

DNIT

Instrução de Serviço Ferroviário – ISF

ISF-205: ESTUDOS DE TRAÇADO

2015

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

ISF-205: ESTUDOS DE TRAÇADO

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

Jáilson de Oliveira Santos

COLABORADORES

Elmer Barreira Ponte

Gélio Proença Brum Filho

Helder Girão

Makoto Nishimura

Patricia Moraes Mendes

Sílvia Passos Borges

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 DOS ESTUDOS

3 ELABORAÇÃO 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-205: ESTUDOS DE TRAÇADO

1 OBJETIVO

Definir e especificar os serviços constantes dos estudos de traçado a serem efetuados que subsidiar a elaboração dos estudos de viabilidade e dos projetos básico e executivo de engenharia ferroviária.

2 FASES DOS ESTUDOS

Os estudos de traçado deverão ser executados em duas fases consecutivas, a saber:

- a) Preliminar;
- b) Definitiva.

A fase preliminar corresponde à coleta, compilação e análise de dados e elementos disponíveis, bem como a identificação e estudo das alternativas de traçado, e de esquemas operacionais e uma estimativa preliminar sucinta dos custos de implantação.

A fase definitiva abrange a análise e avaliação das alternativas e a definição de suas concepções geométricas.

3 ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS

Os estudos abrangem as seguintes tarefas:

- a) Definir as diretrizes técnicas e ambientalmente possíveis da ferrovia;
- b) Determinar a viabilidade física das alternativas indicadas como sendo a adequada pelos estudos de tráfego para a ligação ferroviária proposta;
- c) Definir soluções básicas para a elaboração dos trabalhos mais detalhados nos estudos posteriores;
- d) Estimar os custos aproximados de construção e de desapropriação, para fins de avaliação econômica e financeira.
- e) Elaborar cronograma estimativo para cada alternativa de traçado levando em conta os tempos necessários para estudos, licenciamentos, aprovações, implantação e equacionamento de interferências.

3.1 Fase Preliminar

3.1.1 Coleta e Compilação de Dados

Esta fase do trabalho fornece os elementos e dados relativos à área em estudo, necessários ou de valia para o adequado desenvolvimento das fases posteriores dos estudos.

Os dados e documentos a serem coletados e compilados nesta fase compreenderão, mas não se limitarão, aos seguintes:

- a) Elementos topográficos preexistentes, tais como:
 - Plantas de levantamentos topográficos generalizados ou específicos;
 - Fotografias aéreas e fotomosaicos;
 - Restituições aerofotogramétricas;
 - Mapas cadastrais;
 - Cartas geográficas.
- b) Dados geológicos e/ou geotécnicos preexistentes:
 - Mapas geológicos;
 - Dados do subsolo existentes, inclusive de sondagens, ensaios e testes realizados para outras vias, obras-de-arte ou prédios e edificações na área do projeto ou de jazidas;
 - Resultados de testes e ensaios geotécnicos;
 - Estudos e/ou trabalhos relativos a aspectos geológicos-geotécnicos.
- c) Dados climáticos e fluviométricos:
 - Elementos relativos à hidrologia das bacias contidas na área em estudo e em zonas adjacentes, incluindo registros milimétricos, experiência de enchentes, características de cobertura do solo das bacias, etc;
 - Elementos relativos ao comportamento hidráulico dos rios, canais e córregos existentes, bem como dados relativos à suficiência estrutural e características das obras-de-arte existentes (pontes, bueiros e galerias);
 - Dados relativos ao uso do solo, bem como indicadores socioeconômicos e outros dados de valia para a correta estimativa dos custos de desapropriação;
 - Dados e anotações colhidos em inspeções in loco das áreas em estudo.
 - Outros dados que podem ser de interesse para o projeto em particular.
- d) Localização de linhas de transmissão de energia. Localização e natureza de outras obras dos serviços públicos (interceptores, emissários, tubulações de águas pluviais, adutoras). Nesta fase, contatar os órgãos e concessionários de serviços públicos responsáveis pelas instalações aéreas, ao nível do solo, subterrâneas e subaquáticas, sejam sob a forma de fios, cabos, dutos, tubulações, canalizações, canais ou galerias. Deverão ser também mantidos contatos com as concessionárias de ferrovias da região onde se verifica o estudo de alternativas de traçado.
- e) Inspeção criteriosa a ser efetuada no campo, com geração de relatórios específicos utilizando-se de instrumentos para registros, tais como GPS, fotografia digital. Devem ser analisados também na região em foco aspectos físicos das: estradas e rodovias próximas, ferrovias concessionadas ou desativadas da região, margens dos rios e

cursos d'água importantes a montante e a jusante dos prováveis pontos de cruzamento, obras existentes de grande porte, tais como reservatórios de água, aterros sanitários, instalações industriais, instalações portuárias e outros investimentos de grande porte, programados ou em execução.

f) Levantamento de parâmetros básicos relativos à demanda e à operação.

3.1.2 Identificação e Estudos das Alternativas de Traçado

A execução desta fase obedecerá às exigências mínimas relacionadas nas subseções a seguir, devendo estender ou ampliar estes trabalhos quando julgado necessário ou conveniente a fim de melhor satisfazer aos objetivos destes estudos, sendo que o estudo adicional contemplado deverá ser desenvolvido até um grau de precisão compatível com o caráter preliminar do estudo como um todo.

3.1.2.1 Identificação das Possíveis Diretrizes

Devem ser determinadas as principais condicionantes existentes, projetadas ou planejadas, sejam relativas ao uso do solo, a redes de serviços públicos, aos controles geográficos ou geotécnicos. Considerar cuidadosamente a possibilidade de utilização, exclusiva ou conjunta, de faixas de domínio preexistente ou planejadas.

Identificadas as condicionantes acima, definir precisamente as alternativas de traçado viáveis, dos esquemas operacionais possíveis ou ainda do padrão de melhoramentos de vias existentes, estabelecendo as necessidades de obras-de-arte correntes e especiais, com dados básicos de situação, limites e dimensões de pontes e viadutos, muros de arrimo, obras de drenagem de maior vulto e outros de interesse.

3.1.2.2 Estabelecimento de Critérios

Essa tarefa inclui, porém não se limita a estabelecer o padrão e as principais características básicas de projeto da ferrovia e de ramais secundários, em função dos parâmetros básicos relativos à demanda e à operação.

- a) Número de vias e velocidade diretriz;
- b) Tipo de bitola e superelevação máxima;
- c) Gabaritos verticais e horizontais mínimos;
- d) Veículos de projeto.

3.1.2.3 Planos Operacionais Preliminares

Quando o estudo de traçado se referir a um trecho viário já implantado (existente), deverão ser preparados planos operacionais preliminares para cada uma das diretrizes alternativas sob estudo.

Estes planos operacionais compreendem nesta fase a concepção geral preliminar de funcionamento da ferrovia existente e de integração com o restante do sistema viário, bem como de operação de interseções, ramais, obras-de-arte (viadutos, pontes e passarelas), número de faixas, projeções dos volumes de tráfego e outras informações básicas relativas ao modo de funcionamento.

Serão ainda definidas, conceitualmente, as soluções das interseções e interconexões, inclusive lay-out e tratamento de problemas específicos.

3.1.2.4 Formulação de Alternativas

Deverão ser formuladas no mínimo 3 alternativas, considerando aspectos técnicos, de demanda, operacionais, econômicos, financeiros, ambientais e outros que forem necessários.

Devem ser elaborados os custos preliminares de implantação, estimativa do volume de terraplenagem, quantidade e extensão de obras de arte especiais e túneis, e as características técnicas de cada alternativa.

3.2 Fase Definitiva

Após a identificação dos traçados alternativos, proceder-se-á a seleção da alternativa de traçado que mais atende ao objetivo do projeto.

Na seleção da alternativa de traçado, devem ser considerados os seguintes aspectos:

3.2.1 Geologia e geotécnica

Com base nos dados coletados na fase anterior e uma vez identificadas as diretrizes básicas e alternativas operacionais de maior importância, proceder à execução das tarefas relativas a esta disciplina, determinando as condicionantes básicas do traçado das alternativas em estudo nesta fase, tais como, zonas de solos compressíveis e trechos alternativos de melhores características, zonas de solos com maior instabilidade quanto a cortes, e as soluções técnicas necessárias.

Havendo disponibilidade de fotografias aéreas, deverão ser empregadas para foto interpretar a faixa ao longo das diretrizes básicas e, se possível, para pesquisa preliminar expedita de locais cujos materiais terrosos se prestem a execução de aterros, visando determinar disponibilidades e distâncias de transporte.

3.2.2 Terraplenagem

A movimentação dos volumes de terraplenagem necessário para cada alternativa, de modo a ajustar as necessidades de empréstimos e bota-foras e a disponibilidade de áreas para tal, levando ainda em conta os planos de urbanização e paisagismo existentes ou planejados. Necessário ponderar ainda a conveniência e possibilidade de deslocamentos longitudinais extensos de volumes de terra para fins de compensação.

Deverão ser também considerados os locais de caixas de empréstimo. Para tanto, serão identificadas - com base em dados preexistentes - áreas empregadas para obtenção de material de empréstimo para outras obras na região e verificada ainda a conveniência da localização de cada uma em relação ao projeto em foco, sob o duplo aspecto de distância e de interferência no tráfego urbano.

Finalmente, com base nos estudos efetuados, elaborar quadro sucinto de origem e destino dos materiais escavados, definindo a influência sobre os aspectos de bota-fora e empréstimo, bem como custos. O quadro deverá apresentar resumo dos volumes de corte, por categoria, e dos volumes de aterro a compactar.

3.2.3 Hidrologia e drenagem

Com base nos dados obtidos e compilados na fase anterior e com o objetivo de se obter como conclusão dos estudos nesta disciplina, o estabelecimento e definição da concepção do sistema de drenagem principal, compreendendo a configuração e função de sarjetas, valetas, bueiros transversais e longitudinais, pontes e outros dispositivos de captação e escoamento das águas pluviais, executar as seguintes tarefas:

- Determinação das bacias de drenagem, tanto em macroescala (rio, riachos, córregos) como microescala (linhas de drenagem no terreno), utilizando os dados topográficos e aerofotogramétricos disponíveis e também, em áreas urbanas, a configuração e os sentidos de escoamento das redes de canalização das águas pluviais;
- Análise dos dados pluviométricos de interesse disponíveis e cálculo dos elementos necessários não disponíveis a empregar na caracterização da drenagem.
- Definição dos tempos de recorrência a adotar no dimensionamento de cada elemento de drenagem e das metodologias e processos de cálculo a empregar em consonância com as mais recentes normas, métodos e/ou orientações específicas do DNIT.

3.2.4 Obras-de-Arte Especiais

Definição preliminar das necessidades de estruturas, tais como: pontes, viadutos, passarelas, muros de arrimo de maior porte, em função dos dados geotécnicos, hidrológicos e geométricos disponíveis nesta fase. Serão estabelecidas ainda concepções e opções básicas de estruturas e suas fundações, bem como opções preliminares entre aterro e estrutura, muro de arrimo e desapropriação, para a obtenção de dados básicos para definir custos de avaliação das principais alternativas.

Os critérios empregados deverão ser os mesmos para todas as alternativas em estudo.

As representações das estruturas, compreendendo situação, extensão e largura, serão lançadas nas plantas e perfis do anteprojeto geométrico gráfico. Detalhes especiais ou adicionais importantes para a concepção e necessários para o perfeito entendimento do projeto serão apresentados à parte.

3.2.5 Faixa de Domínio

Estimativa do custo de desapropriação da faixa de domínio para cada alternativa em análise.

É muito importante, devido ao peso deste item, que os critérios usados para avaliar os custos das diferentes alternativas sejam os mais semelhantes e coerentes possíveis.

3.2.6 Estudos Ambientais

Dados ambientais relativos às interações das alternativas de traçado selecionadas com o meio físico, objetivando:

- Relacionar as características físicas das obras às do meio ambiente;
- Identificar os segmentos críticos com respeito ao meio ambiente;
- Identificar os segmentos críticos no que tange aos impactos ambientais significativos e as respectivas medidas mitigadoras;
- Identificar reservas indígenas, quilombolas, aglomerados urbanos, sítios históricos, outras áreas de restrição ou especialmente protegidas.

3.2.7 Plano Operacional e Demanda

Funcionamento operacional da ferrovia, sua integração com o restante do sistema viário, bem como de operação de interseções, ramais, projeções dos volumes de tráfego e outras informações básicas relativas ao modo de funcionamento.

3.2.8 Estimativa Preliminar de Custos

Com base nos estudos acima será estabelecida uma estimativa preliminar de custos para a implantação da obra. As estimativas das quantidades deverão refletir máximo grau de detalhe e precisão possível e adotar os mesmos critérios e conceitos para todas as alternativas em análise. Será necessária a análise e atualização dos custos ou preços unitários reais pagos no passado e uma comparação com os preços para outros projetos similares na região.

Os custos de construção incluirão os seguintes itens: terraplenagem, sublastro, materiais de superestrutura ferroviária e materiais de construção, pontes e viadutos, obras-de-arte; dispositivos de drenagem; cercas; sinalização; remanejamento de serviços públicos, outros itens necessários e eventuais.

Para os itens da construção para os quais, em face do caráter preliminar do estudo não seja possível quantificar os serviços requeridos, seus custos serão orçados mediante a aplicação de porcentagens sobre os outros itens de construção. Os percentuais a utilizar serão baseados em experiência de obras similares, se possível na região, e contarão com a aprovação prévia do DNIT.

3.2.9 Comprimento Virtual das Alternativas

Deverão ser calculados para cada alternativa nos dois sentidos, os comprimentos virtuais calculados pela primeira fórmula do Engenheiro Carlos Stevenson:

$$L_{v1} = L_0 + \frac{(0,02 \times K \times A) + H_a}{rv}$$

Onde:

- L_{v1} = Comprimento Virtual, em quilômetros, da alternativa de traçado i;
- L_0 = Comprimento Real, em quilômetros, da alternativa de traçado i;
- K = Parâmetro em função da bitola e da base rígida dos vagões; $K = 0,02 + \frac{B+b+3,8}{11,46}$
- B = Bitola da linha em metros;
- b = Base Rígida dos truques dos vagões em metros;
- A = Soma de todos os ângulos centrais em graus decimais de cada alternativa de traçado;
- H_a = Soma de todos os desníveis, em metros, dos aclives por sentido de marcha de cada alternativa.
- rv = Resistência média de veículos de tração e rebocados expressa em kg/t, adotada como $rv = 3,0$ kg/t.

3.2.10 Outros itens

Considerar todos os outros elementos que possam influir na concepção do projeto ou seus custos. Entre estes itens incluir sinalização, instalações vinculadas à operação da ferrovia, etc.

3.3 Seleção de Alternativa de Traçado

A seleção da alternativa de traçado a ser considerada no estudo far-se-á a partir da análise da compatibilidade técnica das alternativas com os objetivos do projeto, e da avaliação de suas implicações econômicas.

4 APRESENTAÇÃO

4.1 Fase Preliminar

A apresentação dos estudos de traçados far-se-á através do relatório do estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA) ou do projeto de engenharia a que corresponde, devendo conter:

RELATÓRIO			
VOLUME	DISCRIMINAÇÃO	MATÉRIAS	FORMATO
1	Relatório dos Estudos Preliminares	<ul style="list-style-type: none">– Textos descritivos e justificativos das recomendações referentes à identificação e estudo das alternativas de traçado;– Tabelas, gráficos e memórias de cálculo suficientes para permitir o perfeito entendimento dos estudos relacionados ao texto;– Estimativa preliminar sucinta dos custos de implantação.	A4

4.2 Fase Definitiva

A apresentação dos estudos de traçados far-se-á através o relatório de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA) ou do projeto de engenharia a que corresponde, devendo conter:

RELATÓRIO			
VOLUME	DISCRIMINAÇÃO	MATÉRIAS	FORMATO
1	Relatório do Projeto	<ul style="list-style-type: none">– Textos descritivos e justificativos das recomendações referentes à seleção da alternativa de traçado; verificação da viabilidade física da alternativa selecionada;– Definição do padrão e as principais características básicas de projeto da ferrovia e das ligações secundárias;– Tabelas, gráficos e memórias de cálculo suficientes para permitir o entendimento dos estudos relacionados ao texto;– Estimativa sucinta dos custos de implantação e de desapropriação.	A4
		<ul style="list-style-type: none">– Desenhos da concepção geométrica, incluindo folha-título, planta de situação, folha-índice e folha de convenções gráficas.	A3

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	7
1 OBJETIVO	9
2 FASES DOS ESTUDOS	9
3 ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS	9
3.1 Fase Preliminar	9
3.1.1 Coleta e Compilação de Dados	9
3.1.2 Identificação e Estudos das Alternativas de Traçado	11
3.1.2.1 Identificação das Possíveis Diretrizes	11
3.1.2.2 Estabelecimento de Critérios	11
3.1.2.3 Planos Operacionais Preliminares	11
3.1.2.4 Formulação de Alternativas	12
3.2 Fase Definitiva.....	12
3.2.1 Geologia e geotécnica.....	12
3.2.2 Terraplenagem	12
3.2.3 Hidrologia e drenagem	13
3.2.4 Obras-de-Arte Especiais.....	13
3.2.5 Faixa de Domínio	14
3.2.6 Estudos Ambientais.....	14
3.2.7 Plano Operacional e Demanda.....	14
3.2.8 Estimativa Preliminar de Custos.....	14
3.2.9 Comprimento Virtual das Alternativas	15
3.2.10 Outros itens	15
3.3 Seleção de Alternativa de Traçado.....	15
4 APRESENTAÇÃO	15
4.1 Fase Preliminar	15
4.2 Fase Definitiva.....	16
ÍNDICE	17