

ANEXO I – ENGENHARIA

1. DO OBJETO

O presente anexo tem por finalidade definir os objetivos e as diretrizes a serem observadas no desenvolvimento do projeto básico de engenharia em BIM (Building Information Modeling).

Durante todo o ciclo de vida do projeto deverão ser observadas as diretrizes do APÊNDICE A – Especificações BIM.

O produto dos trabalhos realizados deverá ser apresentado com nível de precisão e detalhamento tal que permita o esclarecimento sem dar margem a dúvidas para a execução dos serviços, para a aquisição dos materiais e equipamentos e para a montagem dos sistemas, devendo apresentar, necessariamente soluções técnicas globais e localizadas.

Deverá conter a perfeita identificação dos tipos de serviços a executar, dos materiais a serem utilizados na obra e suas especificações técnicas e construtivas, orçamento detalhado com discriminação de todos dos serviços a serem executados.

O Projeto Básico deverá rever e atualizar o elenco de soluções anteriormente estabelecidas, de forma que permitam implantar as obras dentro de modernos padrões técnicos, possibilitando condições operacionais, de segurança e eficiência, respeitando as condicionantes ambientais.

Os serviços serão desenvolvidos visando a definição do problema existente, quanto às condições de sua implantação, segurança de operação, obras-de-arte correntes e especiais, estabilidade de taludes de cortes e aterros, drenagem e condições ambientais, propondo soluções que venham possibilitar a correção das deficiências encontradas.

Em atendimento ao Edital de Chamamento Público do Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI) para desenvolvimento dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), foi desenvolvimento pela empresa Estação da Luz Participações Ltda (EDLP) os estudos de engenharia, projeto funcional e planilha de investimento (CAPEX) para a implantação da ferrovia EF-170 – Ferrogrão.

Este material poderá ser utilizado pela CONTRATADA como base de elaboração do projeto básico, entretanto, é de sua responsabilidade analisar e adequar, quando pertinente, todos os parâmetros de projeto, visando um empreendimento seguro, eficiente, ambientalmente adequado e economicamente viável.

Com referência ao trecho do Parque Nacional Jamanxim, há hoje questionamentos jurídicos sobre a cessão de área para a implantação da ferrovia dentro do parque nos segmentos Norte (20,7 km aproximadamente) e Sul (39,9 km aproximadamente). Assim, a CONTRATADA, deverá elaborar estudo de alternativa de traçado que viabilize a implantação da ferrovia na região do parque, podendo ser considerada a utilização da faixa de domínio da rodovia BR-163.

Tendo em vista que a rodovia BR-163 encontra-se atualmente concedida à iniciativa privada (Consórcio Via Brasil 163), se a CONTRATADA considerar a faixa de domínio da BR 163, o estudo deve garantir a integridade da rodovia, sem alteração de traçado, interferência em seu leito, restrição de gabarito vertical conforme normas e interrupção operacional da mesma. Se

a alternativa de traçado ficar próxima a plataforma rodoviária, a CONTRATADA deverá analisar as normas ABNT de proteção e contenção viária de forma a contemplar em seu projeto esses dispositivos quando pertinente.

Com referência aos ramais ferroviários de Santarenzinho e Itapacurá, tendo em vista estar em andamento o processo de demarcação de terra indígena Mundurukú, a CONTRATADA deverá refinar os estudos de forma a propor alternativa que não impactem a referida área.

As imagens a seguir ilustram o projeto da EDLP e o trecho do Parque Nacional Jamanxim e nos ramais ferroviários onde deverá haver os estudos de alternativa de traçado.

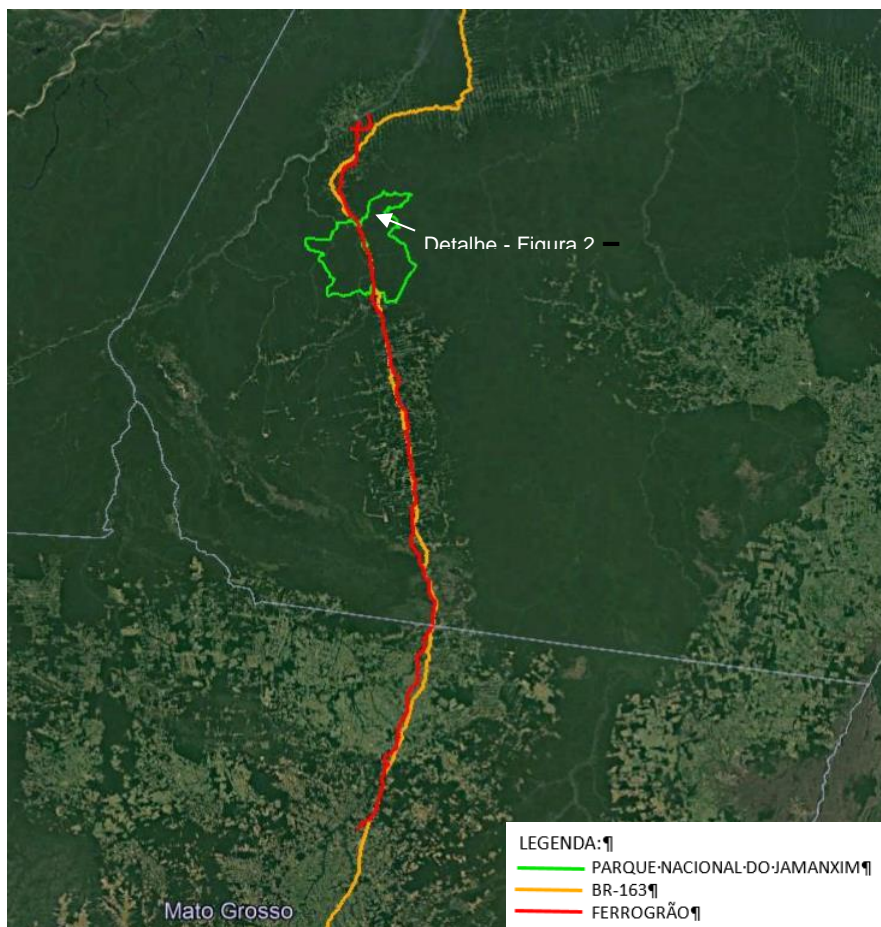


Figura 1 – Vista do Traçado da Ferrogrão Elaborado pela EDLP e da Rodovia BR-163

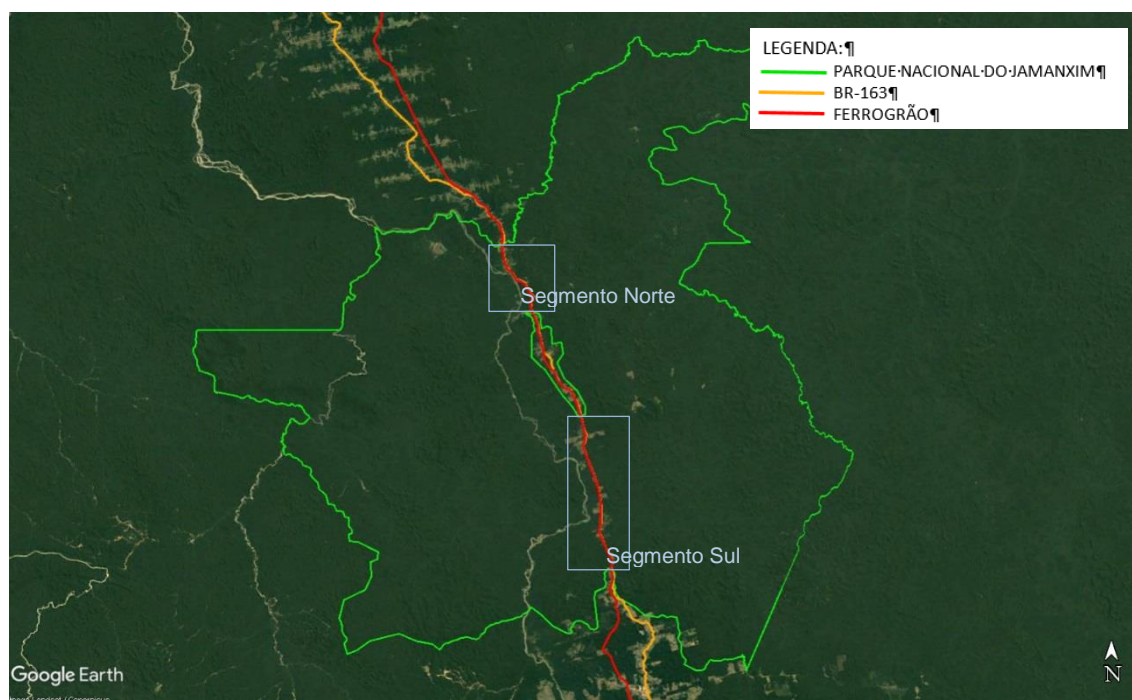


Figura 2 –Detalhe do Parque Nacioal do Jamanxim e os Segmentos Norte e Sul do Ferrogrão



Figura 3 –Detalhe do Segmento Norte do Ferrogrão



Figura 4 – Detalhe do Segmento Sul do Ferrogrão



Figura 5 – Exemplo de Trecho onde o Traçado Proposto da Ferrogrão está no Parque do Jamanxim e que Deve Ser Analisado o Traçado Dentro da Faixa de Domínio da BR-163

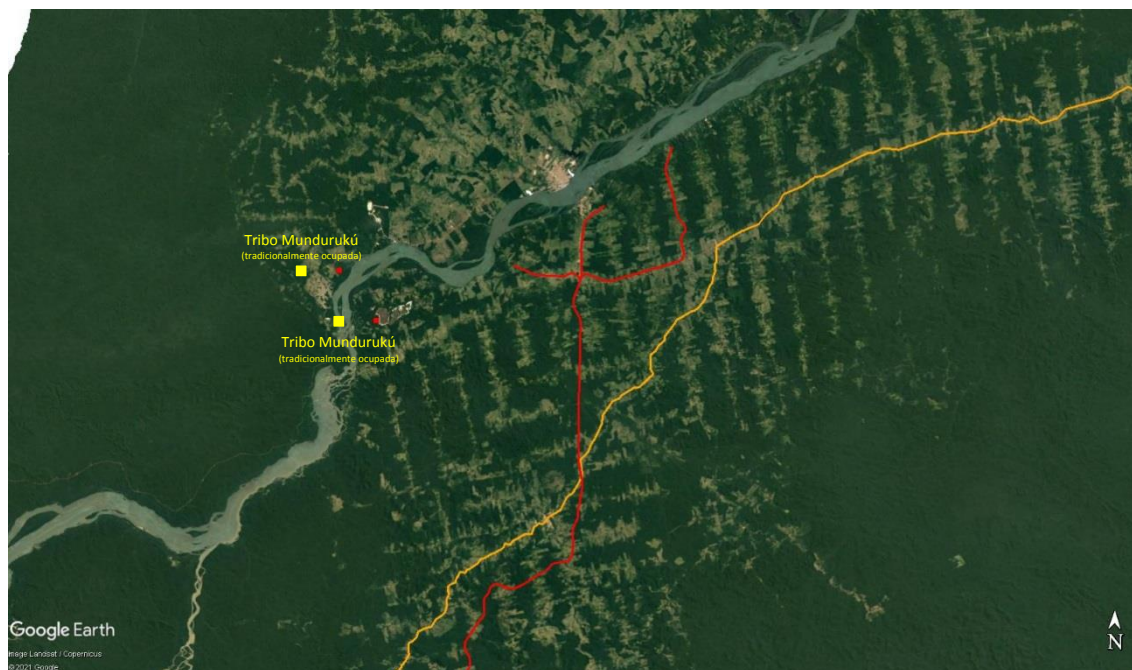


Figura 6 – Detalhe dos Ramais Ferroviários de Santarenzinho e Itapacurá e da Área Indígena que está em Processo de Demarcação

2. PARAMETROS DO PROJETO

Como já pontuado, a ferrovia EF-170 – Ferrogrão foi objeto de um Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) onde foram estabelecidos parâmetros mínimos da rede ferroviária de forma a atender a demanda futura.

Desta forma a CONTRATADA deverá analisar e contemplar esses documentos (disponíveis no site da ANTT: <https://portal.antt.gov.br/ferrograo-ef-170>), bem como as normas aplicáveis da ABNT, ANTT e VALEC.

Caso seja entendimento na pertinência de adoção de parâmetros distintos, os mesmo devem ser justificados e apresentados para análise e eventual aprovação por parte da CONTRATANTE e Poder Concedente.

A CONTRATADA deverá atender ao Apêndice A – Especificações BIM na elaboração dos serviços contemplados por esse Projeto Básico.

3. ESCOPO DE TRABALHO

Os Estudos de Engenharia deverão ser executados em duas fases consecutivas, a saber:

- i. Estudos Preliminares: correspondem à coleta, compilação e análise de dados e elementos, bem como a identificação e estudos das alternativas de tração e de esquemas operacionais;
- ii. Estudos Definitivos: abrangem a definição da concepção geométrica e detalhamento da alternativa estudada, os estudos básicos, projeto, orçamento e cronograma físico-financeiro do traçado definido.

3.1 Escopo 0 – Plano de Trabalho

A CONTRATADA deverá apresentar Plano de trabalho para cada item previsto no Anexo III, e em consonância ao APÊNDICE A, quando aplicável. O Plano de Trabalho deverá ser decorrente dos objetivos do presente Projeto Básico e conforme escopo de trabalho constante no presente anexo.

Nesse tópico deverão ser desenvolvidos, de forma clara e justificada, os planos de trabalho das equipes de projeto e de apoio, abordando os seguintes pontos básicos:

- ✓ **Descrição das atividades:** indicar as atividades que serão desenvolvidas por cada uma das equipes;
- ✓ **Descrição da metodologia:** indicar, de forma detalhada, para cada uma das atividades a serem executadas, a metodologia a ser adotada, a sequência metodológica e os produtos a serem apresentados. As etapas da metodologia proposta deverão ser sintetizadas em fluxograma específico, envolvendo todos os procedimentos previstos. Pontos de controle deverão ser definidos a fim de que a CONTRATANTE possa exercer pleno acompanhamento dos serviços;
- ✓ **Descrição da organização:** descrever a forma como pretende organizar-se para executar os serviços, especificando as áreas de atuação dos profissionais integrantes da equipe técnica-administrativa que será disponibilizada, com apresentação de organograma, discriminando as atribuições dos vários setores e seus responsáveis diretos.

A CONTRATADA deve realizar uma revisão completa das informações disponíveis e chegar a conclusões preliminares.

Além disso, o Plano de Trabalho deve estabelecer o número e a localização aproximada dos levantamentos a serem realizados.

3.2 Escopo I – Estudos Preliminares

3.2.1 Coleta e Compilação de Dados

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

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

- i. Topográficos e cadastrais;
- ii. Geológicos e/ou Geotécnicos
- iii. Climáticos e Fluviométricos
- iv. Uso do Solo e Interferências

3.2.1.1 Levantamento Aerofotogramétrico e Topográfico

A CONTRATADA deverá executar os serviços de escaneamento com laser móvel, levantamento aerofotogramétrico e levantamento topográfico planialtimétrico cadastral,

atendendo às seguintes especificações:

3.2.1.1.1 Levantamento Aerofotogramétrico

A CONTRATADA deverá realizar levantamento aerofotogramétrico com voo na escala 1:5.000 e restituição na escala 1:1.000.

A faixa a ser levantada, a partir do traçado proposto pelo EVTEA e do eixo da rodovia BR-163, no segmento do inserido no Parque Nacional de Jamanxim, deverá ser de no mínimo 100 (cem) metros de largura.

Como produto deste levantamento, deverão ser fornecidos:

- i. Fotos aéreas ortoretificadas na escala 1:1000 e foto-índice das aerofotografias;
- ii. Os arquivos digitais dos foto-índices e ortofotos devem ser armazenados em mídia não volátil, no formato DWG para os vetoriais, TIFF para as imagens e TFW para o georreferenciamento das imagens.
- iii. Nuvem de pontos, onde a CONTRATADA deverá restituir a topografia a partir da foto aérea, na escala 1:1.000.
- iv. Modelo digital da superfície do terreno natural e sua composição de origem (nuvem de pontos e/ou levantamento topográfico com suas respectivas linhas obrigatória e triângulos originados pela nuvem de pontos ou levantamento topográfico após tratamento);
- v. Vetorização de corpos hídricos, vias principais e secundárias, pontes, OAEs, edificações, limites de propriedades;
- vi. Reambulação;
- vii. Produto cartográfico.
- viii. O produto da coleta de dados deve ser uma nuvem de pontos topográficos em formato *.las, possibilitando extrair informações planimétricas e altimetrias, gerando plantas cadastrais, curvas de nível, perfis longitudinais, seções transversais, superfícies tridimensionais com ou sem textura, executar cálculos de volume e modelar estruturas;
- ix. O referencial planialtimétrico deve ser SIRGAS 2000;
- x. A determinação das altitudes ortométricas dos vértices deve ser feita através de nivelamento geométrico a partir das RN implantadas no local.
- xi. Relatórios obtidos por *software* especializado em tratamento e manipulação de dados oriundos de nuvens de pontos, que possibilita a exportação de produtos e relatórios de diversas informações.

3.2.1.1.2 Escaneamento com Laser Móvel

O mapeamento móvel terrestre deve ser executado através de sensor imageador instalado em veículo terrestre no trecho da rodovia BR-163 onde deverá ser estudado alternativa de traçado.

Esses trechos compreendem o traçado da BR-163 entre as seguintes coordenadas:

BR-163	Coordenadas UTM*				Coordenadas Latitude / Longitude*				Extensã o (km)
	Início		Fim		Início		Fim		
Trecho	N	E	N	E	Lat.	Long.	Lat.	Long.	
Sul	9.383.401	630.934	9.388.471	629.339	5°34'37.92" S	55°49'4.27" O	5°31'52.94" S	55°49'56.43"O	50
Norte	9.402.570	623.671	9.407.180	622.180	5°24'14.22" S	55°53'1.47" O	5°21'44.20" S	55°53'50.18"O	28

*Coordenadas aproximadas retiradas do Google Earth, Fuso 21.

Deverá ser realizado na totalidade das extensões de faixa de rolamento, atendendo os seguintes critérios:

- O imageamento deve ser feito de forma dinâmica, com o veículo se deslocando ao longo das vias fazendo as tomadas;
- O sistema de navegação deve ser o GPS/INERCIAL, com 2 (dois) sensores laser e um conjunto óptico de câmeras, gerenciados por uma central de processamento controlada a bordo do veículo pelo operador através de dois conjuntos de tela e teclado;
- Os sensores laser devem ser capazes de emitir até 500.000 (quinhentos mil) pulsos de laser por segundo (500 kHz), abrangendo um campo de visão de 360° (trezentos e sessenta graus), sendo que os mesmos devem ser posicionados de forma oblíqua para minimizar a sombra de outros veículos;
- O georreferenciamento das tomadas deve ser feito através de interface GPS/hodômetro com o sensor, garantindo o posicionamento das imagens;
- O processamento do imageamento deve ser feito através de software específico que preparará as imagens para visualização plana e em modo contínuo 360° (trezentos e sessenta graus) horizontal e 180° (cento e oitenta graus) vertical;
- As imagens georreferenciadas da superfície cadastrada pelos sensores fornecidas pelas câmeras de alta definição devem ser utilizadas como fonte de consulta para verificação de pontos duvidosos cadastrados e como inventário de imagens digitais, bem como deve possibilitar colorir a nuvem de pontos durante a etapa de processamento dos dados;
- O sistema de navegação a bordo deve coletar e atualizar as informações de latitude, longitude e altitude;
- A combinação das informações obtidas pelo posicionamento do GPS e do sistema de posicionamento inercial deve resultar na localização georreferenciada do veículo e dos pontos obtidos na varredura laser com precisão absoluta de até ± 5 (cinco) centímetros e relativa de até ± 8 (oito) milímetros para levantamentos realizados em velocidades de até 100 (cem) km/h. É indicado que o veículo desenvolva velocidades de em média 50 (cinquenta) a 60 (sessenta) km/h;
- Os dados, fotos e posicionamento devem ser processados e armazenados através do rack de controle do equipamento instalado no interior do veículo e controlados através de um laptop;

- x. A coleta de dados deve ser iniciada após a correção de posicionamento do sistema GPS/INERCIAL e do planejamento do percurso para melhor atender a necessidade de varredura da superfície;
- xi. A faixa de visão mínima dos pulsos laser deve ser de 100 (cem) metros para cada lado;
- xii. O produto da coleta de dados deve ser uma nuvem de pontos topográficos em formato *.las, possibilitando extrair informações planimétricas e altimetrias, gerando plantas cadastrais, curvas de nível, perfis longitudinais, seções transversais, superfícies tridimensionais com ou sem textura, executar cálculos de volume e modelar estruturas;
- xiii. O referencial planialtimétrico deve ser SIRGAS 2000;
- xiv. A determinação das altitudes ortométricas dos vértices deve ser feita através de nivelamento geométrico a partir das RN implantadas no local.
- xv. Devem ser entregues à CONTRATANTE os seguintes documentos:
- xvi. Nuvem de pontos topográficos em formato *.las;
- xvii. Vídeo registro em 360° (trezentos e sessenta graus), obtido da filmagem digital e software próprio de visualização;
- xviii. Planilhas em Excel em formato *.xls;
- xix. Relatórios obtidos por *software* especializado em tratamento e manipulação de dados oriundos de nuvens de pontos, que possibilita a exportação de produtos e relatórios de diversas informações.

3.2.1.1.3 Levantamento Topográfico Planialtimétrico Cadastral

O levantamento topográfico planialtimétrico cadastral deverá complementar os levantamentos aerofotogramétricos no intuito de se obter de forma clara e detalhada os elementos necessários para a elaboração do projeto básico. Este levantamento constituir-se-á de:

- i. Implantação de uma poligonal planimétrica topográfica com marcos monumentados de lados aproximados de 1 km ao longo da diretriz estabelecida, e amarrado a marcos da rede geodésica de 1ª ordem do IBGE;
- ii. Implantação de uma linha de nivelamento com RRNN, localização de km a km ao longo da diretriz estabelecida, relacionada à rede de RRNN do IBGE;
- iii. As linhas de exploração serão lançadas ao longo da diretriz estabelecida amarradas à rede de apoio básica e piqueteada de 50 m em 50 m, apoiando-se nos pontos característicos do terreno e identificáveis na restituição. A poligonal de exploração será fechada nos marcos da poligonal de apoio, o que permitirá a verificação dos erros de fechamento, que não poderão ultrapassar as seguintes medidas:

✓ Medidas angulares

$T = 10'' N^{\frac{1}{2}}$, sendo T = tolerância em segundo e N = número de vértices

✓ Medidas lineares

$t = 0,0001 L$ (1:10000) sendo L o comprimento do trecho considerado e t a tolerância em metros;

- iv. O nivelamento e contranivelamento das linhas de exploração deverá abranger todos os piquetes, e todos os pontos notáveis, especialmente de travessia de cursos d'água existentes. Devem ser utilizados níveis eletrônicos com leitura a laser, e miras com códigos de barras.

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

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

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

- v. O levantamento de seções transversais será feito nos piquetes das linhas de exploração, num comprimento conveniente para a identificação das alternativas de traçado;
- vi. Serpa feito um cadastro dos acidentes geográficos e demais pontos notáveis que por sua importância influenciarão a identificação dos trados, tais como: rodovias existentes, linhas de transmissão, redes d'água, indústrias, casas e outros;
- vii. Devem ser utilizados "Estações Totais", devidamente calibrados, para otimização dos trabalhos de medição de ângulos e distâncias;
- viii. No caso de utilização de rastreamento GPS, para a determinação de coordenadas e nivelamentos, deverá ser utilizados receptores de precisão geodésica, com tempo de rastreio de, no mínimo, 30 minutos ou "fast-static" com tempo de rastreio de, no mínimo, 10 minutos.

3.2.1.2 Dados Geológicos e/ou Geotécnicos

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

- i. Mapas geológicos regionais;
- ii. Dados do subsolo, inclusive de sondagens, ensaios e testes realizados na área de projeto ou de jazidas;
- iii. Resultados de testes e ensaios geotécnicos;
- iv. Análise descritiva das unidades geológicas da área de influência;
- v. Identificação das unidades litológicas, da estratigrafia e da estrutura geológica, enfocando a estabilidade dos terrenos; e
- vi. Identificação e localização de áreas propícias a jazidas de fornecimento de material para a obra
- vii. Descrição das unidades geomorfológicas, das formas de relevo (plano ou tabular, convexo e aguçado), dos índices morfométricos, das dissecções pela drenagem, da amplitude altimétrica e das declividades, indicando a presença ou a propensão à

erosão, assoreamento e inundações sazonais.

- viii. Avaliação das características geotécnicas dos terrenos a serem atingidos diretamente pelos traçados, mediante o uso de parâmetros de mecânica de rochas e solos e a interferências destas em relação ao empreendimento (propensão à erosão, taludes instáveis, travessias de regiões com solos hidromórficos, etc.).

3.2.1.3 Dados Climáticos e Fluviométricos

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

- i. Elementos relativos à hidrologia das bacias contidas na área em estudo e em zonas adjacentes, incluindo registros milimétricos, experiência de enchentes, características de cobertura do solo das bacias, etc;
- ii. Elementos relativos ao comportamento hidráulico dos rios, canais e córregos existentes, bem como dados relativos à suficiência estrutural e características das obras-de-arte existentes (pontes, bueiros e galerias);

3.2.1.4 Uso do Solo e Interferências

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

- i. Dados relativos ao uso do solo, bem como indicadores socioeconômicos e outros dados de valia para a correta estimativa dos custos de desapropriação;
- ii. Dados e anotações colhidos em inspeções in loco das áreas em estudo.
- iii. Outros dados que provem ser de interesse para o projeto em particular, entre os quais podem ser citados: suficiência estrutural e estado de conservação das estruturas, pontes e viadutos, cujas solicitações sejam passíveis de modificação em decorrência da implantação do projeto.
- iv. Localização e natureza de outras obras dos serviços públicos (rodovias, interceptores, emissários, tubulações de águas pluviais, adutoras, linhas de transmissão de energia).
- v. Nesta fase, contatar os órgãos e concessionários de serviços públicos responsáveis pelas instalações aéreas, ao nível do solo, subterrâneas e subaquáticas, seja sob a forma de fios, cabos, dutos, tubulações, canalizações, canais ou galerias. Deverão ser também mantidos contatos com as empresas ferroviárias caso existam interferências com linhas existentes.

3.2.1.5 Geoprocessamento

Compreende o armazenamento, tratamento, análise e geração de Geodatabases (*.gdb) que contenham os produtos cartográficos com base em dados espaciais e não espaciais com a finalidade de dar subsídios aos estudos elaborados.

- ✓ O georrefenciamento dos arquivos matricial e vetorial deve estar corretamente vinculado ao SGB referenciados ao Datum oficial SIRGAS 2000.
- ✓ Os mapas vetoriais deverão ser entregues nos formatos: CAD (DGN, DWG e DXF,

SHP) e em ambiente de SIG (SHP) e obrigatoriamente em (*.gdb), estar em conformidade com o INDE e o projeto estudado deverá conter os níveis de informação separados de acordo com a natureza temática (rios, estradas, limites, etc.) e a sua abrangência espacial.

- ✓ A base cartográfica deverá obedecer aos padrões estabelecidos pelos órgãos de produção cartográfica nacional CONCAR (Normas e Especificações Técnicas) e às orientações do IBAMA e INCRA.
- ✓ Todas as feições do terreno, representadas como pontos, linha, polígono deverão ser digitalizadas de forma a se manter a verdadeira característica do dado mapeado e as propriedades de projeção e escala. Os elementos do terreno devem ser representados fielmente.
- ✓ Os arquivos de plotagem final deverão ser fornecidos no formato HPGL ou HPGL2 para os produtos cartográficos e em PDF para as pranchas de impressão de engenharia.
- ✓ Todos os polígonos deverão estar fechados e perfeitamente conectados, inclusive nos arquivos CAD, permitindo as identificações das topologias, evitando-se assim, falhas ou sobreposições que prejudiquem a continuidade dos elementos lineares e seus respectivos nós. Neste item quando for o caso do uso de regras topológicas as mesmas devem ser entregues ou dentro do *.gdb ou em forma de documento que permita a sua reprodução e verificação da regra topológica.
- ✓ As regras topológicas a serem obedecidas e corretamente aplicadas, quando for o caso, são:
 - Interseções entre os polígonos;
 - Não deve haver fendas entre os polígonos;
 - Não deve haver interseções entre os polígonos de um *layer* com os de outro;
 - A área de um *layer* deve sobrepor à área de outro *layer*;
 - Deve haver a sobreposição mútua entre a área de um *layer* e a área de outro *layer*;
 - A área de um *layer* deve estar contida na área de outro *layer*;
 - Os limites de uma área de um *layer* devem estar contidos nos limites de uma linha de outro *layer*;
 - Os limites de uma área de um *layer* devem estar contidos nos limites de uma área de outro *layer*;
 - Uma área de um *layer* de polígonos deve conter pelo menos um ponto de um *layer* de pontos.
- ✓ Todo mapeamento das áreas do empreendimento e elementos gráficos apresentados no meio digital ou impresso deverão possuir legenda.
- ✓ Na quantificação das áreas (reserva legal, área aberta, área remanescente, área explorada, etc.), não deverá ser subtraído (no vetor) o valor das áreas de preservação permanente.
- ✓ Todos os Estudos Cartográficos devem obedecer à legislação cartográfica vigente,

bem como os padrões e normas técnicas em cartografia adotadas, propostas e referendadas pela CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia.

- ✓ As cartas vetoriais deverão ser entregues nos formatos passíveis de importação e exportação para sistema ArcGis, compatíveis com padrão OpenGIS;
- ✓ Dados Matriciais (georreferenciados) deverão ser entregues em formato GEOTIFF; e os dados sempre com a sua resolução radiométrica original e também comprimida para no mínimo 8bits;
- ✓ Os atributos relacionados a cada elemento gráfico que não puderem ser identificados através de níveis de informação deverão ser armazenados em bancos de dados, planilhas ou formatos compatíveis;
- ✓ As feições cartográficas apresentadas deverão conter sua topologia e toponímias;
- ✓ A escala deverá ser condicionada ao tipo de empreendimento em análise – predominantemente linear, espacial, pontual, por nível de exigência de acurácia e precisão específica de cada classe de empreendimento. Fontes distintas de cartas com diferentes escalas devem ter compatibilizadas suas diferentes escalas em uma única escala e com apresentação em relatório da transformação aplicada para compatibilização de escalas distintas.

Todas as informações descritivas deverão constar vetorizadas, georreferenciadas e que, no trabalho em questão, estiverem relacionadas com alguma representação cartográfica, deverão ser entregues na forma de bancos de dados no formato *GDB.

O dicionário de dados deverá trazer todas as informações necessárias para o correto entendimento dos dados, observando-se atentamente o padrão de nomenclatura adotada e a manutenção deste em todos os documentos produzidos.

3.2.2 Estudos das Alternativas de Traçado

Conforme já pontuado, para o trecho onde o traçado proposto pelo EVTEA passa pela área do Parque Nacional do Jamanxim e nas áreas atualmente em análise para remarcação de terra indígena, a CONTRATADA deverá apresentar alternativas de traçado.

3.2.2.1 Identificação das Possíveis Diretrizes

Devem ser determinadas as principais condicionantes existentes, projetadas ou planejadas, sejam relativas ao uso do solo, a redes de serviços públicos, aos controles geográficos ou geotécnicos. Considerar cuidadosamente a possibilidade de utilização, exclusiva ou conjunta, de faixas de domínio preexistentes (BR-163) ou planejadas.

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

3.2.2.2 Avaliação Comparativa

As alternativas operacionais e de traçado, inicialmente estabelecidas, deverão ser comparadas entre si, de forma qualitativa e quantitativa. A comparação abrangerá os

seguintes aspectos:

- ✓ Técnicos (traçado, topografia)
- ✓ Meio-ambiente,
- ✓ Operacionais (custo do transporte),
- ✓ Custo de implantação (CAPEX) manutenção e gestão da infraestrutura,
- ✓ Custos e benefícios sociais do empreendimento;
- ✓ Captação da demanda.

Espera-se, que em consequência desta avaliação seja possível reduzir as alternativas concebidas, chegando-se a uma única alternativa para ser detalhada na fase seguinte.

3.3 Escopo III – Estudos Definitivos – Projeto Básico

O Escopo III – Estudos Definitivos – Projeto Básico é composto de três fases distintas, definidas e a seguir relacionadas:

- ✓ Serviços de Campo, aferição de dados, sondagens e ensaios.
- ✓ Serviços de Escritório – elaboração dos diversos estudos (hidrológicos, cartográficos e geotecnológicos); projetos básico (geometria, terraplenagem, drenagem e obras de arte correntes, obras de arte especiais, remanejamento de interferências, desapropriações, superestrutura, pátios e obras complementares); especificações de serviços e materiais, elaboração de relatórios de andamento técnicos mensal.
- ✓ Entrega Final do Projeto Básico de Engenharia.

São de total responsabilidade da CONTRATADA os levantamentos, dados, estudos (de campo, de laboratório e de escritório), a correta aplicação das metodologias adotadas, procedimentos de cálculos, quantitativos e orçamento, bem como a apresentação de detalhes consistentes dos diversos itens do projeto, cabendo responder administrativa e juridicamente pelas falhas comprovadas no projeto, que venham ser detectadas na obra, inclusive pelos reflexos financeiros provocados por tais falhas.

Deverá ser apresentado o diagrama linear do segmento apontando a localização dos canteiros de obras, das jazidas e materiais comerciais com as distâncias médias de transportes com a metodologia de apropriação das mesmas e com a apresentação das respectivas memórias de cálculo, os quadros resumo das distâncias de transportes para os diversos insumos onde as distâncias de transportes, lançadas no quadro resumo, deverão ser computadas em distância local pavimentada, local não pavimentada, distância comercial pavimentada e comercial não pavimentada, relação dos materiais, equipamentos e mão de obra utilizados na execução dos serviços, inclusive a mão-de-obra suplementar.

Os projetos desenvolvidos pela CONTRATADA e encaminhados para serem avaliados pelo corpo técnico da CONTRATANTE deverão ser elaborados de acordo com normas técnicas e instruções de serviço específicas definidas, enquadrando-se no escopo básico estabelecido neste termo de referência.

Toda e qualquer solução recomendada deverá, necessariamente, ser acompanhada de análise comparativa de alternativas onde fique demonstrado ser a melhor técnica, com maior economicidade e a causadora de menor impacto ambiental.

As avaliações de projetos, compreendem as avaliações conceituais das soluções adotadas e verificações quanto a existência de todos os itens constantes de cada uma das disciplinas do projeto, de acordo com as exigências do presente termo de referência, cabendo, tão somente, aos avaliadores, verificar se todos os itens exigidos estão contidos no projeto, se as normas utilizadas são as especificadas e vigentes e se os dados respeitam essas normas.

3.3.1 Geologia e Geotécnica

As investigações geotecnológicas compreendem os estudos geológicos e geotécnicos que deverão ser realizados em perfeito entrosamento. Os trabalhos de geologia além de fornecerem, preliminarmente, subsídios ao lançamento do projeto geométrico da via, constituem a base indispensável para a racional programação dos trabalhos geotécnicos, necessários aos projetos de terraplanagem, de fundação das obras civis e a obtenção de materiais de construção.

Os Estudos Geológicos e Geotécnicos têm como finalidade:

- i. As análises litológica e morfológica, levando informações quanto às ocorrências de materiais de construção disponíveis na área. Estes materiais compreendem desde materiais necessários aos corpos de aterros até materiais para as obras civis, passando pelos materiais de sublastro e lastro;
- ii. As análises estruturais estratigráficas e litográficas, permitindo 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 hidromórfos, zonas de erosão ativa, estruturas desfavoráveis à estabilidade de taludes de cortes, área de encostas instáveis ou próximas da instabilidade;
- iii. A orientação das pesquisas geotécnicas, visando melhor adequação dos projetos de fundações de obras civis. Os estudos geológicos deverão ser completados por pesquisas geotécnicas.

3.3.1.1 Programação de Sondagens

O plano de sondagens de reconhecimento abrangerá a área que permita entre as alternativas disponíveis, a escolha da melhor solução geotécnica, considerando o aspecto geológico.. O estabelecimento deste plano será baseado em mapas, geológicos e pedológicos, e demais informações geológicas disponíveis, e orientará soluções para os problemas geológicos geotécnicos.

Com base na norma NORMA VALEC 80-EG-000A-29-0000 - rev 08 será feita a programação de sondagens, manuais e mecânicas, com a finalidade de complementação das informações necessárias para os diversos projetos que compõem o projeto básico, e investigação mais detalhada de áreas críticas.

Toda programação de sondagens e ensaios geotécnicos, deverá ser apresentada para aprovação por parte da CONTRATANTE, e deverá ser representada em perfil, planta e através de planilha contendo as coordenadas, o estaqueamento, a tipologia do estudo (corte, aterro, OAE, OAC), profundidade e critério de paralisação, tipo de ensaio e demais dados necessários.

Considerando-se a dimensão do traçado do projeto, deve-se atentar para uma adequada caracterização dos domínios geológicos ao longo do trecho. Junto com a programação

deverá ser apresentado um plano de ataque dos serviços de geotecnia, inclusive o número de frentes de serviço, atestados de calibração e manutenção dos equipamentos, laboratórios e composição de equipes. A liberação da campanha de sondagens e ensaios será imediatamente após a análise conjunta entre a equipe de geotecnia da CONTRATADA E CONTRANTE.

Com a finalidade de agilizar os estudos geotécnicos, o plano de sondagem poderá ser desenvolvido para os segmentos que já tiverem traçado otimizado pela projetista e aprovado pela CONTRATANTE.

3.3.1.2 Definição das Características do Subleito

Para definir as características do subleito para execução de implantação ferroviária, serão efetuadas sondagens a trado ou percussão para coleta de amostras e realização de ensaios.

As investigações deverão ser executadas com os seguintes objetivos:

- ✓ Classificação do material a escavar;
- ✓ Determinação de condições de suporte do subleito;
- ✓ Caracterização dos materiais a escavar como material de construção;
- ✓ 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, a partir de dados obtidos nos ensaios de determinação da densidade in situ e em laboratório.

Com o material coletado nas sondagens serão feitos ensaios de acordo com as normas vigentes.

3.3.1.3 Sondagens nos Aterros

As sondagens nos aterros de altura até 7m (sete) deverão ser realizadas com profundidade de 1,50m (um virgula cinquenta), e serão no mínimo de 1 (um) furo no meio do aterro. Proceder a análise dos resultados em comparação com a sondagem geofísica. Novas sondagens serão necessárias caso haja discrepância de resultados ou existência de pontos sensíveis.

Se nos furos centrais, forem alcançados materiais impenetráveis ao trado, ou quando esse processo se tornar inoperante ou houver aterros maiores que 7,0 m de altura, deverá ser executado furo à percussão.

3.3.1.4 Sondagens nos Cortes

As sondagens nos cortes com até 7m (sete) de altura deverão ser realizadas com profundidade de 1,50m (um virgula cinquenta) abaixo do greide, serão no mínimo de 1 (um) furo no meio do corte. Proceder a análise dos resultados em comparação com a sondagem geofísica. Novas sondagens serão necessárias caso haja discrepância de resultados ou existência de pontos sensíveis.

Se nos furos centrais, forem alcançados materiais impenetráveis ao trado, ou quando esse processo se tornar inoperante ou houver cortes maiores que 7,0 m de altura, deverá ser executado furo à percussão. Caso a sondagem a percussão, nos pontos de corte, encontrar materiais impenetráveis antes de se alcançar a profundidade programada, deverá ser executado a sondagem rotativa, esta deverá ser executada em extensão a ser definida pela fiscalização em função das características geológicas do local ou até se alcançar a profundidade de 1,5m abaixo do greide, ou até se obter recuperação de 90% em 5m consecutivos de rocha.

Caso seja identificada a presença de material impenetrável a pequena profundidade ($\leq 3,00\text{m}$), o furo poderá ser deslocado.

3.3.1.5 Estudos de Ocorrências

Serão estudadas ocorrências de areia, solos e material pétreo, em conformidade com as soluções e as necessidades previstas.

O estudo das ocorrências pétreas para fins de lastro padrão e obras civis consistirá na estimativa de volume de expurgo e volume útil, bem como coleta de amostras para serem submetidas aos ensaios de abrasão Los Angeles, índice de forma, adesividade, características petográficas da rocha, massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente, resistência ao choque, teor de argilas em torrões e teor de material pulverulento.

O estudo dos areais consistirá na avaliação da área e volume úteis a explorar e coleta de amostras para ensaios de granulometria, equivalente de areia e determinação do teor de matéria orgânica.

Para as ocorrências de materiais granulares, será lançado um reticulado com malha de 40m em 40m de forma a caracterizar cada ocorrência, em termos de qualidade e volume.

Nos vértices do reticulado, serão executadas sondagens, com coleta de amostras para ensaios de granulometria sem sedimentação, limites de liquidez, plasticidade e, em furos alternados, equivalentes de areia, ensaios de compactação e ISC, sendo 09 (nove) o número mínimo de ensaios, após rejeição de valores espúrios.

Serão avaliadas também as condições de acessibilidade das ocorrências. No caso de materiais lateríticos deverão ser realizados ensaios para determinação da relação sílica-sesquióxido de ferro.

No estudo dos materiais pétreos, obedecer ao que recomenda as normas pertinentes vigentes, para reconhecimento e amostragem para fins de caracterização das ocorrências de rochas.

Só serão aceitas ocorrências de materiais em exploração comercial, caso seja comprovada a não existência de ocorrências semelhantes não exploradas comercialmente na região.

3.3.1.6 Ensaios do Subleito

Serão estudadas ocorrências de areia, solos e material pétreo, em conformidade com as soluções e as necessidades previstas.

Devem ser realizados, no mínimo, os ensaios de laboratório descritos a seguir, atendendo

sempre as normas pertinentes vigentes na época da execução:

i. Estudos do Subleito

- ✓ Granulometria com sedimentação;
- ✓ Limite de Liquidez;
- ✓ Limite de Plasticidade;
- ✓ Compactação: energia de compactação Proctor Normal;
- ✓ Índice Suporte Califórnia e Expansão;
- ✓ Teor de umidade natural;
- ✓ Densidade “*in situ*”.

ii. Estudos de Ocorrências de Materiais para as Obras da Ferrovia

- ✓ Saibreiras, com mínimo de 9 furos, para os seguintes ensaios:
 - Granulometria por peneiramento simples;
 - Limite de liquidez;
 - Limite de plasticidade;
 - Equivalente de areia – em furos alternados;
 - Ensaio de compactação;
 - ISC e Densidade “*in situ*”.
- ✓ Depósitos de areia
 - Ensaio de granulometria;
 - Teor de matéria orgânica.
- ✓ Materiais pétreos (pedreiras)
 - Análise petrográfica da rocha;
 - Massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente;
 - Resistência ao choque;
 - Teor de argilas em torrões;
 - Teor de material pulverulento;
 - Resistência ao desgaste (Abrasão Los Angeles);
 - Adesividade;
 - Durabilidade;
 - Ensaio de lâmina (para rochas basálticas);
 - Difração de raio x (para rochas basálticas);
 - Índice de forma;

- Massa Unitária;
- Resistência mínima a compressão simples (objetivando lastro)
- Reatividade Potencial – função do resultado da análise petrográfica (objetivando agregado)

Sempre que em algum segmento da ferrovia houver necessidade de aprofundamento do estudo geológico, este será feito de acordo com plano pré-elaborado e aprovado pela CONTRATANTE. Estes estudos são previstos em regiões montanhosas, em locais que necessitem de obras-de-artes especiais, tais como túneis, pontes, viadutos. Deve-se fazer a escolha do método geofísico mais apropriado para atender ao problema encontrado, tal método deve ser apresentado a CONTRATANTE para aprovação.

3.3.1.7 Terraplenagem

As investigações deverão ser dirigidas para os seguintes objetivos:

- i. Classificação do material a escavar;
- ii. Determinação de condições de suporte do subleito;
- iii. Caracterização dos materiais a escavar como material de construção;
- iv. Determinação das condições hidrogeológicas com presença ou não do nível freático interferindo com o greide e taludes;
- v. 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, a partir de dados obtidos nos ensaios de determinação da densidade in situ e em laboratório.

Em cada domínio geológico, devidamente caracterizado pelos Estudos Geológicos, serão eleitos cortes típicos para detalhamento geotécnico representativo para o cálculo de estabilidade de taludes.

Com o intuito de se caracterizar e avaliar as condições de suporte e expansibilidade do subleito, bem como a identificação do nível do lençol freático, em cada corte típico (a ser definido pela projetista) devem ser realizados os estudos conforme supracitado.

As sondagens devem atingir a profundidade de 1,50m abaixo do greide de terraplenagem (ou o impenetrável, caso este ocorra antes de se alcançar a profundidade programada). Em todos os cortes deverá ser obtida a densidade in situ e a umidade natural, para cada horizonte de solo com características similares, informação esta que será posteriormente empregada na determinação do fator de homogeneização do solo necessário para o estudo de compensação corte x aterro em cada segmento que apresente características geotécnicas semelhantes.

Para o conhecimento das espessuras das camadas de material de 1ª, 2ª e 3ª categoria, em Projeto Básico, indica-se a execução de sondagens mista com a finalidade de auxiliar a estimativa do volume de cada categoria de material a ser escavado. Caso seja identificada a presença de material impenetrável a pequena profundidade ($\leq 3,00\text{m}$), o furo poderá ser deslocado de alguns metros.

Para o Projeto Básico, as sondagens rotativas (\varnothing BX) serão programadas quando ocorrer rocha ou material impenetrável à percussão. A sondagem rotativa deverá ser executada

em extensão a ser definida pela fiscalização em função das características geológicas do local ou até se alcançar a profundidade de 1,5 m abaixo do greide, ou até se obter recuperação de 90% em 5 m consecutivos de rocha. Para assegurar uma boa recuperação dos testemunhos rochosos, deverão ser utilizados amostradores de parede dupla.

Nos cortes em que se prevê sua utilização como áreas de empréstimo de alargamento de corte deverão ser programadas sondagens adicionais (à direita ou esquerda do eixo), a trado e/ou poço de inspeção.

Em todas as sondagens realizadas a trado e/ou poço de inspeção, deverão ser coletadas amostras deformadas dos horizontes de materiais diversos, ou a cada metro, e estas amostras serão submetidas aos ensaios de laboratório.

A investigação de furos a trado pode ser complementada pela abertura de poços de inspeção, desde que a sondagem alcance pequena profundidade, indicando um provável veio de material granular. A abertura do poço permitirá, além da inspeção tátil visual, a determinação da densidade “*in situ*” e a umidade natural do solo. Estas servem para uma comparação de volumes de corte e de aterro compactado.

As amostras de rocha serão classificadas macroscopicamente. Na eventualidade de se prever a utilização dos cortes em rocha para o fornecimento de material pétreo, os ensaios deverão ser programados conforme as orientações apresentadas para estudo daqueles materiais.

3.3.1.8 Estudos de Fundação dos Aterros

Toda vez que houver dúvida sobre a capacidade do suporte dos terrenos de fundação dos aterros, haverá necessidade de se desenvolver estudo geotécnico especial que defina a capacidade de suporte do terreno natural.

Este estudo consistirá, basicamente de:

- i. Coleta de amostras através do amostrador Shelby;
- ii. Execução de sondagens SPT (para aterros maiores ou iguais que 7,0 m) e Execução de sondagens a Trado (para aterros menores que 7,0 m);
- iii. Determinação da espessura das camadas;
- iv. Determinação de umidade natural;
- v. Determinação da massa específica aparente;
- vi. Determinação da massa específica real dos grãos;
- vii. Granulometria;
- viii. Limite de liquidez;
- ix. Limite de plasticidade;
- x. Resistência à compressão simples;
- xi. Adensamento;
- xii. Triaxial rápido.

Quando justificável, os ensaios de resistência à compressão simples e triaxial rápido

podem ser substituídos por ensaios de cizometria (*vane shear*).

Deverão ser feitas as comparações técnico-econômicas para as várias soluções de aterros sobre solos compressíveis, inclusive comparando as soluções de aterros com estruturas de concreto.

3.3.1.9 Aterros sobre Terrenos Moles e Compressíveis

Preliminarmente, deverão ser executados ensaios que caracterizem o solo local para determinar se o solo é compressível ou saturado com necessidade apenas de drenagem.

Nos aterros onde for constatada a presença de solos de baixa resistência onde, em função da altura do aterro, a estabilidade da estrutura possa ser comprometida por recalques excessivos e, portanto, a remoção de solo ou reforço do terreno natural se justifique, indica-se a realização de, no mínimo, uma sondagem a percussão com o intuito de se estimar a profundidade do material a ser removido ou tratado. Nestes, indica-se também a execução de prospecções a trado com o intuito de se delimitar a região com presença deste tipo de material.

Devem ser obtidas:

- ✓ Definição da disposição espacial dos diversos extratos intervenientes na estabilidade do terrapleno e/ou capazes de induzir recalques ao corpo ferroviário;
- ✓ Determinação de índices físicos, resistência não drenada ao cisalhamento, compressibilidade e permeabilidade dos extratos, objetivando as análises de estabilidade, cálculo de recalque e sua evolução ao longo do tempo.

O projeto de aterros sobre solos moles compreende as seguintes atividades:

- i. As investigações geotécnicas do anteprojeto deverão ser complementadas com a finalidade de melhorar a precisão dos limites de ocorrência dos solos moles e dos valores representativos de parâmetros geotécnicos adotados nas análises;
- ii. Detalhamento da solução de estabilização;
- iii. Elaboração de método construtivo;
- iv. Elaboração de plano de instrumentação para acompanhamento e liberação das etapas do método construtivo.

Deverão ser executadas sondagens à percussão em número suficiente para o conhecimento da natureza, espessura, volume do material e sua capacidade de suporte. O número de sondagens a realizar deve ser pequeno no início, visando a verificação da heterogeneidade da ocorrência. Em função da maior ou menor heterogeneidade, o número de sondagens deverá ser aumentado.

Estas sondagens a percussão ($\varnothing 2 \frac{1}{2}$ ") deverão, além de atravessar toda camada de solo compressível, alcançar o solo residual com resistência mínima SPT de 15 golpes/30 cm, em pelo menos 3 m consecutivos.

Devem ser realizadas, para os aterros altos, investigações transversais ao eixo visando completar a análise de estabilidade.

Quando a solução de remoção total da camada mole não for viável, deve ser estabelecida a retirada de amostras para ensaios (SHELBY) além de ensaios de cisalhamento in situ.

Serão então realizadas sondagens à percussão Ø 4”.

Para cada extrato compressível, que constitui o depósito sedimentar, deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- a. No campo
 - Ensaio de Palheta (Vane Test) a cada metro de profundidade, pelo menos em duas sondagens para determinação da resistência ao cisalhamento *in situ*; e
 - apresentar, em gráfico, a variação da resistência não drenada, S_u , com a profundidade.
- b. No laboratório, em amostras SHELBY:
 - Massa específica aparente em laboratório ou *in situ*;
 - Teor de umidade natural;
 - Granulometria com sedimentação;
 - Limite de Liquidez;
 - Limite de Plasticidade;
 - Massa específica dos grãos;
 - Adensamento;
 - Triaxial consolidado, não drenado, com medida de poropressão.

3.3.1.10 Investigação para Drenagem Subterrânea

Nos cortes, ou aterros baixos nos quais está prevista drenagem subterrânea, serão executadas sondagens a intervalos de 200 m, com profundidade de 1,50 m em relação ao greide de terraplenagem. Deverão ser aproveitados os furos da sondagem de subleito. Os furos permanecerão abertos para leitura do nível d'água após 24hs.

3.3.1.11 Estudo dos Locais das Fundações das Obras-de-Arte Especiais (OAE'S)

Elementos Geotécnicos nas OAE's

- ✓ Planta de locação das sondagens à percussão, referida ao eixo locado da ferrovia;
- ✓ Perfis geológicos-geotécnicos e individuais de todas as sondagens, indicando a natureza e espessura das diversas camadas atravessadas, profundidades em relação às RRNN da ferrovia, índice de resistência à penetração e níveis d'água;
- ✓ Sondagens rotativas ou mistas, quando a fundação for em rocha ou em terrenos que apresentem matacões;
- ✓ Relatório das sondagens, indicando o equipamento empregado, descrevendo as condições do subsolo explorado e interpretando os resultados obtidos;
- ✓ Em caso de terreno cuja estabilidade possa ser ameaçada pela colocação dos aterros de acesso, serão necessários estudos geotécnicos especiais que permitam a demonstração de estabilidade do conjunto solo-aterro-obra-de-arte.
- ✓ Elaboração de desenhos contendo, para os elementos geotécnicos, no mínimo: perfil

longitudinal do terreno, constando os dados das sondagens de reconhecimento, perfil provável do subsolo, indicando a taxa de resistência encontrada no cálculo, tipo e dimensões das fundações com as cargas máximas permitidas.

3.3.1.12 Túneis

Para túneis, quando previstos no projeto, devem ser realizadas prospecções geológicas e geotécnicas em quantidade e confiabilidade suficientes para atender às necessidades de avaliação de riscos, estimativa de custos, previsão de comportamentos e dimensionamento dos túneis.

- ✓ A quantidade de sondagens e prospecções a serem executadas deve ser avaliada pela equipe técnica, em função da complexidade do maciço e da obra, da acessibilidade ao local e da profundidade do túnel.
- ✓ Em geral, a região dos emboques apresenta grau de risco mais elevado, devido a materiais mais fracos e presença mais intensa de contatos litológicos. Por este motivo, deve-se realizar o mínimo de três sondagens e uma seção transversal de levantamento geofísico junto a cada emboque. Os resultados devem possibilitar a elaboração de seções longitudinais e transversais, com interfaces de camadas bem caracterizadas e justificadas.
- ✓ A campanha de prospecção deve ser realizada a partir de programa de investigação, elaborado com base nas informações existentes, contendo os tipos de sondagens e ensaios a executar, a locação, as quantidades e a descrição das informações que se deseja obter.
- ✓ Nos casos em que se julgue necessário, deve-se fazer uso de métodos de prospecção não tradicionais ou de novas tecnologias que estejam disponíveis na época, como os métodos geofísicos.
- ✓ Cada prospecção deve ser especificada para elucidar uma determinada necessidade. Os perfis geológico e geotécnico, elaborados com os dados de prospecção, devem caracterizar com fidelidade os tipos de materiais mais significativos do maciço e suas interfaces, assim como singularidades de importância.
- ✓ As interfaces entre materiais devem ser identificadas com clareza e ser perfeitamente justificadas com as sondagens, principalmente nas zonas de transição entre solo e rocha.
- ✓ Perfis da interface solo e rocha que interfiram significativamente nas quantidades de escavação e tratamento de maciço devem sempre ser confirmadas por sondagens, evitando-se interpolações duvidosas.
- ✓ O memorial geológico e geotécnico deve ser elaborado com base no conjunto de informações disponíveis das prospecções, apresentando, como objetivos principais, a previsão de comportamento do maciço, as análises de risco e os parâmetros de dimensionamento.
- ✓ O memorial deve apresentar no mínimo:
 - os dados disponíveis, com a respectiva análise e interpretação;

- programa de investigações adicionais a serem executadas a fim de confirmar ou preencher lacunas no conhecimento do problema;
- previsão de comportamento do maciço durante as escavações;
- definição de parâmetros de projeto;
- eventuais registros de observações, a serem realizadas durante as obras para alguma anomalia ou evento relevante.

3.3.1.13 Estudo de Estabilidade dos Taludes

O trecho em projeto, considerando a estabilidade de taludes, deverá ser dividido em subtrechos homogêneos e em cada um deles deverá ser investigado, por amostragem, o comportamento dos taludes dos cortes de altura superior a 7,0 m. O mesmo cuidado deverá ser aplicado nos estudos dos locais de empréstimos e bota-foras.

As investigações deverão ser dirigidas para os seguintes objetivos:

- i. Determinação de índices físicos e resistência ao cisalhamento dos diversos materiais envolvidos.
- ii. Feições litoestruturais intervenientes na estabilidade de taludes a projetar.
- iii. Para cada domínio geológico deverão ser escolhidos os cortes mais complexos do ponto de vista de sua estabilidade, para amostragem e posterior execução de ensaios especiais de laboratório.
- iv. Deverão ser realizados poços de inspeção nas linhas de off-set de corte, quando possível, em número e posições suficientes para caracterizar a área em estudo.
- v. Nestes poços também deverão ser coletadas amostras deformadas em horizontes de materiais diferentes. A coleta das amostras indeformadas deverá ser orientada em função do mapeamento geológico e resultados de caracterização, referidos no item anterior.

As amostras indeformadas serão submetidas aos seguintes ensaios:

- ✓ Massa específica aparente em laboratório ou *in situ*;
- ✓ Teor de umidade natural;
- ✓ Granulometria com sedimentação;
- ✓ Limite de Liquidez;
- ✓ Limite de Plasticidade;
- ✓ Massa específica dos grãos;
- ✓ Ensaios de resistência (cisalhamento direto pré-adensado na umidade natural e após submersão ou ensaios triaxiais).

Após a definição dos segmentos homogêneos, deve-se seguir a análise de estabilidade dos taludes das seções críticas, ou seja, aterros altos, cortes altos, seções mistas, aterros sobre taludes íngremes.

3.3.1.14 Apresentação de Relatório de Estudos Geotecnológicos

No Projeto Básico, a apresentação dos Estudos Geotécnicos compreenderá os seguintes volumes:

1. Relatório do Projeto Básico

- 1.1. Resumo do Projeto e Plano de Execução das Obras
- 1.2. Texto contendo a concepção do estudo e resumo dos resultados obtidos;
- 1.3. Planilhas e gráficos com análises estatísticas dos Levantamentos e ensaios realizados;
- 1.4. Resultados de dosagens de misturas de solos;
- 1.5. Resultados de eventuais dosagens de misturas asfálticas e de concreto cimento;

2. Estudos Geológicos

2.1. Relatório de Planejamento e Coleta de dados Iniciais

Coleta e exame de todas as informações existentes – topografia, geomorfologia, solos, geologia, hidrogeologia, clima e vegetação da região atravessada pela ferrovia, incluindo publicações, cartas, mapas, fotografias aéreas e outras.

2.2. Análise Litológica e Morfológica, Estruturas Estratigráficas e Litológicas

Esta fase determinará a configuração espacial das formações ocorrentes, seus aspectos estruturais, texturais e mineralógicos, as modificações introduzidas por fenômenos secundários (tectônica, intemperismo, erosão, metamorfismo, etc.) com vistas à avaliação de seu comportamento geotécnico e sua trabalhabilidade como material de construção.

Especial interesse deverá ser dado às resultantes da iteração geologia-clima, ou seja, geomorfologia, vegetação, solos, hidrologia, hidromorfismo. Ao mesmo tempo, todas as áreas assinaladas como passíveis de fornecer materiais aproveitáveis, zonas de ocorrências de solos compressíveis, e áreas potencialmente instáveis deverão ser visitadas e examinadas, a fim de se estimar as características e problemática inerente.

2.3. Orientação às pesquisas geotécnicas

O plano de sondagens de reconhecimento abrangerá área que permita entre as alternativas, a escolha da melhor linha considerando o aspecto geológico. As sondagens serão mecânicas e/ou geofísicas, de acordo com a finalidade desejada. O estabelecimento deste plano será baseado em mapas preliminares e demais informações geológicas disponíveis, e buscará a solução para os grandes problemas geológicos/geotécnicos, tais como:

- ✓ zonas de tálus;
- ✓ zonas sedimentares recentes, sobretudo com presença de solos compressíveis;
- ✓ zonas de instabilidade potenciais ou reais;
- ✓ passagens em gargantas e meias-encostas íngremes;

- ✓ zonas com ocorrência de solos coluviais.

Nas zonas de tálus, de solos coluviais, meias-encostas íngremes e zonas de instabilidade em geral, as sondagens buscarão determinar as espessuras e a natureza do material a profundidade, a posição especial, a natureza e as características do substrato rochoso, além de posição e orientação do fluxo das águas subterrâneas; nas zonas sedimentares recentes as sondagens buscarão determinar a espessura, bem como, coletar amostras que permitam avaliar as características físicas e mecânicas dos solos ocorrentes e do material consistente sobreposto além da posição do lençol freático.

2.4. Mapa Geológico

Deverá ser montado o mapeamento geológico da área estudada indicando:

- i. as ocorrências de materiais de construção e as informações preliminares;
- ii. zonas de solos talosos;
- iii. zonas de sedimentares recentes; com presença de solos compressíveis;
- iv. zonas de rochas aflorantes;
- v. aspectos estruturais, tais como, direção e mergulho da camada;
- vi. xistosidade, fraturas, sendo representados por simbologia em vigor;
- vii. orientação do nível médio do lençol freático;
- viii. zonas de instabilidade que necessitem estudos especiais de estabilização com caracterização da natureza do material, através de simbologia;
- ix. outros elementos de interesse da geologia aplicada à engenharia ferroviária.

Os mapas geológicos preliminares das alternativas escolhidas sofrerão nesta fase, um detalhamento sistemático através de novas observações cuidadosas (medidas de atitudes, xistosidade, diaclasamento, localização mais precisa de contatos) e dos resultados das sondagens previstas no plano de sondagem. Deverão ser cartografados com simbologia conveniente, os contatos geológicos, as linhas tectônicas, as atitudes das camadas, além da compartimentação pedológica da via.

Serão também registrados e cartografados os afloramentos rochosos e o lençol freático com indicação de possíveis orientações. As ocorrências de tálus, colúvios, meias encostas e gargantas íngremes, deverão ter suas extensões cartografadas com a precisão possível, fornecendo-se ao mesmo tempo, indicações sobre suas espessuras, naturezas, orientação espacial, profundidade de substrato rochoso, dentro da precisão alcançada pelas sondagens efetuadas.

Zonas de solos compressíveis, além da delimitação sofrerão, através de simbologia, a indicação de suas espessuras e características fornecidas pelas sondagens efetuadas.

Serão representadas ainda, através de simbologia convencionada, as feições geomorfológicas notáveis: escarpas, encostas, cristas, alinhamentos, e outras de interesse.

Com base ainda nos estudos fotointerpretativos e mapeamentos executados, será feita a cartografia final das ocorrências consideradas interessantes para utilização.

3. Estudos Geotécnicos

- ✓ Folha-resumo de todos os ensaios efetuados;
- ✓ Boletins das sondagens definitivas nos locais de fundações de aterros; Boletins das sondagens definitivas nos locais das obras-de-arte especiais;
- ✓ Boletins das sondagens preliminares nos locais de eventuais estudos de estabilidade de taludes;

4. Projeto Básico

- ✓ Seção transversal do eixo da ferrovia;
- ✓ Croqui com indicação das características e localização das ocorrências de materiais;
- ✓ Diagrama com a representação das camadas e tipos de materiais indicados para as camadas ferroviárias;
- ✓ Representação no perfil do projeto geométrico das características geológico-geotécnico dos materiais a escavar.

Devem ser apresentadas as fotos in loco da realização de cada sondagem, assim como a indicação das coordenadas do local realizado.

Executar levantamentos e toda investigação necessária (composição, propriedades, disposição, estruturas, etc.) dos terrenos sobre os quais será desenvolvido o projeto básico. Cabe ainda nessa fase os levantamentos geológicos de novos dados, quando solicitados.

Nos locais onde a complexidade dos materiais heterogêneos ou homogêneos, estruturas, ou o porte da obra prevista exigir, deverão ser executados sondagens mecânicas e densificação da malha de sondagens manuais, de modo a se obter um estudo contínuo de todo o perfil longitudinal com uso de métodos estatísticos multivariados e/ou métodos geofísicos.

Sempre que houver dúvidas sobre a capacidade de suporte e deformações primárias e secundárias dos terrenos de fundação dos aterros, haverá necessidade de se desenvolver estudo geotécnico especial que defina a capacidade de suporte do terreno natural e suas deformações para que atendam as finalidades a que se destinam.

3.3.2 Estudos Hidrológicos

Nesta fase do Projeto Básico, a CONTRATADA deverá dimensionar todas as interferências (área da bacia, vazão). No caso da drenagem superficial se houver modificação quanto às características fisiográficas da bacia, cobertura e sua ocupação; será necessário o redimensionamento no projeto básico.

Quanto às obras-de-arte especiais, deverão ser realizados levantamentos por batimetria na seção d'água estudados. Apresentar detalhadamente o dimensionamento hidráulico das OAE (Pontes) com as suas respectivas batimetrias em cinco seções, sendo a primeira e segunda locada com espaçamento a cada 50m a montante da obra, a terceira no eixo, a quarta e quinta com espaçamento cada um de 50m a jusante (os dois pontos mais distantes deverão ficar no mínimo em 200 metros). Apresentar na planta baixa a indicação da

localização das cinco seções batimétricas. Apresentar no projeto a seção transversal da calha do rio, com a cota de máxima cheia e a indicação da folga (vão livre) e o gráfico (curva-chave) para dimensionamento mínimo do vão da ponte, com os dados $h = f(AR^{2/3})$ e $h = g(V)$.

A apresentação dos Estudos Hidrológicos na fase do Projeto Básico será completa, com todos os dados da fase de anteprojeto mais as modificações ou atualizações feitas na fase de Projeto Básico.

3.3.3 Projeto Geométrico

Nesta fase as plantas serão apresentadas na escala de 1:2.000 onde estarão indicadas, no mínimo, o eixo estaqueado de 20 em 20m, pontos característicos das curvas, quadro de coordenadas com elementos básicos para locação do eixo, localização preliminar das obras de drenagem, início e fim de pátios apresentando seu eixo, indicação de cota da entrevista e os AMV de ligação com o tronco principal (indicando o tipo de AMV previsto), linha de off-sets com convenção gráfica de taludes, faixa de domínio, malha de coordenadas UTM, curvas de nível mestras de 5 em 5m e intermediárias de 1 em 1m, indicação da orientação norte, locação de RN's, representação de obras de arte especiais e obras complementares e outras indicações necessárias.

Os perfis longitudinais serão apresentados na escala 1:2.000 (horizontal) e 1:200 (vertical), contendo no mínimo, o perfil do terreno, greide do topo boleto, comprimento e percentagens das rampas, curvas verticais e indicação de seus elementos, pontos altos e baixos, localização das obras de arte correntes e especiais, localização dos pátios, cruzamentos existentes com rodovias e passagens superiores/inferiores indicando seu gabarito vertical, localização das sondagens, bueiros de talvegue e de greide, e perfil geotécnico com as classificações dos solos e outras indicações necessárias.

Deverão ser observadas as características técnicas definidas neste Termo de Referência para o desenvolvimento do Projeto Geométrico além das especificações e normas.

Deverão ser entregues arquivos digitais do projeto de acordo ao Apêndice A – Especificações BIM. Deverá ser apresentado memorial descritivo informando os critérios adotados, citando as alternativas e justificativas das soluções adotadas.

3.3.4 Projeto de Terraplenagem

O projeto de terraplenagem deverá ser elaborado a partir do Projeto Geométrico Básico, com base nos resultados dos Estudos Geotecnológicos e em concordância com os demais projetos. Compreenderá a definição das seções transversais em cortes e aterros, localização, determinação e distribuição dos volumes destinados à conformação da plataforma da ferrovia.

O projeto apresentará ainda:

- ✓ Constituição dos aterros, indicando origem dos materiais a serem empregados nas diversas camadas e grau de compactação a ser observado.
- ✓ Memória de cálculo do dimensionamento das camadas que compõem a infraestrutura ferroviária, informando CBR e especificação dos materiais a serem adotados, bem como localização das jazidas.

- ✓ Detalhes das seções transversais-tipos e soluções particulares de inclinação de taludes, alargamento de cortes, esplanadas e fundações de aterro;
- ✓ Planta geral mostrando a situação dos empréstimos e bota-fora, indicando a conformação dos bota-foras e a recomposição natural dos terrenos após as escavações, com o capeamento das áreas trabalhadas pela camada de solo vegetal extraída pela limpeza de cortes e aterros;
- ✓ Plantas dos locais de empréstimos especiais, contendo sua situação com relação à ferrovia, a posição dos furos de sondagem e resumo dos estudos geotécnicos realizados;
- ✓ Demais desenhos que elucidem o projeto, contendo pormenores da drenagem superficial, da proteção contra erosão e acabamentos de cristas de corte e saias de aterro;
- ✓ Emissão das planilhas de cálculo dos volumes que devem ser apresentadas conforme estimativa de volumes quantificados.

As seções transversais levantadas e os cálculos de volumes realizados devem ser apresentados em meio digital, de acordo ao Apêndice A – Especificações BIM, onde deverão constar os arquivos do software de produção e os respectivos arquivos para visualização e leitura sequencial rápida (pdf) e arquivos fonte (dwg).

O Projeto de Terraplenagem deverá conter, também, texto com a descrição do projeto e dos estudos realizados; apresentação das memórias de cálculo justificando as soluções requeridas para a estabilização dos taludes e fundações dos aterros; recomendações e procedimentos indicados para a terraplenagem, no sentido de se obter o máximo aproveitamento dos volumes escavados para os graus de compactação requeridos.

3.3.5 Projeto de Remanejamento de Interferências

Deverão ser cadastradas todas as interferências com o traçado da ferrovia, tais como:

- ✓ Interferências com o sistema viário existente e/ou projetado;
- ✓ Interferências com redes aéreas;
- ✓ Interferências com redes de distribuição, subterrâneas e/ou superficiais, de serviços de utilidade pública;
- ✓ Interferências com projetos de outros órgãos públicos ou privados tais como: rede elétrica, água, esgoto, telefonia, fibra ótica, barragens abastecimento ou geração de energia, dentre outras;
- ✓ Interferência de águas de servidão;

Os projetos de solução de interferências deverão ser elaborados de maneira a indicar a solução técnica mais adequada, com menor impacto ambiental e de menor custo. Seguirão as diretrizes e padrões das entidades envolvidas.

As soluções para eventual remanejamento das interferências serão propostas após os entendimentos com a concessionária pública ou entidade privada interessada.

O Projeto de Sinalização Auxiliar será aplicado mediante as indicações das sinalizações verticais e horizontais nas passagens de nível. As medidas das placas e a sua locação

serão aquelas descritas nas normas técnicas da ABNT, dos órgãos estaduais/federais e das concessionárias ferroviárias.

O projeto de marcos quilométricos, entrevista, sinalização ferroviária de PN's e nomes de rios e cursos d'água deverá prever medidas, distâncias e materiais a serem empregados. Com relação aos marcos quilométricos, estes deverão ser fixados em estruturas de concreto, com seção triangular possibilitando assim a visão nos dois sentidos de tráfego.

A apresentação do projeto deverá consistir de:

- ✓ Conjunto de desenhos, diagramas, quadros e tabelas, com a localização, identificação e posicionamento das diferentes obras projetadas;
- ✓ Memorial descritivo e justificativo das soluções adotadas;

3.3.6 Quadro de quantidades e especificações construtivas. ***Projeto de Drenagem e Obras-de-Arte Correntes***

A fase do Projeto Básico é caracterizada pelo nível de detalhamento de todos os dispositivos de drenagem em relação ao anteprojeto, portanto, deverá priorizar e se destacar pela melhoria e aperfeiçoamento do anteprojeto.

Para as obras-de-arte correntes de grandes aterros, drenagem superficiais nos cortes e aterros, drenos profundos e horizontais, serão necessários aprofundamento e detalhamento das sondagens e dos ensaios de solo, a fim de se aprimorar o conhecimento das camadas de solo.

Deverão ser revistos todos os dispositivos de drenagem das bacias e, se necessário, os mesmos deverão ser redimensionados, e ainda deverão ser detalhados em projeto, bem como apresentadas suas formas de execução.

Deverão ser inseridos os memoriais descritivo e de cálculo de todos os serviços mencionados no quadro resumo de quantidades e na planilha final de quantidades/orçamento. A apresentação desse item deverá destacar as características que possam localizar todos os serviços.

Deverão ser apresentadas as especificações dos serviços e materiais que forem utilizados no projeto.

A apresentação do Projeto Básico será a mesmo do anteprojeto, diferenciando-se somente pelo nível de detalhamento mais minucioso feito nesta fase para todos os dispositivos de Drenagem.

Neste projeto deverão constar:

- i. Detalhamento e dimensionamento dos sistemas e dispositivos de drenagem, desenhos do projeto em planta contendo os elementos de drenagem, bem como a elaboração dos desenhos de cada dispositivo projetado em escalas adequadas, apresentando seus posicionamentos, localizações com cotas e coordenadas e detalhamentos;
- ii. Memoriais descritivos e justificativos das soluções adotadas, memoriais de cálculo do dimensionamento hidráulico e da análise conclusiva técnico-econômica e ambiental das alternativas analisadas. Os memoriais de cálculo devem apresentar o método de cálculo das vazões, áreas e vazões de bacias, dimensões (área, tipo de seção, largura da base, etc) e vazões de canais, vazão de projeto, controle de entrada, dimensões e

- tipos de materiais dos dispositivos, declividade, rugosidade, velocidade, lâmina d'água, regime de escoamento, tempo de concentração, período de recorrência, intensidade pluviométrica, comprimento crítico dos dispositivos de drenagem superficiais, volume de corte, volume de aterro, volume escavação e cálculo de quantidade em geral;
- iii. Quadro de dimensionamento de obras-de-arte correntes completo e quadro resumo que conste em: quantidade de escavação, comprimento do dispositivo, tipo, esconsidade, se há necessidade de berço, se há necessidade de reforço na base, quantidade de bocas, quantidade de juntas e outros itens necessários para a perfeita quantificação e execução;
 - iv. Representação no projeto de todas as áreas que apresentarem solo mole e material de 3ª categoria, pontos baixos, diques, bacias de amortecimento, nível de água do lençol freático constante nos boletins de sondagem, nível de água máxima da bacia, locais de lançamento de águas pluviais, e outros itens que poderão influenciar no projeto de drenagem (colchão drenante, dreno profundo, dreno horizontal, berço e lastro para bueiro, , rip-rap, gabião, enrocamento de aterro, e outras técnicas de drenagem);
 - v. Conjuntos das especificações construtivas, enfocando materiais e serviços.

3.3.7 Projeto de Obras-de-Arte Especiais

Neste Projeto deverá constar:

- ✓ Definição da concepção estrutural da obra, inclusive das fundações e ao trem-tipo ferroviário, obedecendo às normas e especificações em vigor no país;
- ✓ Estudo das soluções estruturais exequíveis, em decorrência do exame do local de implantação, com definição, para cada solução proposta, do comprimento total da obra, número de vãos, características geométricas principais, extensão dos aterros de acessos e fundações;
- ✓ Análise das sondagens realizadas para a fundação da obra;
- ✓ Apresentação da solução de segurança viária proposta contra o choque de veículos na estrutura da OAE, nos casos pertinentes.
- ✓ Pré-dimensionamento das alternativas selecionadas, com estimativas de quantidades e custos e total justificativa para cada solução.

Deverão ser observadas as características técnicas básicas adotadas para os projetos de OAEs ferroviárias. Os projetos das OAEs serão elaborados com base nos levantamentos topográficos, nos estudos hidrológicos (quando se tratar de pontes), nas sondagens preliminares e no projeto geométrico em planta e perfil, sendo complementados com os projetos de drenagem da área abrangente.

A definição da implantação dessas obras e da sua concepção estrutural, inclusive das fundações, deverá ser consubstanciada em análise técnico-econômica e ambiental, obedecendo às normas e especificações em vigor no país, aos trens-tipo e gabaritos previstos nas correspondentes normas da ABNT e Especificações da VALEC.

3.3.7.1 Superestrutura

3.3.7.1.1 Tipologia Estrutural

A tipologia estrutural deverá ser definida considerando aspectos técnicos, logísticos, econômicos, ambientais, operacionais e de segurança para cada uma das estruturas. Significativas extensões de vãos a serem transpostos ou interferências com a rodovia podem requerer soluções estruturais especiais, como balanços sucessivos e/ou OAEs estaiadas. Ademais, deverão ser considerados na escolha da tipologia adotada os aspectos de manutenção e conservação, especialmente em casos que possam interferir na operação da ferrovia (substituição de aparelho de apoio, por exemplo). Em todo caso, deverão ser apresentadas as justificativas que fundamentam a escolha da solução adotada.

3.3.7.1.2 Extensão

A extensão das Obras de Arte Especiais deve ser definida em função do obstáculo a ser transposto sob a estrutura e conforme a utilização prevista para a obra, assim, seu comprimento deverá ser suficiente para que se garanta melhor compatibilização dos taludes extremos em relação a suas extensões e alturas, para que se permita que a altura dos aterros fique limitada, no máximo, em cerca de dezesseis metros, dependendo das características de deformação ou resistência do terreno natural que os suportará e se permitia que os aterros de acesso fiquem protegidos das enchentes por enrocamentos, quando se tratar de transposições fluviais.

3.3.7.1.3 Modulação

As Obras de Arte Especiais isostáticas devem conter vãos com modulações básicas de 20, 25, 30, 35 m, em casos de necessidade de utilização de vãos com comprimentos diferentes dos módulos básicos, uma apresentação de justificativa técnica e econômica deve ser contemplada nos seus respectivos relatórios de projeto.

3.3.7.1.4 Seções Transversais

A definição da seção transversal utilizada na Obra de Arte Especial deve ser compatibilizada com a extensão dos vãos utilizados e sistema estrutural longitudinal adotado, altura disponível para a estrutura ou a esbeltez desejada, condições locais, métodos construtivos e equipamentos disponíveis e a economicidade da solução e do método construtivo. A largura mínima das obras-de-artes especiais ferroviárias deve ser suficiente para acomodar a linha férrea com lastro, devendo ainda prever passeios para passagem de serviço ou manutenção e refúgios.

3.3.7.1.5 Composição de Vigas Longarinas

Na composição das vigas longarinas deve-se realizar a verificação das vigas contínuas que apresentem esforços horizontais transmitidos em todo ou em parte aos encontros.

Nas vigas com vãos maiores que 35,00 m realizar um estudo de escoramento, mostrando sua viabilidade ou seu impedimento.

No caso de grandes vãos, os processos executivos de recente desenvolvimento são, em geral, adequados para estruturas de grande rigidez à torção e os valores altos de momentos negativos requerem, no caso de vãos extensos, a adoção de estruturas celulares. As estruturas em vigas são utilizadas, normalmente, para vãos até 50 metros

com moldagem no local e cimbramento convencional, e até cerca de 40 metros para estruturas pré-moldadas, lançadas por treliça.

3.3.7.1.6 Vigas de Altura Constante

Para vigas de altura constante deve ser observada a esbeltez podendo variar entre $L/d = 5$ e $L/d = 30$, para pontes de um só vão, e atingir $L/d = 45$, em vigas contínuas.

3.3.7.1.7 Vigas de Altura Variável

Nas vigas de altura variável, se o alinhamento do greide é reto, horizontal ou levemente inclinado, estas acabam inserindo uma boa aparência estrutural, embora não devem se estender além de $0,20 L$ e não devem ter inclinações superiores a $1/8$. Caso o greide tenha curvatura vertical, as vigas devem, também ter curvaturas que, quase sempre, se estendem até os meios dos vãos. Tais vigas devem ter, via de regra, vãos extremos menores que o vão principal, da ordem de $0,7$ a $0,8 L$, de maneira que os momentos positivos, nos vãos extremos, não sejam maiores que no vão principal.

3.3.7.1.8 Vigas Pré-Moldadas

As estruturas em vigas pré-moldadas, utilizadas para vãos máximos da ordem de 35 metros, podem ser bastante adequadas e econômicas, visto que, além de não necessitarem de cimbramento, minimizam o tempo de execução da obra; os escoramentos são substituídos por treliças de lançamento que colocam as vigas pré-moldadas em suas posições definitivas. A redução no tempo de execução é conseguida com a instalação de canteiros de pré-fabricação de vigas; enquanto se executam a infra e a mesoestrutura, as vigas pré-moldadas são fabricadas e estocadas.

As relações altura/vão das nervuras das vigas pré-moldadas variam de $1/15$ a $1/20$ e as estruturas assim constituídas são aplicáveis nos casos em que o cimbramento convencional é preterido por razões econômicas, operacionais ou construtivas, em vãos compreendidos entre 20 e 35 metros.

As vigas isostáticas devem ter verificadas suas tensões elásticas, dimensionamento ao cisalhamento para as peças de concreto armado e protendido e flexão simples nas peças em concreto armado nas seções de um décimo de vão.

Nas seções de apoio, à direita e à esquerda dos pilares devem possuir verificações das uniões das aduelas, meios de fechamento, meio dos vãos entre “pilares-faca”, tensões elásticas e cisalhamento em pórticos de balanços sucessivos. Nas seções dos apoios dos pilares e no meio do vão central deve-se verificar a ruptura em pórticos de balanços sucessivos

3.3.7.1.9 Refúgios

No tabuleiro da superestrutura deverão ser previstos refúgios com dimensões mínimas de $0,45 \text{ m} \times 1,00 \text{ m}$ com guarda-corpo, espaçados de 10 m em 10 m para segurança do pedestre eventual durante a passagem do comboio, e não devem ser posicionados sobre as juntas dos tabuleiros.

3.3.7.1.10 Lajes de Transição

Todas as lajes de transição deverão ser providas de espessura não menor que 30 cm

e de comprimento igual a quatro metros, ligadas à estrutura ou ao encontro por meio de articulações de concreto, sem armadura passante, e apoiadas no aterro de acesso. As características do aterro nas proximidades das lajes de transição deverão ser indicadas no projeto em atenção ao que se refere à estabilidade dos aterros de acesso;

Na impossibilidade de se efetuar o cálculo das lajes de transição segundo teoria exata de placas apoiadas em base elástica que represente as características mecânicas do solo, o projeto poderá ser simplificado de forma a considerar uma laje teórica simplesmente apoiada, de vão livre igual ao comprimento da laje de transição e bordas livres na outra direção, determinando-se a armadura inferior para os esforços assim obtidos. Os esforços de carga permanente da laje de transição somente deverão ser considerados quando desfavorável para a estrutura.

A armadura superior deverá ser constituída por uma malha, igual nas duas direções, e de seção transversal igual à menor armadura da fibra inferior, calculada de acordo com o que foi acima exposto.

As placas de transição, apoiadas em uma das extremidades em dentes das cortinas e sobre solo compactado em toda sua extensão, mínima de 4,0 metros, devem ser consideradas, no cálculo das estruturas de que fazem parte, como carga acidental, tanto para carga permanente como para carga móvel.

A porção de aterro por baixo da laje de transição deverá ser construído com o mesmo grau de compactação que o restante aterro de acesso para evitar ficar suscetível à deformações induzida pelas cargas variáveis.

3.3.7.1.11 Guarda Corpo

A largura mínima recomendável para o passeio é de 0,60 m. Os guarda-corpos devem ter, ao longo de toda sua extensão, total identificação de suas dimensões e de seus detalhes.

3.3.7.1.12 Drenagem

Deverá ser apresentado o esquema de drenagem pluvial do estrado, onde a captação de águas pluviais deverá ser resolvida pela adequada localização de elementos de drenagem sobre o tabuleiro. Esses elementos, com a maior capacidade de captação possível, deverão situar-se, de preferência, na faixa próxima ao guarda-lastro, passeios e refúgios. Quando houver possibilidade de descarga direta, em obras sobre cursos d'água ou terreno natural protegido contra a erosão das descargas, a captação será feita através de buzínos com diâmetro e espaçamento estabelecidos em função da área de contribuição, quais sejam, diâmetro mínimo de 100 mm, espaçados de 4 metros. Os buzínos deverão ser suficientemente prolongados para que a água escoie livremente, sem entrar em contato com a estrutura.

Deverão ser previstas pingadeiras, visando aumentar a durabilidade das OAEs, impedindo que a água escorra pela estrutura.

3.3.7.1.13 Impermeabilização

A fim de garantir a durabilidade e permitir a funcionalidade da obras-de-artes especiais, deverá se levado em consideração uma carga permanente devido uma camada

impermeabilização (24 kN/m³) de no mínimo de 3 cm acima do tabuleiro.

3.3.7.2 Mesoestrutura

3.3.7.2.1 Pilares

Em estruturas com pilares muito esbeltos há conveniência e, muitas vezes, necessidade de serem reduzidos os comprimentos de flambagem.

Nos trechos isostáticos devem ser observados os seguintes quesitos para os pilares:

- ✓ Considerados baixos quando menores que 10,0 m
- ✓ Dimensão transversal ao fluxo fixada em 3,80 m;
- ✓ Dimensões longitudinais compatíveis com os esforços: 0,80 m a 3,80 m;
- ✓ Dimensão Padrão 1,80 x 3,80 m
- ✓ Se em seção maciça e constante: Obrigatório alargamento do topo com pilar de 0,80 x 3,80 m;
- ✓ Se em seção vazada e constante: Obrigatória parede com espessura mínima de 0,30 m com pilar mínimo de 1,80 x 3,80 m;

Nos trechos hiperestáticos devem ser observados os seguintes quesitos para os pilares:

- ✓ Pilares tipo “Par de Facas”
- ✓ Pilares de seção transversal variável ao longo da altura onde todos devam variar igualmente prevalecendo unidade estética estrutural ou salvo apresentação de estudo técnico que comprovem necessidade em contrariar o pressuposto;
- ✓ Pilares Médios entre 10,0 a 15,0 m: Obrigatória a avaliação de dimensões mínimas e estudo de estabilidade;
- ✓ Pilares Altos em torno de 20,0m ou mais: Obrigatória a avaliação de dimensões mínimas e estudo de estabilidade.
- ✓ Para obras-de-arte especiais com pilares esbeltos, deverá ser adotada a solução de viga contínua com esforços horizontais transmitidos no topo ou em parte aos encontros.

Deverá ser analisada a estabilidade global do pilar e verificada a adoção de efeitos de 2ª ordem, com não linearidade física, geométricas ou ambas.

Todos os pilares devem ter previstos locais para acoplagem de macacos hidráulicos possibilitando levantamento das transversinas para substituição dos aparelhos de apoio.

3.3.7.2.2 Encontros

De modo geral, os encontros deverão ser de concreto armado com dimensões compatíveis com os esforços a que estarão submetidos, bem como adequadas às condições de relevo do terreno existentes. Deverá ser apresentada análise de estabilidade dos encontros em relação às alturas dos aterros através da compatibilização dos esforços horizontais x verticais assim como a possibilidade de existência da cunha de ruptura do aterro e recalque para determinação da adoção dos

encontros leves ou aporticados (pesados). Os encontros terão sempre laje de transição.

Os encontros, dependendo de seu porte, de suas fundações e do tipo de contenção que proporcionam, podem ser classificados, basicamente, como leves e pesados ou aporticados.

3.3.7.2.3 Projetando a Obra-de-Arte até o Coroamento dos Aterros

Neste caso, o aterro cai livremente e pode ser executado posteriormente à construção da obra-de-arte; as solicitações decorrentes da estabilização dos taludes são relativamente pequenas e as fundações dos pilares serão compatíveis com as características geotécnicas do terreno natural.

Havendo conveniência de tornar estes encontros ainda mais leves, pode-se anular os empuxos dos aterros sobre os pilares desde que se façam, nos aterros compactados, patamares horizontais de, no mínimo, quatro metros; estes patamares permitem que não sejam considerados empuxos de terra atuando em pilares mergulhados em taludes de queda livre, em larguras correspondentes a três vezes as larguras das faces expostas.

3.3.7.2.4 Projetando a Obra-de-Arte até o Coroamento de Cortes Estáveis

Este tipo de encontro leve, constituído de uma parede frontal, de pequena altura e fundações diretas, e complementado por alas e placa de transição.

3.3.7.2.5 Executando os Aterros de Acesso antes da Construção da Obra-de-Arte

Os aterros de acesso, inclusive os de grande altura, se executados em condições ótimas de compactação e controle rigoroso, sobre terrenos com boa capacidade suporte e que, além disso, estejam devidamente protegidos contra solapamentos e erosões, aceitam encontros leves desde que, a favor da segurança, as fundações, em estacas ou tubulões, sejam em terreno natural.

Os aterros de acesso, cuja estabilidade não possa ser garantida, por dificuldades de execução ou por eventuais solapamentos e erosões, podem provocar grandes solicitações nos encontros, caso eles não sejam convenientemente projetados; costuma-se dar a estes encontros, geralmente em estruturas celulares, comprimento suficiente para que o aterro caia livremente em seu interior, sem solicitar a parede frontal.

Os encontros devem ser executados em concreto armado com dimensões compatíveis aos esforços solicitantes e adequados às condições dos terrenos, preenchidos com material britado ou solo-cimento. Deve ser executada uma avaliação do peso do conjunto Encontro + Enchimento > Esforços Horizontais e Verticais de Levantamento. Caso os encontros sejam fechados, devem conter janela de inspeção.

O cálculo e dimensionamento dos encontros deve ser desenvolvido através das hipóteses da locomotiva sobre encontro e aterro de acesso, assim como também com a locomotiva sobre vão extremo.

3.3.7.2.6 Cortina e Alas

As cortinas são transversinas extremas, dotadas, no lado externo, de um ou dois dentes ao longo de todo o seu comprimento; o dente superior, obrigatório, suporta a laje de transição e o inferior, aconselhável, define melhor a contenção do aterro e as armaduras das cortinas.

Em virtude do esquema estrutural adotado para as lajes de transição, da proximidade dos eixos do veículo-tipo e para evitar artifícios de cálculo que reduzam demasiadamente a atuação da carga móvel sobre as cortinas, recomenda-se que estas sejam dimensionadas para um trem-tipo constituído de duas cargas concentradas, afastadas de dois metros e cada uma com o valor da metade da carga do veículo-tipo, sem impacto; as solicitações de carga permanente das lajes de transição somente poderão ser consideradas quando desfavoráveis para a estrutura.

Alas são estruturas laminares, solidárias às cortinas e com geometria adequada para contenção lateral dos aterros de acesso. Estas deverão ser projetadas de forma que fiquem mergulhadas, pelo menos, 50 cm no terrapleno projetado; sua espessura não deverá ser inferior a 25 cm e, de preferência, deverá confinar toda a laje de transição.

3.3.7.3 Infraestrutura

Em função da carga atuante nos pilares e do resultado das prospecções efetuadas no terreno, a escolha do tipo de fundação basear-se-á na consideração das cargas da superestrutura, que devem ser transmitidas às camadas do subsolo capazes de suportá-las com segurança e nas deformações das camadas subjacentes à fundação que devem ser compatíveis com as permitidas pela superestrutura;

A implantação das fundações não deve causar danos às estruturas vizinhas nem comprometer a estabilidade das encostas ou dos maciços em que as mesmas se apoiem.

Obrigatoriamente deve ser informada a capacidade de suporte do solo com apresentação das seguintes condições de execução como: Nível do lençol freático, coesão do material extraído, necessidade de escoramento e necessidade de pré-ensecadeira.

3.3.7.3.1 Sapatas

A utilização de fundações diretas superficiais, em sapatas de concreto armado ou em blocos de concreto simples, deverá fundamentar-se na análise das características do subsolo, profundidade da camada resistente e uniformidade do subsolo.

A utilização de sapatas deve-se fazer exclusivamente como elementos rígidos (não sendo aceitas sapatas flexíveis) com capacidade mínima de suporte de 0,15 Mpa (1,5kgf/cm²).

3.3.7.3.2 Tubulões

Em todos os casos o fuste do tubulão deve ser armado ao longo de todo o comprimento, inclusive na ligação com a base alargada, e as barras da armadura dispostas com espaçamento suficiente, mínimo de 30 cm, para permitir a concretagem da base; esta, por sua vez, de preferência, deve ser projetada em concreto simples, impondo-se valores tais às suas dimensões que as tensões de tração no concreto sejam inferiores às admissíveis.

Em obras-de-arte especiais, o diâmetro externo, mínimo, dos tubulões de concreto armado, não deve ser inferior a 1,20 m; o diâmetro interno, em geral é de 0,80 metros. Outros diâmetros externos são 1,40 e 1,60 metros; é conveniente manter o diâmetro interno em 0,80 m para que, com paredes mais espessas, o tubulão, mais pesado, desça mais facilmente.

Com a recomendação de não se executarem alargamentos de base com altura maior que 2,00 m e sendo a inclinação desses alargamentos da ordem de 1:2, escolhido o diâmetro do tubulão, estará, em consequência, fixado o limite máximo do diâmetro da base alargada. Na última pelo menos uma fundação deverá ser submetida à prova de carga, não sendo necessária a sua instrumentação.

Os blocos de coroamento devem possuir cota mínima acima do NA na fase de construção.

3.3.7.3.3 Estacas

Em obras-de-arte especiais, preferencialmente as estacas deverão ser do tipo raiz ou metálicas. A escolha deverá ser fundamentada nos aspectos técnicos e econômicos. Sempre que possível, para um determinado lote de obra ou dentro da mesma obra, deve-se utilizar o mesmo tipo de estaca.

3.3.7.3.4 Coeficientes de Cálculo

Para as cargas permanentes devem ser considerados os seguintes coeficientes de majoração de solicitações:

- ✓ Concreto Armado e Protendido: 25 kN/m³;
- ✓ Camada Impermeabilizante: 24 kN/m³;
- ✓ Lastro: 18 kN/m³;
- ✓ Dormentes, Trilhos e Fixação: 8 kN/m de via.

Para as cargas móveis e coeficientes de segurança deve ser atendido o preconizado nas normas pertinentes.

3.3.7.3.5 Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos devem conter a indicação das cotas, épocas e durações das ocorrências, de máxima cheia e máxima estiagem do curso d'água, a memória de cálculo da determinação da seção de vazão necessária à obra-de-arte, indicação da velocidade máxima das águas no local, níveis máximo e mínimo das águas, seção de vazão do projeto, regime fluvial, com indicação de períodos de enchente e seca e dos meses mais convenientes para execução das fundações, necessidade de proteção das encostas ou das margens, nas proximidades da obra-de-arte especial, direção e velocidades da correnteza, existência e tipo de erosão do fundo e das margens do rio, arraste de material sólido, necessidade de gabarito de navegação, forma conveniente e espaçamento mínimo dos pilares, síntese dos resultados dos estudos das bacias ou dados hidráulicos que determine o NAMP - TR = 100 anos com estudo hidráulico da ponte, quadro de determinação do NA e curva AR²/3 por Y e a seção hidráulica, leito do rio e declividade em levantamento de campo.

Deve-se indicar a possibilidade de ocorrência de depósitos no leito, margens e erosões

no fundo ou nas margens do curso d'água, assim como tendência a divagação do leito do rio e eventual transporte de matérias flutuantes nos períodos de cheia.

Em caso de transposição de curso d'água, executar levantamento da seção transversal, com indicação das cotas de fundo, a intervalos máximos de 5 m;

Nos locais de obras-de-arte especiais, deverá ser realizado um levantamento batimétrico, sendo, no mínimo, cinco seções localizadas no eixo, à montante e à jusante, permitindo, inclusive, a determinação da declividade do curso d'água no local da obra.

3.3.7.3.6 Estudos Geotécnicos

É indispensável e obrigatório a existência duas sondagens, uma em cada região de encontro das obras-de-artes-especiais

Na fase de projeto básico, os parâmetros de projeto podem ser estimados por meio de comparações, correlações e métodos empíricos reconhecidos pela engenharia geotécnica.

As sondagens projetadas dever ser à percussão, mas quando a fundação for em rocha ou em terrenos que apresentem matacões, as sondagens projetadas devem ser rotativas. Todas as sondagens deverão ser completas, permitindo a perfeita caracterização do solo; referências vagas, tais como “rocha ou matacão“, indicam sondagens incompletas e não podem ser aceitas.

Todas as sondagens à percussão deverão ser realizadas de acordo com os critérios definidos pelas normas pertinentes e vigentes na realização dos serviços.

As sondagens deverão ser apresentadas e caracterizada sua localização no Projeto Geométrico, em planta e em perfil.

Deve ser apresentado um perfil geológico-geotécnico, indicando o número de sondagens, resultados do ensaio de penetração em cada uma, perfil provável de cada uma das camadas, posição do lençol freático, classificação de camadas do subsolo, indicando tipo, cor, consistência ou capacidade e demais elementos transcritos nos boletins de sondagens.

A descrição da metodologia empregada para a realização das sondagens, das diferentes camadas encontradas, análise preliminar de problemas que possam ocorrer quando da implantação da obra, bem como a anexação a estas descrições dos perfis individuais de cada uma das sondagens deve ser contemplada de forma clara e objetiva.

A profundidade máxima prevista para execução das fundações nos encontros e nos eixos dos blocos de fundação é de 25,0 metros.

Execução de planta topográfica do trecho em que será implantada a obra, com curvas de nível de metro em metro, contendo o eixo do traçado, interferências existentes, tais como limites de divisas, linhas de transmissão, etc., e obstáculos a serem vencidos, com suas respectivas esconsidades, abrangendo área suficiente para a definição da obra e de seus acessos.

3.3.7.4 Relatório de Obras de Arte Especiais

Todos os documentos necessários e suficientes para a perfeita definição da obra deverão ser apresentados em um Relatório de Obras de Arte Especiais, devendo incluir, no mínimo: Capa, índice completo, apresentação com descrição da contratada, descrição do contrato, localização da OAE, memória justificativa e descritiva, memória de cálculo, estudos hidrológicos e geotécnicos e quadro de quantidades.

O memorial descritivo e justificativo deve conter a descrição da obra e dos processos construtivos propostos, bem como justificativa técnica, econômica e arquitetônica da estrutura adotada.

Na memória justificativa e descritiva a solução adotada deverá ser convenientemente justificada, contemplando questões econômicas, técnicas, ambientais e construtivas, em função dos projetos básicos desenvolvidos e dos dados característicos do local. Esta memória deve conter:

- ✓ Descrição e Localização;
- ✓ Características do traçado no trecho da OAE;
- ✓ Informe de estacas;
- ✓ Quilometragem inicial e final da obra;
- ✓ Rampa, cota inicial e final do greide;
- ✓ Informe de OAE em tangente ou em curva;
- ✓ Informe de raio, quando em curva;
- ✓ Escondidade;
- ✓ Principais condicionantes que influenciam na concepção estrutural adotada;
- ✓ Perfil de acesso ao leito do rio;
- ✓ Cargas atuantes: Permanentes, sobrecargas e acidentais com esquema de carregamento de cada alternativa;
- ✓ Gabaritos a serem preservados;
- ✓ Dados hidráulicos do canal transposto;
- ✓ Solução estrutural da Infra, meso e superestrutura;
- ✓ Avaliação técnica, econômica e ambiental das soluções adotadas;
- ✓ Análise que consolide e justifique de forma plena a solução da Extensão, modulação dos vãos, tipo de estrutura, processo construtivo, geometria dos pilares e tipo de fundação.

Será exigido que os desenhos contenham, no mínimo, os dados relacionados nos itens seguintes como os apresentados abaixo:

- ✓ Mapa de localização, mostrando a região de influência da obra, planta e perfil da implantação da obra, mostrando a estrutura, os acessos, greides, estaqueamento, ocorrências superficiais como vias, rios, lagos, etc., com suas respectivas cotas e gabaritos.

- ✓ Local da obra, com curvas de nível que permitam a perfeita caracterização dos taludes de cortes, aterros, etc., espaçadas de um metro. Em casos especiais de taludes íngremes, para facilidade de representação, estas curvas poderão ser espaçadas de cinco metros, ou mesmo de dez metros, a critério da Fiscalização.
- ✓ Interseção das saias de aterro com o terreno natural e seções transversais nos apoios, mostrando a implantação das fundações.
- ✓ Junto ao perfil longitudinal do terreno, deverão constar os dados das sondagens de reconhecimento, feitas para cada apoio, devendo-se traçar um perfil provável do subsolo, indicando taxa de resistência encontrada no cálculo, tipo e dimensões das fundações com as cargas máximas permitidas.
- ✓ Deverão ser apresentados os níveis de enchente máxima e normal, e a seção de vazão necessária, que consta da memória justificativa.

Os desenhos deverão conter elementos geométricos, tais como: declividades transversal e longitudinal, elementos de curvas verticais e horizontais, valor e posição de gabaritos mínimos da passagem superior ou inferior, coordenadas dos eixos dos pilares, etc.

No perfil longitudinal do terreno deverão constar os dados das sondagens preliminares e o perfil provável do subsolo.

Nas plantas de locação da obra deverá constar a locação dos furos de sondagem. No corte longitudinal de viadutos, a indicação dos gabaritos vertical e horizontal.

3.3.8 Projeto de Obras Complementares

Deverão ser elaborados projetos complementares, definindo materiais e especificações de serviços a serem obedecidos na implantação da obra, abrangendo as seguintes:

- ✓ Obras de contenção;
- ✓ Acessos de manutenção;
- ✓ Porteiras e mata burros;
- ✓ Dispositivos inibidores de entrada de animais na plataforma;
- ✓ Vedação da faixa de domínio;
- ✓ Proteção vegetal dos taludes
- ✓ Passagem de gado e pequenos veículos.
- ✓ Canteiro de Obras e acampamento do pessoal. O projeto deverá conter:
- ✓ Conjunto de desenhos, diagramas, quadros e tabelas, com a localização, identificação e posicionamento das diferentes obras projetadas;
- ✓ Memorial descritivo e justificativo das soluções adotadas;
- ✓ Quadro de quantidades e especificações construtivas.

3.3.9 Desapropriação

Deve-se realizar uma estimativa do custo de desapropriação da faixa de domínio para a

alternativa sob análise. Esta será baseada em um levantamento dos preços de mercado para os diversos tipos de terrenos e construções dentro da faixa considerada e análise dos valores venais. É importante, devido ao peso deste item, que os critérios usados para avaliar os custos sejam os mais semelhantes e coerentes possíveis.

3.3.10 Faixa de Domínio

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.

A Faixa de Domínio a ser considerada é de 40 m para cada lado do eixo. Quando o offset ultrapassar a largura da faixa de domínio de projeto, deverá ser adotado afastamento mínimo de 10 metros do pé do aterro e 10 metros da crista do corte.

3.3.11 Projeto de Superestrutura

O projeto deverá definir as características e processos de execução e montagem dos seguintes componentes da superestrutura da via:

- ✓ Sub-lastro (materiais e dimensionamento);
- ✓ Lastro (tipo de brita e dimensionamento);
- ✓ Dormentes (tipo e dimensionamento);
- ✓ Trilhos e acessórios metálicos;
- ✓ Fixação (materiais e processos a adotar);
- ✓ Aparelhos de mudança de via.
- ✓ Para o sub-lastro e lastro deverão ser indicados os locais de extração e beneficiamento, acompanhados dos ensaios que demonstrem a sua qualidade.

O projeto deverá contemplar, no mínimo, o seguinte:

- ✓ Conjunto de desenhos, quadros, tabelas e outros que se façam necessários para a perfeita implantação do projeto;
- ✓ Dimensionamento da superestrutura, para garantir a capacidade de suporte da via ao tráfego projetado, determinando as alturas de lastro, sub-lastro e demais componentes, perfil do trilho, dimensões dos dormentes, memoriais descritivos e justificativas das soluções propostas;
- ✓ Especificações técnicas complementares, se necessárias, enfocando a construção, os materiais e os equipamentos e acessórios;
- ✓ Memórias descritivas e justificativas das soluções propostas;
- ✓ Indicação dos locais de extração e beneficiamento dos materiais para o sub-lastro e lastro, acompanhados das sondagens que comprovem a sua suficiência e ensaios que demonstrem a sua qualidade;
- ✓ Quadros de quantidades de serviços, materiais, acessórios.

3.3.12 Projeto de Pátios Ferroviários

Detalhamento do projeto elaborado na fase anterior, baseado nos estudos operacionais,

contemplando:

- ✓ Conjunto de desenhos, com localização dos AMVs, quadros, tabelas e outros que se façam necessários para a perfeita implantação do projeto;
- ✓ Conjunto de desenhos do projeto geométrico tanto das linhas ferroviárias quanto dos acessos rodoviários, vias de serviço e áreas destinadas aos diversos fins previstos.
- ✓ Projeto de intersecção da rodovia principal com seus respectivos desenhos, sendo que esse projeto de intersecção no que tange ao projeto geométrico, terraplenagem, drenagem, sinalização e pavimentação, deverá seguir as especificações e normas da entidade (Federal, Estadual, Municipal ou concessionária) responsável pela rodovia e submetida a mesma para aprovação;
- ✓ Projeto de drenagem com seus respectivos desenhos, da área de implantação das linhas ferroviárias e das vias rodoviárias de acesso e serviço e da intersecção do acesso com a rodovia principal.
- ✓ Projeto de sinalização rodoviária das vias de acesso e da intersecção com a via principal, com seus respectivos desenhos.
- ✓ Projeto de obras complementares e remanejamento de interferências, com seus respectivos desenhos, na área do pátio.
- ✓ Especificações técnicas enfocando a construção, montagem, os materiais e os equipamentos e acessórios;
- ✓ Memórias descritivas e justificativas das soluções propostas;
- ✓ Vias de acesso rodoviário, posicionamento de instalações e equipamentos;
- ✓ Quadros de quantidades de serviços, materiais, acessórios e equipamentos especiais.

3.3.13 Especificações de Serviços e de Materiais

Deverão ser elaboradas as especificações técnicas aplicáveis ao conjunto das obras projetadas, abrangendo a totalidade dos serviços, materiais e equipamentos envolvidos e definidos os padrões de qualidade e os controles para aceitação.

Quando necessário, serão elaboradas as Especificações Complementares e Particulares que seguirão a mesma estrutura das Especificações Gerais, não deixando dúvidas quanto a materiais, equipamentos, forma de execução, cronograma de utilização e pagamento dos serviços a que se referem.

3.3.13.1 Quantitativos e Orçamento da Obra

Nesta fase, os serviços, devem conter no mínimo:

- ✓ Listagem definitiva dos serviços a serem executados;
- ✓ Listagem dos materiais e respectivas distâncias de transporte;
- ✓ Listagem de pesquisa de mercado, com cópia das cotações fornecidas por pelo menos três empresas especializadas no fornecimento do insumo.

No caso de serviços não contemplados nas tabelas oficiais, serão elaboradas, as planilhas de cálculo de produção das equipes mecânicas, devendo a CONTRATADA elaborar Especificações Particulares para estes serviços, onde deverão constar, além das

outras informações necessárias, as que se seguem:

- ✓ Descrição pormenorizada da forma como a projetista julga que o serviço deva ser executado;
- ✓ Descrição dos equipamentos a empregar na execução dos serviços, incluindo suas principais características (tipo, potência, etc.);
- ✓ Mão-de-obra suplementar a empregar;
- ✓ Materiais a utilizar;
- ✓ Transportes (local e comercial) a realizar.

Os preços deverão ser compostos para a data da apresentação do projeto.

Os quadros de quantidades e preços do Volume de Orçamento deverão ser entregues, também, em planilha eletrônica (.xls).

Para a elaboração do orçamento devem-se considerar os valores de mão-de-obra iguais ao piso salarial normativo, fixado por Dissídio Coletivo, Acordo ou Convenção Coletiva de Trabalho, do município onde será localizada a obra, ou, quando esta abranger mais de um município, daquele onde será executado o seu maior trecho. Deverão ser anexadas cópias das decisões relativas aos dissídios, acordos ou convenções coletivas de trabalho.

3.3.13.1.1 Quantitativos

Deverão ser apresentadas planilhas, discriminando os quantitativos de materiais, equipamentos e serviços específicos, identificados e totalizados por projeto que compõe a obra, levantados a partir dos elementos disponíveis em cada um dos projetos específicos, devendo os cálculos serem apresentados na Memória de Cálculo dos Quantitativos.

Deverá ainda ser elaborada a descrição dos materiais, serviços e equipamentos, com a finalidade de especificar clara e objetivamente as características de cada item que compõe a planilha.

3.3.13.1.2 Orçamento da Obra

Deverão ser atendidos os parâmetros do Apêndice B – Diretrizes para Orçamentação. Para elaboração do orçamento deverão ser utilizadas as tabelas referenciais de custos do SICRO no que couber e os custos não contemplados neste sistema poderão ser baseados em sistemas de custos oficiais (ex: DERs, SINAPE, etc.).

Para os serviços não constantes do SICRO, necessariamente deverão ser apresentadas as composições de todos os custos dos serviços, as respectivas composições auxiliares, quando houver. Quando da apresentação da composição de preços, é necessário que seja evidenciada a respectiva metodologia que serviu de referência para a aferição dos custos.

A metodologia de elaboração do volume de orçamento deverá conter a região e a data-base do SICRO.

As composições de preços unitários deverão apresentar, obrigatoriamente, a codificação SICRO para a composição principal, as composições auxiliares quando utilizadas dentro das composições principais, os equipamentos utilizados na composição, mão-de-obra e materiais.

As composições auxiliares não devem incluir a parcela referente ao LDI.

As composições de serviços principais devem incluir o percentual de LDI estabelecido pelo SICRO referente à data-base do Orçamento.

Deverão constar do volume de orçamento:

- ✓ Metodologia de Elaboração do Orçamento;
- ✓ Quadro Resumo do Orçamento;
- ✓ Planilha de Preços Unitários;
- ✓ Composições de Custos Unitários;
- ✓ Demonstrativos dos custos de instalação e manutenção do canteiro de obras;
- ✓ Demonstrativos dos custos de mobilização/desmobilização;
- ✓ Curva “ABC” dos serviços e insumos;
- ✓ Quadro Resumo de Distâncias Médias de Transporte;
- ✓ Cotações de preços de mercado.

Para os insumos, materiais e serviços não constantes na pesquisa de mercado do SICRO apresentar pelo menos três (3) cotações de mercado.

Deverá ser apresentado o diagrama linear do segmento apontando a localização dos canteiros de obras, das prováveis jazidas e materiais comerciais com as distâncias médias de transportes com a metodologia de apropriação das mesmas e com a apresentação das respectivas memórias de cálculo, os quadros resumo das distâncias de transportes para os diversos insumos onde as distâncias de transportes, lançadas no quadro resumo, deverão ser computadas em distância local pavimentada, local não pavimentada, distância comercial pavimentada e comercial não pavimentada, relação dos materiais, equipamentos e mão de obra utilizados na execução dos serviços, inclusive a mão-de-obra suplementar que não é prevista nas tabelas do SICRO.

Deve-se atentar, também, aos acordos coletivos de classe que estipulam salários “piso” – a remuneração mínima - das categorias funcionais nas composições.

3.3.13.1.3 Plano de Execução da Obra

O Plano de execução da obra será definido através de texto explicativo e elaboração dos seguintes documentos:

- ✓ O vulto dos serviços a executar;
- ✓ O conjunto de fatores que possam afetar o ritmo dos trabalhos;
- ✓ Relação do equipamento mínimo previsto para a execução dos serviços;
- ✓ Cronograma de utilização dos equipamentos;
- ✓ Relação do pessoal técnico necessário para a execução dos serviços;
- ✓ Viabilidade do prazo de execução das obras demonstrada em estudos que contenham Gráfico de Gantt, histograma de mão de obra e caminho crítico;
- ✓ *Lay-out* do canteiro de obras, posicionando as instalações, jazidas, fontes de materiais e acessos, com respectivas dimensões.

- ✓ Programa de segurança e manutenção de tráfego e de outros sistemas de transporte que poderão ser afetados durante as obras e os projetos de recuperação de áreas afetadas pela execução das obras;

O Plano de Execução da Obra levará em consideração os aspectos relativos ao clima e pluviometria, notadamente no que concerne ao período de chuvas e número de dias de chuvas por mês.

A conclusão desta fase será apresentada na Minuta do Projeto Básico, a qual, após aceita, dará origem à impressão definitiva do Projeto Básico.

3.3.13.2 Cronograma Físico-Financeiro

Deverá ser elaborado um cronograma completo discriminando todas as etapas de execução das obras que compõem o projeto Básico, compreendendo o fornecimento de materiais e execução das obras.

A CONTRATADA apresentará cronograma físico-financeiro da obra com prazo de execução, de forma que, no período de início das obras, a empresa disponha de materiais, equipamentos e ferramentas no canteiro de obra, uma vez que a logística é fator preponderante para o contínuo desenvolvimento da obra.

3.3.14 Apresentação dos Relatórios

A apresentação deverá estar de acordo com as especificações e as orientações das disciplinas quando ocorrer, exemplo: às obras-de-arte especiais, projeto remanejamento interferência.

Deverão ser apresentados no mínimo os seguintes itens:

- ✓ Elevação Geral, planta, perfil e locação das fundações;
- ✓ Planta de Situação contendo no mínimo, onde couber os detalhes a seguir descritos:
 - Pontes – corta-rios, proteção dos aterros, proteção de pilares, regularização de canais naturais, aterro de braços mortos e outros.
 - Passagens Inferiores Rodoviárias/Ferrovárias e Viadutos Ferroviários – projeto em planta e perfil da interferência com detalhes das modificações impostas à via rodoviária interceptada, detalhamento dos sistemas de drenagem da ferrovia e da via rodoviária, detalhes do acabamento dos taludes de corte/aterro da ferrovia e da via interceptada, gabaritos mínimos, elementos de segurança do usuário e outros.
 - Viadutos Rodoviários sobre a Ferrovia – projeto em planta e perfil com detalhes das modificações impostas, gabaritos mínimos, previsão de duplicação ou não da via interceptada, elementos de segurança do usuário, proteção de pilares e outros,
- ✓ Seção Transversal;
- ✓ Formas e Armaduras (vigas, pilares e encontros);
- ✓ Detalhes Típicos (guarda-corpo, passeio etc.).

3.3.14.1 Relatórios Técnicos e de Andamento Mensais

No formato A-4, com a descrição das atividades técnicas desenvolvidas no período e

resultados obtidos. Deverão ser elaborados de forma a possibilitar o acompanhamento e análise dos serviços realizados a cada mês, descrevendo as atividades desenvolvidas no período e seus resultados. Os relatórios mensais devem apresentar a seguinte itemização:

- ✓ Índice
- ✓ Apresentação
- ✓ Mapa de Localização
- ✓ Cronograma Geral (previsto e realizado)
- ✓ Atividades Desenvolvidas (breve relato)
- ✓ Andamento do Projeto (resultados dos estudos e projetos desenvolvidos no período)
- ✓ Relatório Fotográficos, quando necessário.

3.3.14.2 Relatório Final

Quando da conclusão dos serviços, deverá ser apresentado um relatório final para cada estudo e projeto realizado, abrangendo todos os produtos gerados, organizado em blocos conforme a discriminação do escopo dos trabalhos, incorporando as considerações apresentadas ao longo da sua realização.

3.4 Escopo IV – Caderno de Obrigações

Durante a elaboração do EVTEA através do Edital de Chamamento – PMI, foi desenvolvido o Caderno de Obrigações (Apêndice C – Caderno de Obrigações), que tem por escopo definir o Relatório de Acompanhamento Anual (RAA), o Plano de Investimentos, as Especificações Técnicas Mínimas e as Obrigações Complementares, os quais são de cumprimento obrigatório pela Concessionária, com vistas a assegurar a adequada exploração da infraestrutura e prestação do serviço de transporte ferroviário, a preservação dos bens concedidos ou arrendados, bem como a redução e mitigação de impactos socioambientais.

Com a finalização do desenvolvimento do Projeto Básico de implantação da ferrovia, alguns desses parâmetros foram refinados.

Desta forma, o Escopo IV – Caderno de Obrigações consiste na revisão, adequação e atualização do referido documento por parte da CONTRATADA, de forma a ficar compatível com o projeto desenvolvido.