



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA
LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO
APLICADO A PROJETOS RODOVIÁRIOS

Departamento de Estudos e Projetos

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO APLICADO A PROJETOS RODOVIÁRIOS

O levantamento aerofotogramétrico destina-se a subsidiar a elaboração de projeto básico (1:10.000 e 1:5.000) e projeto executivo (1:2.000 e 1:1.000).

1. Etapas

- Cobertura Aerofotogramétrica
- Apoio Terrestre e Aerotriangulação
- Restituição Estereofotogramétrica
- Ortofotocarta
- Produto Final Cartográfico

2. Especificações

2.1 Cobertura Aerofotogramétrica

2.1.1 Requisitos Essenciais

Os equipamentos, o material e a metodologia utilizados na cobertura aerofotográfica deverão obedecer, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- Boa qualidade dos filmes, das emulsões e do papel fotográfico;
- Perfeita nitidez das fotos;
- Perfeita visão estereoscópica;
- Fotografia com eixo ótico o mais próximo possível da vertical do lugar;
- Ausência de arrastamento da imagem;
- Linhas de vôo com desvio máximo de 5° (Cinco graus sexagesimais);

2.1.2 Detalhes de Execução

2.1.2.1 - O planejamento do vôo deverá ser realizado visando às finalidades principais desta cobertura que são:

- Fotointerpretação;
- Ortofotocarta ou;
- Restituição Estereofotogramétrica

2.1.2.2 - As características são as seguintes:

- Aeronave: Homologada e com condições técnicas para este tipo de serviço
- Câmara: Grande angular
- Quadro de fotografia: 23x23cm
- Distância focal: 150/153mm, calibrada;
- Altura de Sol: No mínimo 30°, acima do horizonte;
- Deriva máxima: 5°
- Superposição longitudinal: 60% (80% p/ ortofoto) 5%
- Superposição lateral: 30% ± 5%
- Filme: Base Estar, colorido ou pancromático, a ser definido;
- Inclinação Máxima: 3°

2.1.2.3 - Os planos de vôos deverão ser apresentados, previamente, ao DAER/DEP para análise e aprovação.

2.1.2.4 - Quando houver interrupção de uma faixa, o reinício da tomada de fotos deve garantir a superposição mínima de quatro exposições.

2.1.2.5 - A presença de nuvens e sombra de nuvens nas fotografias, só é admissível quando não prejudicar a perfeita definição dos detalhes.

2.1.2.6 - Em cada série de três fotografias, a superposição comum não deverá ser reduzida a menos de 90% das dimensões laterais da fotografia, em decorrência de deslocamento provocado por deriva.

2.1.2.7 - Os filmes a serem utilizados na cobertura, deverão ter tradição no mercado. A emulsão deverá ser finamente granulada com prazos de utilização fixadas pelo fabricante, com plena vigência.

2.1.2.8 - A exposição e a revelação deverão ser executadas de modo a se obter o máximo de detalhes, evitando-se as luzes fortes e as sombras densas.

2.1.2.9 - Os negativos deverão apresentar detalhes nítidos, densidade uniforme e serem livres de fumaças, marcas estáticas, manchas de água ou de produtos químicos, halos, listras luminosas, riscos por fricção ou desgaste.

2.1.2.10 - Além do número de ordem, em cada fotografia deverão constar os seguintes dados marginais: n.º dado ao serviço (projeto), faixa, escala, nome abreviado do executante.

2.1.2.11 - Em cada rolo de filme deverá ser lançado no início e no fim a câmara utilizada e sua respectiva distância focal.

2.1.2.12 - O papel fotográfico e o diapositivo a ser utilizado deverão ser de boa procedência e de qualidade comprovada, permitindo a reprodução de todos os pormenores do negativo.

2.1.2.13 - As fotografias e os diapositivos deverão ser obtidos, por contato, em equipamento de qualidade comprovada.

2.1.2.14 - Fotoíndice

O fotoíndice deverá ser elaborado, em escala aproximadamente 3 vezes menor do que a escala do recobrimento, dimensionados em múltiplos de 23cm x 23cm, de tal forma que se torne possível o seu dobramento e posterior arquivamento juntamente com as fotografias.

Deverá conter no fotoíndice um selo de identificação, com o nome do DAER e da empresa executante, a escala do voo, data, nº do serviço (projeto) e o nome da rodovia.

Apresentar também no fotoíndice, a referência ao norte geográfico e a nomenclatura que identifique os seguintes acidentes:

- Sedes municipais;
- Portos e aeroportos;
- Rodovias e ferrovias;
- Núcleos industriais;
- Litorais e praias;
- Ilhas, rios e lagos;
- Outros acidentes geográficos importantes para orientação.

2.1.3 Apresentação dos Trabalhos

Deverá ser entregue o filme original, ou cópia, 2(dois) conjuntos de fotogramas, 1(um) fotoíndice e 1(um) relatório da fase de cobertura aerofotogramétrica.

2.2 Apoio Terrestre

2.2.1 Pontos de Coordenadas Planialtimétricos para o Apoio Fotogramétrico

Estes pontos deverão ser determinados planimetricamente, preferencialmente por rastreamento de satélites do sistema NAVSTAR-GPS, admitindo-se o uso de poligonais eletrônicas, desde que atendam às precisões especificadas a seguir:

- No caso de rastreamento de satélites deverá ser utilizado o método estático diferencial com uso de receptores geodésicos;
- Os pontos de apoio terrestre para aerotriangulação deverão ser escolhidos em quantidade e posicionamento que atendam às exigências dos programas para aerotriangulação analítica ou semianalítica disponíveis no mercado brasileiro (Ackerman ou similares).
- O apoio deverá ser feito por linhas fechadas, ou seja, entre dois pontos de coordenadas conhecidas (1ª ordem) da rede fundamental existente nas proximidades da área. No caso do GPS é necessário o fechamento através de figuras geométricas interligando as estações.
- A distância entre as estações base e as itinerantes não deverá ultrapassar 20 (vinte) quilômetros para GPS e os lados das poligonais, não deverão ultrapassar 10 (dez) quilômetros, sendo que a extensão de cada poligonal não deverá exceder a 100 km. Não serão admitidos irradiamentos. Caso sejam utilizados receptores GPS de duas frequências poderão ser admitidos lados maiores.
- O tempo de rastreio dos receptores GPS deverá ser suficiente para garantir a fixação de ambigüidades. Nas poligonais, as leituras angulares serão obtidas com teodolito de leitura direta de 1", deverão ser em uma série de 6 (seis) visadas completas, ou seja, círculos à direita e a esquerda, à ré e à vante, e as distâncias em uma série de 3 (três) medidas em cada sentido, com controle de temperatura e pressão atmosférica.
- As coordenadas finais não deverão apresentar erro superior a 10 (dez) centímetros por ponto. As poligonais ou figuras fechadas com GPS deverão ter precisão superior a 1:100.000.

- O apoio altimétrico deverá ser feito com nivelamento geométrico (nivelamento e contranivelamento) com utilização de níveis automáticos ou eletrônicos com precisão 2,5mm/km de duplo nivelamento, ou melhor. Os pontos de apoio altimétricos poderão ser determinados por rastreamento de satélites desde que se ocupem RNs da rede fundamental ao longo da área e se proceda o ajustamento que permita correções de altura do geóide. As altitudes finais não deverão apresentar erros superiores a dez (10) centímetros.

2.2.2 Pontos de Coordenadas Planimétricas para Apoio às Locações do Traçado

Os pontos de apoio terrestre deverão ser materializados no terreno por marcos de concreto troncopiramidais, com dimensões 12x20x60cm. A identificação será feita por uma chapa de bronze ou latão, onde constarão os nomes do DAER, nome da Contratada, número da estação e outras informações a serem definidas.

Os pontos de apoio às locações deverão ser implantados e materializados possível dele, distanciados de no máximo 10 (dez) km, os quais servirão de apoio às poligonais de locação.

Estes pontos deverão apresentar intervisibilidade de tal forma que de cada ponto seja visível pelo menos um outro ponto da linha. Sua determinação deverá ser feita preferencialmente por rastreamento de satélites do sistema NAVSTAR-GPS, utilizando o método estático diferencial com uso de receptores geodésicos.

No caso de poligonação eletrônica deverá ser utilizado o método das direções com uso de teodolitos de leitura direta de 1" e distanciômetro eletrônico com resolução de 1cm.

Na poligonação eletrônica as poligonais deverão ser fechadas entre dois pontos de coordenadas conhecidas da rede fundamental de 1ª ordem.

2.2.3 Aerotriangulação

A aerotriangulação deverá ser executada por método analítico ou semi-analítico, por faixa ou modelos independentes, para adensamento dos pontos de apoio planialtimétrico.

A medição das coordenadas dos pontos nas imagens deverá ser feita utilizando-se aparelhos de 1ª ordem equipados com registradores eletrônicos de coordenadas ou em estações analíticas ou ainda em monocomparadores / estereocomparadores.

Deverá ser elaborado um esquema geral de aerotriangulação, numa escala apropriada, mostrando:

- os pontos de ligação;
- os pontos de apoio terrestre;
- os vértices de 1ª ordem existentes na área.

2.2.4 Datum

O datum a ser utilizado deverá ser o SAD-69 (South American Datum-69) e as altitudes referidas ao marégrafo de Imbituba.

2.2.5 Apresentação dos Trabalhos

Um (1) relatório de apoio terrestre e aerotriangulação, contendo resultados, cópias dos dados de campo, precisões atingidas e descrição dos métodos utilizados.

2.3 Restituição Estereofotogramétrica

O sistema de projeção adotado será o UTM - Universal Transversa de Mercator ou sistema local a ser determinado;

A restituição deverá ser elaborada em forma preferencialmente digital, a partir de cobertura aerofotogramétrica com detalhamento compatível com a escala da planta. A restituição deve apresentar todos os detalhes visíveis, identificáveis e passíveis de interpretação, a partir da fotografia aérea, a saber:

- hidrografia em geral, edificações e benfeitorias, caminhos e rodovias com todas as suas obras de arte, aeródromos e campo de pouso, postes, torres e linhas de transmissão, cercas, muros e divisórias, canais, drenos e represas com sua área de domínio, limites das zonas de vegetação alta e densa, árvores isoladas visíveis e representáveis, exploração e uso de terra, alagados, pântanos, lamaçais e áreas sujeitas a inun-

dações, e qualquer outro acidente topográfico passível de interpretação na fotografia e representação aqui não citada, ou visíveis na imagem da ortofotocarta.

Deverão constar na restituição os vértices de 1ª ordem existentes na área;

A representação altimétrica será feita por curvas de nível espaçadas de 10 em 10 metros para mapeamento 1:10.000, 5 em 5 metros para mapeamento 1:5.000 e de 1 em 1 metro para mapeamento 1:2.000 e 1:1.000. Serão cotados verticalmente os seguintes pontos:

- nível das águas das margens dos lagos, reservatórios, rios, etc; topo das montanhas; topo das pequenas elevações; no fundo das depressões; pontos notáveis de rodovias, ferrovias e ruas da cidade, se os houver; áreas nas quais as curvas de nível estejam espaçadas uma das outras em mais de 4 cm na escala da carta; qualquer outro detalhe cuja representação altimétrica se faça necessária.

2.3.1 Apresentação dos Trabalhos

Uma coleção das minutas de restituição obtidas em plotter, em papel.

2.3.2 Produto Final Cartográfico

Uma coleção de plantas no formato A1, plotadas em poliéster tipo "cronaflex" e os arquivos digital em formato vetorial (DXF - Drawing Interchange Format) a ser definido.

2.4 Ortofotocarta

2.4.1 Seleção e digitalização de diapositivos

2.4.1.1 - Os diapositivos a serem digitalizados ("scanerizados") deverão atender às seguintes exigências:

- Estarem isentos de deformações, manchas e reflexos excessivos;
- Serem escolhidos de forma a se evitar emendas nas folhas restituídas;

- Apresentar um grau de densidade das imagens de forma a se obter ortofotocartas nítidas e com bom grau de contraste e tonalidade.

2.4.1.2 - Os diapositivos selecionados deverão ser digitalizados ("scannerizados") em equipamento fotogramétrico de alta precisão e que atenda às seguintes exigências:

- Formato mínimo 23 x 23cm;
- Resolução geométrica mínima de 25 micra;
- Resolução radiométrica mínima de 8 bits;
- Precisão mínima de 5 micra.

2.4.1.3 - Os diapositivos deverão ser digitalizados com um tamanho do pixel de no máximo 25 micra.

2.4.1.4 - O sistema de scannerização deverá permitir tratamento geométrico e radiométrico tendo em vista minimizar os deslizamentos da imagem e distorções geométricas e radiométricas provocadas durante a scannerização.

2.4.1.5 - A retificação deverá ser executada por meio de programas computacionais de qualidade comprovada.

2.4.1.6 - O programa de tratamento de imagem deverá permitir resolução nos seguintes aspectos:

- Ajuste radiométrico (luminosidade, descontinuidade das imagens adjacentes, etc);
- Níveis de contraste;
- Tonalidade;
- Homogeneização das imagens;
- Mosaicagem, visando principalmente, permitir a correta relação entre as folhas adjacentes e também emendas, caso necessário.

2.4.2- Modelo Digital do Terreno

2.4.2.1 - O modelo digital do terreno, para a ortoreificação, poderá ser gerado de forma digital, por correlação de imagens ou a partir dos pontos cotados restituídos.

2.4.2.2 - O modelo digital do terreno deverá ser gerado numa densidade compatível com o relevo e com a escala do mapeamento, considerando uma rede de pontos com espaçamento máximo de 150m para a escala de 1:5000 e de 60m para a de 1:2000.

2.4.3 - Altimetria

2.4.3.1 - A altimetria será obtida por restituição numérica, a partir da cobertura aerofotogramétrica.

2.4.3.2 - A representação altimétrica será por curvas de nível equidistantes de 5m para as ortofotocartas 1:5000 e de 1m para as 1:2000 e por pontos cotados. As curvas serão geradas automaticamente a partir dos pontos cotados restituídos. Serão cotados verticalmente os seguintes pontos:

- Nível das águas das margens dos lagos, reservatórios, rios, etc; topo das elevações; fundo das depressões; pontos notáveis de rodovias e ferrovias; as áreas nas quais as curvas de nível estejam espaçadas uma das outras em mais de 4cm nas escalas da carta e qualquer outro detalhe cuja representação altimétrica se faça necessária. Os elementos altimétricos deverão apresentar pontos cotados em três pontos, em viadutos/passarelas sobre a rodovia ou em viadutos da rodovia sobre outra via, bem como pontos cotados na via ou rodovia inferior imediatamente adjacente às citadas estruturas (obras de arte especiais);

2.4.4 Precisão

2.4.4.1 Planimetria

- Noventa por cento dos pontos planimétricos que venham a serem testados não deverão ter sua representação deslocada mais do que 0,5mm (cinco décimos de milímetro) de sua posição real e nenhum ponto deverá ter deslocamento maior que 1 mm (um milímetro) de sua posição real, com relação à escala da ortofotocarta.

2.4.4.2 Altimetria

- Noventa por cento das cotas altimétricas testadas não deverão ter erro maior que a metade do intervalo das curvas de nível e os dez por cento (10%) restantes não deverão ter erro maior que o intervalo entre as curvas de nível.

2.4.5 Reambulação

A toponímia (nomes de ruas, praças, rios, vias de transporte, prédios ou pólos geradores de tráfego, etc) deverá ser colhida a partir de documentos cartográficos

existentes e completada no campo, caso tal documentação não seja suficiente.

2.4.6 Apresentação dos Trabalhos

Consistirá de uma coleção de ortofotocartas obtidas em "plotter" jato de tinta com resolução mínima de 600 dpi, sobre papel, em tamanho A1.

2.4.7 Produto Final Cartográfico

Consistirá de:

- Uma (1) coleção de folhas de ortofotocartas em folhas de poliéster tipo Cronaflex em tamanho A-1;
- Arquivos das ortofotocartas, a serem apresentados em formato TIFF. A altimetria e outros elementos vetoriais deverão ser fornecidos em formato DXF.