

# **ANEXO 1**

## **TERMO DE REFERÊNCIA**

### **PROCEDIMENTO DE MANIFESTAÇÃO DE INTERESSE - PMI**

#### **PROJETO NOVA FERROESTE**

(DOURADOS/MS – PARANAGUÁ/PR – PONTAL DO PARANÁ/PR)

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>3. PREMISSAS DO PROJETO .....</b>	<b>8</b>
<b>4. DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE .....</b>	<b>9</b>
<b>5. PRAZO .....</b>	<b>10</b>
<b>6. CADERNO 1: ESTUDOS TÉCNICO-OPERACIONAIS E AMBIENTAIS .....</b>	<b>10</b>
6.1 VOLUME 1: ESTUDOS DE DEMANDA .....	11
6.1.1 Introdução .....	11
6.1.2 Aspectos Metodológicos .....	11
6.1.3 Resultados .....	13
6.1.4 Definição do Traçado Preliminar .....	13
6.2 VOLUME 2: ESTUDOS AMBIENTAIS .....	13
6.3 VOLUME 3: ESTUDOS DE ENGENHARIA .....	17
6.3.1 Estudos Topográficos .....	18
6.3.2 Traçado Geométrico .....	23
6.3.3 Estudos Geológicos-Geotécnicos .....	26
6.3.4 Estudos Hidrológicos e Hidráulicos .....	35
6.3.5 Terraplanagem .....	35
6.3.6 Obras de Arte Correntes (OAC) e Drenagens .....	37
6.3.7 Obras de Arte Especiais .....	39
6.3.8 Superestrutura Ferroviária .....	40
6.3.9 Interferências e Obras complementares .....	42
6.3.10 Centro de Controle Operacional (“CCO”) .....	44
6.3.11 Sistemas de Sinalização .....	44
6.3.12 Sistemas de Telecomunicações .....	45
6.3.13 Sistema de Energia .....	45
6.3.14 Plano de Execução das Obras .....	46
6.4 VOLUME 4: ESTUDOS OPERACIONAIS .....	47
6.5 VOLUME 5: ORÇAMENTO E CRONOGRAMA .....	51
6.5.1 Orçamento .....	51
6.5.2 Custos com Investimentos .....	52
6.5.3 Custos e Despesas Operacionais .....	53
6.5.4 Cronograma Físico – Financeiro .....	54

<b>7. CADERNO 2: ESTUDOS ECONÔMICO-FINANCEIROS E DE EXTERNALIDADES ..</b>	<b>55</b>
7.1 VOLUME 1: ESTUDOS ECONÔMICO-FINANCEIROS.....	55
7.2 VOLUME 2: ESTUDOS DE EXTERNALIDADES .....	59
7.2.1 Dos Benefícios Diretos e Indiretos.....	59

## **1. INTRODUÇÃO**

O Paraná é um Estado em constante crescimento em razão de seu dinamismo na indústria, serviços e agropecuária, oscilando, assim, entre a quarta e a quinta maior economia do país em relação ao PIB.

Devido às suas características, o Paraná tem forte participação no setor do agronegócio. A fertilidade de seu solo e o clima paranaense contribuem para a diversificação da produção ao longo dos anos, fazendo com que a agricultura desempenhe um papel fundamental no crescimento econômico do Estado.

O estado do Mato Grosso do Sul tem uma economia baseada principalmente na pecuária e agricultura. Os produtos agrícolas mais cultivados no Mato Grosso do Sul são: soja, milho, trigo, arroz, café, algodão, mandioca, feijão, cana-de-açúcar e amendoim.

Em 2016, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o Mato Grosso liderou como o maior produtor nacional de grãos, com uma participação de 23,9%, seguido pelo Paraná, com 19,3%. A maior parte da movimentação dos produtos agrícolas produzidos no Brasil é exportada pelos portos, destacando-se, no Paraná, o Porto de Paranaguá, que exporta, atualmente, cerca de 75% da produção agrícola do Estado.

Nos últimos anos, foram registrados recordes na operação de quase todos os produtos movimentados pelo Porto de Paranaguá, dinamizando e impulsionando a economia do Paraná, sendo os principais produtos exportados soja, milho, trigo e açúcar.

Em sentido contrário, abastecendo o campo, Paranaguá é o maior e o mais importante Porto na importação de fertilizantes, com 9,5 milhões de toneladas desembarcadas anualmente, o que representa mais de 35% de todo o fertilizante importado pelo Brasil.

Nas condições de infraestrutura atuais, 80% de toda demanda de importação e exportação do Porto de Paranaguá é transportada pelo modal rodoviário. A outra parcela da demanda é transportada por meio da malha ferroviária atual que, em alguns segmentos, encontram-se próximo a sua capacidade máxima, principalmente nos gargalos da Serra da Esperança (entre Guarapuava e Ponta Grossa) e na descida da Serra do Mar (entre Curitiba e Paranaguá).

A ferrovia que atende o Porto de Paranaguá, atualmente operada pela Concessionária Rumo, é centenária e de interesse cultural e turístico no trecho que atravessa a Serra do Mar. Sua geometria não favorece uma boa performance operacional dos trens de carga que circulam até Paranaguá. Devido a estas restrições, o desenho operacional é complexo. Por ser via singela, a operação é lenta, principalmente em trechos de Serra, gerando tempo de espera por cruzamento. Além disso, por não haver trechos alternativos, a ferrovia atual está

sujeita a bloqueios e interrupções em caso de queda de barreiras, acidentes ou avarias no material rodante.

O transporte de cargas pelo modal ferroviário apresenta outros gargalos como a necessidade de expansão de pátios e a falta de centros de distribuição, plataformas intermodais e armazéns de estocagem ao longo da ferrovia.

Outro problema a ser solucionado é relativo ao trecho ferroviário que atravessa a região Metropolitana de Curitiba, uma vez que o aumento de transporte de carga poderá conflitar com a crescente ocupação urbana.

Considerando a capacidade de produção agrícola dos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina, somado à carga do Paraguai e a elevada taxa de exportação da produção, é urgente a necessidade de implantação de uma infraestrutura de transporte de cargas eficiente destinada a atender à crescente demanda do Estado, contribuindo, assim, para o seu desenvolvimento econômico.

Com o intuito de analisar a demanda de cargas no Estado do Paraná, foi constituído, por meio da Resolução nº 003/2016, na Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral - SEPL, um Grupo de Trabalho multisetorial do Corredor de Exportação do Estado – GT/CE, com o intuito de desenvolver estudos relativos à capacidade do modal ferroviário dos corredores de exportação no Estado do Paraná. As conclusões destes estudos, disponibilizados e publicados, indicam um significativo crescimento da demanda de transporte de cargas, considerando a projeção dos próximos anos.

Além disso, foi constituído, por meio da Resolução nº 04/2016 do Conselho Gestor de Concessões - CGC, um Grupo de Trabalho destinado ao desenvolvimento de novos projetos ferroviários no Estado do Paraná. Este Grupo de Trabalho concluiu pela necessidade da realização de estudos técnico-operacionais, econômico-financeiros e ambientais para a estruturação do projeto da **NOVA FERROESTE** (“**PROJETO**”).

O Grupo de Trabalho acima mencionado consultou a douta Procuradoria Geral do Estado – PGE sobre algumas questões jurídicas do **PROJETO**. Por meio do Parecer nº 03/2017, a PGE consolidou o seguinte entendimento:

- (i) do ponto de vista jurídico, não há nenhum impedimento para a Concessão, pelo Estado do Paraná, de uma malha ferroviária em seu território;
- (ii) o Estado do Paraná já possui autorização legislativa para a Concessão e para a Subconcessão de serviços públicos de transporte ferroviário intermunicipal, conforme estabelecido no parágrafo único do artigo 1º da Lei Complementar nº 76, de 21 de dezembro de 1995.

Para a estruturação do **PROJETO**, faz-se necessária a realização de **ESTUDOS DE VIABILIDADE** Técnico-Operacional, Econômico-Financeira e Ambiental, buscando soluções que possibilitem a eliminação dos atuais gargalos no sistema existente,

**GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ**  
**CONSELHO GESTOR DE CONCESSÕES**

além do atendimento pleno e eficaz da demanda de transporte de cargas atual com eficiência, segurança e melhor custo/benefício.

O **PROJETO** será composto por 02 (dois) **TRECHOS** ferroviários:

(i) **TRECHO 1 - GUARAPUAVA** ao **PORTO DE PARANAGUÁ** e um ramal até o futuro complexo portuário de **PONTAL DO PARANÁ**, no Paraná (Concessão Estadual);

(ii) **TRECHO 2 - DOURADOS**, no **MATO GROSSO DO SUL**, à **GUARAPUAVA**, no Paraná (Subconcessão Federal).

A empresa **ESTRADA DE FERRO PARANÁ OESTE S.A. ("FERROESTE")**, Sociedade de Economia Mista, criada nos termos da Lei Federal nº 9.892, de 31 de dezembro de 1991, vinculada à Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística - SEIL, já é detentora de Concessão Federal, pelo prazo de 90 (noventa) anos, conforme o Contrato nº 27.101.003.089, firmado, em 23 de maio de 1989, com a União Federal, por intermédio do Ministério dos Transportes, do **TRECHO 2**.

A Concessão Federal da **FERROESTE** deu-se pelo Decreto Federal nº. 96.913, de 03 de outubro de 1988, que outorga "*o direito de construção, uso e gozo de uma estrada de ferro, na direção geral leste-noroeste, estendendo a malha ferroviária do Estado do Paraná a partir da região de Guarapuava até a região de Cascavel, um ramal ferroviário partindo da região de Cascavel até a região de Dourados, no Estado de Mato Grosso do Sul e ainda ramais necessários à viabilidade da ferrovia, com a finalidade de atender com transporte eficiente e de baixo custo adequado ao escoamento da produção agrícola e outros produtos de natureza agropecuária, energética, mineral e industrial*".

A partir de 2011 o Governo do **ESTADO DO PARANÁ** retomou os investimentos na companhia com o objetivo de maximizar o escoamento ferroviário dos produtos do Oeste do Paraná. Todavia, a Concessão de apenas um segmento ferroviário, no interior da zona de produção, não constitui resposta suficiente e adequada às necessidades de expansão da produção e de desenvolvimento social do Estado.

Motivado pelo acima exposto, o **ESTADO DO PARANÁ**, por intermédio da **FERROESTE**, da **SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA - SEIL** e da **SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL - SEPL**, torna público aos interessados o presente **TERMO DE REFERÊNCIA** contendo as diretrizes para a instauração de Procedimento de Manifestação de Interesse – **PMI** para estruturação da **NOVA FERROESTE**.

A implantação de um corredor ferroviário como o proposto constitui uma opção logística que poderá reduzir o custo de transporte de cargas atuais.

Além disso, outros benefícios advirão do retorno econômico-social do investimento em infraestrutura mais eficiente, quais sejam:

- Redução significativa do consumo de combustível;
- Redução da emissão de poluentes, especialmente os gases geradores do efeito estufa, o que implica na redução significativa de danos ambientais;
- Redução do número de acidentes rodoviários;
- Redução dos custos de transportes, aumentando a competitividade de empreendimentos localizados ao longo do traçado das ferrovias, proporcionando a descentralização de investimentos, catalisando a geração de novos empreendimentos e a consequente geração de empregos permanentes;
- Geração de empregos temporários, durante a execução do empreendimento e empregos permanentes, durante a operação da ferrovia, além de arrecadação tributária em todos os níveis da Administração Pública.

## **2. OBJETIVO**

O presente **TERMO DE REFERÊNCIA** tem por objetivo definir as diretrizes e os requisitos mínimos para a realização dos **ESTUDOS DE VIABILIDADE** Técnico-Operacional, Econômico-Financeiro; Ambientais e de Externalidades para a estruturação de procedimento licitatório que contemplem:

**(i) CONCESSÃO ESTADUAL** para a implantação, operação, gestão e manutenção de Transporte Ferroviário de Cargas, entre **GUARAPUAVA** ao **PORTO DE PARANAGUÁ** e um ramal até o complexo portuário de **PONTAL DO PARANÁ**, no Paraná (“**TRECHO 1**”);

**(ii) SUBCONCESSÃO FEDERAL** para a implantação, operação, gestão e manutenção de Transporte Ferroviário de Cargas, entre **DOURADOS**, no Mato Grosso do Sul, a **GUARAPUAVA**, no Paraná (“**TRECHO 2**”).

Por meio do **PMI**, o **ESTADO DO PARANÁ** busca obter informações que permitam, entre outros:

- Definir parâmetros básicos para a estruturação de um modelo técnico-operacional para a implantação de um serviço de transporte ferroviário de cargas do **PROJETO**, considerado na sua integralidade, embora composto por 02 (dois) **TRECHOS** Ferroviários;
- Possibilitar a interoperabilidade destes 02 (dois) **TRECHOS**, bem como com a malha já existente, além do direito de passagem de operadores independentes;
- Justificar a viabilidade econômico-financeira de cada um dos 02 (dois) **TRECHOS** que compõem o **PROJETO**, considerando a demanda de cargas de exportação e importação existente;



- Permitir o transporte de cargas até o **PORTO DE PARANAGUÁ**, de forma rápida, segura, eficiente e economicamente atrativo;
- Buscar o melhor traçado para a implantação do **PROJETO**, considerando o aproveitamento do trecho já em operação entre **CASCADEL** e **GUARAPUAVA**, no Paraná, pela **FERROESTE**.

### **3. PREMISSAS DO PROJETO**

Os estudos deverão considerar que os serviços de transporte de cargas no **PROJETO** têm como objetivo principal o atendimento aos dois **TRECHOS** ,.

Para tornar o **PROJETO** mais atraente, as **PROPOSTANTES** poderão propor a inclusão de outros ramais ferroviários, bem como oferecerem serviços alternativos e sugestões que julgarem procedentes.

As metodologias a serem seguidas deverão obedecer às Normas, Manuais, Instruções, procedimentos e especificações em vigor no país, complementadas, quando couber, por normas de organismos internacionais.

As **PROPOSTANTES** deverão apresentar o traçado que entenderem mais viável, técnica e economicamente, para o **PROJETO**, considerando, necessariamente, o trecho já implantado e em operação, pela **FERROESTE**, entre **CASCADEL** e **GUARAPUAVA**, no Paraná, com uma extensão de 248 Km.

Poderão ser traçados cenários projetando bitola larga e mista, duplicação de via e gabarito de túneis que atendam composições com vagões duplos, desde que atendida a integração com a malha métrica atual.

O traçado da nova ferrovia **não** poderá utilizar a malha ferroviária já existente (entre **GUARAPUAVA** e **PARANAGUÁ**) e operada pela Concessionária que administra a Malha Sul, nem mesmo a sua Faixa de Domínio.

Na Região Metropolitana de Curitiba, o novo traçado da ferrovia deverá considerar a crescente ocupação urbana, minimizando as interferências com o aglomerado urbano.

Os **ESTUDOS DE VIABILIDADE** deverão demonstrar que dentre as alternativas de traçados possíveis, o traçado da nova via ou de intervenção apresentado pela **PROPOSTANTE** oferece maiores benefícios, em termos de menor impacto ambiental e de menor custo de construção.

Caberá as **PROPOSTANTES** proporem as fases de implantação dos dois **TRECHOS** que compõe o **PROJETO**, com o intuito de viabilizar o empreendimento.

Referente ao prazo da concessão, este deverá ser objeto do estudo da PMI e as **PROPOSTANTES** deverão propor cenários com diferentes prazos para a concessão de acordo com a viabilidade econômica financeira do empreendimento.



Para a definição do traçado do **PROJETO**, as **PROPONENTES** poderão analisar os seguintes documentos:

- [http://pilferrovias.antt.gov.br/index.php/content/view/1201/Maracaju\\_MS\\_Lapa\\_PR.html](http://pilferrovias.antt.gov.br/index.php/content/view/1201/Maracaju_MS_Lapa_PR.html)
- [http://pilferrovias.antt.gov.br/index.php/content/view/1313/Lapa\\_PR\\_Paranagua\\_PR.html](http://pilferrovias.antt.gov.br/index.php/content/view/1313/Lapa_PR_Paranagua_PR.html)

Esses documentos, em conjunto, passarão a ser referidos no presente **TERMO DE REFERÊNCIA** como **ESTUDOS ANTERIORES/ANTT**.

Todos os dados utilizados nos **ESTUDOS ANTERIORES/ANTT**, bem como suas fontes e premissas adotadas, poderão ser utilizados para atendimento a este **TERMO DE REFERÊNCIA**, mas deverão ser atualizados, complementados e afinados, particularmente os dados topográficos e geológico-geotécnicos e de capacidade da ferrovia, que deverão ser analisados no decorrer da elaboração dos **ESTUDOS DE VIABILIDADE** pela **PROPONENTE**.

#### 4. DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE

As **PROPONENTES** deverão apresentar todos os estudos, levantamentos, investigações e projetos, indicando as premissas que fundamentaram as conclusões em cada caso e para cada **TRECHO** que comporá o **PROJETO**, separadamente.

Todas as fontes secundárias utilizadas nos estudos, bem como suas fontes e premissas adotadas, deverão ser atualizados e, quando necessários, complementados, principalmente os dados topográficos e geológicos.

As **PROPONENTES** deverão realizar o **PMI** de todo o segmento ferroviário do **PROJETO**, compreendido entre **DOURADOS**, no **MATO GROSSO DO SUL**, e o **LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ (PORTO DE PARANAGUÁ e um ramal para o Complexo Portuário de PONTAL DO PARANÁ)**. Os **ESTUDOS DE VIABILIDADE** deverão ser entregues, separadamente, para os 02 (dois) **TRECHOS**, divididos nos seguintes Cadernos:

- **Caderno 1:** estudos Técnico-Operacionais e Ambientais
- **Caderno 2:** estudos Econômico-Financeiros e de Externalidades

Os **ESTUDOS DE VIABILIDADE** a serem desenvolvidos deverão ter a seguinte sequência:

- Estudos de Demanda
- Estudos Ambientais

- Estudos de Engenharia
- Estimativas dos Custos do Empreendimento
- Estudos Econômico-Financeiros
- Estudos de Externalidades

Entretanto, todos os **ESTUDOS DE VIABILIDADE** deverão ter início e desenvolvimento simultâneo, de modo que no decorrer desses sejam verificadas as melhores alternativas de traçado da nova ferrovia ou de intervenção, nos casos de adequação de capacidade e modificação de traçado de trechos de responsabilidade da **FERROESTE**.

No decorrer do desenvolvimento dos **ESTUDOS DE VIABILIDADE**, desde os de demanda até os de engenharia, deverão ser realizados os cálculos dos benefícios relativos à análise socioeconômica das alternativas, que deverão estar apresentados no Caderno nº 2.

Os **ESTUDOS DE VIABILIDADE** deverão obedecer às especificações relativas aos serviços e materiais expressas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, nas Resoluções da Agência Nacional de Transporte Terrestre – ANTT, e, quando ausentes destas, devem buscar referências nas normas e instruções da *American Railway Engineering and Maintenance – AREMA*, na *American Society for Testing and Materials – ASTM* e na *International Union of Railway – UIC*.

Todos os **ESTUDOS DE VIABILIDADE** deverão ser entregues, à Coordenadoria de Concessões e Parcerias (“**CCP**”), em 02 (duas) vias digitais, sendo que uma deverá ser disponibilizada em pdf e a outra em modo que permita o amplo acesso aos seus conteúdos, com os arquivos devidamente identificados e formatados e com as devidas fórmulas e vínculos entre as planilhas que fundamentam referidos **ESTUDOS DE VIABILIDADE**.

As **PROPOSTANTES** que tiverem os seus estudos selecionados para embasar a estruturação dos **PROJETOS** deverão entregar, no final, 01 (uma) via impressa dos **ESTUDOS DE VIABILIDADE**.

## **5. PRAZO**

O prazo provisional para a elaboração dos **ESTUDOS DE VIABILIDADE** e projetos constantes do presente **TERMO DE REFERÊNCIA** é de **270 (duzentos e setenta) dias**, contados a partir da data de publicação da autorização das **PROPOSTANTES**.

## **6. CADERNO 1: ESTUDOS TÉCNICO-OPERACIONAIS E AMBIENTAIS**

Os Estudos Técnico-Operacionais e Ambientais de cada um dos 02 (dois) **TRECHOS** que compõem o **PROJETO** deverão ser analisados e entregues, pelas **PROPONENTES**, conforme o disposto abaixo.

## 6.1 VOLUME 1: ESTUDOS DE DEMANDA

### 6.1.1 Introdução

Os Estudos de Demanda têm por escopo a análise da produção de cargas existente com potencial a ser transportado pelo **PROJETO**, além da projeção desta demanda ao longo do prazo da Concessão, a interferência com outros modais, a análise do impacto de outros modais no **PROJETO**.

Nessas circunstâncias, o **PROJETO**, composto por 02 (dois) **TRECHOS** ferroviários deverá ser concebido com o intuito de ter coerência e continuidade entre as características das infraestruturas e do material rodante, a segurança, e a qualidade dos serviços e o respectivo custo/benefício, considerando a interoperabilidade entre estes 02 (dois) **TRECHOS** e com a malha já existente ou que venha a ser implementada.

Os Estudos de Demanda deverão ser apresentados conforme o disposto a seguir:

- **Capítulo 1 - Aspectos Metodológicos:** com o intuito de apresentar a metodologia utilizada para definição da Área de Estudo, montagem da matriz origem-destino, projeção de demanda e alocação de cargas; e

- **Capítulo 2 - Resultados:** as **PROPONENTES** deverão indicar a demanda alocada na ferrovia em estudo, fazendo uma análise por natureza de carga, que destaque os principais produtos, uma análise por **TRECHO** e uma análise referente ao direito de passagem por Concessionária.

### 6.1.2 Aspectos Metodológicos

Neste item, caberá, às **PROPONENTES**, indicar a metodologia utilizada para a realização dos Estudos de Demanda, observando as seguintes etapas:

#### 6.1.2.1 Definição da Área de Estudo

Para a definição da Área de Estudo, as **PROPONENTES** deverão levar em consideração uma área de abrangência com tamanho suficiente para conter a maioria das origens e destinos dos fluxos de transporte na Região, que será atendida pela implantação do **PROJETO**.

#### 6.1.2.2 Montagem da Matriz Origem-Destino

Para a montagem da Matriz Origem-Destino, as **PROPONENTES** deverão identificar as origens e destinos relevantes que compreendem a Área de Estudo, bem como os

grupos de produtos a serem analisados, com o intuito de identificar as origens e destinos relevantes para a viabilidade do **PROJETO**.

Ressalta-se a importância de considerar as sazonalidades dos produtos e suas densidades na pesquisa de origem e destino.

Poderão, também, ser levada em consideração a expansão da Área de Estudo de forma a viabilizar ramais para atender fluxos específicos.

#### 6.1.2.3 Definição dos Grupos de Produtos

A partir do mapeamento de cargas com potencial para serem transportadas nos 02 (dois) **TRECHOS** do **PROJETO**, caberá, às **PROPONENTES**, apresentar os Grupos de Produtos de cargas de interesse para os **TRECHOS** em estudo.

#### 6.1.2.4 Metodologia da Projeção da Demanda

Neste subitem as **PROPONENTES** deverão demonstrar a Metodologia de Projeção da Demanda utilizada a partir dos estudos realizados nos subitens anteriores.

#### 6.1.2.5 Alocação dos Fluxos da Demanda em Rede

Depois de projetada a demanda de cargas, caberá, às **PROPONENTES**, a identificação dos possíveis fluxos a serem transportados.

Este subitem tem por escopo a minimização de custos logísticos e a definição do traçado, por meio da identificação de rotas ótimas, levando-se em consideração as **distâncias, os tempos de viagens e os custos logísticos** para cada modal de transporte disponível, entre cada par origem-destino.

O transporte ferroviário é essencialmente dependente da multimodalidade, necessitando, na maioria dos casos, de integração com outros modais, principalmente o rodoviário e o hidroviário.

Em razão disso, a rede multimodal da Área de Influência do **PROJETO** deverá ser analisada, considerando os pontos logísticos de integração com outros modais e com a malha ferroviária já existente.

Nos custos logísticos, deverão ser considerados, no mínimo, os custos de frete, custo de estoque em trânsito, custo da perda de carga e de seguro ao longo do percurso e custo de armazenagem, de transbordo e de perda de carga nos terminais ferroviários e hidroviários.

As **PROPONENTES** deverão comparar os dados de frete para os modais ferroviário, rodoviário e hidroviário, classificando-os de acordo com os grupos de produtos e distribuídos em faixas de distância por tipo de modal.

Os volumes movimentados em cada polo de carga definido no **PROJETO** deverão ser identificados para cada patamar de demanda, por sentido (importação e exportação) e por produto movimentado (tipos de produtos atuais e futuros).

### **6.1.3 Resultados**

#### **6.1.3.1 Resultados de projeção da demanda**

Neste item, as **PROPONENTES** deverão demonstrar os resultados dos Estudos da Demanda potencial alocada na ferrovia, tomando como premissa o prazo de início da sua operacionalização e a projeção de crescimento anual até o final do período projetado.

Deverão ser consideradas as cargas, considerando a demanda por natureza, aprofundando, dentro de cada uma delas, os produtos mais representativos da Região Oeste do Paraná.

#### **6.1.3.2 Resultado do direito de passagem por Concessionária**

Neste item, a **PROPONENTE** deverá quantificar possíveis utilizações dos 02 (dois) **TRECHOS** que compõem o **PROJETO** pelas Concessionárias assim como sua porcentagem em relação ao volume total, além do direito de passagem por operadores independentes.

### **6.1.4 Definição do Traçado Preliminar**

Após a elaboração dos Estudos de Demanda e seus resultados e a consequente definição do traçado preliminar, com base nos dados acima estudados e analisados pelas **PROPONENTES**, deverá ser analisada a compatibilização deste traçado com o estudo de campo pela equipe de projeto, considerando-se, dentre outros, os aspectos ambientais e as análises geotécnicas para o aprimoramento e a definição do traçado proposto:

Para o **TRECHO 1**, iniciando em **GUARAPUAVA** e chegando ao **PORTO DE PARANAGUÁ/PONTAL DO PARANÁ**, no Paraná;

Para o **TRECHO 2**, iniciando em **DOURADOS**, no **MATO GROSSO DO SUL**, e chegando a **CASCABEL**, no Paraná, onde integrará com o trecho já em operação pela **FERROESTE**, compreendido entre **CASCABEL** à **GUARAPUAVA**, no Paraná.

## **6.2 VOLUME 2: ESTUDOS AMBIENTAIS**

Os Estudos Ambientais deverão caracterizar, ao longo do processo de concepção dos **ESTUDOS DE VIABILIDADE**, a situação ambiental da Área de Influência, nos aspectos físicos, bióticos e antrópicos e, assim, identificar as possíveis situações

que possam afetar o traçado proposto pela **PROPONENTE**, assim como fazer um prognóstico sobre os efeitos gerados pela implantação e operação da ferrovia, especialmente, os impactos ambientais advindos das obras e dos passivos ambientais.

As análises ambientais apresentam papel preponderante para o desenvolvimento das alternativas de traçado e das soluções de engenharia aplicáveis em cada caso, alertando quanto às condicionantes que possam restringir as opções de passagem, bem como as possíveis implicações frente a interferências específicas e a geração de efeitos indesejados.

Para o meio físico deverão ser considerados, no mínimo, a topografia, geologia, geomorfologia, clima, uso e ocupação do solo, bacia hidrográfica e características geotécnicas do solo.

Com relação ao meio biótico, deverá ser realizada uma caracterização da flora e fauna, em especial dos remanescentes florestais e de outras formas de vegetação natural que poderão ser impactadas pelo empreendimento, e a identificação das áreas legalmente protegidas existentes na região, com informação da distância entre elas e o empreendimento.

Para o meio antrópico deverá ser apresentada uma síntese da situação socioeconômica atual das principais comunidades a serem atingidas pelo empreendimento, e a identificação, localização e descrição sucinta das áreas de valor histórico, arqueológico, espeleológico, cultural, paisagístico e ecológico, além das áreas indígenas.

As análises ambientais apresentarão papel preponderante para o desenvolvimento dos Projetos de Engenharia, alertando quanto às restrições que possam interceptar áreas impeditivas e as possíveis implicações frente à probabilidade de alguns desvios.

Os Estudos Ambientais terão o objetivo primordial de diagnosticar os impactos e entraves que serão impostos à implantação do **PROJETO**, especialmente quanto à existência de Unidades de Conservação Ambiental, de Áreas Indígenas, de Territórios Quilombolas, de recursos que garantem a sobrevivência de Populações Tradicionais, de Áreas Protegidas como as cavernas, dos aquíferos e das nascentes, da necessidade e da dimensão de intervenções em áreas urbanas, dentre outros.

A diretriz ambiental de evitar o acirramento dos conflitos de tráfego ferroviário próximo aos aglomerados urbanos deverá ser valorizada pela incorporação da recomendação de afastar o traçado projetado de adensamentos urbanos, diretriz que deverá ser especialmente considerada no desenvolvimento do traçado que percorre a Região Metropolitana de Curitiba.

Para a avaliação dos Estudos Ambientais, as **PROPONENTES** deverão considerar o aspecto ambiental, tanto sob o ponto de vista dos impactos gerados pela implantação física da obra, como do ponto de vista legal.



Para a análise legal, deverão ser consideradas as restrições legais objetivas (aquela em que a norma define claramente metragem de recuo, distâncias a serem observadas em relação às restrições) e as restrições legais não objetivas (indica a existência de uma restrição legal, mas não há parâmetros numérico-quantitativos que devam ser observados, como exemplo, unidades de conservação de uso sustentável).

Deverão ser verificadas, junto aos órgãos competentes, as existências de áreas a proteger e de fatores restritivos ao uso do solo para atividades ferroviárias (áreas urbanas, áreas legalmente protegidas).

Os Estudos Ambientais deverão indicar:

**Áreas de Desvio Necessário:** São áreas que, sob a ótica técnica e legal dos aspectos observados, recomenda-se o não lançamento do traçado ferroviário, por serem protegidas por restrições legais objetivas.

São elas: locais em que haja cavidades naturais subterrâneas cadastradas, Unidades de Conservação de Proteção Integral, Sítios detentores de reminiscências históricas dos antigos quilombos, e Áreas ocupadas por comunidades indígenas (terras indígenas).

**Áreas de Desvio Preferencial:** São áreas onde se evidenciam características ambientais relevantes e, no entanto, para o momento e profundidade do estudo em desenvolvimento não se pode afirmar precisamente a efetividade de atributos ambientais com incidências legais objetivas e vedativas.

Entretanto, em um momento futuro, quando de uma análise mais pormenorizada da intervenção ambiental do empreendimento, por ocasião de seu licenciamento ambiental, o **PROJETO** poderá vir a encontrar zonas delicadas em termos ambientais com incidência inclusive de vedações legais objetivas.

São elas: áreas de alto potencial de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas (sugere-se o desvio dessas áreas em função de Estudos Ambientais pontuais ainda não terem sido realizados).

**Áreas de Desvio Negociável:** Aquelas em que não se recomenda lançar o traçado da ferrovia por haver algum tipo de restrição legal não objetiva e assim dependerem da avaliação de impactos por meio de órgãos gestores; ou áreas que possuam restrições legais objetivas e que haja a previsão de sua flexibilização por meio da adoção de medidas mitigadoras e/ou compensatórias.

São elas: Unidades de conservação de uso sustentável, Áreas de Mata Atlântica que apresentem vegetação primária ou secundária nos estágios avançados a médio de regeneração, entorno de terras quilombolas e entorno de comunidades indígenas.

**Áreas de Desvio Desnecessário (com aspectos mapeados):** São áreas onde não há necessidade legal objetiva e técnica recomendando o desvio do trecho



ferroviário, havendo, no entanto, atributos ambientais mapeados e que devem ser observados.

São elas: Zona de amortecimento de Unidades de Conservação, Áreas inseridas no Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação Ambiental do MMA, Áreas inseridas no Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação Ambiental do MMA.

**Áreas de Desvio Desnecessário:** Áreas onde não foram mapeados/não existem aspectos ambientais.

Os dados coletados servirão de subsídio para a execução do diagnóstico ambiental da área de implantação do **PROJETO**, considerando a sua Faixa de Domínio. Sendo assim, a partir dos dados levantados no diagnóstico ambiental, será possível a definição do traçado proposto.

O produto dos Estudos Ambientais consiste na elaboração do Diagnóstico Preliminar Ambiental da Área de Influência do empreendimento e nas avaliações das ocorrências cadastradas nos levantamentos ambientais e dos impactos ambientais que poderão decorrer com a execução das obras, visando a proposição de medidas de proteção ambiental.

Desse Diagnóstico Preliminar deverá constar o mapa de caracterização ambiental, que tem como finalidade básica apresentar as principais características ambientais da região de interesse e seu entorno, destacando, principalmente, a existência de Unidades de Conservação Ambiental e Terras Indígenas, bem como as demais informações de interesse ambiental disponíveis para a área.

Dessa forma, o mapa deve apresentar as interfaces ambientais do **PROJETO**, como biomas, sítios arqueológicos, terras indígenas, áreas de proteção ambiental – APAs, áreas de proteção permanente, quilombolas, bacias hidrográficas, núcleos urbanos, massas de água permanente, áreas de plantios e/ou criação de animais e áreas de extração mineral, entre outros temas relevantes.

Sugere-se para elaboração desses mapas as informações sobre rede hídrica e eventuais bacias hidrográficas.

Outras informações, como tipo de vegetação predominante, geomorfologia da região, tipo de solos, área de queimadas e extensão de desmatamentos, entre outros, podem ser solicitadas para a complementação de eventuais análises, em casos específicos.

Em todos os mapas serão adotadas Áreas de Influência Ambiental Direta – AID e Indireta – AI, com valores em torno de 2,5 Km e 10 Km de raio no entorno do empreendimento. Essas informações são importantes, pois mostram os limites aproximados das áreas que serão diretas ou indiretamente afetadas durante a execução das obras. Cabe ressaltar, porém, que para cada tipo de obra, o Ministério do Meio Ambiente, por meio do IBAMA, define o limite mais apropriado a ser adotado para cada caso.

Para o **meio físico**, deve ser considerado, no mínimo, a topografia, geologia, geomorfologia, clima, uso e ocupação do solo, bacia hidrográfica e características geotécnicas do solo.

Com relação ao **meio biótico**, deve ser realizada uma caracterização da flora e da fauna, em especial dos remanescentes florestais, e de outras formas de vegetação natural que poderão ser impactadas pelo empreendimento, e a identificação das áreas legalmente protegidas existentes na região, com informação da distância entre elas e o empreendimento.

Para o meio antrópico deverá ser apresentada uma síntese da situação socioeconômica atual das principais comunidades a serem atingidas pelo empreendimento, e a identificação, localização e descrição sucinta das áreas de valor histórico, arqueológico, espeleológico, cultural, paisagístico e ecológico, além das áreas indígenas.

Durante a elaboração dos Estudos Ambientais serão desenvolvidas, também, as seguintes atividades:

- acompanhamento da elaboração dos Estudos de Engenharia ferroviária, verificando a adequação ambiental e apresentando, se necessário, soluções destinadas a eliminar ou minimizar os impactos potenciais;
- elaboração de pareceres que subsidiem as decisões da equipe de projeto em relação às áreas indicadas como fontes de materiais de construção, bem como proposições de recuperação ambiental dessas áreas;
- verificação junto aos órgãos ambientais competentes da existência de fatores restritivos ao uso do solo (áreas urbanas e Unidades de Conservação);
- proposição de medidas para evitar ou mitigar problemas ambientais identificados através dos estudos.

### **6.3 VOLUME 3: ESTUDOS DE ENGENHARIA**

Os Estudos de Engenharia têm por objetivo definir se o traçado proposto preliminarmente é realmente viável, considerando a demanda e as restrições dos Estudos Ambientais, bem como levantar os valores dos investimentos necessários e os custos de operação do modelo proposto, analisando alternativas operacionais que possam solucionar e/ou contornar gargalos e segmentos críticos.

Estes Estudos deverão ser realizados, no mínimo, na escala 1:10.000 e apresentados, graficamente, na escala 1:20.000, com base nas cartografias e imagens a serem obtidas especificamente, combinando-as com dados existentes e disponíveis a fim de obter as informações para determinar com a assertividade necessária e suficiente os custos de investimento na implantação e na operação de cada **TRECHO** e de cada alternativa.

### **6.3.1 Estudos Topográficos**

Os Estudos Topográficos serão constituídos pela restituição aerofotogramétrica da faixa abrangida pelo traçado elaborado pela **PROPONENTE** e deverá respeitar as orientações a seguir discriminadas.

#### **6.3.1.1 Área de Cobertura**

O aerolevanteamento e restituição deverão ser realizados ao longo do eixo do traçado elaborado pela **PROPONENTE**, pelo menos, nos segmentos considerados mais críticos do **PROJETO**, a fim de buscar uma assertividade de definição do traçado final. Em especial, destacam-se os segmentos que cruzarão a Serra da Esperança e a Serra do Mar, além dos adensamentos urbanos que serão afetados pelo traçado, com recobrimento mínimo de 600m de largura (300m para cada lado do eixo) e largura suficiente para a perfeita definição do traçado de cada **TRECHO** da ferrovia.

Os serviços e suas etapas constam essencialmente de:

- Cobertura Aerofotogramétrica e Perfilamento a Laser Aerotransportado;
- Apoio de campo;
- Restituição Esterofotogramétrica Digital;
- Modelo Digital do Terreno;
- Geração de Curvas de Nível;
- Vetorização de rios, vias principais e secundárias, pontes, edificações e limites de propriedades quando identificáveis pelos levantamentos;
- Edição Cartográfica e Geração dos Produtos Finais.

#### **6.3.1.2 Especificações Técnicas**

O objeto destas especificações é composto, principalmente, por uma rede básica de apoio de campo, por orto-imagens fotogramétricas, por restituições planimétricas ou por modelos digitais de superfície e de terreno – MDS e MDT, produzidos com base em serviços de campo, voo fotogramétrico ou voo de varredura aérea a laser (LIDAR).

Os modelos digitais de superfície e de terreno produzidos deverão, independente do processo utilizado, atender às mesmas especificações deste **TERMO DE REFERÊNCIA**.

Admite-se, no entanto que, em função das características da cobertura vegetal das áreas e da sua magnitude, sejam utilizados processos diferentes de forma a atender as especificações.

#### 6.3.1.3 Especificações dos Serviços

As especificações devem ser orientadas para a obtenção dos estudos em conformidade com a precisão mínima de 1/10.000 e padrão de exatidão cartográfica – PEC classe “A”, no mínimo, permitindo altimetria com precisão de 1m.

Na execução do projeto de levantamento, devem ser adotadas soluções e práticas que assegurem o alcance deste padrão de qualidade.

#### 6.3.1.4 Levantamentos Aerofotogramétricos

Esta atividade tem por objetivo estabelecer as referências documentais, técnicas e operacionais necessárias à completa execução e ao acompanhamento técnico dos trabalhos.

Os Estudos de Engenharia deverão apresentar, de acordo com a tecnologia escolhida, minimamente os seguintes elementos:

Para a alternativa de voo fotogramétrico, os estudos deverão definir:

- Posicionamento geográfico das faixas (eixos e abrangências nos limites da área);
- Posição das exposições iniciais e finais;
- Foto-índice;
- Altitude e altura de voo;
- Altitude de referência considerada em cada faixa;
- Certificado de calibração do sensor com data recente. No caso de sensores digitais, deverá ser apresentado o documento do fabricante que caracteriza tecnicamente o sensor e equivalente em função e representação ao certificado de calibração das câmaras convencionais;
- Análise técnica das superposições longitudinal e lateral, com apreciação de sua adequação aos objetivos do levantamento e à configuração do relevo;
- Faixas de voo com ausência de vazios estereoscópicos e ausência da conexão entre modelos estereoscópicos adjacentes, bem como ausência de variações acentuadas na altitude da aeronave (KAPA, PHI e OMEGA) que possam comprometer o desenvolvimento do processo de triangulação e restituição fotogramétrica;
- GSD com, no mínimo, 35cm;

- Outros elementos considerados essenciais à qualificação do projeto da cobertura, como a solução adotada para assegurar a observância ao GSD preconizado por esta especificação;
- Informação técnica detalhada acerca da perfeita integração geométrica dos sistemas de suporte à sua operação, como o GPS e os sistemas inerciais (IMU);
- A distância entre os extremos das faixas e as bases de apoio de campo, para os sensores que demandam controle terrestre durante o voo (limite máximo de 40km deve ser evidenciado).

Para a varredura LIDAR, os estudos deverão definir:

- As características técnicas e os parâmetros mais importantes do perfilador a ser empregado, bem como a caracterização da perfeita integração geométrica dos sistemas de suporte à sua operação, como o GPS e o IMU;
- A altura e a altitude de voo, o ângulo FOV, o afastamento máximo entre pontos no MDT de superfícies não revestidas (terra nua), a densidade de pontos considerada por metro quadrado, dentre outros elementos importantes à caracterização da missão planejada, à luz da exatidão definida por um erro padrão de 0,7m, na densidade de 1 ppm, e de 0,3m, na densidade de 4 ppm, no MDT, em função do tipo de aerolevantamento LIDAR definido pela O.S.;
- A quantidade, distribuição, orientação, amplitude lateral, superposição lateral com as faixas contíguas e o comprimento das faixas de varredura, bem a justificativa da solução empregada, em face, inclusive, de considerações acerca das condicionantes decorrentes da vegetação e da topografia da área a varrer;
- A densidade de pontos esperada para a formação dos MDT, à luz do afastamento teórico previsto entre pontos varridos e o tipo da vegetação e relevo existentes nas áreas a mapear;
- A distribuição das estações fixas de rastreo GPS que serão empregadas no apoio e pós-processamento de cada área (limite máximo de 40 km deve ser evidenciado);
- Os procedimentos de calibração do sistema LIDAR (incluindo GPS e IMU) para cada mobilização, destacando as relações entre os resultados alcançados e as exatidões preconizadas para os produtos finais;
- Os erros padrão esperados para o posicionamento planimétrico e altimétrico dos pontos.

No que diz respeito aos serviços de campo, os estudos deverão definir e apresentar a documentação correspondente:

- Os vértices SAT e RRNN do IBGE ou RIBAC que propõe utilizar como referências;
- A configuração da rede dos marcos básicos a implantar e determinar;
- A configuração (quantidade e posicionamento aproximado) dos pontos de apoio de campo ao controle da qualidade e à determinação da ondulação geoidal;
- A configuração prevista dos pontos do apoio suplementar à aerotriangulação, com a justificativa da solução adotada, à luz do tipo de sensor empregado;
- O desenho previsto da solução de determinação de todos os pontos, tanto no âmbito do rastreo do sistema GPS quanto no âmbito do nivelamento geométrico, deixando claro, para cada área, quais serão os pontos determinantes e quais serão os pontos a serem determinados.

As **PROPONENTES** deverão apresentar esquemas gráficos elucidativos acerca dos circuitos, linhas, triangulações e medições projetadas para todas as medições de campo e coberturas fotogramétricas ou LIDAR.

#### 6.3.1.5 Apoio Básico de campo

O sistema geodésico de referência a ser adotado será o SIRGAS 2000, materializado pelos vértices SAT da rede fundamental do IBGE. Em alguns casos específicos, pode-se utilizar a referência a outros marcos de redes da ANTT, em substituição aos vértices SAT.

Todos os marcos do apoio básico poderão ter altitudes ortométricas determinadas por nivelamento geométrico a partir de RRNN do IBGE, ou a partir de marcos da rede existente, conforme o caso, contemplando nivelamento e contranivelamento. O nivelamento deverá ser realizado em circuitos ou em linhas singelas apoiadas em RRNN diferentes.

As redes GPS da medição do apoio básico deverão ser estruturadas em triângulos formados por seções diferenciais. Não serão admitidas soluções por vetores simples ou ajustamentos no âmbito de sistemas de coordenadas plano-retangulares.

As medições sobre as estações do apoio básico serão executadas pelo método relativo ou diferencial estático, empregando-se um mínimo de 3 (três) rastreadoras geodésicas, operadas simultaneamente, a partir da ocupação de 2 (duas) estações conhecidas e uma a determinar. O comprimento das linhas de base deverá ser inferior a 50 km, preferencialmente inferior a 30 km.

O rastreo observará um mínimo de 6 (seis) satélites, elevados minimamente de 15° em relação ao plano do horizonte do lugar. O PDOP deverá ser menor ou igual a 3 (três), em cada seção de trabalho. O tempo de rastreo deverá ser de, no mínimo, 120 minutos, com taxa de registro de um segundo de tempo. No ajustamento dos vetores de posição pelo método dos mínimos quadrados, as coordenadas finais



(X,Y,Z) deverão apresentar erro padrão inferior a 5 cm por ponto e erro de escala inferior a 1/100.000 por vetor.

A rede básica determinada pelo GPS deverá ser calculada e ajustada no sistema oficial brasileiro (SIRGAS2000). Os cálculos se apoiarão no ajustamento pelo método dos mínimos quadrados e se darão no âmbito dos sistemas de coordenadas geodésicas SIRGAS. Se houver necessidade, outro ajustamento será realizado em SAD69.

As estações básicas utilizadas para apoio aos voos LIDAR e fotogramétrico deverão fazer parte do apoio básico, ou seja, integrarão a rede básica da ANTT ou outra, e deverão ser determinadas de acordo com as especificações aqui descritas.

#### 6.3.1.6 Geração de MDS e MDT

Os modelos digitais de superfície – MDS não poderão apresentar qualquer vazio de varredura ou redução da densidade de pulsos por metro quadrado especificado, ocasionados pela presença de nuvens, por eventual relevo escarpado, exceto nos casos naturalmente restritivos, como os espelhos d'água.

Os arquivos digitais finais, que registram o resultado da geração dos MDS e MDT, devem conter a maior quantidade possível de pontos, que resultem do pós-processamento dos dados raster e/ou laser, ainda que estes arquivos fiquem desta forma, muito extensos.

#### 6.3.1.7 Geração de Ortoimagens

As ortomagens produzidas no âmbito dos sistemas de fotogrametria digital deverão ser priorizadas em suas porções centrais, de modo a otimizar a qualidade da mosaicagem.

Quanto à malha de coordenadas plano-retangulares, esta deverá estar representada com base no sistema de projeção UTM, num espaçamento de 10 em 10 cm (malha quadrada de 10 cm de lado).

As ortomagens, que compõem os ortomosaicos, deverão ter sua resolução geométrica original (GSD de 35cm) consoante as imagens digitalizadas matricialmente ou diretamente obtidas na câmera digital, em formato TIFF com TFW.

A representação altimétrica mínima se dará através de curvas de nível espaçadas a cada 2m, com representação de curvas mestras a cada 10m. Os pontos convencionalmente representados por cotas – topo de elevações, fundos de depressões, áreas de platô, margens de massas d'água, locais de planificação extensa do relevo, dentre outras – deverão ser evidenciados, na representação altimétrica aposta aos ortomosaicos, através do posicionamento pontual e digitação da altitude extraídos do MDT.

Toda a sua base altimétrica (curvas de nível, pontos cotados, textos etc.) será representada nos formatos CAD.



#### 6.3.1.8 Produtos Finais

Após a realização dos Estudos Topográficos, as **PROPONENTES** deverão apresentar, à CCP, os seguintes Produtos em 02 (duas) mídias digitais:

- Arquivos digitais das imagens aerofotogramétricas;
- Arquivo digital do fotoíndice;
- Arquivos digitais das ortofotos coloridas, escala 1:10.000, com as devidas vetorizações, em formato TIFF, TFW;
- Nuvem de pontos processada e georreferenciada em formato LAS;
- Modelo Digital de Terreno e Modelo Digital de Superfície em formato DEM e LAS;
- Arquivos digitais das plantas planimétricas na escala de 1:10.000, em formato Shapefile e em formato CAD no DATUM especificado neste **TERMO DE REFERÊNCIA** e convertido para SAD69;
- Arquivos digitais das plantas altimétricas com curvas de nível a cada 5 metros em formato AUTOCAD, em formato Shape e em formato CAD no DATUM especificado neste **TERMO DE REFERÊNCIA** e convertido para SAD69;
- Mapas hipsométricos;
- Relatório final contendo a descrição/registros de todas as fases de elaboração dos Estudos Topográficos, inclusive memórias de cálculo.

Os produtos finais deverão ser entregues em mídia digital do tipo HD padrão USB com os dados vetoriais planimétricos e curvas de nível.

#### 6.3.2 Traçado Geométrico

Tem por objetivo lançar sobre a base topográfica obtida a partir dos Estudos Topográficos, as correções ou modificações que se fizerem necessárias em função das imprecisões altimétricas e planimétricas da base original.

Caso as **PROPONENTES** optem por utilizar os **ESTUDOS ANTERIORES/ANTT**, deverão realizar a adequação da diretriz geométrica desenvolvida nestes estudos.

Na realização do Traçado Geométrico, deverão ser analisados os elementos a seguir.

#### 6.3.2.1 Quadro de características técnicas do traçado em planta e perfil

Projeto em planta, na escala mínima 1:10.000, com representação gráfica em 1:20:000, contendo, dentre outros:

- Eixo do traçado estaqueado a cada 100m e indicativos de km a cada 1 km;
- Pontos notáveis;
- Elementos das curvas horizontais;
- No mínimo, valor das curvas mestras a cada 10m e curvas de nível de 2 em 2 metros;
- Faixa de Domínio;
- Marcação do limite de lagos de barragens e o correspondente NA;
- Assinalar em planta terrenos alagadiços, brejos, solos moles, etc.;
- Representação dos principais cursos d'água e as respectivas denominações;
- Representação das obras-de-arte correntes e obras-de-arte especiais;
- Representação das interferências (rodovias, linhas de transmissão, etc.);
- Representação de obras complementares (obras de contenção, etc.);
- Cruzamento do eixo de coordenadas informando as respectivas coordenadas;
- Indicador do norte geográfico;
- Delimitação dos trechos representativos.

Projeto em Perfil nas escalas mínimas de 1:10.000 (H) e 1:1.000 (V) contendo, dentre outros:

- Malha representativa com intervalos nas escalas indicadas contendo referência das cotas na escala vertical, localizada na lateral esquerda;
- Linha do terreno;
- Linha do projeto (greide do sublastro);
- Sentido e valor das rampas;
- Elementos das curvas verticais (PVC, PIV, PTV e máxima, Y e cotas);

- Obras-de-Arte Especiais (início, fim e extensão);
- Obras-de-Arte Correntes (localização, tipo, dimensão e extensão);
- Perfis das sondagens (classificação dos materiais);
- Padronização das referências, adotar km nos Quadros de Curvas, RN's, O.A.C., etc., da seguinte forma: Km 350 + 334,080;
- Rodapé, contendo:
  - Quilometragem;
  - Cota do Terreno na estaca;
  - Cota do Projeto na estaca;
- Intervalo de quilometragem dos limites da folha, no carimbo do formato;
- Seções transversais típicas da plataforma de terraplenagem, para os trechos representativos correspondentes.

#### 6.3.2.2 Critérios e Parâmetros para o Traçado Geométrico

##### 6.3.2.2.1 Planimetria:

- Raio mínimo na Via Principal: 500m. Serão admitidas curvas horizontais com raios inferiores a 500m limitados a um valor mínimo de 312m, em trechos específicos, desde que justificadas tecnicamente com base na geomorfologia da região;
- Raio mínimo nas linhas internas dos Pátios: 150m;
- Curvas com transição: serão adotadas curvas com transição em espiral (Clotóide) para raios iguais ou inferiores a 1.800m;
- Comprimento da transição: 1 metro por cada minuto do grau da curva, podendo, ainda, ser usado 0,5m quando não houver distância suficiente entre curvas;
- Na existência de curvas horizontais reversas, as mesmas deverão ser conectadas a uma tangente não inferior a 40m.

##### 6.3.2.2.2 Altimetria:

- Serão utilizadas curvas verticais entre 02 (duas) rampas, quando a diferença algébrica das rampas for igual ou superior a 0,10% ( $i_1 - i_2 = 0,10\%$ );
- Serão utilizadas curvas parabólicas;

- Rampa máxima compensada: 1,45%. Serão admitidos percentuais maiores limitados a um valor máximo de 1,8%, em trechos específicos, desde que justificadas tecnicamente com base na geomorfologia da região;
- Compensação de rampa em curva: 0,06% por grau de curva (G20);
- Os greides deverão ser estudados, sempre que possível buscando manter a distância mínima de um trem-tipo entre curvas verticais (PI-PI) compostas de rampas consecutivas de sinais contrários. O comprimento mínimo das curvas verticais será determinado com base na taxa de variação por estaca de 20m, de 0,10% para curvas côncavas e convexas.

#### 6.3.2.2.3 Pátios:

- A rampa máxima nos pátios de manobras, carga e descarga, será de 0,25%;
- Todos os aparelhos de mudança de via (AMV's) deverão estar localizados em tangentes horizontais;
- A plataforma de terraplenagem terá largura mínima de 7,70m para a bitola métrica e de 8,20m no caso de viabilidade de implantação de bitola mista e declividade transversal mínima de 3% (três por cento), de modo a comportar toda a superestrutura e dispositivos de drenagem e faixa segura;
- Os pátios de cruzamento terão um comprimento útil que será determinado em função da necessidade operacional entre os 02 (dois) **TRECHOS** e deverão ser localizados, preferencialmente, em áreas planas. Contarão com, no mínimo, 02 (duas) linhas, além de 01 (uma) linha de desvio morto com 300 m de extensão. A entrevia não deve ser inferior a 4,50 m e preferencialmente de 5,50 ou mais;
- Os pátios de intercâmbio terão, no mínimo, 03 (três) linhas desviadas com comprimento útil suficiente para atender a demanda estimada, 01 (uma) linha de desvio morto de, no mínimo, 300 m, e 01 (um) triângulo de reversão com raio mínimo de 180 m e comprimento de reversão mínimo de 100 m.

#### 6.3.3 Estudos Geológicos-Geotécnicos

Os Estudos Geológicos deverão fornecer a base indispensável para a racional programação dos trabalhos geotécnicos, necessários aos Projetos de Terraplanagem, de fundação das OAEs, transposição de maciços e contenções estruturadas e a obtenção de materiais de construção, contemplando, inclusive, a elaboração de cartografia das ocorrências consideradas interessantes para utilização, por ocasião das obras.

Os Estudos Geológicos-Geotécnicos terão como finalidade analisar a litologia e morfologia, levantando informações quanto às ocorrências de materiais de construção disponíveis na área de implantação de cada **TRECHO** da ferrovia.

Estes materiais compreendem desde materiais necessários aos corpos de aterros até materiais para as obras civis, passando pelos materiais de sublastro e lastro, dentre outros.

As análises estruturais e lito estratigráficas devem permitir a identificação de pontos problemáticos que podem exigir projetos especiais para contornar os problemas apresentados.

Entre outros, deverão ser levantados problemas como as travessias de solos hidromorfos, zonas de solos erodíveis, estruturas desfavoráveis à estabilidade de taludes de cortes, área de encostas instáveis ou próximas da instabilidade.

Os Estudos Geológicos deverão ser completados por investigações geotécnicas, de modo que a orientação das pesquisas geotécnicas deve visar a melhor adequação dos Projetos de Fundações de obras civis.

Para a elaboração do programa de investigações (sondagens e ensaios) a ser realizado, as **PROPONENTES** deverão indicar a metodologia de trabalho utilizada, com a identificação de “trechos representativos” ao longo do traçado da ferrovia, cujas características topográficas, geomorfológicas, pedológicas e lito estratigráficas sejam homogêneas e representativas de uma extensão maior.

Deverão ser elaboradas campanhas de ensaios geotécnicos em trechos escolhidos como testemunho dos representativos, cujos resultados, complementados por visitas a campo de geólogos e engenheiros geotécnicos, definirão as características básicas de projeto, inclusive as seções típicas de corte e aterro (espaçamento entre banquetas, inclinação de taludes, drenagens superficiais e profundas), sendo estas utilizadas para todo o trecho representativo em questão.

Os trechos representativos bem como os testemunhos devem ser identificados de acordo com a sequência de estudos discriminada a seguir:

- a. Análise conjunta de cartas geológicas e topográficas, mapas, geológicos e pedológicos e demais informações geológicas existentes;
- b. Considerações descritas quanto às características topográficas e geomorfológicas de **TRECHOS** do traçado da ferrovia;
- c. Inspeções de campo da equipe de geólogos e engenheiros geotécnicos;
- d. Aprimoramento das interpretações de estabilidade a partir dos novos levantamentos de topografia a serem executados.

Os trechos identificados de acordo com as considerações acima deverão ser subdivididos, se necessário, de modo a melhor representarem e caracterizarem determinada extensão da ferrovia, considerando a melhor individualização das variações nos tipos de solo e relevo.

Para as áreas de ocorrência de materiais de construção, conforme avaliação de visitas a campo, poderão ser programadas campanhas de ensaios específicas, visando definir a aplicabilidade de determinado material como sublastro e como lastro.

#### 6.3.3.1 Programação de Investigações Geotécnicas

O objetivo desta Programação é apresentar uma previsão das investigações através de sondagens a trado, percussão e mista, e demais ensaios de campo, amostragens e ensaios de laboratório, para análise dos solos amostrados.

Esta programação deve ser definida conforme orientado na Especificação 80-EG-000F-17-7006 – (Especificações Gerais para Estudos Geotecnológicos) da VALEC, mas poderá ser ajustada a uma metodologia desenvolvida especificamente para cada unidade geológica – geotécnica homogênea individualizada.

Segundo os padrões de trechos testemunhos, deverão ser programadas, para verificação do subleito, sondagens a trado, poços de inspeções e sondagens a percussão, localizadas no eixo de implantação da ferrovia e, para definição do tipo de fundação a ser considerada nas OAEs, sondagens a percussão e/ou rotativas (mistas).

Em cada trecho testemunho, devidamente caracterizado, deverão ser eleitos cortes típicos para detalhamento geotécnico representativo para avaliar a estabilidade de taludes e as seções típicas de corte e aterro a serem consideradas nos estudos.

Para as ocorrências identificadas de materiais para sublastro, após avaliação de visitas a campo, podem ser programadas somente sondagens a trado e para as ocorrências de materiais para lastro devem ser programados amostragem e ensaios de laboratório, conforme adiante se descreve.

A confirmação da programação prevista, particularmente para fundações especiais e de OAE's depende de reconhecimento de campo, visando consolidar ou ajustar o Programa de Investigações Preliminares para definir o tipo de solução a ser adotado na obra de implantação de cada **TRECHO** da ferrovia.

As investigações geotécnicas a serem programadas, conjuntamente com as visitas a campo, deverão coletar informações sobre o nível do lençol freático, identificando eventuais zonas de umidade excessiva, e sobre a capacidade de suporte dos terrenos de fundação dos aterros, onde aplicável, por segmento geológico característico (trecho representativo).

A apresentação dos resultados deverá se dar na mesma planta e perfil do projeto geométrico, obedecendo as coordenadas, o estaqueamento, a tipologia do estudo (corte, aterro, túnel, OAE, OAC), a profundidade e demais dados necessários ao entendimento das soluções adotadas.

Com o objetivo de minimizar o número de sondagens requeridas, poderão ser utilizados métodos geofísicos para investigação indireta de dados geológicos e



geotécnicos, tais como a eletrorresistividade ou a sísmica de refração, particularmente para melhorar os parâmetros de classificação da trabalhabilidade dos materiais a serem escavados.

#### 6.3.3.2 Subleito

Ao longo do traçado selecionado e tendo por base o Projeto Geométrico, o Zoneamento Geológico-Geotécnico, e os trechos testemunhos previamente identificados, deverão ser programadas sondagens a trado nos trechos testemunhos a intervalos de aproximadamente 3 km, complementadas por sondagens a percussão para coleta de amostras e/ou realização de ensaios, conforme aplicável, visando definir as características do subleito para a implantação da ferrovia em cada **TRECHO**, respectivamente.

Preferencialmente, estas sondagens deverão estar locadas em pontos centrais de cortes e aterros.

Nos trechos testemunhos, as sondagens a trado deverão, preferencialmente, ser realizadas com profundidade de 1,50m abaixo do greide projetado. Caso seja identificada a presença de material impenetrável a pequena profundidade ( $\leq 3\text{m}$ ), o furo deverá ser deslocado.

Se forem alcançados materiais impenetráveis ao trado, ou quando esse processo se tornar inoperante ou houver cortes maiores que 5 m de altura, dever-se-á executar ensaio SPT. Caso a sondagem a percussão encontre material impenetrável antes de alcançar a profundidade programada, deverá ser avaliada a necessidade de execução de sondagem rotativa, que poderá ser executada em função das características geológicas do local, ou até se alcançar a profundidade de 1,5m abaixo do greide. Ou, então, prever os estudos de escarificabilidade (classificação de terraplenagem) através de investigações indiretas (sísmica).

Estas sondagens deverão ser localizadas de forma a se obter definições das fundações dos aterros e do topo rochoso no ponto central dos cortes. Ainda, obedecendo à metodologia utilizada de trechos testemunhos, deverá ser programada, no mínimo, uma sondagem nas seções centrais das gargantas do traçado, com o objetivo da definição da profundidade e características geomecânicas das camadas de solo e/ou presença de rocha, espessura e classificação dos materiais.

As amostras coletadas em cada furo, dos diversos horizontes de material, deverão ser objeto de ensaios de caracterização envolvendo limites físicos (Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade), Granulometria, Compactação e Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR).

Adicionalmente, também, em cada trecho testemunho, deverão ser executadas baterias de, pelo menos, 5 (cinco) ensaios de Densidade “in situ” e Umidade Natural em poços de inspeção, nos cortes tidos como representativos.



Em um primeiro momento, deverá ser adotada uma programação uniforme, independentemente do tipo litológico, tendo como fundamento o relevo, a diretriz e o greide da ferrovia estabelecidos nos estudos anteriores.

As investigações deverão ser executadas com os seguintes objetivos:

- Caracterização dos materiais a escavar como material de construção e sua classificação;
- Determinação de condições de suporte do subleito;
- Determinação das condições hidrogeológicas com presença ou não do nível freático interferindo com o greide e taludes;
- Determinação dos fatores de homogeneização a serem aplicados aos volumes escavados e necessários para o estudo de compensação (corte x aterro) para cada segmento que apresente características geotécnicas semelhantes.

Os ensaios previstos deverão atender as normas vigentes (ABNT, DNIT e DER/PR).

#### 6.3.3.3 Obras de Artes Especiais

Conforme o descrito anteriormente, de modo a melhor prever o tipo das fundações das pontes e viadutos, deverão ser previstas sondagens mistas, - SPT e/ou rotativa.

Em travessias excepcionais (por exemplo, superior a 400m, ou quando uma margem apresenta perfil de erosão e a outra de assoreamento) deverão ser previstas, pelo menos, uma sondagem em cada margem.

Para a determinação da quantidade mínima de sondagens será considerado o seguinte critério:

- Serão realizadas sondagens em, no mínimo, 20% das obras de implantação de cada **TRECHO** da ferrovia em estudo;
- As obras que serão objeto de sondagens serão escolhidas pelas equipes de OAE's e geotecnia e poderão estar, ou não, nos trechos testemunhos mencionados.

#### 6.3.3.4 Túneis

Deverão ser realizadas prospecções geológicas e geotécnicas em quantidade e confiabilidade suficientes para atender às necessidades de avaliação de riscos, previsão de comportamentos, indicação de seções tipo de suporte e revestimento e estimativa de custos para a implantação de eventuais túneis.

Assim, nas regiões de implantação dos túneis, a quantidade e a tipologia de sondagens e prospecções a serem executadas deverão ser avaliadas pela equipe

técnica, em função da complexidade do maciço e da obra, da acessibilidade ao local e da profundidade e extensão do túnel.

Como, em geral, a região dos emboques apresenta grau de risco mais elevado, devido a materiais mais fracos e presença mais intensa de contatos litológicos, deve-se realizar, pelo menos, 01 (uma) sondagem na zona de cada emboque.

No caso de túneis, dadas as contumazes dificuldades de acesso deve-se maximizar o uso de métodos de prospecção não tradicionais ou de métodos indiretos, tais como sísmica de refração.

#### 6.3.3.5 Estudo de Ocorrências de Materiais de Construção

A identificação das áreas de jazidas para materiais de construção, em especial material para lastro e areia, dar-se-á após a verificação dos dados do cadastro mineiro de lavras autorizadas no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

No caso de inexistência de ocorrências no cadastro do DNPM com DMT's razoáveis deverá ser levado a efeito uma varredura em escala regional para identificação de alternativas, inclusive com percursos terrestres, com base das informações da geologia regional a ser fornecida pela equipe de Estudos Geológicos.

#### 6.3.3.6 Sublastro

Após identificação das áreas pelas equipes de geologia e engenharia geotécnica, mapeamentos geológicos e geotécnicos e visitas ao campo, deverão ser previstas sondagens a trado ou poços de inspeção com retirada de amostra para execução dos seguintes ensaios de campo:

- Ensaios de Caracterização (Limites e Compactação Proctor Modificado);
- Granulometria;
- Densidade Natural;
- Umidade Natural e ISC e Expansibilidade.

A efetiva execução desta programação e sua extensão dependerão do desenvolvimento do Projeto de Terraplenagem, devendo ser considerada a possibilidade de que parte do sublastro necessário à implantação da ferrovia seja atendida por materiais procedentes das escavações obrigatórias de cortes.

#### 6.3.3.7 Áreas de Empréstimo de Solos (Subleito)

As **PROPONENTES** deverão indicar as áreas de empréstimos de material para compor corpos de aterro em áreas próximas aos Pátios e próximos aos encontros das pontes e viadutos.

A necessidade de identificação de outras áreas deverá ser estabelecida pelos cálculos de volumes e compensações entre corte e aterro, definidas pelos Projetos Geométrico e de Terraplenagem.

Nestas áreas de empréstimo de material, caso necessário, deverão ser executados poços de inspeção, coletadas amostras e executados os ensaios de campo de umidade natural e densidade in situ, e os seguintes ensaios de laboratório:

- Ensaios de Caracterização (Granulometria e Limites Físicos);
- Compactação (Proctor Intermediário/Modificado), ISC e Expansibilidade;
- Umidade e Densidade Natural.

A efetiva execução desta programação e sua extensão dependerão das necessidades de volume para compor o corpo de aterros, a serem apuradas com o desenvolvimento do projeto de terraplenagem, devendo ser considerada a possibilidade de que a maior parte do material de aterro necessário à implantação da ferrovia seja atendida por materiais procedentes das escavações obrigatórias de cortes.

#### 6.3.3.8 Areais

Deverá ser realizado um levantamento de areais já licenciados, em exploração, ou ainda por explorar, mapeamentos geológicos e geotécnicos e visitas ao campo.

Nas visitas de campo e através dos levantamentos aerofotogramétricos, caso haja, deverão ser identificadas potenciais jazidas, ainda não exploradas ou licenciadas.

A seleção das jazidas a utilizar ao longo de toda a ferrovia deve passar primeiramente pelo critério de distância de transporte mais eficiente, de acordo com os locais de maior utilização do material – OAEs, OACs, bueiros, e canteiros de pré-moldados, além de disponibilidade e facilidade de acesso. Adicionalmente, as margens e leitos de rios deverão ser verificados, pois, podem constituir fonte de agregados miúdos.

Partindo desses critérios, as jazidas selecionadas ao longo da ferrovia deverão ser inspecionadas, recolhidas as informações técnicas pertinentes e amostras coletadas. Nas amostras de areia coletadas deverão ser executados ensaios de granulometria por peneiramento e teor de material pulverulento.

#### 6.3.3.9 Pedreiras

Deverá ser feito levantamento de jazidas de rocha para a produção de agregados graúdos (“Pedreiras”) já licenciadas, em exploração ou ainda por explorar, mapeamentos geológicos e geotécnicos e inspeções de campo.

Nas visitas de campo e através dos levantamentos aerofotogramétricos, caso haja, deverão ser identificadas potenciais jazidas, ainda não exploradas ou licenciadas.

A seleção das jazidas a serem utilizadas ao longo da ferrovia deverá passar, primeiramente, pelo critério de distância de transporte mais eficiente, visto que a aplicação de lastro se dará em toda a extensão da ferrovia, e que as manutenções periódicas nos **TRECHOS** da ferrovia necessitarão repor o lastro.

Deverão ser verificadas, ainda, a disponibilidade e facilidade de acesso, além da necessidade de instalação de britadores, que requerem energia elétrica e/ou óleo diesel, demandando maior investimento, ou se estes são pré-existentes.

Partindo desses critérios, as jazidas selecionadas ao longo da ferrovia deverão ser visitadas e ter informações técnicas e amostras coletadas.

As amostras de rocha coletadas em ocorrências não comerciais serão enviadas a laboratório para ensaios de abrasão Los Angeles, massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente, ensaios estes executados de acordo com as especificações vigentes.

#### 6.3.3.10 Apresentação dos Resultados dos Estudos Geotécnicos

Os Estudos Geotécnicos serão apresentados no Relatório Final dos Estudos de Engenharia, compreendendo, no mínimo, os seguintes itens:

- Mapa Geológico: deverá ser apresentado o mapa geológico que compile toda a informação geológica e a lito-estratigrafia que contribuíram para definir as unidades geotécnicas atravessadas e suas características, bem como ter servido de base para a programação das atividades de vistoria de campo e sondagens;
- A delimitação das unidades geotécnicas deverá ser baseada nos mapas coletados e fotointerpretação das imagens resultantes do recobrimento aerofotogramétrico e de imagens Landsat 9.5.4;
- Mapeamento da Suscetibilidade a Processos Erosivos: as variáveis: solo, declividade e uso e cobertura do solo deverão ser caracterizadas e classificadas em função da sua susceptibilidade à erosão na área de estudo e adequadamente representados sobre a cartografia geológico-geotécnica;
- Mapas de Zoneamento Geotécnico: esta atividade representa a segmentação do trecho em unidades geológico-geotécnicas homogêneas a partir da qual se programam as investigações e a extrapolação dos resultados obtidos para instrução das demais disciplinas (terraplenagem, estabilidade, fundações etc), onde são identificadas as principais características geotécnicas, presença do lençol freático e etc. As informações devem ser lançadas sobre as bases da faixa, em escala 1:10.000;
- Folha-resumo dos ensaios efetuados;
- Boletins das sondagens a trado executadas;

- Boletins das sondagens a percussão executadas;
- Boletins das sondagens rotativas e/ou mistas executadas;
- Relatórios das seções sísmicas executadas;
- A efetiva localização das sondagens, em coordenadas do sistema geográfico dotado para o projeto geométrico;
- Texto conclusivo dos resultados obtidos, descrevendo e justificando todos os parâmetros geotécnicos adotados bem como um perfil geotécnico longitudinal, por trecho testemunho avaliado, bem como, para cada uma das obras especiais de engenharia (túneis, pontes e viadutos) com mais de 150m de extensão.

#### 6.3.3.11 Objetivo Final das Investigações

As investigações deverão ser dirigidas para os seguintes objetivos:

- Classificação do material a escavar;
- Caracterizar o suporte do subleito;
- Identificar o nível do lençol freático;
- Caracterização da capacidade dos terrenos de fundação e identificar os tipos de fundação aplicáveis aos aterros e às OAE's e a classificação dos maciços constituintes dos túneis.

Em cada trecho testemunho, devidamente caracterizado, serão eleitos cortes típicos para detalhamento geotécnico representativo para avaliar a estabilidade de taludes e as seções típicas de corte e aterro a serem consideradas nos estudos.

#### 6.3.3.12 Aterros com baixa capacidade de suporte

Para os trechos em que forem constatadas deficiências na capacidade de suporte dos terrenos de fundação dos aterros, em inspeções de campo e/ou em sondagens realizadas, deverão ser estudadas soluções de engenharia consagradas para casos semelhantes, tais como bermas de equilíbrio, sobrecarga de aterro, drenos verticais, estruturas em concreto estacadas, expulsão/substituição total ou parcial de solo mole, e outras, adotando a que melhor convier ao problema, avaliando aspectos econômicos, ambientais e de prazo de execução.

A metodologia construtiva deve ser analisada em paralelo, para que a solução adotada seja consistente com a efetiva execução das obras.

#### 6.3.3.13 Estudo das Fundações das Obras-de-Arte Especiais (OAE'S)

A partir dos elementos geométricos das OAE's (Pontes e Viadutos), será possível definir suas extensões e a partir de sondagens realizadas, o tipo de fundação esperada para cada OAE.

Esta definição das fundações seguirá os resultados obtidos nas sondagens, os resultados dos eventuais ensaios realizados e os níveis d'água do lençol freático observados.

#### 6.3.3.14 Definição dos Taludes

Deve se basear nas informações contidas nos estudos anteriores, nos resultados das sondagens e ensaios geotécnicos realizados, em observações de campo e nas obras implantadas no entorno, tais como rodovias, e, em especial, no que se refere à erodibilidade/deterioração intempérica dos taludes.

#### 6.3.3.15 Túneis

A partir dos elementos geométricos dos túneis, será possível definir suas extensões e a partir do mapeamento de detalhe e das eventuais investigações geotécnicas realizadas, o tipo de tratamento esperado para os emboques e para sua extensão subterrânea.

Como fonte alternativa de dados, deverão ser verificados eventuais túneis existentes em outros pontos do maciço em questão, por exemplo, em rodovias próximas, e os tratamentos ali aplicados.

### 6.3.4 Estudos Hidrológicos e Hidráulicos

Os estudos a serem desenvolvidos deverão considerar os elementos de drenagem calculados pela **PROPONENTE**, adaptando-os às eventuais alterações de traçado e/ou greide a serem definidas pelo projeto geométrico, redimensionando, se necessário, as áreas das bacias de contribuição.

Para cada trecho testemunho, deverão ser validadas as vazões definidas em estudos anteriores existentes, em particular os da ANTT.

Deverá, ainda, ser validado o dimensionamento hidráulico das OAE's (Pontes), cruzando as informações dos Estudos Hidrológicos/Hidráulicos com os levantamentos topográficos, permitindo aferir o comprimento e altura dessas OAE's.

### 6.3.5 Terraplanagem

O Projeto de Terraplenagem deverá ponderar as alternativas que se apresentam quanto à movimentação dos volumes de terraplenagem, procurando maximizar as

compensações de corte e aterro, levando ainda em conta eventuais planos de urbanização e paisagismo, caso existentes ou planejados.

O quadro final deverá apresentar resumo dos volumes de corte, por categoria, e dos volumes de aterro a compactar.

O Projeto de Terraplenagem deverá considerar:

- Normas, Especificações Técnicas e projetos padrão da VALEC e/ou do DNIT;
- Resultados dos Estudos Geotécnicos;
- Estudos Topográficos e Traçado Geométrico;
- Estudos Hidrológicos.

Os trabalhos devem apresentar as diretrizes para os seguintes itens:

- Coeficientes de correção de volumes;
- Declividades dos taludes;
- Indicativo dos serviços preliminares a serem desenvolvidos;
- Seções transversais típicas de corte e aterro, indicando:
- Largura da plataforma de corte;
- Largura da plataforma de aterro;
- Declividade transversal;
- Indicativo da geometria das banquetas assim como a altura máxima dos taludes;
- Volumes finais de corte e aterro;
- Apresentar quadro com os volumes finais;
- Apresentar quadro resumo de DMT's médias.

A representação das seções transversais gabaritadas e as planilhas de volume correspondentes deverão ser realizadas sob a forma de relatórios de computador, não sendo necessária sua representação em desenhos específicos.

Se houver necessidade de utilização de empréstimos laterais, bem como de jazidas para obtenção de materiais, determinar distâncias e momentos de transporte médios baseados nos Estudos Geológicos e Geotécnicos, a serem utilizados para compor os custos dos serviços de terraplenagem.



Todavia as complementações de volumes (empréstimos) devem, preferencialmente, ser obtidas através de alargamento de cortes. No caso de utilização de jazidas deverá constar a sua identificação, seu potencial para exploração, e caso existam, dar preferência às áreas comerciais já utilizadas em outras obras.

#### **6.3.6 Obras de Arte Correntes (OAC) e Drenagens**

Os projetos de bueiros celulares e tubulares, alas e encontros, deverão, na medida do possível, seguir a padronização existente, utilizando projetos-tipo, já disponíveis, para as cargas por eixo adotadas atualmente.

No caso da drenagem superficial, os estudos deverão definir os quantitativos desses dispositivos, por seção tipo de corte e aterro, e para cada trecho testemunho, em função das extensões de corte e aterro.

De forma semelhante também deverão ser definidas extensões de dispositivos dissipadores e de encaminhamento da água drenada.

Os dispositivos de drenagem superficial, tais como: canaletas de crista, canaletas de banquetas ou canaletas de pé de talude, sarjetas, escada dissipadora, drenos sub-horizontais e outros, seguirão os detalhes típicos do DNIT, sendo indicados nos estudos.

Os projetos de drenagem superficial e drenagem profunda serão elaborados de acordo com os detalhes típicos existentes, sendo apresentados em desenhos em escala apropriada.

O Projeto de Drenagem deverá ser desenvolvido de forma a possibilitar a seleção da melhor solução, através da análise dos elementos gerais condicionantes do projeto. Nesta fase, em relação aos dispositivos de drenagem, serão definidos:

- Número;
- Natureza;
- Localização provável;
- Extensão aproximada;
- Quantidades e estimativa de custos.

Deverão ser apresentadas as diretrizes para a utilização dos dispositivos de drenagem transcritos a seguir.

##### **6.3.6.1 Drenagem de transposição de talvegues**

**Objetivo:** eliminar águas pertencentes à bacia que, por imperativos hidrológicos, devam ser desviadas para não comprometer a estrutura da ferrovia.

**Dispositivos:**

- Bueiros;
- Pontes e pontilhões.

6.3.6.2 Drenagem superficial

**Objetivo:** interceptar e captar, conduzindo o deságue seguro das águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitem sobre a ferrovia, resguardando a segurança e a estabilidade.

**Dispositivos:**

- Valetas de proteção de corte;
- Valetas de proteção de aterro;
- Sarjetas de corte;
- Sarjetas de aterro;
- Valeta de entrevias;
- Descida d'água;
- Saídas d'água;
- Caixas coletoras;
- Bueiros de greide;
- Dissipadores de energia;
- Escalonamento de taludes;
- Corta-rios;
- Drenagem de alívio de muros de arrimo.

6.3.6.3 Drenagem subterrânea ou profunda

**Objetivo:** interceptar e rebaixar o lençol d'água subterrâneo para impedir a deterioração progressiva dos suportes das camadas dos terraplenos e superestrutura.

**Dispositivos:**

- Drenos profundos;
- Drenos espinha de peixe;
- Colchão drenante;
- Drenos sub-horizontais;
- Valetões laterais;
- Drenos verticais.

**6.3.7 Obras de Arte Especiais**

As localizações de pontes, viadutos, viadutos rodoviários e passarelas serão aquelas definidas após os estudos de otimização e os ajustes que se fizerem em função do novo traçado geométrico da ferrovia.

Deverão ser definidas as características das soluções de superestrutura que serão adotadas. Os vãos isostáticos deverão ser modulados, e as estruturas poderão ser em concreto, armado ou protendido, estruturas mistas ou metálicas. Esta escolha será função das características de cada obra, das condições logísticas do seu local de implantação, e dos equipamentos disponíveis para sua montagem.

No caso de haver vantagens técnicas e econômicas na utilização de vãos ou sistemas estruturais diferentes, esta condição deverá ser convenientemente justificada.

Com a definição do tipo de solução de superestrutura que será adotada, a padronização dos vãos entre apoios e a definição da largura do tabuleiro, a superestrutura deverá ser dimensionada para o trem-tipo definido ao longo do presente escopo, empregando-se as normas vigentes correspondentes a cada tipo de solução prevista.

Como as Normas Brasileiras não contemplam pontes ferroviárias em estruturas mistas ou metálicas, caso estas alternativas sejam estudadas, sugere-se a utilização das normas alemãs, reconhecidas internacionalmente.

A extensão total de cada Obra de Arte Especial deverá ser definida em função do perfil do terreno, do obstáculo a ser transposto sob sua estrutura e a utilização prevista para a obra. A configuração do aterro de acesso e dos taludes do encabeçamento da OAE deverá ser definida em função de condicionantes ambientais, das cargas transmitidas ao solo sob o aterro e suas características de deformação e resistência, e da proteção necessária à garantia de sua integridade para fazer frente a eventos extremos, como chuvas e enchentes.

Os pilares deverão ser padronizados, segundo os seguintes parâmetros:

- Pilares baixos: até 14m;
- Pilares médios: de 14m a 22m;
- Pilares altos: de 22m a 35m;
- Pilares especiais: acima de 35m.

Os pilares deverão ser dimensionados utilizando as cargas provenientes da superestrutura e das composições em tráfego e de acordo com as normas técnicas vigentes.

As fundações serão definidas como sendo superficiais, de profundidades médias ou profundas. Serão dimensionadas com base nos dados fornecidos pelos Estudos Geotécnicos. Dentro dos trechos representativos definidos nestes estudos, serão escolhidas as obras consideradas como testemunhos para serem sondadas, devendo ser dada preferência às mais altas e mais longas.

A escolha do tipo de fundação, sapatas, estacas escavadas, raiz, metálicas, etc., deverá recair sobre aquele que seja mais adequado ao solo existente, aos aspectos logísticos do local de implantação da obra, e aos equipamentos de execução. Deve-se sempre procurar uma padronização do tipo de elemento utilizado, visando economia de escala, logística e utilização de equipamentos.

Também deverão ser definidos os encontros das OAE's ferroviárias, classificados em baixos, até 7m, e altos, até 14m, considerada altura limite. Cuidados especiais deverão ser tomados em obras com esforços horizontais descarregados nos encontros, bem como com a definição da extensão da obra, prevendo, se necessário, entrocamentos para proteção das saias dos aterros quando se tratar de transposições fluviais.

Os guarda corpos deverão ser metálicos e deverão ser previstos refúgios a cada 10m.

Uma vez dimensionados todos os elementos de projeto das OAE's, conforme acima descrito, serão gerados desenhos, em planta, elevação e seções transversais e longitudinais, com um nível de detalhamento que permitirá uma adequada caracterização e quantificação dos serviços projetados para a implantação das diversas soluções padrão previstas para as OAE's. Será dada preferência na utilização de projetos de OAE's já adotados em obras implantadas, com características semelhantes às dos estudos da ANTT, de forma a aumentar a precisão nas estimativas de quantidades dos serviços envolvidos

### **6.3.8 Superestrutura Ferroviária**

Consiste, basicamente, no dimensionamento estrutural de seus componentes, assim como sua padronização, contendo os componentes básicos, trilhos, dormentes, lastro e sub-lastro, dentre outros.

A especificação da superestrutura do **PROJETO** deverá seguir os padrões habitualmente adotados pela VALEC, mas deverá atender ao dimensionamento resultante dos Estudos Geotécnicos e operacionais desenvolvidos a luz do presente **TERMO DE REFERÊNCIA**, respeitada a bitola adotada na Malha Sul e na **FERROESTE**. Todavia, caso os estudos demonstrem viáveis, deverá ser dada preferência à utilização da bitola mista.

As **PROPONENTES** deverão observar os elementos descritos a seguir.

- Os dormentes serão de concreto protendido monobloco com palmilhas amortecedoras (*Under Sleeper Pad – USP*), de compostos poliméricos (novos ou reciclados), ou outro material próprio para suportar uma carga por eixo de acordo com o tipo de carga transportada e possuir durabilidade pelo prazo da Concessão;
- O lastro terá 30cm (trinta centímetros) de altura mínima sob o dormente, com 30cm (trinta centímetros) de largura do ombro, e talude 2V:3H ou mais suave. A altura do lastro será dada pela distância vertical entre a face inferior do dormente na região da área de apoio do trilho e a plataforma da linha;
- Quanto às demais especificações, de granulometria, abrasão e propriedades físicas, o lastro deverá observar a NBR 5564 em sua versão mais atualizada;
- O trilho deverá ter o perfil UIC 60 (*Union internationale des chemins de fer/International Union of Railways*), isto é, 60 kg/m (sessenta quilogramas por metro). O perfil deverá atender as dimensões descritas nas especificações da UIC. Caso seja comprovada a viabilidade técnica e econômica, e respeitadas as determinações do Estudo Operacional, os trilhos UIC 60 poderão ser substituídos por trilhos do tipo TR 68 e neste caso deverão atender o Manual da AREMA (*American Railway Engineering and Maintenance of Way Association*) edição 2011, parte 1, capítulo 4, seção 1.1, figura 4-1-5;
- Os trilhos longos soldados (TLS) devem ter comprimento mínimo de 240m, e serão unidos com solda elétrica *flash butt*, soldas alumino térmicas com cadinhos descartáveis ou talas de junção de 6 (seis) furos. Em situações de inviabilidade prática de se adotar este comprimento, e mediante justificativa técnica embasada, poderão ser utilizados comprimentos inferiores a 24 m;
- Os AMV's de entrada e saída para a linha principal/cruzamento terão abertura de 1:14. Nas linhas desviadas, os AMV's deverão ter abertura mínima de 1:8;
- Deverão ser previstos dispositivos de lubrificação ao longo do trecho ferroviário.

Estas especificações podem ser alteradas, mediante justificativa técnica aprovada pela **CCP/GTS**.

### **6.3.9 Interferências e Obras complementares**

#### **6.3.9.1 Interferências**

Deverão ser identificadas todas as interferências, existentes ou projetadas, que possam influenciar direta ou indiretamente a execução das obras.

Deverão ser catalogadas e analisadas, sob os pontos de vista técnico e econômico, para a definição da solução a ser adotada para o seu remanejamento ou relocação.

#### **6.3.9.2 Travessias**

Não serão admitidas passagens em nível na Ferrovia. Os projetos deverão propor soluções alternativas, tais como passagens inferiores ou superiores nas vias e remanejamento das estradas para travessias em dois níveis.

#### **6.3.9.3 Fibras óticas**

As **PROPONENTES** deverão analisar a possibilidade de implantação de fibra óptica ao longo da linha durante as obras de construção da ferrovia.

A rede de fibra óptica deverá ser composta de, no mínimo, 36 fibras por cabo em infraestrutura de dutos subterrâneos ao longo de toda a extensão da linha tronco do trecho ferroviário.

Os dutos deverão ser em polietileno de alta densidade (PEAD) quádruplos, com 40 x 34 mm de diâmetro (externo/interno), coloridos e cintados, em vala com, no mínimo, 15 cm de largura e 80 cm (oitenta centímetros) de profundidade. Os produtos deverão atender, sempre que possível, as normas NBR 14.683 - 1, NBR 15.155 - 1, NBR 13.897/1398 e NBR 14.692.

Deverão ser verificados os custos para a instalação de caixas de passagem tipo R1/R2, em concreto, com tampa de ferro fixada à caixa, tendo a parte de concreto espessura mínima de 8 cm (oito centímetros). Tampa de ferro pintada com anticorrosivo, com trava de segurança e dobradiças reforçadas que garantam o uso prolongado, com identificação, incluso todo o material civil necessário.

A definição do ponto adequado e o correto espaçamento para instalação de caixas de passagens deverá atender também às necessidades associadas às especificações dos Sistemas de Sinalização e Telecomunicações da ferrovia.

#### **6.3.9.4 Faixa de Domínio**



**GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ**  
**CONSELHO GESTOR DE CONCESSÕES**

A Faixa de Domínio terá a largura especificada conforme tabela abaixo. A largura mínima será dividida simetricamente em relação ao Eixo da Via e será alargada, de modo a abrigar os offsets de corte e aterro com uma folga de 10m.

Largura Mínima da Faixa de Domínio	
Segmento	Largura Mínima
Linha singela	30 m
Linhas duplas ou triplas	50 m
Pátios de intercâmbio	80 m

A Faixa de Domínio final deverá levar em conta as necessidades de implantação dos caminhos de serviço (futuros acessos para manutenção) bem como os alargamentos de corte (utilizados como material de aterro) e aterro (utilizados como bota fora).

No caso de aproveitamento de vias em operação deverá ser mantida a faixa existente; quando houver necessidade de ampliação da faixa existente, prevalece o critério de 10 m de folga além do offset.

A Faixa de Domínio será protegida com cercas de arames em áreas rurais e telas de aço com mourões de concreto em perímetros urbanos, conforme especificação do DNIT e/ou da Valec.

Deverá ser definida a Faixa de Domínio levando-se em consideração toda a área de intervenção do traçado proposto a fim de quantificar a área afetada.

Não faz parte do escopo destes Estudos de Engenharia o cadastro dos passivos ambientais existentes na Faixa de Domínio da ferrovia.

Porém, se no decorrer destes estudos for detectada a existência de passivos relevantes, de valores de recuperação significativos, estes deverão ser relacionados e caracterizados em um relatório específico, anexo ao relatório final dos Estudos de Engenharia. Os custos de recuperação correspondentes deverão ser avaliados e incluídos na estimativa dos custos socioambientais, a ser incluso no Caderno 2, tratado nos estudos contratados com vistas ao licenciamento ambiental deste empreendimento.

Também deverão ser estimados os custos com eventuais desapropriações e remoções de interferências em cada **TRECHO** da Ferrovia, os quais deverão ser estimados no Caderno 2 – Estudos de Externalidades.

As **PROPONENTES** deverão realizar uma estimativa do custo de desapropriação da Faixa de Domínio para as alternativas de traçado sob análise. Esta será baseada em um levantamento dos preços de mercado para os diversos tipos de terrenos e construções dentro da Faixa considerada, análise dos valores venais e levantamento de campo das propriedades atingidas. 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.

### 6.3.10 Centro de Controle Operacional (“CCO”)

Com o objetivo de controlar a circulação dos trens na ferrovia, mantendo eficiência operacional e segurança, as **PROponentes** deverão propor cenários de acordo com a viabilidade econômica e condições de operação da ferrovia, para a construção de, preferencialmente, 01 (um) **CCO** compartilhado para os dois **TRECHOS**; ou 02 (dois) **CCOs**, que atendam o **TRECHO 1** e o **TRECHO 2** respectivamente, indicando os equipamentos necessários para a sua adequada operação.

### 6.3.11 Sistemas de Sinalização

Para reduzir os custos operacionais, a operação ferroviária deverá ocorrer de forma contínua e segura. Sob este aspecto, os Sistemas de Sinalização e Controle de Trens exercem papel fundamental, devendo, as **PROponentes**, proporem soluções que busquem a segurança e a eficiência das ferrovias, descrevendo, detalhadamente, os equipamentos que comporão o Sistema de Sinalização das Ferrovias e os seus benefícios, bem como a interoperabilidade entre os 02 (dois) **TRECHOS** e com a malha existente, contemplando, no mínimo:

- Detecção de ocupação ou presença de trens;
- Detecção de trilho partido;
- Sinalização de campo através de sinais laterais;
- Intertravamento vital microprocessado;
- Automação dos elementos de via;
- Manutenção do espaçamento entre trens para evitar colisões traseiras;
- Automatização do processo de liberação de licenças e de ocupação de via;
- Monitoramento dos parâmetros da locomotiva;
- Permitir a comunicação entre a locomotiva e o **CCO**;
- Garantir o adequado funcionamento dos sistemas nas condições climáticas e físicas existentes ao longo de toda a malha ferroviária;
- Permitir reconhecimento automático e instantâneo das composições (proprietários dos ativos e características dos vagões e locomotivas) que estiverem realizando interconexões entre ferrovias;
- Garantir a completa integração dos sistemas de telecomunicações, **CCO**, via, equipamentos de bordo e de gestão do tráfego ferroviário entre os Gestores de Infraestrutura e os Operadores Ferroviários Independentes;

- Permitir a disponibilização aos Operadores Ferroviários Independentes do banco de dados com informações, em tempo real, da localização, atividade, informações de status e posição dos veículos ferroviários.

#### **6.3.12 Sistemas de Telecomunicações**

As **PROPOSTANTES** deverão apresentar estudos para a implantação de Sistemas de Telecomunicações, responsáveis pelo atendimento das demandas de comunicação de dados e voz, para integração dos sistemas e interfaces entre CCOs e maquinistas, garantindo o nível de performance e confiabilidade adequados para a correta operação dos Sistemas em cada **TRECHO** do **PROJETO**, contemplando, no mínimo:

- Suporte e registro de toda a comunicação de voz e dados entre trens, estações e **CCOs**;
- Integração entre ferrovias e **CCOs**;
- Registro de todas as comunicações realizadas pelo **CCO**;
- Utilização de protocolo de comunicação de acordo com o estabelecido pela regulamentação aplicável aos Sistemas de Comunicação e Sinalização estabelecida pela ANTT;
- Cobertura de radiofrequência adequada para o perfeito funcionamento dos sistemas de voz e dados;
- Escolha adequada das faixas de frequências dos equipamentos de radiocomunicação de acordo com regulamentação da ANATEL vigente e parâmetros de padronização estabelecidos pela ANTT;
- Parâmetros de disponibilidade, confiabilidade e desempenho de acordo com o estabelecido pela ANTT.

#### **6.3.13 Sistema de Energia**

As **PROPOSTANTES** deverão analisar e apresentar soluções para implementação do Sistema de Energia, responsável pela alimentação elétrica contínua ao longo dos 02 (dois) **TRECHOS** que compõem o **PROJETO**, contemplando, no mínimo os seguintes elementos básicos:

- Subestações;
- Transformador de força de média e baixa tensão, seguindo os parâmetros de padronização;
- Atender as características e demandas dos sistemas a serem implementados para operação das ferrovias;

- Sistema de automação e gestão de energia. Tal sistema deve permitir operações remotas como manobra de alimentação entre subestações, seccionamento de trecho em manutenção ou em falha e supervisão, assim como, gestão dos parâmetros de energia; Rede de distribuição de energia elétrica aérea convencional.

#### **6.3.14 Plano de Execução das Obras**

No Plano de Execução das Obras deverão ser descritos os principais aspectos relativos ao **PROJETO**, abordando no mínimo os seguintes temas:

##### **6.3.14.1 Condições locais de implantação dos TRECHOS ferroviários**

- Influência dos aspectos topográficos e geológico-geotécnicos na execução das obras;
- Condições de acesso às frentes de trabalho e caminhos de serviço;
- Considerações sobre o impacto do clima e da pluviometria na execução dos serviços;
- Localização de Pedreiras;
- Localização de áreas de empréstimo;
- Localização de áreas para bota fora.

##### **6.3.14.2 Planejamento executivo**

- Plano de ataque e definição das frentes de serviços;
- Cronograma físico dos serviços com indicação das datas marco;
- Diagrama Tempo x Caminho;
- Dimensionamento dos recursos: Mão de Obra e Equipamentos;
- Organização administrativa da obra;
- Cronograma de permanência de Mão de Obra Direta e Indireta;
- Cronograma de permanência dos Equipamentos;
- Histogramas dos principais serviços.

#### 6.3.14.3 Principais métodos construtivos propostos

- Métodos construtivos da Infraestrutura;
- Soluções das interferências com rodovias, linhas de transmissão e outros;
- Métodos construtivos da Superestrutura.

#### 6.3.14.4 Logística e apoio

- Localização dos canteiros de apoio;
- Layout dos canteiros de apoio;
- Instalações de apoio ao pessoal alocado na obra;
- Logística de suprimento de materiais;
- Logística de recrutamento, seleção e contratação do pessoal;
- Mobilização de pessoal e equipamentos.

#### 6.3.14.5 Interferências da execução das obras com os outros sistemas de transporte

- Identificação das principais interferências;
- Processos Construtivos a serem empregados.

### 6.4 VOLUME 4: ESTUDOS OPERACIONAIS

Os Estudos Operacionais têm como objetivo principal definir o modelo operacional mais eficiente para os investimentos propostos e determinar as receitas e os custos e as despesas operacionais, isto é, os Estudos Operacionais serão fundamentais para a determinação do OPEX do empreendimento.

Deverão, também, abranger os Estudos de Interoperabilidade, demonstrando os benefícios de uma rede ferroviária contínua e com operação compatível com as demais malhas ferroviárias de cargas existentes ou que venham a ser implementadas, bem como o acesso a essas redes.

Os custos de Investimentos e as despesas operacionais, apresentados, pelas **PROponentes**, em valores fixos e variáveis, deverão considerar o trem-tipo adotado, visando determinar o tempo de percurso, o consumo de combustível e a capacidade operacional de cada um dos **TRECHOS** da ferrovia.

#### 6.4.1.1 Estudos Operacionais

Os Estudos Operacionais deverão contemplar, no mínimo, as seguintes atividades para cada **TRECHO**, separadamente:

- Dimensionamento das necessidades físicas com apresentação das características básicas da via e operacional da ferrovia; especificação do material rodante que será utilizado na ferrovia, suas capacidades de suporte, e o tipo de material mais moderno e de maior capacidade utilizado atualmente;
- Conceituação dos Sistemas de Licenciamento de Trens, sinalização, telecomunicação, energia e **CCO**, com as respectivas estimativas de investimentos necessários;
- Determinação da frota comercial de locomotivas e vagões necessários ao atendimento da demanda, bem como dos pares de trens por Fluxo;
- Produção e produtividade do material rodante da frota comercial por Fluxo;
- Determinação dos investimentos necessários em material rodante da frota comercial por Fluxo;
- Previsão para a operação de trens de passageiros e trens em serviço interno;
- Elaboração do carregamento da malha em TU, TB, em trens/dia por Fluxo;
- Consolidação do plano de vias do trecho projetado na Ferrovia, considerando-se os comprimentos úteis e totais dos desvios de cruzamento;
- Com Base na Simulação do Desempenho de Trens, serão estabelecidos os parâmetros da operação ferroviária, destacando-se, obrigatoriamente, as velocidades médias de circulação dos trens, dos tempos de percursos entre os desvios de cruzamentos do desempenho e do consumo de combustível das locomotivas, na Ferrovia por Fluxo;
- Cálculo da capacidade de tráfego (vazão) da via em número de trens/dia em função do trem-tipo; tempos de percursos entre os desvios de cruzamento; comprimento útil dos desvios; tempo de licenciamento dos trens; tempo de interrupção para manutenção da via, entre outros fatores na Ferrovia;
- Comparação da capacidade de tráfego (vazão) da via com a demanda prevista considerando-se os trens de passageiros e os em serviços interno, em número de trens com o objetivo de identificar os gargalos existentes na Ferrovia;
- Com a identificação dos gargalos, analisar a possibilidade do acréscimo da capacidade instalada seja através da ampliação dos desvios existentes, e/ou através da implantação de novos pátios entre aqueles já previstos no projeto na Ferrovia;
- Identificação dos volumes totais que serão operados em cada polo de carga elaboração do layout, dimensionamento e localização dos pátios e terminais da ferrovia;
- Cálculo dos quantitativos necessários em material rodante no serviço interno, equipamentos de via e guindastes socorro na Ferrovia;



- Após a identificação dos quantitativos, será providenciada a análise da melhor localização para implantação de oficinas e demais instalações de apoio a manutenção do material rodante (frota comercial e em serviço interno e guindaste socorro), dos equipamentos de via e das equipes de socorros, e as áreas mínimas necessárias dessas instalações;
- Análise também, da melhor localização dos dormitórios de equipagens de locomotivas; do prédio de administração com o **CCO** da ferrovia, das residências de via e sistemas e do estaleiro de solda.

#### 6.4.1.2 Estudos de Interoperabilidade

Considera-se que, dada a extensão e a complexidade do Sistema Ferroviário de cargas, faz-se necessário especificar os requisitos essenciais à operação da ferrovia, assim considerado na sua integralidade, estabelecendo os parâmetros fundamentais e determinando as especificações técnicas mínimas para viabilizar a interconexão e a interoperabilidade dos 02 (dois) **TRECHOS**, bem como com as malhas regionais e nacionais existentes ou que vierem a ser implementadas, especificamente, no que tange aos componentes, às interfaces e o acesso a essas redes.

Neste sentido, é fundamental para a viabilidade do **PROJETO**, a interoperabilidade entre os 02 (dois) **TRECHOS** ferroviários, uma vez que o **PROJETO** deverá promover a integração da Região Oeste, partindo de **DOURADOS**, no **MATO GROSSO DO SUL**, e chegando ao **PORTO DE PARANAGUÁ**, no Paraná, interligando as regiões por meio de uma ferrovia que permita minimizar os custos de transporte de cargas.

A interoperabilidade deverá considerar, minimamente, um conjunto de diretrizes que balizarão a elaboração dos **ESTUDOS DE VIABILIDADE** do **PROJETO**, justificando a implantação e operação dos 02 (dois) **TRECHOS** ferroviários, por meio de direito de passagem, bem como a utilização da ferrovia por operadores independentes.

Para os efeitos de estabelecimento das diretrizes de interoperabilidade do **PROJETO**, as **PROPONENTES** deverão demonstrar a viabilidade dos 02 (dois) **TRECHOS** no sentido de permitir a circulação segura e sem interrupção da carga que será transportada pela Ferrovia.

Além disso, na elaboração dos Estudos de Engenharia, as **PROPONENTES** deverão analisar e demonstrar quais as Especificações Técnicas de Interoperabilidade (“**ETI**”) necessárias para o integral funcionamento da ferrovia, além da sua integração com a malha ferroviária existente.

##### 6.4.1.2.1 Especificações Técnicas de Interoperabilidade (“**ETI**”):

As proposições de Especificações Técnicas de Interoperabilidade que, em princípio, se destinam a viabilizar a interconexão e interoperabilidade da Ligação Ferroviária **DOURADOS – GUARAPUAVA - PARANAGUÁ** com a Estrada de Ferro Central do Paraná deverão considerar o que segue.

a) Todos os subsistemas serão objeto de uma **ETI**.

No que respeita aos subsistemas relativos ao ambiente, à exploração ou aos usuários, só serão elaboradas **ETIs** se tal se revelar necessário para assegurar a interoperabilidade do sistema ferroviário sul brasileiro de cargas no domínio das infraestruturas, do controle-comando das operações e da sinalização, bem como do material rodante;

b) Os subsistemas devem ser conformes com as **ETIs**.

Essa conformidade deve manter-se em permanência no decurso da utilização de cada subsistema;

c) Se necessário, para que se concretize a interoperabilidade do sistema ferroviário brasileiro de cargas, as **ETIs** devem:

- Precisar os requisitos essenciais a aplicar aos subsistemas e às respectivas interfaces;
- Estabelecer os parâmetros fundamentais (gabarito mínimo das infraestruturas,  $R_{min}$ , bitola, carga por eixo,  $L_{min}$  dos pátios, características do **CCO**, etc.) que serão necessários para satisfazer os requisitos essenciais;
- Fixar as condições a observar para atingir os desempenhos especificados para cada uma das seguintes categorias de linhas:
  - linhas especialmente construídas para o presente empreendimento,
  - linhas existentes adaptadas para o presente modelo de operação,
  - linhas especialmente adaptadas para o presente modelo operacional que tenham características específicas devido a entraves topográficos, de relevo ou de ambiente urbano.

d) Determinar os componentes de interoperabilidade e as interfaces que devem ser objeto de especificações locais, absorvendo padrões especificados pela prática europeia, bem como, se necessário, da AREMA, para concretizar a interoperabilidade do sistema ferroviário brasileiro de cargas cumprindo os requisitos essenciais.

As **ETIs** não deverão conflitar com portarias, regulamentos ou decisões da ANTT e dos Concessionários relativas à utilização de infraestruturas novas ou adaptadas para a circulação de outras composições.

As propostas de **ETIs** devem ser elaboradas buscando adotar procedimentos e diretrizes já praticadas e aceitas no âmbito das Concessões federais e que poderão ser revistas e adotadas nos termos dos Atos Regulatórios da ANTT, podendo, eventualmente, serem incorporadas aos procedimentos vigentes.

## **6.5 VOLUME 5: ORÇAMENTO E CRONOGRAMA**

### **6.5.1 Orçamento**

Com todos os serviços identificados e quantificados de acordo com o disposto neste **TERMO DE REFERÊNCIA**, será elaborada uma Planilha de Serviços e Quantidades.

Com base nos estudos anteriormente abordados serão estimados os custos necessários à construção e operação do empreendimento, segundo cada alternativa em estudo. As estimativas das quantidades deverão refletir o máximo grau de detalhe e precisão possível e adotar os mesmos critérios e conceitos para todas as alternativas em análise.

Para cada um dos serviços desta planilha será adotado o custo unitário correspondente, obtido das planilhas dos sistemas Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte – DNIT, do SICFER, se já estiver autorizado pela ANTT, ou Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, da Caixa Econômica Federal.

Caso isto não seja possível, deverá ser apresentada uma composição de custo unitário específico para o serviço em questão, baseada em pesquisas de mercado, devidamente comprovadas.

Deverão, ainda, apresentar as composições dos encargos sociais, com as devidas justificativas das premissas adotadas.

Além dos investimentos em obras de infraestrutura, deverão ser ajustados aos novos dados de projeto, os valores dos investimentos previstos pela ANTT para os equipamentos ferroviários, para as desapropriações e para cobrir os custos socioambientais. A estes últimos, devem ser adicionados os custos de recuperação de passivos ambientais, de desapropriações e de remoções de interferências.

O investimento necessário, para cada uma das alternativas estudadas, deverá incluir, quando for o caso, os seguintes itens de custo direto e indireto:

- canteiros de obras;
- mobilização e desmobilização;
- terraplanagem;
- drenagem;

- obras-de-arte correntes;
- superestrutura ferroviária;
- obras-de-arte especiais;
- sinalização;
- obras complementares;
- relocação de serviços públicos locais;
- aquisição e transporte;
- construção de acessos rodoviários aos principais pátios e pontos de transbordo de cargas;
- reassentamento da população afetada pelo empreendimento;
- paisagismo e urbanização;
- desapropriação da Faixa de Domínio e compra de direitos de acesso;
- custo de estudos e projeto;
- supervisão e gerenciamento;
- custos ambientais.

Na estimativa dos custos os valores serão referidos a preços da data-base dos **ESTUDOS DE VIABILIDADE** e indicados em valores financeiros (preços de mercado).

### **6.5.2 Custos com Investimentos**

Nos custos com Investimentos, deverão ser demonstrados, dentre outros, custos referentes:

#### **6.5.2.1 Área de Infraestrutura**

- Construção da Via Ferroviária
- Implantação dos Desvios de Cruzamento;
- Implantação dos Pólos de Carga;
- Implantação dos Sistemas;
- Implantação do Sistema de *Loco - Trol*, se necessário;

- Aquisição do Material Rodante em Serviço Interno;
- Aquisição dos Equipamentos de Via e Guindaste Socorro;
- Investimentos em Instalações de Apoio a Manutenção do Material Rodante em Serviço Interno e em Guindastes Socorro;
- Investimentos em Prédios da Administração;
- Investimentos em Estaleiros de Solda;
- Investimentos em Oficina de Manutenção de Equipamentos de Via.

#### 6.5.2.2 Área de Operação

- Aquisição de Material Rodante da Frota Comercial;
- Construção de Oficinas Demais Instalações de Apoio à Manutenção do Material Rodante da Frota Comercial;
- Construção dos Dormitórios de Equipagens;
- Aquisição e Montagem de Equipamentos de Bordo das Locomotivas.

#### 6.5.3 Custos e Despesas Operacionais

Os custos e as despesas operacionais, que deverão ser apresentados em fixos e variáveis, englobarão as seguintes atividades:

##### 6.5.3.1 Área De Via Permanente E Sistemas

- Manutenção da Superestrutura da Via;
- Manutenção da Infraestrutura da Via e Conservação do Meio Ambiente;
- Manutenção dos Sistemas;
- Manutenção e Operação dos Equipamentos de via;
- Operação dos Estaleiros de Solda;
- Manutenção do Material Rodante em Serviço Interno.

##### 6.5.3.2 Manutenção Do Material Rodante E Guindaste Socorro

- Manutenção do Material Rodante e Guindaste Socorro;
- Manutenção de Locomotivas da Frota Comercial;
- Postos de Abastecimentos e Revista;

- Manutenção do Guindaste Socorro;
- Manutenção de Vagões da Frota Comercial;
- Posto de Conserva de Vagões.

#### 6.5.3.3 Operação Da Ferrovia

- Pessoal de Movimento de Trens;
- Equipagens de Locomotivas;
- Pessoal de Pátios e Terminais;
- Consumo de Combustíveis e Lubrificantes;
- Custos com o Meio de Transmissão para Operação dos Sistemas.

#### 6.5.3.4 Despesas Gerais

- Administração, Comercial e Geral;
- Seguro Patrimonial e das Cargas das Operadoras.

### 6.5.4 Cronograma Físico – Financeiro

Com o Cronograma Físico definido no Plano de Execução das Obras e com os Investimentos definidos no Orçamento, deverá ser elaborado o Cronograma Físico - Financeiro da fase de implantação e operação para cada **TRECHO** do **PROJETO**.



## 7. CADERNO 2: ESTUDOS ECONÔMICO-FINANCEIROS E DE EXTERNALIDADES

Divididos em 02 (dois) volumes, Econômico-Financeiro e de Externalidades, os estudos deste Caderno deverão ser consolidados em uma planilha digital com a memória de cálculo, as fórmulas e a possibilidade de alteração das premissas para construção de cenários. Ambos os componentes de cada volume deverão ser consolidados em planilha digital aberta para edição pela **CCP**, observando os requisitos mínimos e as diretrizes de cada volume.

### 7.1 VOLUME 1: ESTUDOS ECONÔMICO-FINANCEIROS

O componente Econômico-Financeiro dos Estudos deverá ensejar um modelo indicando a viabilidade econômica para cada **TRECHO**, de acordo com a projeção de receitas, os investimentos, o Cronograma Físico-Financeiro e o custo operacional estruturados no Caderno 1, de modo a refletir a situação financeira da Concessionária ao longo de todo o prazo da Concessão.

Os Estudos Econômico-Financeiros deverão conter e indicar as condições de viabilidade comercial para investimentos privados e a estrutura do financiamento proposto de acordo com os investimentos de cada **TRECHO**.

Os Estudos deverão, também, conter a análise da sensibilidade, de modo a indicar os fatores que aumentem o valor do **PROJETO** do ponto de vista do investidor, do Poder Público e da população.

Para fins de avaliação da viabilidade econômica, o fluxo de caixa livre do **PROJETO**, dos dispêndios anuais de cada alternativa estudada, ao longo do prazo da Concessão, deverá ser descontado pela Taxa Interna de Retorno ("**TIR**") para conversão a valor presente.

A unidade temporal mínima deverá ser anual e deverá ser indicado a moeda do período e a data-base ao qual o estudo se refere.

A **TIR** de referência, a ser fixada como meta do **PROJETO** para compor o quadro tarifário da Concessão, será regulamentada de acordo com as resoluções vigentes da ANTT.

Este Volume deverá conter, no mínimo, o seguinte:

**A.** Planilha digital contendo o modelo econômico-financeiro da Concessionária pelo prazo de Concessão e a definição da proposta de remuneração da Concessionária. A planilha deverá evidenciar todas as premissas utilizadas para a sua elaboração e incluir o que segue:

- Projeção da demanda individualizada por atividade/produto/serviço para cada **TRECHO**, evidenciando a memória de cálculo;

- Projeção detalhada de cada item da receita por **TRECHO**, evidenciando a memória de cálculo;
- Projeção detalhada das receitas Extraordinárias e Financeiras;
- Projeção detalhada de cada item das despesas e custos por **TRECHO**;
- Cronograma Físico-Financeiro dos Investimentos;
- Considerar os efeitos tributários de eventuais desapropriações e outros instrumentos que busquem a eficiência tributária do negócio;
- Deverão ser projetados os Demonstrativos de Resultados do Exercício por **TRECHO** e por período ao longo de todo prazo da Concessão;
- Deverá ser projetado o Balanço Patrimonial por **TRECHO** e por período ao longo de todo prazo da concessão;
- Deverá ser projetado o Fluxo de Caixa Livre do Projeto por período e por **TRECHO**, consolidando as Receitas, os Investimentos, os Custos e Despesas do modelo, os Tributos e o Capital de Giro necessário;
- A partir da **TIR** meta para empreendimentos de infraestrutura ferroviária, definida pela ANTT, deverá ser proposto o modelo de remuneração da Concessionária para diferentes cenários, conforme a variação das premissas;
- Para o modelo de remuneração proposto, deverá ser previsto mecanismos de reajuste, evidenciando as premissas e as fórmulas de cálculo.

**B.** Proposta de modelo de financiamento em relatório e planilha digital, com base na análise de viabilidade financeira. A planilha deverá evidenciar todas as premissas utilizadas para a sua elaboração e incluir o que segue:

- Identificação dos financiadores, incluindo todos os custos, taxas e premissas relativas a cada possibilidade;
- Índice de Cobertura da Dívida por **TRECHO**;
- Deverá ser projetado o Fluxo de Caixa Alavancado por período e por **TRECHO**, que além de considerar as consolidações do Fluxo de Caixa Livre do **PROJETO**, deverá apresentar as captações e amortizações de financiamentos, evidenciando as premissas, regras, taxas, entre outros, e a memória de cálculo utilizadas;
- Deverá ser projetado o Fluxo de Caixa do Acionista por período e por **TRECHO**;

- Cálculo de indicadores financeiros da situação da Concessionária;
- Cálculo do capital social, do capital a integralizar e da exposição do Acionista para fins seleção de futuros **PROPONENTES** em eventual procedimento licitatório.

**C.** Relatório consolidado do modelo econômico-financeiro, contendo os resultados da planilha e evidenciando minimamente os cenários, com as projeções dos Fluxos de Caixa, Balanços Patrimoniais, Demonstrativos de Resultado, Custos e Despesas, Investimentos, Receitas e Tributos.

**D.** Relatório contendo matriz de riscos e a quantificação de riscos transferidos ao Concessionário. O relatório deverá incluir o resultado da realização das seguintes tarefas:

- Identificação, caracterização e descrição dos riscos relacionados com a construção e operação do sistema proposto, incluindo, mas não se limitando:
  - **Risco de Construção:** o qual inclui todos os obstáculos das obras civis, tais como o não cumprimento dos prazos pactuados, do orçamento projetado ou do enquadramento nas especificações estipuladas;
  - **Risco de disponibilidade** da Infraestrutura para a sua plena e perfeita utilização;
  - **Risco de Design:** o risco do design é não possibilitar o fornecimento dos serviços necessários ao fiel cumprimento do contrato ou comprometer o desempenho ou os padrões de qualidade;
  - **Risco Econômico:** são riscos da situação econômica vigente à época da contratação sofrer mudanças radicais, a ponto de interferirem nos índices de demais números projetados;
  - **Risco Ambiental:** são riscos advindos dos impactos ambientais que o **PROJETO** poderá causar no ambiente em que estiver instalado e também nas áreas adjacentes;
  - **Risco Fundado:** risco de atrasos ou modificações substanciais no **PROJETO**;
  - **Risco Legislativo:** risco de mudanças legislativas elevarem os custos do projeto;
  - **Risco de Demanda:** risco da procura pelos serviços ser inferior àquela planejada;

- **Risco de Receita Comercial:** leva em consideração os riscos às receitas totais do empreendimento, em especial as levantadas nos produtos do Caderno 1.

- Identificação, detalhamento e sugestão de compartilhamento dos principais riscos associados ao **PROJETO**, no caso de Concessão.
- Valoração monetária dos riscos, a partir das técnicas de avaliação de riscos, sempre que possível.
- Análise as implicações associadas à repartição de riscos contemplada na Matriz elaborada, por meio da identificação do mecanismo contratual por meio do qual a referida alocação poderia ser efetivada.

**E. Relatório contendo Quadro de Indicadores de Desempenho proposto.** O relatório deverá incluir o resultado da realização dos seguintes estudos:

- Identificação dos indicadores sua justificativa;
- Eventos de stress dos indicadores de desempenho nos indicadores financeiros;
- Descrição de procedimentos, forma e periodicidade em que cada indicador de desempenho será medido;
- Impacto do Quadro de Indicadores de Desempenho na situação financeira da Concessão para diferentes cenários.

**F. Relatório contendo a descrição detalhada de todas as obrigações da Concessão.** O relatório deverá incluir o resultado da realização das seguintes tarefas:

- Descrição detalhada das obrigações da Concessionária, com a consequente elaboração do “Caderno de Encargos da Concessionária”;
- Descrição detalhada das obrigações do Poder Público na execução do Contrato.

**G. Relatório sobre a estrutura de garantias necessárias à Concessão.** O relatório deverá incluir o resultado da realização dos seguintes estudos:

- Identificação do volume de garantias necessárias para garantir a atratividade econômica da Concessão;
- Proposição de tipo de garantias e de suas características com vistas a garantir a atratividade econômica da Concessão;
- Estudo de Custo de Oportunidade da Concessionária.

H. Relatório sobre a estrutura de Seguros necessários à Concessão, contemplando no mínimo, os seguintes Estudos:

- Proposição de tipo de seguros e de suas características com vistas a garantir a atratividade econômica da Concessão;
- Estudo de Custo de Oportunidade da Concessionária.

## **7.2 VOLUME 2: ESTUDOS DE EXTERNALIDADES**

Os Estudos de Externalidades presentes no **PROJETO** deverão identificar e calcular o ganho econômico decorrente dos benefícios diretos e indiretos. O cálculo desses benefícios, quando possível, deverá ser apresentado em planilha digital, aberto à edição, evidenciando a metodologia e as fórmulas utilizadas.

Os estudos deverão demonstrar a economicidade do modelo em relação à contratação direta tradicional por meio de licitação ou à própria execução do **PROJETO** pela Administração Pública Direta.

### **7.2.1 Dos Benefícios Diretos e Indiretos**

Simultaneamente aos demais estudos que serão desenvolvidos pelas **PROPONENTES**, os Estudos de Externalidades deverão identificar e calcular o ganho econômico decorrente dos benefícios diretos e indiretos, assim entendidos:

- **Benefícios Diretos:** resultantes de investimentos que impliquem redução dos custos de transporte, da emissão de poluentes e dos casos de acidentes rodoviários;
- **Benefícios Indiretos:** decorrentes de desenvolvimento social e econômico da Região em face dos investimentos realizados. Nesse item serão calculados também os impactos sobre a arrecadação tributária e sobre o emprego, durante o período de construção.

#### **7.2.1.1 Dos Benefícios Diretos**

As **PROPONENTES** deverão elaborar um relatório demonstrando os benefícios diretos para cada um dos **TRECHOS** do **PROJETO**.

Os valores anuais dos benefícios diretos deverão ser projetados, a partir do 1º ano após a implantação do **PROJETO** até o último ano do prazo da concessão.

Dentre os benefícios diretos do **PROJETO**, deverão ser demonstrados, no mínimo:

##### **7.2.1.1.1 Redução dos Custos de Transportes**

A redução dos custos de transporte poderia ser apropriada para a demanda que deixaria de ser usada em outros modais. Dessa forma, o benefício poderá considerar formulações de custo multimodal, que pode ser calculada pela generalização da redução do custo de transporte ao se substituir outros modais pelo ferroviário.

#### 7.2.1.1.2 Redução dos Custos de Emissão de Poluentes

O benefício referente à redução de emissão de poluentes se dará, entre outros fatores, pela redução do uso de combustíveis fósseis decorrente principalmente da substituição do modal rodoviário pelo ferroviário do **PROJETO** em estudo.

A metodologia de quantificação adotada deverá ser justificada pelas **PROPONENTES**. Entretanto, qualquer metodologia que seja utilizada deverá considerar a quantificação de veículos/ano, com produção neste período de emissão que deixaria de ser lançada na atmosfera.

#### 7.2.1.1.3 Redução dos Custos de Acidentes

O benefício associado à redução de acidentes poderá ser contabilizado a partir do número atual de acidentes registrados por veículos de carga nas rodovias proporcionalmente ao percentual desses veículos que deixariam de trafegar de trafegar ano a ano pela transferência do produto para a ferrovia em estudo.

#### 7.2.1.2 Dos Benefícios Indiretos

Caberá, também, às **PROPONENTES** demonstrar os benefícios indiretos que advirão com a implantação do **PROJETO**, em cada **TRECHO**.

Dentre outros, deverão ser demonstradas a valorização real de propriedades e os impactos sobre a arrecadação tributária e a geração de empregos, durante o período da Concessão.

A análise dos riscos de pré-construção e construção relacionados ao **PROJETO** será de fundamental importância, pois permitirá que sejam indicadas ações mitigadoras para os riscos que venham a ser identificados, a fim de proporcionar aos financiadores do **PROJETO** maior segurança para decidir sobre suas respectivas participações.

As **PROPONENTES** deverão apresentar, ainda, Relatório apresentando os ganhos de eficiência derivados da contratação por meio de Concessão. O relatório deverá incluir o resultado da realização de no mínimo os seguintes estudos:

- Construção de um comparador do setor público, incluindo os riscos transferíveis, que reflita os benefícios líquidos, ou custos líquidos, da implantação e operação da rede viária por meio da execução direta pelo Estado;

- Construção de um fator de comparação privado que permita contrastar com o fator do setor público;
- Descrição e análise de fatores qualitativos que não tenham sido valorados na elaboração dos comparadores;
- Comparação das alternativas de execução direta e de concessão indicando justificadamente aquela que apresenta o melhor custo/benefício social e econômico.