

f) *Malha e Coordenadas*

- UTM e geográficas;
- Informações complementares;
- Dados fixos (moldura);
- Dados variáveis (nomenclatura oficial e simplificada, convergência meridiana, declinação magnética, croqui de articulação da folha, etc.).

g) *Faixas de interceptores*

- Faixa de pontos cotados com largura média de 50m ao longo dos cursos d'água onde desenvolverão os interceptores de esgoto.
- Malha de pontos (gride de 10 x 10m) em áreas definidas para instalações de Estação de tratamento de Água e Esgoto;

As quadras, canteiros e demais feições definidas por entidades geometricamente fechadas deverão, necessariamente, ter suas coordenadas iniciais e finais iguais, formando entidades topologicamente fechadas (regiões).

Deverão ser efetuadas verificações de consistência dos arquivos gerados:

- A. Conectividade de elementos gráficos contínuos;
- B. Continuidade de elementos gráficos;
- C. Fechamento de polígonos;
- D. Retirada duplicidade de elemento;
- E. Verificação da adequação de níveis;
- F. Integridade física dos arquivos.

Na restituição planimétrica a carta resultante deverá apresentar um Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC e um Erro Padrão - EP que a classifique como classe A, onde 90% dos pontos bem definidos a serem testados não deverão ter sua representação deslocada mais de 0,5 mm de sua posição real.

A aplicação de qualquer convenção nos originais fotogramétricos deverá ter suas dimensões proporcionais à escala do desenho final e permitir fácil leitura nos originais. A altimetria deverá ser representada pelo Modelo Digital de Terreno e por curvas de nível, estas com precisão e equidistantes de 0,5m, com curvas mestras de 2,5m, representadas em níveis em separado.

Os arquivos gerados deverão entregues em formato .dwg e shape file.

6.2. REAMBULAÇÃO E EDIÇÃO

A reambulação visa esclarecer dúvidas sobre elementos não restituídos, porém, visíveis nas fotografias, retificar erros de interpretação e omissões, complementar áreas não restituídas e classificar elementos restituídos para inserção no nível de informação adequado.

Para fins de reambulação todas as folhas deverão ser plotadas pela CONTRATADA, a partir dos registros digitais, com o objetivo de serem realizadas as verificações e correções necessárias, assim como, para assinalar as dúvidas surgidas na restituição. A edição deve garantir a consistência geométrica e topológica das feições gráficas para seu uso em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG.

As entidades poligonais formadas por polilinhas, tais como lotes, quadras, canteiros centrais, limites dos assentamentos informais urbanos, praças, açudes, lagos, lagoas, alagados e outras, deverão ter fechamento analítico, com as coordenadas iniciais e finais numericamente idênticas.

Os polígonos provenientes da restituição ou da reambulação de campo deverão ser representados individualmente.

As polilinhas ou pontos comuns de objetos de natureza diferentes deverão ser coincidentes analiticamente e deverão constar do registro de todas as entidades participantes da coincidência.

Os polígonos contíguos deverão ter os dados comuns analiticamente coincidentes.

Todos os detalhes planimétricos deverão ser editados em suas duas dimensões (X,Y) e os altimétricos editados em suas três dimensões (X,Y,Z).

Todos os arcos e feições circulares ou elípticas deverão ser representados por segmentos de reta, com um número mínimo de vértices necessários, para que, na escala de representação, possam ser visualizados como arco.

Todas as feições de mesma natureza serão estruturadas segundo a topologia arco-nó.

Para as áreas de ocupação irregular, em que não há a definição dos lotes, deverão ser realizadas a representação das edificações com a simbologia específica de semicadastro, e se houver endereço nestas edificações, os atributos de endereçamento serão amarrados a estes pontos.

Nesta etapa deverão ser efetuados também o recorte, a complementação e a junção dos arquivos digitais gerados na restituição.

As operações de edição e revisão das ortofotocartas e restituições serão compostas

de:

- A. Recorte dos arquivos dos modelos restituídos;
- B. Inserção do arquivo recortado no arquivo principal da estação gráfica informatizada;
- C. Edição e saída provisória para verificação das ligações dos modelos restituídos;
- D. Verificação final da continuidade de detalhes em folhas de plantas adjacentes;
- E. A representação do reticulado interno para as coordenadas UTM será composto por quadrados de 10 cm com linhas visíveis.

6.3. GERAÇÃO DE ORTOFOTOCARTAS

Deverão ser geradas ortofotos digitais coloridas de toda a área incluída no levantamento aerofotogramétrico, com precisão compatível com a escala 1:2.000.

A ortoprojeção deverá ser realizada a partir do Modelo Digital de Terreno - MDT, obtido da restituição das quebras do terreno e linhas estruturais e demais informações necessárias à garantia da boa rigidez geométrica dos produtos finais.

A correção geométrica visando eliminar distorções provenientes do relevo e da projeção cônica das imagens originais deverá ser realizada a partir da comparação entre as coordenadas tridimensionais do terreno com as coordenadas planas da fotografia, adotando-se o sistema de projeção UTM.

Nos casos em que uma ortofoto for composta por mais de uma imagem, deverá se proceder a mosaicagem de mais de uma ortoimagem, garantindo perfeita coincidência geométrica e colorimétrica.

A ortoretificação deverá ser complementada por ajuste radiométrico das imagens, visando eliminar mudanças de luminosidade entre imagens adjacentes e uniformizar o contraste e tonalidade do produto final, tendo-se o cuidado de não haver perda de informações visuais.

As imagens raster resultantes deverão ser georreferenciadas, dentro da área correspondente, no arquivo vetorial. O método e formato utilizados para gravar a informação do georreferenciamento deverão ser definidos oportunamente pela CONTRATANTE em função do *software* a ser utilizado.

7. TOPOGRAFIA COMPLEMENTAR

De forma que elementos essenciais ao projeto executivo de abastecimento de água e esgotamento sanitário sejam detalhados, deverão ser realizados levantamentos complementares para cadastramento de redes, poços de visita e ou detalhes fundamentais para amarração com o projeto em execução.

Estas demandas serão delineadas no início dos trabalhos juntamente com a equipe de projetista e Fiscais da Contratante que informará quais regiões e informações serão necessárias, principalmente nos pontos de conexão de redes antigas com o novo sistema a ser executado.

Essa topografia complementar deverá ser executada seguindo procedimentos usuais da CONTRATANTE, sendo que as especificações desses serviços estão consolidadas no **Anexo - ESTUDOS E SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS**.

8. APRESENTAÇÃO PRODUTOS FINAIS DA BASE CARTOGRÁFICA

Os produtos do aerolevantamento e perfilamento a laser farão parte do **Relatório de Topografia – Etapa 1**, a ser entregue na Fase 1 do projeto, referente aos Estudos de Concepção e Viabilidade, do qual devem constar os levantamentos necessários à elaboração do Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade.

Todos os relatórios de entrega e produtos gerados deverão ser encaminhados em vias impressas e/ou meio digital, conforme segue:

8.1. Do Planejamento das Atividades

- Relatório do Planejamento das Atividades, abrangendo as etapas de planejamento, controle e execução dos trabalhos.

8.2. Da Cobertura Aerofotogramétrica

- Fotomosaico nos formatos JPG/JGW e DWG editado em formato A1 ABNT;
- Fotografias aéreas coloridas em formato JPEG ou TIFF, com resolução de 1200 DPI, entregues apenas no formato digital. Cada mídia deve conter rótulo com todas as informações necessárias para identificação do projeto e do conteúdo.
- Arquivos digitais previstos para o MDT e MDS em formato LAS e GEOTIFF.
- Relatório técnico conclusivo dos trabalhos desenvolvidos nesta etapa.

8.3. Do Apoio Terrestre e Aerotriangulação

- Marcos implantados, conforme as especificações técnicas do Anexo - ESTUDOS E SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS;

- Relatório técnico contendo a descrição das atividades desenvolvidas, relação dos vértices implantados e, para cada vértice, uma monografia com o nome da estação e do ponto, localização, RN de referência para a linha de nivelamento, código da folha de mapeamento e sua respectiva escala, número da faixa e foto onde se apresenta, meridiano central, sistema de projeção, origem do sistema de projeção, coordenadas (latitude, longitude), datum horizontal, altitude geométrica e ortométrica, datum vertical, marcos intervisíveis, croquis, fotos de localização e itinerário de acesso. Listagem contendo as leituras dos pontos por modelo, processamento dos cálculos, erros residuais e valores finais ajustados, bem como relação das coordenadas UTM e altitude dos pontos de apoio suplementar.

8.4. Do Mapeamento

- Arquivo geral em mídia digital nos formatos (.dwg e .shp) para toda a área mapeada, de forma a compor a base geral da cidade e todos os elementos devidamente conectados e organizados por layers conforme padrão do CONTRATANTE;
- Relatório técnico conclusivo dos trabalhos desenvolvidos nesta etapa.
- Mídias digitais com as ortofotocartas coloridas em formato JPG/JGW ou qualquer outro formato, oportunamente, indicado pela CONTRATANTE em função do software a ser utilizado. Cada mídia deve conter rótulo com todas as informações necessárias para identificação do projeto e do conteúdo;
- Relatório técnico conclusivo dos trabalhos desenvolvidos nesta etapa.

Todos os relatórios e produtos apresentados deverão obedecer ao estabelecido no Termo de Referência.