 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 1 /9	REV. 1

## 1. OBJETIVO

Esta especificação visa estabelecer as diretrizes básicas dos serviços topográficos para implantação de ferrovias.

Todos os serviços, cujo objetivo seja a obtenção de levantamento planialtimétrico cadastral, deverão fornecer elementos digitalizados que possibilitem o emprego de *softwares* de desenho (CAD ou similar) e de cálculo (*Topograph* ou similar).

## 2. ATIVIDADES TOPOGRÁFICAS

### 2.1 Fase de Estudo de Traçado

Neste caso, os serviços topográficos serão desenvolvidos nas restituições, na escala 1:5.000, a partir de vãos na escala 1:15.000, com base nas inspeções de campo, nos relatórios preliminares dos estudos geológicos e hidrológicos e no equilíbrio das compensações volumétricas.

### 2.2 Fase de Projeto Básico

Os estudos topográficos para obtenção dos elementos planialtimétricos cadastrais, a serem empregados no detalhamento dos estudos e projetos que compõem o projeto básico, serão desenvolvidos a partir de vãos na escala 1:8000 e restituição na escala 1:2000, com curvas de metro em metro.

### 2.3 Fase de Projeto Executivo


#### 2.3.1 Serviços de Apoio

Implantação da poligonal de transferência das coordenadas cartesianas do sistema de projeção UTM, a partir dos marcos geodésicos da rede oficial do IBGE ou DSG ou de marcos implantados para restituição aerofotogramétrica, na escala 1:5.000, para os que serão implantados próximos do início e final do trecho.

Transferência de cota altimétrica para os marcos inicial e final do trecho, ou algum marco auxiliar de RN a ser implantado para conferência do grau de precisão dos serviços. Ressalta-se aqui a importância do controle da altimetria ao longo da diretriz estudada.

Poligonal de exploração do eixo da diretriz indicada na restituição aerofotogramétrica de 1:5.000 ou 1:2.000, de PI a PI (sem lançamento de curvas), materializada no campo pelo estaqueamento espaçado no máximo de 200 m, com transporte de cota altimétrica ao longo do estaqueamento.

Implantação da rede de Referências de Nível, ao longo da diretriz, com espaçamento aproximado de 0,5 a 0,5 km e controle altimétrico em função da rede oficial de RN's. Para facilitar os trabalhos, deve-se dar preferência a colocação dos RN's junto aos pontos de passagem. Com o lançamento da poligonal de exploração da diretriz, sendo realizado por trechos, entende-se que na medida do avanço dos serviços haverá uma otimização quanto a geologia, hidrologia e fidelidade da restituição empregada e também levantando-se em consideração o equilíbrio dos volumes.

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 2 /9	REV. 1

### 2.3.2 Implantação do Projeto Executivo:

A demarcação do Projeto Geométrico se constituirá na locação de seus pontos notáveis: início e fim de curvas ou início e fim das curvas espirais e um ponto intermediário em transportes longos a cada 1,5 km, aproximadamente.

- Materialização do eixo do projeto a partir dos pontos notáveis por meio de locação das curvas e tangentes, com piqueteamento de 20 em 20 m;
- Nivelamento e contranivelamento do eixo locado com fechamento na rede de RN's;
- Levantamento de seções transversais ao longo do eixo locado;
- Levantamento planialtimétrico em áreas especiais tais como: transposições de cursos d'água de empréstimo de material para aterros, jazidas de materiais de construção, interseções com rodovias, linhas de transmissão de energia, etc.;
- Nas transposições de cursos d'água para Projeto de Obras-de-Arte Especiais e Correntes (bueiros celulares) destacam-se os levantamentos com batimetria ou processo de ecobatímetro.
- Locação de furos de sondagem geotécnica, seu nivelamento e amarração ao eixo locado.
- Levantamento cadastral da faixa de domínio, fornecendo a posição das cercas, levantamento das edificações e benfeitorias, nome do proprietário e outros elementos para caracterização da faixa de domínio.

Nos casos em que haja, comprovadamente, a necessidade de se encurtar o prazo de realização dos serviços topográficos, a planta topográfica a ser empregada poderá ser a restituição aerofotogramétrica na escala 1:2.000, com curvas de nível de 1,0 m em 1,0 m. Assim sendo, não será realizado o levantamento de seções transversais ao longo do eixo locado.

As demais atividades citadas anteriormente deverão ser todas executadas.

O Projeto Geométrico definitivo poderá ser executado nos escritórios de campo.

## 3. PADRONIZAÇÃO DAS ATIVIDADES TOPOGRÁFICAS (Caráter Geral)

### 3.1 Poligonal de transferência de Coordenadas para as Extremidades do Trecho.


O objetivo desta poligonal é transferir as coordenadas geográficas no sistema de projeção UTM, dos marcos da rede oficial do IBGE ou DSG para os marcos próximos do início e do final do trecho da ferrovia.

#### 3.1.1 Tolerância de Fechamento

- Erro relativo de fechamento linear  $E = 1:10.000$  ( $E = 0,0001 \times L$ , sendo L a distância em metros).
- Erro de fechamento angular  $E = 10'' \sqrt{N}$ , sendo N o número de vértices da poligonal.

#### 3.1.2 Transferência Cota Altimétrica

##### 3.1.2.1 Tolerância

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 3 /9	REV. 1

- Admite-se um erro máximo de 12 mm  $\sqrt{K}$ , sendo K a distância percorrida em quilômetros de nivelamento.

### 3.1.2.2 Monumentação

As referências de nível implantadas deverão ser monumentadas em blocos de concreto pré-moldado com 10 x 10 x 30 cm, assentados em concreto.

### 3.1.2.3 Monografia

Deverá ser elaborado um memorial descritivo da RN contendo o lote do trecho, o grau de precisão, a cota altimétrica, o nome do executor, a data de colocação da RN, descrição de sua localização e croqui elucidativo.

## 3.2 Poligonal de Exploração ao longo do Trecho (PI a PI)

### 3.2.1 Implantação

A identificação da diretriz, será materializada no campo por intermédio de suas tangentes, que consequentemente determinarão os PI.

Estas tangentes serão estaqueadas a partir do marco inicial com piquetes e testemunhas, cujas distâncias máximas variam em torno de 200 m.

### 3.2.2 Tolerâncias de Fechamento da Poligonal de Exploração

Esta poligonal será fechada nos marcos da poligonal de apoio, o que permitirá a verificação dos erros de fechamento, que não poderão ultrapassar as seguintes medidas:

- medidas angulares

$$T = 10'' \sqrt{N}, \text{ sendo } T = \text{tolerância em segundo e } N = \text{número de vértices}$$

- medidas lineares


$$t = 0,0001 L (1:10.000) \text{ sendo } L \text{ o comprimento do trecho considerado e } t \text{ a tolerância em metros.}$$

### 3.2.3 Nivelamento, Contra Nivelamento e Rede de RN's.

Todos os piquetes da poligonal de exploração, deverão ser cotados através de nivelamento geométrico.

Em casos de difícil acesso, será permitido o nivelamento taqueométrico, devendo o ângulo vertical ser lido com reiteração e com leitura recíprocas.

Qualquer tipo de nivelamento utilizado terá seu fechamento entre dois marcos da rede de RN implantada.

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 4 /9	REV. 1

Os erros de fechamento não poderão ser superiores a 12 mm por quilômetros para o nivelamento geométrico e 100mm por quilômetro para o nivelamento taqueométrico.

### 3.3 Otimização da Poligonal de Exploração

Conforme descrito anteriormente, havendo necessidade, o próprio desenvolvimento da poligonal já pressupõe uma otimização da diretriz, com base nos estudos geológicos, hidrológicos e volumétricos de terraplenagem, fornecidos pelo Projeto Básico. Entretanto, a análise desta poligonal exploratória, poderá exigir o lançamento de novos trechos para otimização final, os quais seguirão a mesma rotina já descrita.

Recomenda-se desenvolver a poligonal de exploração por trecho de até 5 km, para evitar a perda de serviços topográficos.

### 3.4 Locação de Eixo do Projeto Geométrico

#### 3.4.1 Objetivo

Com base na poligonal de exploração (PI a PI) otimizada, será calculado o eixo geométrico da ferrovia, e definidas as coordenadas topográficas de seus PI e de seus pontos notáveis (PC, PT, CS, SC etc.).

#### 3.4.2 Materialização do Eixo

Os pontos notáveis serão materializados e devidamente amarrados por pontos de segurança, pelo processo X ou V, utilizando-se 8 ou 6 marcos.


Entre os pontos notáveis, o eixo do projeto será materializado com piqueteamento de 20 em 20 m, devidamente testemunhados com estacas de madeira de boa qualidade e identificados conforme processo usual.

Recomenda-se locar as curvas com raios menores que 600 metros com piquetes distanciados de 10 em 10 m, por processo das deflexões sobre as tangentes, utilizando-se teodolitos que permitam medidas angulares em leituras diretas de um minuto (tipo Wild T.16 ou similar) e trenas de aço aferidas.

Em anexo tabelas para locação de curvas.

#### 3.4.3 Tolerâncias

- Locação dos Pontos Notáveis
- Medidas Lineares -  $T = 0,0002 L$ , sendo L em metros e T em metros
- Medidas angulares -  $t = 15'' \sqrt{N}$ , sendo N = número de lados para transferência de coordenadas.
- Locação do Eixo das Tangentes e Curvas

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 5 /9	REV. 1

- Medidas lineares -  $T = 0,0005 L$ , sendo  $L$  = metros e  $T$  em metros
- Medidas Angulares -  $t = 30'' \sqrt{N}$ , sendo  $N$  = número de vértices.

#### 3.4.4 Nivelamento e Contranivelamento do Eixo

Todos os pontos que caracterizam o eixo projetado deverão ser cotados geometricamente, com base na rede de referência de nível implantada.

O erro de fechamento não poderá ser superior a 15mm/km.

#### 3.4.5 Identificação das Estacas

O sistema de identificação das estacas testemunhas dos piquetes será o quilométrico relacionando a estaca inicial do trecho.

Em estacas de 100 em 100 m, deverá constar o km e a fração centesimal, ou seja:

Nas estacas intermediárias será suficiente a numeração da estaca fracionária, ou seja:

Estaca 278,23, a qual corresponderá ao km 283+278,23

Quando for verificada a duplicidade de km em lotes distintos, deverá constar na estaca, também, o número do lote de cada projetista.

Exemplo: Estaca 283+200 - 3A corresponderá ao km 283+200 do lote 3A.

### 3.5 Levantamento de Seções Transversais

As seções transversais têm por finalidade retratar fielmente o relevo do terreno, com os seus acidentes topográficos e permitirão fornecer as distâncias do *off-set* para construção na terraplenagem.

As seções transversais serão levantadas de 20 em 20 m, sendo sua extensão, a princípio, até a faixa de domínio.

Nas curvas com raios menores que 600 m, locadas de 10 em 10 m, as seções transversais serão levantadas de 20 em 20 m.


As tolerâncias permitidas serão de mais ou menos 5 cm.

As seções transversais serão executadas por nivelamento geométrico com pontos espaçados de no máximo 10 m, sem prejuízo do levantamento de quaisquer outros detalhes existentes neste intervalo.

### 3.6 Levantamento Planialtimétrico em Áreas Especiais

#### 3.6.1 Objetivo

Os levantamentos planialtimétricos em áreas especiais visam caracterizar topograficamente as áreas onde serão projetadas as pontes, os viadutos, passagens superiores ou inferiores, áreas de

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 6 /9	REV. 1

empréstimos de material terroso, jazidas de materiais de construção, interferências com linhas de transmissão elétrica ou telefônica.

### 3.6.2 Identificação

As transposições e interferências acima mencionadas foram detectadas inicialmente a partir da análise da diretriz básica em sua restituição ou sua otimização no campo, devendo a projetista elaborar um plano para levantamento topográfico destas áreas de modo a permitir a elaboração do Projeto Executivo.

Destacam-se nesta atividade as interferências com rodovias, linhas de transmissão de energia elétrica em baixa ou alta tensão, linhas de telefonia, oleodutos ou gasodutos, as quais envolvem órgãos públicos ou mesmo empresas privadas que possuem a concessão governamental para exploração de tais serviços, possuindo normas e especificações próprias para a referidas interferências.

### 3.6.3 Contatos com a Concessionária

A projetista deverá desenvolver entendimentos com as chefias dos órgãos responsáveis das concessionárias, inteirando-se das normas vigentes a serem respeitadas, em cada caso, a fim de verificar a necessidade e condicionantes na execução das obras possivelmente necessárias, e que poderão exigir levantamentos topográficos e outros para a elaboração do seu anteprojeto.

### 3.6.4 Levantamento Topográfico

Deverá ser executado o levantamento planialtimétrico, de forma a cobrir com suficiência toda a área de interesse, abrangendo os elementos necessários ao anteprojeto.

O levantamento planialtimétrico será caracterizado por poligonal de apoio, eixos topográficos básicos, seções transversais, ou outras atividades topográficas já definidas anteriormente e de acordo com as normas e especificações,

Da mesma forma as precisões e tolerâncias encontram-se definidas nas atividades próprias descritas anteriormente.

Todos os levantamentos planialtimétricos executados ao longo do eixo, serão limitados a 60 m para cada lado do eixo, ou seja, a faixa definida pelo levantamento das seções transversais. Nos casos de necessidade de um levantamento mais extenso, deverá ser solicitado à fiscalização.

### 3.6.5 Estudos Complementares

Estudos geotécnicos, hidrológicos e de terraplenagem deverão ser elaborados para fundamentação do anteprojeto da obra de arte da interferência, respeitando-se neste estudos as especificações pertinentes da VALEC.

### 3.6.6 Levantamento de Talwegues para Obras-de-Arte Especiais

- Inicialmente determina-se a esconsidade do eixo de talvegue, através da linha média do mesmo.

<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 7 /9	REV. 1

- Locação do eixo de levantamento na área do talvegue e sua amarração às estacas do eixo da ferrovia, piqueteado de 10 em 10 m, no sentido de montante e de jusante, estendendo-se o mesmo no mínimo 20 m além dos *off-sets* projetados.
- Nivelamento e contranivelamento do eixo de levantamento, registrando-se os níveis d'água atuais e os de máxima cheia ocorridos.
- Levantamento de seções transversais normais ao eixo básicos em faixa de no mínimo 40 m (20 m para cada lado do eixo).
- Quando a obra de arte é constituída de ponte sobre curso d'água, determina-se dois eixos, em cada margem do mesmo, de acordo com sua esconsidade, procedendo-se ao levantamento topográfico em cada eixo conforme anteriormente descrito.

O objetivo desta seleção de eixos é poder interligar as seções transversais levantadas por meio de batimetria no curso d'água.


O leito do rio será caracterizado por 5 perfis batimétricos, sendo 2 a montante, 2 a jusante e 1 segundo o eixo da ferrovia, podendo seu espaçamento ser da ordem de 10 ou 20 m, dependendo da largura do rio.

- Os níveis d'água em todos os perfis acima devem ser nivelados no mesmo dia, para caracterizar a mesma situação.
- Definir em ambas as margens, por meio de vestígios ou informações de moradores vizinhos, as cotas e a data das maiores cheias observadas (níveis de enchente máxima).
- As tolerâncias para demarcação dos eixos, suas seções transversais, o nivelamento e contranivelamento obedecem as dos itens 3.4.3 e 3.4.4.
- O processo de batimetria a ser empregado para levantamento da seção do leito do rio (processo convencional ou eco-batimetria) deverá ser objeto de entendimento entre a projetista e a fiscalização da VALEC.

### 3.6.7 Levantamento de Talvegue para Obras-de-Arte Correntes

Este levantamento se assemelha ao anterior com algumas recomendações que se seguem:

- Será executado este levantamento, nos locais onde for projetado bueiro celular e a critério e aprovação da fiscalização.
- O eixo do bueiro deverá ter a menor esconsidade possível, permitindo-se em casos excepcionais que ultrapasse a 30°.
- Identificar por informações ou no próprio terreno os níveis de máximas cheias.
- A locação do eixo de bueiro devidamente amarrado ao eixo da ferrovia, será executada com piquetes espaçados de 10 em 10 m, em direção a jusante e montante, identificando as estacas testemunhas com as letras “J” e “M” e se estenderá além dos limites dos *off-sets* em 20 m, ou de acordo com a extensão das valetas de entrada e saída do bueiro.

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 8 /9	REV. 1

- Nivelamento e contranivelamento de todos os piquetes do eixo, registrando os pontos de contatos com talwegues, assim como os pontos a montante e jusante da valeta.
- Levantamento de seções transversais em comprimento não menores que 20 m para cada lado do eixo do bueiro, de modo a identificar o barranco, demais elementos característicos do talwegue ou grotá.
- Elaborar croquis elucidativos do levantamento na caderneta de campo que registrou os dados da esconsidade, nivelamento, etc.
- As tolerâncias desta atividade e demais procedimentos são regulados pelos itens 3.4.3 e 3.4.4.

### 3.6.8 Levantamento planialtimétrico em áreas de empréstimo e de outras áreas de ocorrência de materiais de construção.

#### 3.6.8.1 Objetivo

Estes levantamentos visam à caracterização das áreas de ocorrência jazidas tais como pedreiras, areais, caixas de empréstimos, material de sub-lastro, normalmente situadas fora da faixa de domínio da ferrovia.

#### 3.6.8.2 Procedimentos

O levantamento será representado por uma malha retangular, com eixos espaçados de 20 m que se apóia em duas bases devidamente amarradas, diretamente ou indiretamente ao eixo da Ferrovia, materializados com piquetes e testemunhas e suas extremidades devidamente monumentadas. Esta malha será nivelada e contranivelada, devidamente amarrada a rede RN's da ferrovia, e as tolerâncias admitidas, quer no transporte de cotas, quer nos caminhamentos, obedecerão aos itens 3.4.3 e 3.4.4 da presente especificação.

No caso das áreas de ocorrências de jazidas estarem a mais de 500 m do eixo da ferrovia, o levantamento planialtimétrico terá a sua amarração arbitrária, sendo obrigatório a descrição da localização e o itinerário de acesso.

#### 3.6.9 Forma de medição dos serviços topográficos

- Transporte de Cotas e Coordenadas – por quilômetro
- Implantação da Poligonal de Apoio (incluindo amarrações) – por quilômetro
- Locação do Eixo – por quilômetro
- Nivelamento e Contranivelamento do Eixo Locado (incluindo a rede de RN's) – por quilômetro
- Levantamento de Seção Transversal – por metro
- Levantamento Planialtimétrico de Talwegues para OAEs – por metro quadrado
- Levantamento Planialtimétrico de Talwegues para OACs – por metro quadrado
- Levantamento Planialtimétrico de Áreas de Empréstimo e Ocorrências – por metro quadrado
- Levantamento Cadastral – por quilômetro
- Leituras com GPS – por pares de pontos



<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO</b>		
TÍTULO: <b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	Nº <b>80-EG-000A-28-0000</b>	FOLHA 9 /9	REV. 1

### 3.7 Exploração locada

No caso de alteração de traçado, autorizada pela VALEC, deverá ser procedido o lançamento de poligonal de exploração, quando as cartas topográficas existentes não permitam a locação direta do eixo.

A definição dos casos em que será empregada esta poligonal de exploração será dada pela VALEC.

Somente será medida, a poligonal de exploração a ser empregada como base para a locação da diretriz aprovada e definitiva.