



Instrução de Serviço Ferroviário – ISF

**ISF-201: LEVANTAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO E PERFILAMENTO
A LASER PARA PROJETOS BÁSICOS DE
FERROVIAS**

2015

**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA GERAL
DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA
COORDENAÇÃO-GERAL DE OBRAS FERROVIÁRIAS**

**ISF-201: LEVANTAMENTO
AEROFOTOGRAMÉTRICO E PERFILAMENTO
A LASER PARA PROJETOS BÁSICOS DE
FERROVIAS**

2015

MINISTRO DOS TRANSPORTES

Antônio Carlos Rodrigues

DIRETOR GERAL DO DNIT

Valter Casimiro Silveira

DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA

Mário Dirani

COORDENAÇÃO GERAL DE OBRAS FERROVIÁRIAS

Marcelo Almeida Pinheiro Chagas

FISCAL DO CONTRATO 127/2008

Zilda Maria do Santos Mello

EQUIPE TÉCNICA

COORDENAÇÃO GERAL

Wellington de Aquino Sarmiento

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Jailson de Oliveira Santos

COLABORADORES

Elmer Barreira Ponte

Gélio Proença Brum Filho

Helder Girão

Makoto Nishimura

Patricia Moraes Mendes

Sílvia Passos Borges

Victor Botelho Graça Vêras Batista

CONSÓRCIO STE/SISCON – Contrato nº 127/2008 DIF/DNIT

Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)
Diretoria de Infraestrutura Ferroviária (DIF).
Aprovação técnica pelo DNIT - Janeiro de 2012.

QUADRO DE REVISÕES DO DOCUMENTO

SEQUENCIAL	DATA	OBSERVAÇÃO
R01	agosto 2015	Resultado de consulta pública

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1 OBJETIVO

2 FASES

3 EXECUÇÃO DOS ESTUDOS

4 APRESENTAÇÃO

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

As Instruções de Serviços Ferroviários (ISFs) têm por objetivo definir e especificar os serviços constantes nos projetos básicos e executivos de engenharia de infraestrutura ferroviária, bem como orientar sua elaboração e padronizar sua apresentação.

Cabem algumas considerações de caráter geral sobre o processo de elaboração, homologação e manutenção das ISFs.

Como documentos normativos que são, essas instruções devem ser objeto de uma atualização quando (1) se identificar algo em seu conteúdo que deva ser aperfeiçoado, (2) quando ocorrer uma importante inovação tecnológica que exija uma atualização nos procedimentos e nas especificações estabelecidas, ou (3) quando as normas que os fundamentaram sofrerem modificações.

Os documentos normativos geralmente cobrem um universo de aplicação bastante amplo, no âmbito do qual podem ocorrer casos específicos com circunstâncias e características distintas, que exigem uma solução diferente daquela apontada na norma. Esses casos, porém, devem se revestir de um tratamento especial, exigindo uma justificativa sólida para o não cumprimento da norma, bem como a aprovação de quem contratou o serviço.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), através da sua Diretoria de Infraestrutura Ferroviária, Coordenação Geral de Obras Ferroviárias tem a satisfação de apresentar esta instrução que compõe o conjunto das ISFs elaboradas pelo Consórcio STE/SISCON, apresentado a seguir:

Projetos de Engenharia Ferroviária

INSTRUÇÕES DE SERVIÇOS FERROVIÁRIOS

IDENTIFICAÇÃO	OBJETO
ISF-201	Levantamento Aerofotogramétrico e Perfilamento a Laser para Projetos Básicos de Ferrovias
ISF-202	Levantamento Aerofotogramétrico e Perfilamento a Laser para Projetos Executivos de Ferrovias
ISF-203	Estudos Topográficos para Projetos Básicos de Engenharia
ISF-204	Estudos Topográficos para Projetos Executivos de Engenharia
ISF-205	Estudos de Traçado
ISF-206	Estudos Geológicos
ISF-207	Estudos Geotécnicos
ISF-208	Estudos Hidrológicos
ISF-209	Projeto Geométrico
ISF-210	Projeto de Drenagem
ISF-211	Projeto de Terraplenagem
ISF-212	Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Lastro e Sublastro
ISF-213	Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Trilhos e Dormentes
ISF-214	Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Acessórios
ISF-215	Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Aparelhos de Mudança de Via
ISF-216	Projeto de Obras de Arte Especiais
ISF-217	Projeto de Sinalização Ferroviária
ISF-218	Projeto de Pátios Ferroviários
ISF-219	Projeto de Passarela para Pedestres
ISF-220	Projeto de Interferências
ISF-221	Projeto de Passagem em Nível
ISF-222	Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Ferroviária
ISF-223	Projeto de Passagem Inferior
ISF-224	Projeto de Desapropriação
ISF-225	Orçamento da Obra
ISF-226	Plano de Execução da Obra
ISF-227	Estudos Operacionais
ISF-228	Projeto de Vedação da Faixa de Domínio
ISF-229	Projeto de Proteção Vegetal de Taludes
ISF-230	Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas

ISF-201: LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO E PERFILAMENTO A LASER PARA PROJETOS BÁSICOS DE FERROVIAS

1 OBJETIVO

Definir e especificar os serviços de levantamento aerofotogramétrico digital e perfilamento a laser aerotransportado para subsidiar a elaboração dos projetos básicos de engenharia ferroviária, realizados na escala 1:5000.

2 FASES

Os levantamentos aerofotogramétricos digitais e os perfilamentos a laser para projetos básicos de engenharia devem ser desenvolvidos em uma única fase, na qual devem ser realizadas as seguintes atividades:

- a) Cobertura aerofotogramétrica digital;
- b) Perfilamentos aéreo a laser;
- c) Apoio terrestre;
- d) Aerotriangulação;
- e) Restituição estereofotogramétrica:
 - Em forma digital "on-line";
 - Ortofotocarta obtida por processo analítico.
- f) Produto cartográfico final.

3 EXECUÇÃO DOS ESTUDOS

3.1 Execução da Cobertura Aerofotogramétrica Digital

Os trabalhos da cobertura aerofotogramétrica somente poderão ser executados por empresa devidamente homologada na categoria "A" pelo Ministério da Defesa e após a obtenção da autorização do Ministério da Defesa para execução do aerolevanteamento (de acordo com o Decreto n.º 2.278, de 18 de Julho de 1997 e a Portaria 637-CS-6/FA-61-05/03/1998). Também deverão ser utilizadas aeronaves homologadas para serviços fotogramétricos com certificado de aeronavegabilidade válido para a data de execução do voo, bem como formulário SEGVOO contendo a homologação do sensor a ser utilizado e, devendo ser observados, ainda:

- a) Os voos do levantamento aerofotogramétrico deverão subsidiar a elaboração de ortofotocarta em escala 1:5000, com GSD máximo de 35cm (trinta e cinco centímetros), respectivamente;
- b) As faixas se desenvolverão em linhas retas ao longo do eixo médio da diretriz do projeto básico de maneira a obter o melhor aproveitamento das áreas a serem restituídas, devendo haver continuidade entre elas quando mudarem de direção;

- c) Em cada segmento de faixa deverão ser tomadas mais duas fotos com recobrimento estereoscópico normal além do seu limite na interseção com as demais faixas;
- d) Sempre que uma faixa for interrompida, será dada a continuidade de forma que tenha uma superposição de, no mínimo, quatro exposições com o trecho interrompido;
- e) A superposição longitudinal entre cada foto deverá ser de 60% com uma tolerância de $\pm 5\%$;
- f) Nos casos onde se fizer necessário a execução de mais de uma paralela à diretriz básica, a superprodução entre elas deverá ser de 30%, com uma tolerância de $\pm 5\%$;
- g) A tolerância na variação da escala da cobertura será de $\pm 5\%$;
- h) O ângulo de rotação horizontal entre exposições consecutivas deve ser mantido o menor possível, sendo admitida uma tolerância da média por faixa de três graus e de oito graus em casos isolados;
- i) A inclinação do eixo ótico da câmara deverá ser inferior a três graus por foto e inferior a dois graus, na média, por faixa;
- j) O foto-índice deverá ser elaborado na escala de 1:25000 e também deverá conter legenda com o nome do contratante e do executante, a escala e a referência ao norte geográfico, e dados específicos necessários, tais como:
 - Sedes municipais, vilas e povoados;
 - Aeroportos, rodovias e ferrovias;
 - Núcleos residenciais;
 - Rios, lagos, serras e outros acidentes geográficos que, pela sua posição e importância, possam servir como orientação.

3.2 Execução do Perfilamento a Laser Aerotransportado

- a) O perfilamento aéreo a laser tem o objetivo de subsidiar à elaboração de cartografia na escala 1:5000, alinhada ao Padrão de Exatidão Cartográfica na classe A, em atendimento à especificação da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR);
- b) As aeronaves devem ter homologação de execução de serviços aéreos especializados com certificado de aeronavegabilidade válido para a data de execução do voo, bem como formulário SEGVVO contendo a homologação do sensor;
- c) Durante a operação de voo não deverão ocorrer alterações na altitude da aeronave de ordem superior a 20^o, favorecendo a manutenção da recepção do sinal dos satélites de posicionamento ao longo do perfilamento;
- d) A densidade da nuvem de pontos no MDS deve ser mínima de 1 ponto por metro quadrado.

3.3 Apoio Terrestre

3.3.1 Pontos de Coordenadas Planimétricas para a Locação do Traçado

O apoio para aerotriangulação e restituição deverá ser executado preferencialmente por rastreamento de satélites do sistema GNSS, pelas vantagens operacionais e econômicas deste método, admitindo-se o uso de poligonais eletrônicas, desde que atendam às precisões finais especificadas a seguir:

- a) Os pontos de apoio terrestre para aerotriangulações deverão ser escolhidos em quantidade e posicionamento que atendam as exigências dos programas para aerotriangulações analítica ou semi-analítica, disponíveis no mercado brasileiro (Ackerman ou similares);
- b) No caso de poligonais por rastreamento de satélites (GPS), o método a ser adotado deverá ser o estático diferencial, com o uso de receptores geodésicos;
- c) 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 estações;
- d) A distância entre as estações base e as itinerantes não deverá ultrapassar 20 quilômetros para GPS, e os lados nas poligonais não deverão ultrapassar 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;
- e) O tempo de rastreamento não deverá ser inferior à uma hora por estação; caso sejam utilizados receptores de duas frequências e código P, adotando-se o método estático rápido, este tempo poderá ser reduzido para 15 minutos; nas poligonais, as leituras angulares deverão ser realizadas em uma série de seis visadas completas, ou seja, cálculo à direita e à esquerda, à ré e avante, enquanto as distâncias, em uma série de três medidas para cada sentido, com controle de temperatura e pressão atmosférica;
- f) As coordenadas finais não deverão apresentar erro superior a 5 cm (cinco centímetros) por ponto. As poligonais fechadas com GNSS deverão ter precisão superior a 1:100000.

3.3.2 Pontos das Coordenadas Altimétricas (Nivelamento)

As coordenadas altimétricas deverão estar amarradas a referências de nível obtidas por nivelamento geométrico, através de linhas ou redes que tenham erro máximo de $12 \text{ mm} \times k$ (k = extensão da rede em km) no fechamento, ou com GPS, desde que se ocupem pelo menos três referências de nível e se proceda a ajustamento que permita correções de altura do geoide; as altitudes finais não deverão apresentar erros superiores a 30 cm (trinta centímetros).

3.3.3 Datum

O **datum** a ser utilizado deverá ser o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) e as altitudes referidas ao marégrafo de Imbituba.

3.4 Aerotriangulação

3.4.1 Execução da Aerotriangulação

As seguintes recomendações são feitas para a execução da aerotriangulação:

- a) Deverá ser executada por método digital, por feixe ou modelos independentes, para adensamento dos pontos de apoio planialtimétricos;
- b) A medição das coordenadas dos pontos nas imagens deverá ser efetuada utilizando-se estações digitais dotadas de programas específicos;
- c) Deverá ser elaborado um esquema geral de aerotriangulação, numa escala apropriada, mostrando os seguintes elementos:
 - Pontos de ligação;
 - Pontos de apoio;
 - Vértices de 1ª ordem existentes na área.

A apresentação da aerotriangulação será feita através de um relatório e um esquema geral da aerotriangulação, ilustrando todas as informações necessárias para uma melhor interpretação e análise dos dados.

3.5 Restituição Estereofotogramétrica

3.5.1 Restituição Propriamente Dita

As seguintes recomendações devem ser seguidas:

- a) O sistema de projeção adotado será o Universal Transversa de Mercator (UTM);
- b) A restituição deverá ser elaborada em forma digital, a partir da cobertura aerofotogramétrica digital, com detalhamento compatível com a elaboração posterior de planta na escala 1:5000; deverá conter todos os detalhes que possam ser visados, identificáveis e passíveis de interpretação, a saber:
 - Hidrografia em geral, edificações e benfeitorias, caminhos e rodovias com todas as suas obras de arte, aeródromos e campos de pouso de aeronaves, postes, torres, 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 que possam ser visadas e representáveis, exploração e uso da terra, alagados, pântanos, lamaçais e áreas sujeitas a inundações, além de qualquer outro acidente topográfico passível de interpretação e representação aqui não citado e que possa ser visível na imagem da ortofotocarta;
 - Os vértices de 1ª ordem existentes na área;

- c) A representação altimétrica será feita por curvas de nível, com espaçamento de dois metros para o mapeamento 1:5000; serão cotados verticalmente ainda 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 das cidades; e áreas nas quais as curvas de nível estejam espaçadas uma das outras em mais de quatro centímetros na escala da carta;
 - Qualquer outro detalhe cuja representação altimétrica se faça necessária.
- d) A representação altimétrica poderá ainda ser feita unicamente através de pontos cotados; estes pontos estarão distribuídos em uma malha regular de 20 cm na carta, sendo que, nas regiões onde a declividade seja acentuada, deverá ser feita uma densificação destes pontos.

Os elementos acima deverão ser agrupados em níveis de informação a serem definidos pelo DNIT.

3.5.2 Precisão

As bases cartográficas deverão apresentar o Padrão de Exatidão Cartográfica Classe A, conforme especificação da CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia).

3.5.3 Reambulação

O procedimento de reambulação deverá ser realizado, observando as seguintes recomendações:

- a) Deverá ser colhida em campo a toponímia referente aos elementos notáveis presentes nas fotografias aéreas;
- b) Possíveis dúvidas de interpretação das fotografias, quando da restituição, deverão ser dirimidas através da reambulação;
- c) Os dados coletados na reambulação deverão ser anotados em cópias das minutas de restituição, e deverão constar das plantas finais;
- d) Possíveis interferências deverão ser levantadas, tais como: dutos, redes, vias, corpos d'água, cursos d'água, limites, divisas, formações vegetais e edificações;
- e) Os códigos municipais e estaduais devem atender ao estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

3.6 Produto Final Cartográfico

O produto do aerolevanteamento que irá compor o banco de dados geoespacial deve ser compatível com os formatos convencionais de armazenamento em Sistemas de Informações Geográficas, com metadados orientados pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

4 APRESENTAÇÃO

4.1 Cobertura Aerofotogramétrica Digital e o Perfilamento a Laser

Os trabalhos deverão ser apresentados da seguinte forma:

- a) Um foto-índice digital em papel fotográfico semi-mate peso duplo, ou similar;
- b) Um relatório de análise com ilustração de todas as informações necessárias a melhor interpretação e análise dos dados.

4.2 Apoio Terrestre

Deverá ser apresentado relatório consubstanciando os serviços do apoio terrestre, contendo resultados, precisões atingidas e descrição dos métodos.

4.3 Aerotriangulação

A apresentação será feita através de um relatório consubstanciando todas as informações sobre os trabalhos da aerotriangulação.

4.4 Restituição Estereofotogramétrica

Os trabalhos relativos à restituição estereofotogramétrica serão apresentados em um jogo de compact disc (CD) ou outro meio apropriado, contendo os arquivos digitais da restituição.

4.5 Produto Final Cartográfico

O produto final cartográfico deverá ser apresentado da seguinte forma:

- a) Cópias físicas e digitais do foto-índice;
- b) Cópias físicas e digitais do Relatório de Apoio Terrestre, dos marcos implantados e da aerotriangulação;
- c) Cópias físicas e digitais da restituição fotogramétrica planimétrica na escala 1:5000. As cópias digitais em arquivo com formato TIF e DWG.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	7
1 OBJETIVO	9
2 FASES	9
3 EXECUÇÃO DOS ESTUDOS	9
3.1 Execução da Cobertura Aerofotogramétrica Digital.....	9
3.2 Execução do Perfilamento a Laser Aerotransportado	10
3.3 Apoio Terrestre	11
3.3.1 Pontos de Coordenadas Planimétricas para a Locação do Traçado.....	11
3.3.2 Pontos das Coordenadas Altimétricas (Nivelamento)	11
3.3.3 Datum.....	12
3.4 Aerotriangulação	12
3.4.1 Execução da Aerotriangulação.....	12
3.5 Restituição Estereofotogramétrica.....	12
3.5.1 Restituição Propriamente Dita	12
3.5.2 Precisão.....	13
3.5.3 Reambulação	13
3.6 Produto Final Cartográfico.....	14
4 APRESENTAÇÃO	14
4.1 Cobertura Aerofotogramétrica Digital e o Perfilamento a Laser	14
4.2 Apoio Terrestre.....	14
4.3 Aerotriangulação	14
4.4 Restituição Estereofotogramétrica.....	14
4.5 Produto Final Cartográfico.....	14
ÍNDICE	15