

ÍNDICE

ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO	06
2.	MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	09
3.	ESTUDOS	11
3.1.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	12
3.2.	ESTUDOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS.....	27
3.3.	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	37
4.	PROJETOS	49
4.1.	PROJETO GEOMÉTRICO.....	50
4.2.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	57
4.3.	PROJETO DE DRENAGEM	67
4.4.	PROJETO DE SUPERESTRUTURA.....	79
4.5.	PROJETO DE OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS	89
4.6.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	91
4.7.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	101
4.8.	PROJETO DE PÁTIOS FERROVIÁRIOS.....	105
4.9.	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	109
4.10.	PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO	111
4.11.	COMPONENTE AMBIENTAL	114
5.	INFORMAÇÕES GERAIS	120
5.1.	TERMO DE REFERÊNCIA	121
5.2.	CÓPIA DA CERTIDÃO DE REGISTRO DE PESSOA JURÍDICA E ART'S DOS RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO.....	157
5.3.	RELAÇÃO DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS POR CADA UM DOS ITENS CONSTITUINTES DO PROJETO, COM OS NOMES COMPLETOS E RESPECTIVOS N.º DO CREA, APRESENTADOS NA LISTA REFERENTE À EQUIPE TÉCNICA	169

5.4. DESCRIÇÃO DAS PREMISSAS ADOTADAS PARA O CÁLCULO DO CUSTO DE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	172
5.5. DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS PARA O PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS E DOS ACAMPAMENTOS	172
6. QUADROS DE QUANTIDADES	173
6.1. QUADRO DE QUANTIDADES	174
6.2. DEMONSTRATIVO DO CONSUMO DE MATERIAIS	187
6.3. FONTE DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS	189
7. INFORMAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS.....	191
8. ESPECIFICAÇÕES	204
9. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE	279

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

A **Ecoplan Engenharia Ltda.**, apresenta à consideração da Companhia Estadual de Habitação e Obras – CEHAB, o **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**, referente a fase de Projetos da Elaboração do Projeto Executivo de Engenharia da Ferrovia Transnordestina, no trecho Parnamirim - Araripina, com extensão contratual de 112,60 km.

Os serviços foram executados em cumprimento ao contrato e determinações administrativas cujos dados de referência são:

Data da Concorrência: 22 de junho de 2005

Data da Assinatura: 21 de novembro de 2005

Nº do Edital: 0001/2005

Contrato Nº: 16/2005

Obra: Ferrovia Transnordestina

Trecho: Parnamirim – Araripina

Lote: Único

Extensão: 112,6 km

Fazem parte do Relatório dos Projetos Executivo de Engenharia os seguintes volumes:

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA CONCORRÊNCIA

O volume apresenta os resultados dos estudos e projetos das atividades que envolvem a construção da ferrovia. Consta também a documentação para licitação, as planilhas de quantidades e as especificações.

VOLUME 2 - PROJETO DE EXECUÇÃO

O volume apresenta quadros, desenhos e plantas resultantes dos estudos e projetos desenvolvidos.

VOLUME 2A - PROJETO DE OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS

O volume apresenta as plantas, desenhos e quadros das obras-de-arte especiais do trecho em questão.

VOLUME 3 - MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

O volume apresenta as memórias de cálculos, de justificativas e textos com os métodos adotados para as soluções propostas.

VOLUME 3A – RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Apresenta o relatório de avaliação ambiental.

VOLUME 3B - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

O volume apresenta os boletins de sondagens e os resultados dos ensaios do subleito da via, das jazidas, dos areais, da pedreira e das obras-de-arte especiais.

VOLUME 3C - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS

O volume apresenta as metodologias e os resultados dos estudos e projetos das obras-de-arte especiais do trecho em questão.

VOLUME 3D - NOTAS DE SERVIÇOS E CÁLCULO DE VOLUMES

O volume refere-se às notas de serviço e as planilhas de cálculo de volumes para execução da terraplenagem da ferrovia.

VOLUME 3E - PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

O volume apresenta os critérios adotados, o resumo geral da desapropriação e as plantas cadastrais das propriedades.

VOLUME 4 - ORÇAMENTO E PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA

O volume apresenta o orçamento detalhado do projeto e o plano de execução da obra.

2. MAPA DE SITUAÇÃO

INSERIR MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

1 FOLHA

PG. 10

3. ESTUDOS

3.1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3.1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os trabalhos dos Estudos Hidrológicos basearam-se no Termo de Referência, Manual de Hidrologia Básica, Manual de Drenagem de Rodovia, nas instruções de serviço do DNIT: IS-203 – Estudos Hidrológicos, IS – 210 – Projeto de Drenagem e no Projeto Básico da ATP.

3.1.1 ANÁLISE DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS DO PROJETO BÁSICO DA ATP

Foi analisada a metodologia empregada para a determinação das precipitações e descargas de projeto no Projeto Básico da ATP e foi constatado que, a metodologia está de acordo com as normas técnicas vigentes. Porém, existe um posto pluviométrico mais próximo da região em estudo do que o usado no Projeto Básico e os tempos de recorrência indicados no relatório do Projeto Básico são inferiores aos indicados no Termo de Referência.

Na seqüência está apresentado novo estudo hidrológico realizado.

3.1.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS ELABORADO

3.1.2.1 Introdução

Os Estudos Hidrológicos têm como finalidade principal a avaliação das precipitações e intensidades máximas de chuva, de forma a fornecer subsídios para a definição de parâmetros que possibilitem a determinação da seção de vazão de obras hidráulicas necessárias à transposição dos cursos d'água, e dos dispositivos condutores de águas superficiais, especificamente da área onde se localiza o trecho em estudo.

3.1.2.2 Caracterização pluviométrica

O estudo hidrológico foi desenvolvido para determinação da climatologia e pluviometria da região, sendo utilizados os dados coletados no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, que constam de Informações Pluviométricas diárias, mensais e anuais do Posto Açude Engenheiro Camacho, no Município de Ouricuri.

A estação foi escolhida pela maior proximidade e influência sobre a região do projeto em questão. As características do posto estão apresentadas no quadro a seguir.

Estação meteorológica	Local	Nome	Altitude	Latitude	Longitude	Nº observações úteis	Período
40015	Ouricuri	Açude Engenheiro Camacho	440 m	7° 52' 00" S	40° 09' 00" W	29	1959-1992

3.1.2.3. Clima

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Bsh, semi-árido quente, com estreita faixa ao norte, do tipo Aw. A temperatura média anual é de 25° C.

3.1.3. ESTUDOS ESTATÍSTICOS DAS CHUVAS

3.1.3.1. Determinação da precipitação máxima provável

Das precipitações máximas diárias foi calculada a precipitação média e o desvio padrão da amostra. Utilizando a metodologia das probabilidades extremas de Gumbel, obteve-se o fator de frequência em função do número de observações da amostra e para os tempos de recorrência desejados.

Para determinar a precipitação máxima de 1 dia, adotou-se a fórmula geral proposta por Ven Te Chow:

$$P_n = \bar{P} + Ks, \text{ sendo}$$

P_n = precipitação máxima provável de 1 dia para o tempo de recorrência desejado;

\bar{P} = precipitação média das máximas diárias;

s = desvio padrão das máximas diárias;

K = fator de frequência de Gumbel.

Com posse dos dados de precipitação foram determinados os parâmetros básicos estatísticos para a amostra da estação, que estão apresentados no quadro a seguir:

Parâmetros da amostra	Dados
Nº de dados úteis (nº de observações)	29 anos
Média da Precipitação Máxima Diária Anual (P_m)	74,7 mm
Desvio Padrão (s)	23,15 mm

3.1.3.2. Relação de altura – duração – recorrência

Na determinação das relações de Altura - Duração - Recorrência, referente ao regime de precipitações intensas das chuvas de pequena duração, utilizou-se a metodologia exposta pelo Eng^o José Jaime Taborga Torrico em "Práticas Hidrológicas", que construiu o mapa de Isozonas no Brasil, relacionando as alturas de precipitação anual de uma hora com a máxima anual de 24 horas, para cada posto estudado no livro "Chuvas Intensas no Brasil" do Eng^o Otto Pfafstetter.

A seguir estão apresentadas as equações de precipitação para os tempos de recorrência de 5 a 100 anos.

TR (anos)	tc (h)	FÓRMULAS
5	0,1h < tc < 1h	33,488 . LOG tc + 47,989
	1 h < tc < 24 h	40,817 . LOG tc + 47,989
10	0,1h < tc < 1h	38,414 . LOG tc + 55,311
	1 h < tc < 24 h	48,001 . LOG tc + 55,311
25	0,1h < tc < 1h	44,433 . LOG tc + 64,356
	1 h < tc < 24 h	57,22 . LOG tc + 64,356
50	0,1h < tc < 1h	48,807 . LOG tc + 70,977
	1 h < tc < 24 h	64,137 . LOG tc + 70,977
100	0,1h < tc < 1h	55,646 . LOG tc + 77,413
	1 h < tc < 24 h	71,095 . LOG tc + 77,413

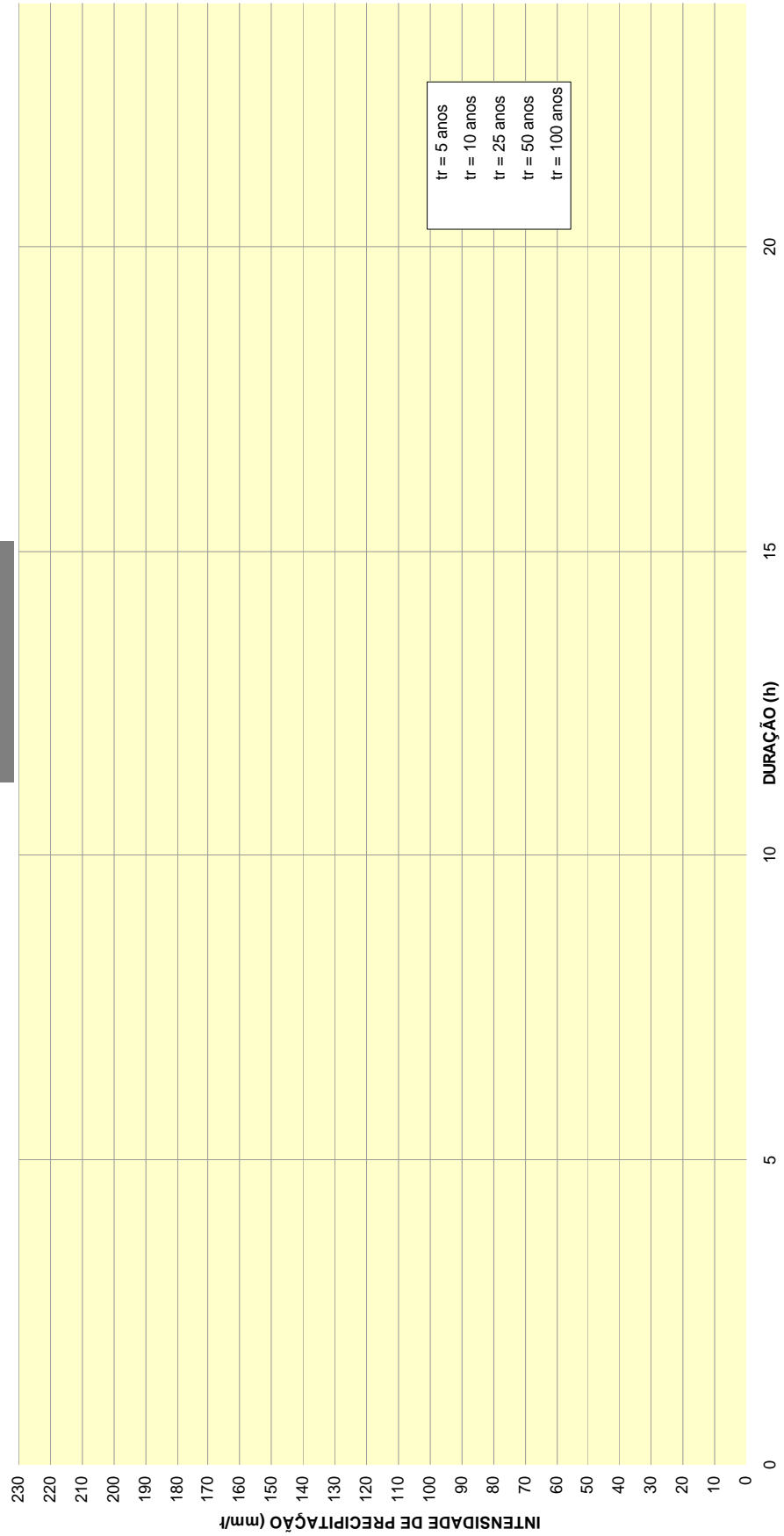
Para o método racional, considera-se que a duração de chuva que gerará a vazão máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia, assim, a equação da chuva é em função do tempo de concentração calculado para cada bacia.

A intensidade de precipitação foi obtida pela relação entre a precipitação definida através da equação e o tempo de concentração.

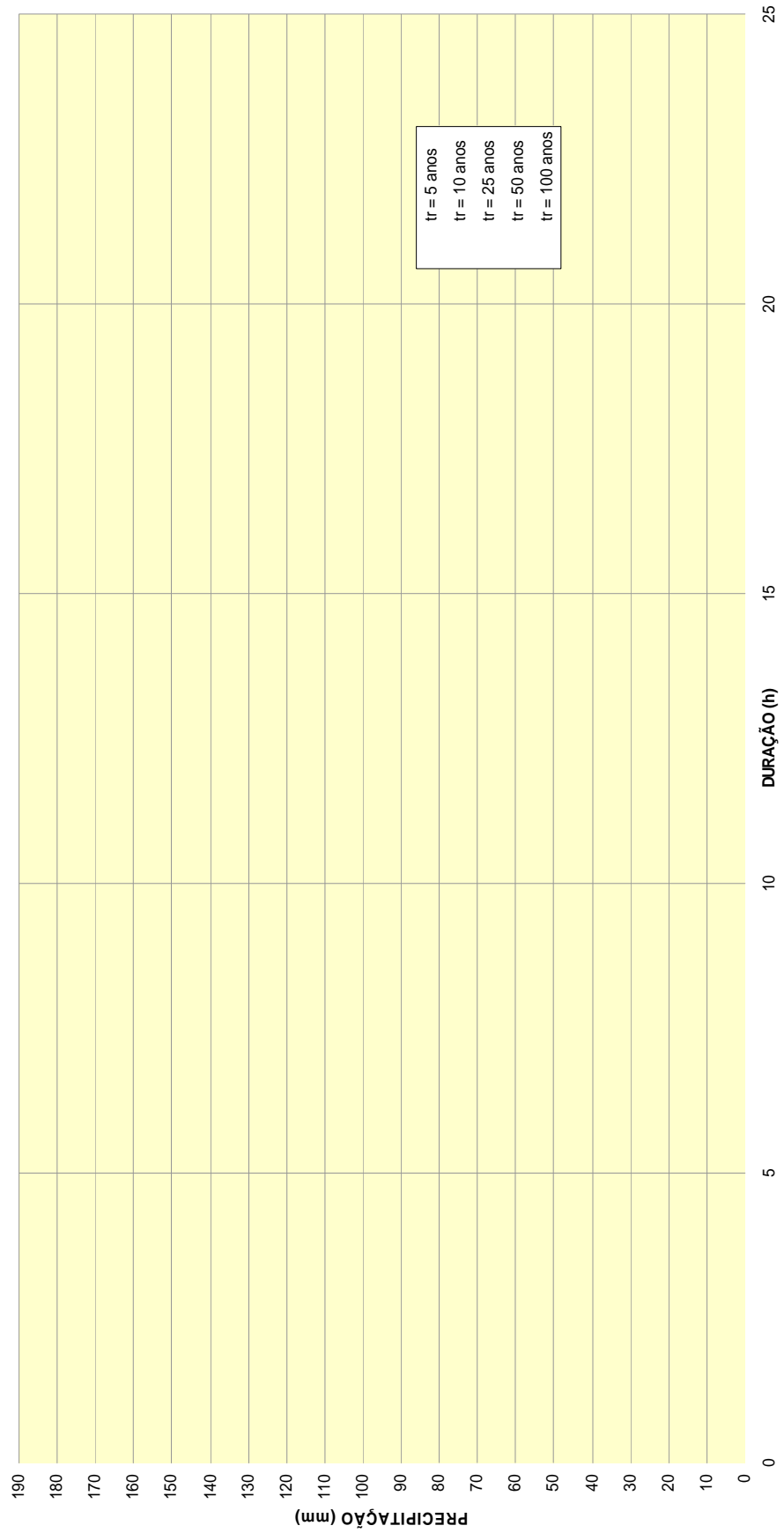
A seguir apresentam-se os Gráficos relativos a Precipitação/Intensidade-duração-recorrência

CURVAS DE INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-RECORRÊNCIA

POSTO: AÇUDE ENG.º CAMACHO



CURVAS DE PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-RECORRÊNCIA



3.1.4. ESTUDOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS EM CARTA TOPOGRÁFICA

3.1.4.1. Parâmetros Físicos

As bacias hidrográficas interceptadas pela ferrovia tiveram seus parâmetros topométricos aferidos em Cartas Geográficas do Serviço Geográfico do Ministério do Exército (escala 1:100.000), em Carta Imagem Radar Preliminar (escala 1:250.000), e informações de relevo com curvas de nível eqüidistantes de 10m obtido do projeto SRTM - Shuttle Radar Topography Mission gerenciado e idealizado pela NASA - National Aeronautics and Space Administration. De todas as bacias, foram determinados, os seguintes parâmetros físicos reais:

- Área superficial, em km²;
- Extensão longitudinal da linha de talvegue, em km; e
- Declividade média equivalente, em m/m.

3.1.4.2. Coeficientes relativos a bacia hidrográfica

Foram identificados o coeficiente de escoamento superficial (run-off) e o coeficiente de permeabilidade (K) em função do tipo de terreno. Foi adotado o coeficiente de escoamento (c) variável em função do tipo do solo, cobertura vegetal e inclinação média da bacia, conforme tabela a seguir.

Foi definido em torno de 0,30 o coeficiente de escoamento superficial, para baixas declividades de bacias hidrográficas. Porém, como a declividade média das bacias é variável para as diversas obras projetadas, o coeficiente de escoamento superficial foi majorado para valores próximos de 0,40, quando a bacia hidrográfica possuir alta declividade.

O fator K foi definido em 3,5 com base na tabela seguinte.

CARACTERÍSTICAS DO TERRENO NATURAL	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa e absorção elevada	2
Terreno comum, coberto com vegetação e absorção apreciável	3
Terreno coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	5,5

3.1.4.3. Cálculo do Tempo de Concentração das Bacias Hidrográficas

$$t_c = \frac{A^{0,3} L^{0,2}}{2,4 K i^{0,4}}$$

onde:

A = área da bacia contribuinte (km²)

L = comprimento do talvegue principal (km)

i = declividade equivalente do talvegue principal (m/m)

K = coeficiente de permeabilidade do solo (adimensional)

t_c = tempo de concentração (h)

Quando o tempo de concentração calculado pela fórmula do extinto DNOS foi inferior a 12 min, o tempo de concentração adotado foi o mínimo, igual a 12 min conforme o Manual de drenagem de Rodovias do DNIT.

3.1.4.4. Cálculo das vazões de projeto

Para execução desses cálculos foram adotados dois métodos, a saber:

- **Bacias com áreas inferiores a 10 km²**

Para estas será empregada a fórmula do “Método Racional”, que exprime a vazão através da expressão:

$$Q = \frac{CIA}{3,6}$$

onde:

Q = Vazão (m³/s);

C = Coeficiente de deflúvio ou de run-off conforme anteriormente citada;

I = Intensidade de precipitação (mm/h) conforme equações já apresentadas;

A = Área da bacia (km²).

- **Bacias com áreas superiores a 10 km² e inferiores a 2500 km²**

Foi adotado o Método do Hidrograma Unitário Triangular Sintético (HUT) associado a equação de Convolução para produzir o hidrograma final de projeto. Este modelo matemático é recomendado pelo “SCS - Soil Conservation Service” (1957), para determinar vazão hidrológicas através de dados de chuva.

O escoamento superficial direto (hidrograma de projeto) é definido com a utilização do método extraído em sua maior parte da publicação “Hydrology Guide for Use Watershed Planning”, publicado pelo “SCS - Soil Conservation Service”, com o emprego de coeficientes baseados em dados e observações relativas às bacias hidrográficas norte-americanas.

Conforme análise in loco e informações geotécnicas foi adotado para o “Número da Curva” o valor igual a 67.

3.1.4.5. Amortecimento da Vazão de projeto do Riacho Capim Grosso

Este tópico tem como principal objetivo à redução da extensão da ponte do riacho Capim Grosso devido ao amortecimento da vazão de projeto gerada pela ocorrência do reservatório constituído pela barragem Tamboril.

Para a simulação da propagação da vazão de saída do reservatório e o volume útil do mesmo foi utilizado o método de Pulz que consiste na utilização de equação discretizada da continuidade e a relação entre o armazenamento e a vazão de saída do reservatório.

A bacia hidrográfica do riacho Capim Grosso foi dividida em duas sub-bacias, uma a montante da barragem e outra sub-bacia a jusante da barragem. A vazão de projeto da sub-bacia a montante da barragem (57B-conforme mosaico das bacias hidrográficas) sofre o efeito do amortecimento da vazão de projeto. A vazão de projeto desta bacia desprezando o reservatório seria de 552,58m³/s, porém considerando o reservatório foi obtido 408,78m³/s. A vazão total de projeto é igual à vazão de projeto com amortecimento mais a vazão de projeto da bacia 57A que está a jusante da barragem Tamboril (408,78+151,38=560,16m³/s).

3.1.4.6. Tempos de Recorrência

Os tempos de recorrência adotados neste estudo seguem o Termo Referência e estão apresentados a seguir.

Espécie	Tempo de Recorrência (Anos)
Drenagem superficial	25
Bueiro tubular e celular	50 (como canal)
	100 (como orifício)
Pontilhão e ponte	100

3.1.4.7. Resultados Obtidos

Todas as bacias hidrográficas que geraram obras de arte especiais e correntes, ou seja, pontes ferroviárias e bueiros, foram estudadas. O quadro de dimensionamento dos bueiros está apresentado a seguir.

INSERIR QUADRO DE DIMENSIONAMENTO DOS BUEIROS

5 FOLHAS

PG. 22, 23, 24, 25, 26

3.2. ESTUDOS GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS

3.2. ESTUDOS GEOLÓGICOS – GEOTÉCNICOS

3.2.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

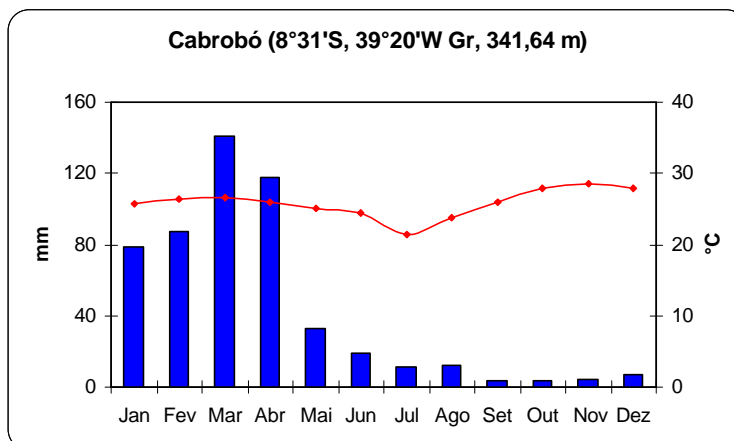
3.2.1.1 CLIMA

O clima que predomina na área do empreendimento é o semi-árido. Este tipo climático se caracteriza pelo longo período de estiagem e pelas elevadas temperaturas, permanecendo quase todo o ano sob a ação do anticiclone do Atlântico Sul, responsável pelo tempo estável. Durante os meses do verão, outro sistema de circulação atmosférica atinge a área, Convergência Intertropical (CIT), podendo ocasionar chuvas de verão, geralmente torrenciais e podem desencadear processos erosivos no solo.

A temperatura média anual na região é de 25,8 °C. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de outubro a dezembro, chegando a atingir a média de 28,5°C. O mês mais frio é julho, quando a temperatura média atinge 21,4°C. Outra característica importante nesta região é a insolação. Na região onde está inserida a área do empreendimento, a radiação solar incide a 90° duas vezes durante o ano, resultando num aporte de energia bastante intenso. As horas de insolação total atingem 2788,4 horas/ano.

As precipitações na área do empreendimento são muito escassas. O volume médio anual de precipitação é de 517,4 mm, caracterizando de forma significativa a aridez da região. A evaporação total é de 3547,2 mm/ano e a umidade relativa do ar (média anual) é baixa, apenas 59,4 %. O contraste entre a precipitação (517,4 mm) e a evaporação (3547,2 mm) indica o grande déficit hídrico que ocorre na região.

O período do ano de maior precipitação ocorre nos meses de março e abril, quando o domínio das massas de ar provenientes do Atlântico é mais intenso. O período de estiagem vai de maio a dezembro, quando os volumes mensais médios de precipitação são inferiores a 60 mm. O comportamento descrito pode ser visualizado no diagrama termopluiométrico (apresentado a seguir) feito a partir dos dados da estação meteorológica de Cabrobó, de responsabilidade do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).



3.2.1.2 VEGETAÇÃO

Dentre os aspectos da paisagem na área do empreendimento destaca-se a cobertura vegetal. Na área do empreendimento a cobertura vegetal é de Estepe (Caatinga), com três situações distintas identificadas, ocorrendo também uma área de Contato Savana-Floresta Estacional:

- Estepe Arbórea Densa;
- Estepe Arbórea Aberta;
- Estepe – Agricultura;
- Contato Savana-Floresta Estacional.

3.2.1.3 GEOMORFOLOGIA

Geomorfologicamente a área do empreendimento está situada na unidade chamada de Depressão Sertaneja. A Depressão Sertaneja bordejada pela Chapada do Araripe, situada ao norte da área, onde as altitudes atingem de 800 a 900 m. Regionalmente as declividades são baixas, sendo que ocorrem declividades altas na borda da Chapada do Araripe (transição para a Depressão Sertaneja), bem como nas vertentes dos morros e cerros cristalinos.

O gradiente altimétrico ao longo do trecho ferroviário varia de aproximadamente 700, em Araripira, decrescendo até chegar aos 300 m, em Parnamirim.

3.2.2 CARACTERIZAÇÃO DA GEOLOGIA LOCAL

Na área do empreendimento ocorrem formações litológicas diversificadas. Ocorrem na região rochas metamórficas e ígneas da Província Borborema, e sedimentos inconsolidados do Cenozóico, ocorrendo a presença de cascalhos, arenitos, anfíbolitos, siltitos, gnaisses, granitos, migmatitos e laterita. As características litológicas da área, associadas ao domínio climático do semi-árido, configuram uma pedologia bastante susceptível a erosão.

As superfícies pediplanadas com fraco aprofundamento da drenagem e um índice de dissecação elevado dão à área do empreendimento uma característica de solos susceptíveis à erosão.

3.2.3 ASPETOS GEOLÓGICOS DO TRECHO

As características litológicas do trecho são diversificadas, consequência da complexa formação Geológica da região. O trecho, a partir de Araripina, percorre uma área de rochas graníticas do Neoproterozóico, com granitóides de quimismo indiscriminado. Próximo a Trindade, o trecho percorre uma área de sedimentos inconsolidados do Cenozóico, com a presença de areia, argila, cascalho e laterita. Esta área de sedimentos inconsolidados é intercalada por duas Suítes Intrusivas (granitos) do Neoproterozóico. Após os afloramentos de granitos, onde os relevos são mais aguçados, o trecho percorre uma área de metamorfismos do Neoproterozóico e do Paleoproterozóico com a presença de gnaisses e metaconglomerados. As litologias presentes na área do empreendimento podem ser visualizadas no mapa de geologia apresentado a seguir.

INSERIR MAPA DE GEOLÓGICO

1 FOLHA

PG. 31

3.2.5 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os Estudos Geotécnicos foram realizados em observância a IS-206 do DNIT e particularidades expressas no Termo de Referência do Edital de Concorrência.

3.2.5.1. ESTUDOS DO SUBLEITO

Definido o greide de terraplenagem, foi elaborado um plano de sondagem do subleito. Nas áreas de corte e aterros com altura inferior a um metro, programou-se a execução de sondagem manual (pá, picareta ou trado), com espaçamento em torno de 100,00 m, com profundidade prevista até 1,50 m abaixo do greide de terraplenagem. Para cada horizonte de solo, em todas as sondagens, foram coletadas amostras para a realização de ensaios de caracterização (granulometria, LL e LP) e, em sondagens alternadas amostras maiores para a realização de ensaios de compactação e CBR. Nestes locais realizaram-se também ensaios de densidade “in situ”. Para horizontes homogêneos profundos, coletou-se uma amostra a cada 2,00 m de profundidade.

A ocorrência de rocha está representada no perfil altimétrico do projeto geométrico.

As amostras coletadas e etiquetadas foram transportadas para o laboratório da empresa, onde foram processados os ensaios previstos.

Por importante, salienta-se a inexistência de ocorrência de solos compressíveis e instáveis ao longo de todo o traçado.

No Volume 3B – Estudos Geotécnicos apresenta-se a planilha resumo dos resultados dos ensaios.

3.2.5.2. ESTUDO DE JAZIDAS

No intuito de minimizar os custos da infra-estrutura ferroviária, pesquisou-se a ocorrência de materiais com características “in natura” adequados para a utilização como sub-lastro.

Constatou-se a ocorrência de apenas dois tipos de materiais com a aptidão pretendida:

Programou-se o estudo de dezenove jazidas para sub-lastro.

As sondagens foram posicionadas nos vértices de uma malha com 30,00 a 60,00 m de lado.

De cada sondagem, foram coletadas amostras para a realização dos seguintes ensaios :

- Granulometria por peneiramento;
- Limite de liquidez;
- Equivalente de areia em furos alternados;

Em furos alternados foram realizados ensaios de densidade “in situ”, ensaios de compactação e Índice de Suporte Califórnia.

As jazidas foram utilizadas, além do sub-lastro, para substituição de solos inadequados, revestimento primário das estradas laterais, base e sub-base das rodovias PE-555 e BR-122 e empréstimo para a terraplenagem da ferrovia. Apresenta-se na seqüência quadro com as áreas, volumes disponíveis e utilizados das 19 jazidas.

**FERROVIA TRANSNORDESTINA
ESTUDOS GEOTÉCNICOS - JAZIDAS**

Designação	Est. CM	Distância Monta (km)	Lado	Área (m²)	Volume Disponível (m³)	Volume utilizado (m³)					Espessura média utilizada (m)	
						Sublastro	Substituição de Solos Inadequados	Revest. Primário (estradas lat.)	Base e sub-base da BR-122 e PE-555	Terrepleno da Ferrovia		Total
Jazida 01	69+10	0,0	Esq./Dir.	31.500	28.350	8.488	70	250	2.418	16.172	27.398	0,87
Jazida 02	622+10	0,0	Esq./Dir.	21.600	35.640	12.594		4.641			17.235	0,80
Jazida 03	1416+10	0,0	Esq./Dir.	21.600	61.560			1.851			1.851	0,09
Jazida 04	1936+10	0,0	Esq./Dir.	21.600	21.600			3.694			3.694	0,17
Jazida 05	2474+5	0,0	Esq./Dir.	29.725	107.902			5.892		100.000	105.892	3,56
Jazida 06 (Lixão)	2910+10	0,0	Esq./Dir.	25.626	102.504					99.313	99.313	3,88
Jazida 07	3380+15	0,0	Esq./Dir.	28.000	54.880					52.500	52.500	1,88
Jazida 08	3762+10	0,0	Esq./Dir.	26.325	105.300					100.000	100.000	3,80
Jazida 09	4071+0	0,0	Esq./Dir.	21.600	86.400		1.043	825			1.868	0,09
Jazida 10	4689+10	0,0	Esq./Dir.	21.600	86.400		5.339	4.821			10.160	0,47
Jazida 11 - Lagoa do Espírito Santo (Trindade)	4501+02,00	6,4	Dir.	60.000	74.400	17.188					17.188	0,29
Jazida 12 - Barra de São Pedro	4078+08,37	5,4	Esq.	40.000	32.000	12.700		1.403			14.103	0,35
	4309+09,83	5,7	Esq.									
Jazida 13 - Lagoa Comprida	3375+03,65	8,2	Esq.	50.000	59.500	12.102				31.864	43.966	0,88
	3757+05,85	2,5	Esq.									
Jazida 14 - Saco do Minador (Corredor)	3565+16,27	3,2	Esq.	40.000	40.000			471			471	0,01
	3757+05,85	3,0	Esq.									
Jazida 15 - Sítio do Papagaio	3375+03,65	0,1	Esq.	32.000	40.000			1.784		28.015	29.799	0,93
Jazida 16 - São Bento	3075+01,47	1,9	Dir.	30.000	18.600	12.395		1.612			14.007	0,47
Jazida 17 - Patos (Estrada da Extrema)	2786+14,60	2,0	Esq.	60.025	51.021	18.920		3.220	2.368	25.000	49.508	0,82
Jazida 18 - (BR-316 km 99+500)	1931+11,92	1,9	Dir.	40.000	37.200	14.667					14.667	0,37
Jazida 19 - Prop. Ivan Lino Leão	1602+19,84	0,5	Dir.	40.000	33.600	10.230		479			10.709	0,27
TOTAL				641.201	1.076.857	119.284	6.452	30.942	4.786	452.864	614.328	

3.2.5.3. ESTUDO DE PEDREIRA

No início do trecho ferroviário, junto ao km 2,0 ocorre um extenso afloramento de rocha granítica pouco fraturada, com características adequadas para o fornecimento de agregado britado para o lastro e, concreto de cimento Portland para obras-de-arte correntes e especiais e ainda para dormentes ferroviários.

A energia elétrica e fonte de água (adutora do Sertão) distam cerca de 2,0 km da ocorrência.

Tendo em conta as características geotécnicas e posicionamento estratégico da ocorrência, a mesma está sendo indicada para a utilização nas obras da ferrovia.

Executaram-se seis furos de sondagem rotativa, com coleta de amostras para a realização de ensaios de abrasão Los Angeles e Durabilidade.

O mapa de localização e as planilhas de ensaio estão sendo apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

3.2.5.4. ESTUDO DE AREAIS

A areia utilizada em construção civil em Parnamirim e Ouricuri, são coletadas nos leitos dos rios e riachos próximos, sem qualquer processamento de beneficiamento. As principais fontes situam-se em Bodocó e na localidade de Jacaré.

Localizou-se uma ocorrência de areia branca e limpa a margem da BR-316, próximo ao km 130,00 em confrontação ao km 10,00 do eixo ferroviário.

O mapa de localização destas jazidas e as planilhas resumo dos ensaios estão apresentadas no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

Para esta ocorrência programou-se uma campanha de sondagem e ensaios (granulometria, teor de matéria orgânica e equivalente de areia).

3.2.5.5. ESTUDO DE OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS

Foram realizadas sondagens mistas (percussão e rotativa), nos locais dos pilares, até atingir camada resistente, no caso de ocorrência

de rocha as sondagens rotativas abrangerão, no mínimo, seis metros na rocha.

Foram feitas as sondagens dos viadutos rodoviários sobre a BR-122 e da PE-555, bem como as sondagens das pontes sobre o riacho da Favela, riacho da Garça, riacho da Volta e riacho do Capim Grosso, cujos boletins de sondagem estão apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

3.3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os trabalhos dos Estudos Topográficos foram baseados no Termo de Referência e na instrução de serviço do DNIT IS-205 – Estudos Topográficos para Projeto Executivos de Engenharia.

3.3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os levantamentos topográficos tiveram início após a definição de uma diretriz básica do segmento entre Parnamirim e Araripina, integrante da ferrovia Transnordestina.

Os levantamentos topográficos realizados constituem-se das seguintes etapas:

- Apoio básico feito através de GPS geodésicos;
- Poligonais Eletrônicas feitas com estação total de precisão angular de 3 segundos;
- Locação do eixo do projeto de 20 m em 20 m com estação total;
- Nivelamento e Contranivelamento do eixo locado;
- Seções transversais com um mínimo de 30 m para cada lado do eixo locado;
- Cadastro dos rios, riachos, córregos, das propriedades, lagoas e demais acidentes geográficos; e
- Amarrações dos pontos notáveis.

3.3.2 IMPLANTAÇÃO DE PONTOS DE REFERÊNCIA

3.3.2.1. Marcos Geodésicos

Antes mesmo da implantação dos marcos geodésicos, foi feito um reconhecimento do terreno, baseado na diretriz básica definida, com a utilização de um aparelho GPS de navegação, cadastrando todos os caminhos existentes que cruzam a linha ou que são paralelos as mesmas.

Numa segunda etapa foram implantados pares de marcos de concreto com 15 cm de diâmetro e 45 cm de altura, revestidos com PVC, com um pino central de aço e uma chapa de alumínio com a descrição do

mesmo. Estes marcos localizam-se em pontos estratégicos, tendo distância entre si nunca inferior a 500 m e na sua maioria próximo a 1000 m. Os pares de marcos foram implantados entre 5 e 10 km servindo de apoio as poligonais eletrônicas.

Os marcos dos pares que serviram de estação e azimute foram colocados o mais longe possível um do outro para uma maior precisão dos azimutes de partidas e chegadas, conseqüentemente melhorando a precisão das poligonais eletrônicas.

3.3.2.2. Transporte de Coordenadas Geodésicas

Antes mesmo da implantação dos marcos da poligonal geodésica de apoio, procurou-se o IBGE na cidade de Ouricuri/PE, onde se localizou os seguintes marcos de 1ª ordem, implantados no município e descritos no livro **“Pontos Geodésicos de Apoio Fundamental Estado de Pernambuco”**.

Nesta publicação, encontra-se o tópico *Vértices de Triangulação do Estado de Pernambuco*, implantado em 1963, com as coordenadas no sistema UTM, Zona 24, entre 42° W e 36° W, com Datum Horizontal SAD 69, Meridiano Central 39°W, da onde se extraiu os dados a seguir :

Marco	Coordenadas (UTM)		Cota (m)
	Norte (N)	Leste (E)	
Ouricuri	9.131.602,471	382.181,736	596,17
Serra Comprida	9.142.553,341	407.537,893	743,91
Badaboã	9.125.344,781	415.985,840	534,03
Lopes	9.112.288,103	394.074,877	616,28
Alto Grande	9.121.234,719	363.391,327	649,60
Inveja	9.098.929,428	369.042,118	761,56
Piqui	9.152.221,356	396.374,159	840,64

Em consulta ao IBGE na cidade de Salvador, fomos informados que na cidade de Crato, no Ceará, havia um marco homologado pelo IBGE, que está sendo rastreado 24 horas. Estas informações encontram-se disponíveis na internet. Como a distancia mais próxima de nossos marcos da poligonal básica em relação ao marco anteriormente citado encontra-se a 109 km, optamos por transportar estas coordenadas com um GPS de dupla frequência (o aparelho utilizado foi um Topcon HIPER GGD). Executou-se um rastreamento de 8 horas contínuas. Estes dados foram transportados para o marco CRS 14 da poligonal básica (implantado às margens da BR 122, a 10 km da cidade de Ouricuri).

O marco CRAT-RBMC na cidade de Crato/CE possui as seguintes dados:

- Coordenada UTM (N = 9.199.959,79 E = 454.158,78); e
- Cota = 446,57 m.

Para o transporte de coordenadas do marco CRS 14 para os demais marcos implantados para o apoio básico, utilizou-se um par de GPS Trimble de simples frequência. O rastreamento foi feito com distâncias máximas de 10 km e com tempo de rastreamento superior à uma hora por marco. O rastreamento foi realizado entre às 06:00 e 20:00 horas.

Para servir de base de todos os levantamentos executados, foram executadas duas poligonais geodésicas.

A primeira rastreou 15 pontos no modo estático, denominados de CRS 01, CRS 02, CRS 03, CRS 04, CRS 05, CRS 06, CRS 07, CRS 08, CRS 09, CRS 10, CRS 11, CRS 12, CRS 13, CRS 21 e CRS 22. Estes marcos são intervisíveis da seguinte maneira: o CRS 01 com o CRS 02 e CRS 22, o CRS 03 com o CRS 04, o CRS 05 com o CRS 06, o CRS 07 com o CRS 08, o CRS 09 com o CRS 10, o CRS 11 com o CRS 12, o CRS 13 com o CRS 14 e CRS 21.

A segunda poligonal geodésica rastreou 14 pontos no modo estático, denominados de CRS 15, CRS 16, CRS 17, CRS 18, CRS 19, CRS 20, CRS 21, CRS 22, CRS 23, CRS 24, CRS 25, CRS 26, CRS 27, CRS 28. Estes marcos são intervisíveis da seguinte maneira: o CRS 15 com o CRS 16, o CRS 17 com o CRS 18, o CRS 19 com o CRS 20, o CRS 23 com o CRS 24, o CRS 25 com o CRS 26, o CRS 27 com o CRS 28.

RELAÇÃO DAS COORDENADAS DOS MARCOS GEODESICOS

MARCO	COORDENADAS UTM		COTA (m)
	NORTE	LESTE	
CRS 01	9.104.368,588	430.763,118	405,028
CRS 02	9.103.715,398	430.082,970	398,969
CRS 03	9.109.195,956	424.516,503	421,850
CRS 04	9.109.231,799	425.066,365	428,971
CRS 05	9.113.292,363	414.606,547	418,239
CRS 06	9.113.830,808	415.005,408	407,697
CRS 07	9.117.789,745	406.203,353	422,445
CRS 08	9.116.850,294	406.372,487	434,912
CRS 09	9.120.920,467	396738,860	440,162
CRS 10	9.121.255,113	397451,666	441,668
CRS 11	9.122.869,154	386.362,994	432,279
CRS 12	9.123.506,374	386.682,725	440,783
CRS 13	9.123.136,753	377.744,327	450,877

MARCO	COORDENADAS UTM		COTA (m)
	NORTE	LESTE	
CRS 14	9.122.261,921	377.281,660	448,051
CRS 15	9.126.168,665	365.267,510	475,944
CRS 16	9.125.806,527	365.494,198	483,981
CRS 17	9.132.558,803	356.539,155	488,683
CRS 18	9.133.168,559	356.358,871	497,302
CRS 19	9.139.336,759	354.985,734	510,705
CRS 20	9.139.332,350	354.480,620	511,149
CRS 21	9.123.419,947	377.875,817	450,798
CRS 22	9.103.797,940	430.010,590	393,847
CRS 23	9.147.372,008	351.769,081	524,383
CRS 24	9.147.952,872	351.907,033	530,221
CRS 25	9.151.389,723	345.360,174	590,087
CRS 26	9.151.609,417	345.910,332	578,729
CRS 27	9.154.462,115	341.443,234	603,563
CRS 28	9.154.476,520	340.907,718	612,094

Obs. As cotas acima são cotas em função do elipsóide. As cotas geométricas foram obtidas por nivelamento geométrico.

3.3.2.3. Descrição dos Pontos

Todos os marcos implantados para o apoio básico, com coordenadas UTM, foram executados em concreto, com 15 cm de diâmetro e revestidos com PVC. Possuem pino de aço no centro e a identificação em baixo relevo no próprio concreto. Estes marcos serviram de apoio para todos os demais serviços.

Para facilitar o acesso aos marcos, todos os pares de marcos foram implantados ao longo de uma estrada vicinal.

3.3.3. LOCAÇÃO DOS PONTOS

Com a utilização de GPS de navegação, foram cadastradas todas as estradas existentes ao longo da linha de projeto da ferrovia e, a partir desses dados foi que se definiram as melhores posições para a locação dos marcos, seguindo-se os critérios a seguir:

- Estar próximo a uma estrada;
- Estar próximo à linha prevista para o eixo da ferrovia;
- Estar em lugar seguro; e

- Ter uma distância de intervisibilidade grande entre os pares de marcos (para minimizar possíveis erros azimutais nas partidas e chegadas das poligonais eletrônicas apoiadas nestes marcos).

A partir dos marcos de apoio, foram executadas Poligonais Eletrônicas, no eixo de projeto da Ferrovia Transnordestina. Para a execução deste trabalho, que se desenvolve no meio da caatinga do sertão Pernambucano, foi necessária a abertura de uma picada com 2,50 m de largura em praticamente toda a extensão do projeto.

Inicialmente foram implantadas e medidas todas as tangentes previstas na diretriz do projeto. Após o cálculo geodésico dessas poligonais com a definição das coordenadas das interseções das tangentes é que foram calculadas as coordenadas de cada estaca, tanto nas tangentes como nas curvas. Todas as coordenadas assim calculadas estão referenciadas no sistema UTM, para que haja uma perfeita superposição dos trabalhos de topografia com os trabalhos de levantamentos aerofotogramétricos.

Para a definição do eixo da ferrovia foram implantados em campo, dez poligonais eletrônicas com precisão angular inferior a 20" x vn, onde n é o número de vértices. Neste levantamento, obteve-se precisão linear superior a 1:10.000.

Relação das poligonais executadas:

Poligonal	Marco de inicio		Marco final	
	Estação	Ré	Estação	Vante
Poligonal Básica 01	CRS 13	CRS 14	CRS 12	CRS 11
Poligonal Básica 02	CRS 01	CRS 02	CRS 03	CRS 04
Poligonal Básica 03	CRS 20	CRS 19	CRS 23	CRS 24
Poligonal Básica 04	CRS 07	CRS 08	CRS 09	CRS 10
Poligonal Básica 05	CRS 07	CRS 08	CRS 05	CRS 06
Poligonal Básica 06	CRS 09	CRS 10	CRS 12	CRS 11
Poligonal Básica 07	CRS 05	CRS 06	CRS 03	CRS 04
Poligonal Básica 08	CRS 20	CRS 19	CRS 18	CRS 17
Poligonal Básica 09	CRS 18	CRS 17	CRS 15	CRS 16
Poligonal Básica 10	EE 532	CRS 15	EE 682	EE 683

3.3.3.1 Nivelamento dos Pontos

Para o nivelamento dos marcos geodésicos e para todo o levantamento altimétrico, partiu-se do RN do IBGE implantado na PE-555 distante 2,2km da estaca 50 no sentido de Petrolina. Além do

contranivelamento altimétrico ainda conferimos os pontos nivelados com RN's do IBGE, implantados ao longo da BR-316 e da PE 555.

Estes marcos de concreto implantados na década de 60 encontram-se na sua maioria destruída, porém, em muitos casos ainda é possível se encontrar os marcos de segurança que foram implantados sob os marcos principais.

As cotas destes marcos, fornecidas pelo IBGE, foram transferidas para os marcos de apoio e para os marcos trigonométricos. Para estes transportes destas cotas geométricas utilizaram-se níveis óticos modelo NA02 da Wild.

3.3.4 MARCOS TRIGONOMÉTRICOS

Após a definição das coordenadas dos vértices do eixo da ferrovia e dos raios das curvas horizontais previstas e com apoio nas coordenadas dos marcos do apoio básico, foi dado o início à abertura de picadas para a implantação da linha de eixo do projeto.

Para a demarcação desta linha, de uma maneira segura, foram implantados marcos de concreto em todos os vértices utilizados como estação na abertura das picadas, com intervisibilidade entre eles e com distância nunca superior a 500 m.

3.3.4.1. Descrição dos Pontos

Estes marcos trigonométricos foram executados em concreto, revestidos com PVC, com 10 cm de diâmetro e 45 cm de altura. Possuem chapa de alumínio de identificação e pino de aço no centro. Foram implantados ao longo do eixo da linha, 312 marcos de vértices (apenas para mudança do aparelho), todos tendo visibilidade com o anterior e posterior.

3.3.4.2. Locação dos Pontos

Estes marcos trigonométricos, numa densidade de mais de três por km, cuja localização e cota estão descritos no Volume 3 – Memória Justificativa, materializam o eixo de toda a ferrovia, por serem construídos em concreto e de estarem dentro de mata fechada (caatinga) e em região pouco habitada, cria uma situação favorável a não destruição dos mesmos.

3.3.4.3. Nivelamento dos Pontos

Estes marcos trigonométricos foram todos nivelados e contranivelados no mesmo tempo em que foram nivelados os piquetes da locação, sempre partindo e fechando os nivelamentos em marcos de RN's do IBGE, transferindo-se as cotas através de nivelamento geométrico.

3.3.5 LINHA GERAL

3.3.5.1. Locação e Amarração do Eixo

Após a execução das poligonais eletrônicas, que tiveram como estação os marcos trigonométricos, foram calculadas e compensadas com a utilização do software TOPOGRAPH. Este forneceu como resultado, coordenadas UTM, com Datum SAD 69 e cotas trigonométricas transportadas via estação total.

Após o cálculo das poligonais e com as coordenadas UTM de cada vértice, foram definidas as coordenadas de cada estaca e de cada marco (vértice), através do software Topograph. Estes dados foram transferidos automaticamente às estações totais, para a locação em campo dos pontos (estaqueamento). Esta locação foi feita com eqüidistância de 20 m. Onde existem pontos relevantes, foram locados pontos intermediários.

As curvas também foram locadas com estação total, a partir de marcos trigonométricos de coordenadas UTM.

O eixo locado pela densidade de marcos de concreto implantados ficou muito bem amarrado, sendo possível a reconstituição da linha a qualquer tempo. Também foram implantados marcos de concreto nos pontos notáveis das curvas locadas, ou seja, no início (PC) e fim (PT). Cada ponto destes foi amarrado em V com quatro marcos de concreto.

3.3.5.2. Nivelamento e Contra – Nivelamento do Eixo

A partir de marcos do IBGE que se encontram ao longo da BR 316 e PE 555, com cotas geométricas, foram transportadas cotas para a linha estaqueada (eixo do projeto). A partir dessas cotas, foram nivelados e contra-nivelados todos os piquetes implantados no eixo do projeto da ferrovia Transnordestina.

Ao longo da rodovia estadual PE-555 e da rodovia federal BR-316, existem marcos de concreto do IBGE com referencias de níveis.

O primeiro ponto do IBGE utilizado foi o marco **344 H**, localizado na rodovia Petrolina – Parnamirim, nivelado em 1957. Este possui uma chapa de ferro fundido cravada no lado direito da ponte sobre o Riacho dos Veados, com cota de 386,5102. Esta antiga ponte está localizada a 2.200 m do marco inicial de nossos trabalhos. A partir destas cotas, geometricamente foram transportadas cotas para os marcos de GPS geodésico, que se encontram próximos a estaca inicial.

O segundo ponto do IBGE utilizado foi o marco **511 P**, localizado ao longo da rodovia Parnamirim – Ouricuri localizado à 33 m da margem direita, 140 m aquém da ponte sobre o Rio Estaca e, 220 m além do entroncamento para Bodoco. Este marco possui cota de 409,3294. Deste marco transportaram-se cota para os GPS CRS 05 e CRS 06, passando por dentro da Vila de Quixába.

O terceiro ponto do IBGE utilizado foi o marco **512 A**. Possui chapa cravada no lado esquerdo da porta principal da Igreja Matriz de Ouricuri, com cota de 451,4053. Deste marco transportaram-se cota para os GPS CRS 21, CRS 13 e CRS 14, passando com o nivelamento por dentro da cidade de Ouricuri seguindo pela BR-222.

O quarto ponto do IBGE utilizado foi o marco **510 L**, localizado a 24 m da margem direita da Rodovia BR-316, na confrontação da casa do Sr. Nelson Lopes da Silva, 6,4 km aquém da Capela da localidade de Espírito Santo, com cota de 517,8514.

3.3.5.3. Levantamento de Seções Transversais

Foram levantadas Seções Transversais em cada estaca do eixo locado, com extensão de 30,00 m para cada lado do eixo. Nos locais planos sem nenhuma ondulação foram levantados dois pontos para cada lado do eixo e, onde o terreno apresenta ondulações ou talvegues foi levantado um maior número de pontos.

Para a execução destes trabalhos utilizaram-se três tipos de aparelhos. Um nível ótico com precisão de 0,70mm/km, um nível ótico com precisão de 2,00 mm/km e uma estação total com precisão angular de 5 segundos.

No caso do nivelamento com nível ótico, o mesmo foi executado instalando-se o aparelho na seção a ser nivelada. Fez-se uma visada à ré no eixo da seção anterior. Desta maneira foi possível a verificação de todas as diferenças de níveis entre as seções.

No caso da utilização de estação total, instalava-se um prisma sobre o piquete de uma estaca conhecida a ré e, este prisma ficava

ali instalado, servindo de ré até onde havia visibilidade, enquanto que a estação total era instalada sobre o piquete do eixo da seção transversal a ser levantada.

Para processar estes dados, quando se utilizou nível ótico, todas as seções foram digitadas no *modulo seções* do software Topograph. No caso do levantamento com estação total, todos os dias eram descarregados as estações totais em um computador, diretamente no software Topograph, no *modulo coletor de dados*, onde era criado um arquivo com o nome do segmento levantado no dia.

Para um melhor controle dos arquivos armazenados, foi criada uma planilha em Excel para controle do conteúdo de cada arquivo, com as estacas de inicio e fim, que serviu alem de organizar evitar a duplicidade de levantamentos.

3.3.5.4. Levantamento Cadastral da Faixa de Domínio

Estes trabalhos foram executados por duas equipes distintas, a primeira equipe foi a de locação de eixo, que teve a responsabilidade de levantar todas as cercas existentes ao longo do traçado.

Uma segunda equipe utilizando uma estação total percorreu toda a linha locada do inicio ao fim, cadastrando tudo que era pertinente, principalmente os talwegues de riachos, a calha dos rios, as casas existentes dentro e próximas à faixa de domínio, postes, estradas, caminhos, rochas aflorando, banhados, açudes, etc.

3.3.6. LEVANTAMENTOS DE ÁREAS ESPECIAIS

3.3.6.1. Triangulo de Reversão Inicio do Trecho

Para o levantamento do Triangulo de Reversão, dispositivo de manobras dos trens previsto no encontro do Lote 2 com o Lote 3, foi feito uma poligonal com estação total, partindo do marco EE 001 localizado na estaca 50 com ponto azimutal no marco EE 002. A partir do ponto de inicio foi feito uma poligonal aberta de 140,00 m em 140,00 m, seguindo o projeto das curvas, conforme planta a seguir.

Após a implantação desta poligonal, a mesma foi estaqueada com equidistância de 20,00 m.

Após a execução do estaqueamento, este eixo foi nivelado e contra-nivelado, ao mesmo tempo em que a equipe de levantamento de

seções transversais fazia o nivelamento das transversais em cada piquete com uma extensão de 30,00 m para cada lado do eixo.

3.3.6.2. Pátios de Cruzamento

Para o projeto destes pátios e por se encontrarem ao longo do eixo de projeto o alargamento das seções transversais foi suficiente para abrangerem esta área, dando subsídios suficientes para a execução dos projetos.

3.3.6.3. Pêra Ferroviária Trindade

A Pêra Ferroviária foi levantada topograficamente no final deste trecho da ferrovia. Por se tratar de um dispositivo que permitirá a manobra dos trens, bem como o retorno dos mesmos sem manobras, uma ampla área foi cadastrada. Esta se localiza da estaca 4.709 a estaca 4.922, havendo uma curva com raio de 180,00m no final do trecho para permitir o retorno dos comboios ferroviários. Além do estaqueamento de 20,00 m em 20,00 m, foram executadas seções transversais com extensão de 30,00 m para cada lado do eixo, além do cadastro das benfeitorias atingidas.

3.3.6.4. Interseções com Rodovias

Ao longo de todo eixo locado foram levantadas todas as interseções com as rodovias, caminhos e estradas vicinais, para permitir que sejam executados os projetos de interseções, com barreiras no caso de passagens em níveis ou viadutos no caso de rodovias.

Nas rodovias da PE-555 e BR-122 foram levantados no mínimo 350,00 m para cada lado do eixo da ferrovia e numa faixa mínima de 30,00 m para cada lado da rodovia. Com estes elementos foi possível estudar a concordância da rodovia sobre a ferrovia obedecendo às normas quanto à velocidade diretriz da rodovia.

3.3.6.5. Pontes

Em todos os locais previstos para execução de pontes, foram feitos levantamentos topográficos com batimetria. Foram levantadas varias seções transversais da calha do rio, no mínimo 100,00 m a montante ou a jusante do eixo da ferrovia. Nestas seções foi pego o nível atual do

nível d'água, o nível e o ano da enchente máxima, além das características de solo, vegetação, tipo de talvegue, etc.

3.3.6.6. Bueiros

Para o dimensionamento das obras-de-arte correntes, foram feitos levantamentos topográficos com estação total de todos os talvegues existentes ao longo do eixo de projeto da ferrovia. Partindo de marcos de coordenadas conhecidas ou de piquetes cotados, foram criados pontos auxiliares de apoio, que permitiram o levantamento das seções transversais da calha do talvegue. Desta maneira coletaram-se dados suficientes para o dimensionamento dos bueiros.

3.3.7 LEVANTAMENTOS DAS OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO

3.3.7.1 Jazidas para Terraplenagem Complementar

Ao longo e próximo do eixo da ferrovia foram executados furos de sondagens, numa malha de furos espaçados de 30,00 m em 30,00 m, em locais que o solo era de boas características. Estas jazidas foram levantadas topograficamente plani- altimetricamente, para se poder além de localizá-las, avaliar seu volume disponível. Nove jazidas foram estudadas ao longo da ferrovia. Também foram niveladas todas as bocas dos furos de sondagens.

3.3.7.2. Jazidas e Material Pétreo para a Superestrutura

Para a execução da Superestrutura foi definida a pedreira que se encontra no eixo do projeto da ferrovia entre as estacas 141 e 153. Pela sua posição estratégica, próxima ao início dos trabalhos, esta pedreira servirá tanto para o fornecimento de pedra britada para a execução dos dormentes, como para lastro da base da ferrovia. Foram locados nove furos de sondagens. Também se realizou um levantamento planialtimétrico numa área de 188m x 234m. Este levantamento foi executado com estação total, apoiado nos marcos trigonométricos que se encontram dentro da área levantada.

4. PROJETOS

4.1. PROJETO GEOMÉTRICO

4.1. PROJETO GEOMÉTRICO

4.1.1 INTRODUÇÃO

O Projeto Geométrico aqui apresentado foi elaborado em observância aos Termos de Referência (Anexo II) apenso ao Edital de Concorrência Pública nº 001/2005 de 08 de abril de 2005, nos dispostos no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (1999), na IS-207 Instrução de Serviço para Estudos Preliminares para Rodovias (Estudo de Traçado), na IS-208 Instrução de Serviço para Projeto Geométrico, nas normas pertinentes da ABNT e da AREMA.

Além das referências acima citadas, para o detalhamento das soluções propostas, foram consideradas proposições contidas no Projeto Básico e decisões tomadas em conjunto com a fiscalização do projeto quando das discussões técnicas havidas.

Para a elaboração do presente projeto, foram obtidas no USGS – United State Geological Survey imagens de satélite que possibilitaram, mediante utilização do software Arq View, a vetorização das curvas de nível. A base cartográfica foi gerada na escala 1:20.000 com isótacas de 10/10 m.

Com base no projeto desenvolvido, o traçado se desenvolve com um rumo aproximado SO.

Foram previstos ao longo da ferrovia um triangulo de reversão (início do traçado), uma pêra ferroviária de reversão (final do traçado), dois pátios de cruzamento com superestrutura completa e dois pátios de cruzamento para expansão futura.

4.1.2 INFORMAÇÕES BÁSICAS

Para a elaboração do projeto geométrico foram utilizados os seguintes subsídios:

- Dados e estudos realizados durante a fase de elaboração do Projeto Básico;
- Estudos Topográficos;
- Sondagens e respectivos ensaios de caracterização do subleito.

4.1.3 ELEMENTOS DE PROJETO

VELOCIDADE DIRETRIZ

De acordo com o Termo de Referência, a velocidade diretriz (de projeto) é de 80 km/h.

TREM CARACTERÍSTICO (VEÍCULO DE PROJETO)

O trem característico, considerado para o dimensionamento da geometria da vias, segundo os Termos de Referência terá uma composição com 2 locomotivas de 4.000 HP (cada uma) e 110 vagões.

Segundo informações obtidas com a concessionária, a locomotiva deverá ser a EMD (GM) SD70 ou GE Desh 9, com peso total de 186 t e carga máxima por eixo de 32,5 t e o vagão Crítico, TCT – tanque manga “T” com comprimento de 20 m de engate a engate.

CONCORDÂNCIA HORIZONTAL

Foram utilizadas curvas horizontais circulares e com espiral de transição. As espirais utilizadas foram as clotóides.

SUPERLARGURA

Superlargura é o excesso de distância em relação a bitola usada, tem a função de facilitar a rodagem em cone, impedindo ou atenuando o arrastamento da roda externa sobre o trilho, diminuindo os desgastes e as resistências das curvas; e facilitar a inscrição dos veículos nas curvas.

Para o raio mínimo de projeto de 400 m e velocidade de projeto de 80 km/h, tem-se superelevação de 0,003 m. Em virtude desse valor ser muito baixo, optou-se por dispensar as superlarguras.

SUPERELEVAÇÃO

A superelevação teórica ou de equilíbrio é aquela que permite contrabalançar toda a aceleração decorrente do movimento do um trem a uma velocidade numa determinada curva.

A superelevação real ou prática está relacionada com a segurança do tráfego e é menor que a superelevação teórica.

Em curva a superelevação é dada no trilho externo (rodo).

Em curvas reversas, com extensas curvas de transição, mas sem tangente intermediária, o trilho externo da primeira curva deverá ir reduzindo a superelevação, atendendo o limite máximo de torção até nivelar-se com o outro trilho; daí em diante se manterá nesse nível numa extensão de 20 metros. A seguir começa a elevar-se novamente, atendendo a condição de torção até atingir novamente sua superelevação normal. A razão de ter esses 20 metros intermediários sem superelevação permite que o vagão ou locomotiva passe de uma curva para outra sem experimentar esforço anormal de torção em sua estrutura. Não há necessidade de se modificar o projeto geométrico. Esses 20 metros estão nas pontas de duas curvas de transição de raio muito grande.

Em duas curvas do mesmo sentido, com tangente intermediária menor de 20 metros, pode-se reduzir a superelevação da primeira da primeira até 28 mm, que é o máximo tolerável; daí em diante deve manter esses mesmos 28 mm na extensão de 20 metros e, a seguir, tornar a aumentar até atingir seu valor hp já estabelecido para esta segunda curva. O valor 28 mm pode ser arredondado para 30 mm.

Nas linhas de pátios não deve ser colocada qualquer superelevação exceto na adjacente à linha de movimento, se for na parte interna da curva, caso em que se dará a superelevação mínima necessária para atender a exigência de gabarito devido à superelevação na linha em movimento.

Segue abaixo tabela com os trechos com superelevação:

TRECHO	CURVA	RAIO (m)	SUPERELEVAÇÃO (mm)		
			B=1,0m	B=1,6m	ADOTADA
TRIÂNGULO DE REVERSÃO RAMO A	CURVA 2	743,630	0,0	0,0	0
TRIÂNGULO DE REVERSÃO RAMO B	CURVA 3	400,000	27,9	94,9	95
	CURVA 4	400,000	27,9	94,9	95
LINHA GERAL	CURVA 46	5.000,00	0,0	0,0	0
	CURVA 472	5.000,00	0,0	0,0	0
	CURVA 506	5.000,00	0,0	0,0	0
	CURVA 551	1.500,00	0,0	0,0	0
PÊRA	CURVA 5	180,140	0,0	0,0	0
	CURVA 6	180,140	0,0	0,0	0
	CURVA 7	314,500	0,0	0,0	0
	CURVA 8	300,000	0,0	0,0	0
	CURVA 9	300,000	0,0	0,0	0

GABARITOS HORIZONTAL E VERTICAL

O gabarito horizontal de livre passagem é de 2,80 m, largura a partir do eixo da linha. O gabarito vertical de livre passagem é 8,00, medidos de acima do boleto do trilho.

RAMPA MÁXIMA E COMPENSAÇÃO DA RAMPA

A rampa máxima de projeto é de 1,0% para o sentido importação e de 0,6% para exportação. Para compensação da rampa, segundo a fórmula de Bricka, recomenda deduzir 10% da resistência da curvas horizontais para definição das rampas máximas a serem projetadas.

CONCORDÂNCIA VERTICAL

A concordância vertical foi obtida com a utilização da parábola de segundo grau, cuja fórmula utilizada foi a abaixo apresentada.

$$C_P = C_{PC} + x \cdot i_1 - \frac{x^2 \cdot \Delta i}{2 \cdot L}$$

CP – cota de um ponto distante x metros do PC da curva

x – distância do PC da curva ao ponto P qualquer (m)

i_1 – rampa anterior ao PC da curva (m/m)

Δi – diferença das rampas anterior e posterior (m/m)

L – extensão da curva vertical (m)

4.1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Segue abaixo o quadro das características técnicas propostas e quadro das características do traçado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PROPOSTAS		
		Observações
Ferrovia	Ramal do Gesso	
Trecho	Parnamirim - Araripina	
Extensão Contratual	112,6 Km	
Bitola da Via	1,60 m	
Rampa Máxima Sent. Importação	1,00%	
Rampa Máxima Sent. Exportação	0,60%	
Rampa Mínima	0,25%	em segmento de corte
Raio de Curvatura Horizontal Mínimo	400,00 m	
Valor mínimo de K para curvas verticais	200	para curvas concavas e cônvexas
Velocidade Diretriz	80 Km/h	
Faixa de Domínio Mínima	40,00 m	
Trem Característico	110 Vagões + 2 Locomotivas de 4.000HP	
Extensão dos Pátios de Cruzamento	2,5 Km	
Distância entre Pátios	40,00 Km	c/ superestrutura acabada
AMV na Linha Principal	01:14	
AMV nas Linhas Secundárias	01:10	
Trilhos	UIC 60	
Fixação	Elástica	
Dormente	Linha corrida - concreto monobloco	AMV: madeira tratada
Trem Tipo	TB 360	
Gabarito de Livre Passagem	8,00 m	altura acima do boleto do trilho
	2,80 m	largura a partir do eixo da linha
Largura da plataforma de terraplenagem	7,5 m	em aterro
Largura do lastro	3,30 m	
Largura do sub-lastro	6,12 m	
Inclinação talude de corte	1:1 (V:H)	material de 1ª e 2ª categoria
	4:1 (V:H)	material de 3ª categoria
Inclinação talude de aterro	2:3 (V:H)	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO TRAÇADO	
FERROVIA:	RAMAL DO GESSO
TRECHO:	PARNAMIRIM - ARARIPINA
LOTE:	3
EXTENSÃO PROJETADA:	100.286,87 m
VELOCIDADE DIRETRIZ:	80 km/h

PLANIMETRIA		
EXTENSÃO		
RAMO A (TRIÂNGULO DE REVERSÃO)	COMPRIMENTO (m)	1.426,87
RAMO B (TRIÂNGULO DE REVERSÃO)	COMPRIMENTO (m)	1.248,31
LINHA GERAL	COMPRIMENTO (m)	93.252,92
PÊRA	COMPRIMENTO (m)	4.358,77
EXTENSÃO TOTAL	COMPRIMENTO (m)	100.286,87
EXTENSÃO EM TANGENTE	COMPRIMENTO (m)	90.463,814
	PERCENTUAL	90,21%
EXTENSÃO EM CURVA	COMPRIMENTO (m)	9.823,060
	PERCENTUAL	9,79%
CURVA 2 (RAMO A)	RAIO (m)	743,630
	DESENVOLVIMENTO (m)	1.251,040
CURVA 3 (RAMO B)	RAIO (m)	400,000
	DESENVOLVIMENTO (m)	553,500
CURVA 4 (RAMO B)	RAIO (m)	400,000
	DESENVOLVIMENTO (m)	186,550
CURVA 46	RAIO (m)	5.000,00
	DESENVOLVIMENTO (m)	1.817,460
CURVA 472	RAIO (m)	5.000,00
	DESENVOLVIMENTO (m)	2.117,530
CURVA 506	RAIO (m)	5.000,00
	DESENVOLVIMENTO (m)	1.497,710
CURVA 551	RAIO (m)	1.500,00
	DESENVOLVIMENTO (m)	1.447,670
CURVA 5 (PÊRA)	RAIO (m)	180,140
	DESENVOLVIMENTO (m)	307,620
CURVA 6 (PÊRA)	RAIO (m)	180,140
	DESENVOLVIMENTO (m)	352,700
CURVA 7 (PÊRA)	RAIO (m)	314,500
	DESENVOLVIMENTO (m)	165,350
CURVA 8 (PÊRA)	RAIO (m)	300,000
	DESENVOLVIMENTO (m)	74,060
CURVA 9(PÊRA)	RAIO (m)	300,000
	DESENVOLVIMENTO (m)	51,870
EXTENSÃO MAIOR TANGENTE (m)		35.679,243
RAIO MÁXIMO (m)		5.000,00
RAIO MÍNIMO (m)		180,14
CURVAS POR QUILOMETRO		0,00012

ALTIMETRIA		
RAMPAS SENTIDO IMPORTAÇÃO (ASCENDENTE)	COMPRIMENTO (m)	38.122,88
	PERCENTUAL	40,84%
	DECLIVIDADE MÁXIMA	1,000%
	DECLIVIDADE MÍNIMA	0,100%
	EXTENSÃO MAIOR RAMPA (m)	6.232,86
RAMPAS SENTIDO EXPORTAÇÃO (DESCENDENTE)	COMPRIMENTO (m)	23.105,00
	PERCENTUAL	24,75%
	DECLIVIDADE MÁXIMA	0,600%
	DECLIVIDADE MÍNIMA	0,150%
	EXTENSÃO MAIOR RAMPA (m)	3.539,49
TRECHOS SEM DECLIVIDADE	COMPRIMENTO (m)	14.658,98
	PERCENTUAL	15,70%
	DECLIVIDADE	0,000%
	EXTENSÃO MAIOR (m)	4.391,69
CURVAS CONVEXAS	COMPRIMENTO (m)	10.900,00
	PERCENTUAL	11,68%
CURVAS CÔNCAVA	COMPRIMENTO (m)	13.500,00
	PERCENTUAL	14,46%

4.2. PROJETO TERRAPLENAGEM

4.2. PROJETO TERRAPLENAGEM

4.2.1 ELEMENTOS BÁSICOS

No desenvolvimento do Projeto de Terraplenagem foram considerados os seguintes elementos básicos:

- Normas e Especificações Técnicas do DNIT;
- Classe da Rodovia Decorrente dos Estudos de Tráfego;
- Resultados dos Estudos Geotécnicos;
- Estudos Topográficos e Projeto Geométrico;
- Estudos Hidrológicos e;
- Visitas de Inspeção ao local da Ferrovia.

4.2.1.1 COEFICIENTE DE CORREÇÃO DE VOLUMES

Determinou-se para o trecho em questão os seguintes coeficientes de volume no aterro compactado / volume no corte:

- C1 = 1,25 (1ª categoria);
- C2 = 1,15 (2ª categoria);
- C3 = 0,85 (3ª categoria).

4.2.1.2 INCLINAÇÃO DOS TALUDES

Com base nos elementos normativos, no Termo de Referência e na classificação da terraplenagem, chegou-se as seguintes inclinações para os taludes na linha geral:

- 1ª e 2ª categorias: 1,0 (H) : 1,0 (V) para cortes
1,5 (H) : 1,0 (V) para os aterros
- 3ª categoria: 1,0 (H) : 4,0 (V) para os cortes
1,5 (H) : 1,0 (V) para os aterros

4.2.1.3 TERRAPLENAGEM DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Os movimentos de terra decorrente da implantação dos dispositivos de drenagem serão quantificados e apresentados no Projeto de Drenagem.

4.2.1.4 SERVIÇOS PRELIMINARES

Os serviços preliminares constituem-se basicamente na limpeza, compreendendo na remoção da camada superficial de até 0,20 m e desmatamento e destocamento da área de implantação da plataforma de terraplenagem.

4.2.2 SEÇÃO TRANVERSAL

As seções transversais da ferrovia apresentam as seguintes características básicas:

- Largura da plataforma destinada para execução do sublastro: 7,50 m;
- Largura destinada para execução dos valetões laterais:
 - Corte em rocha:
 - Tipo A (base 0,5 m e altura 0,7 m): 0,85 m;
 - Tipo B (base 0,5 m e altura 1,0 m): 1,00 m;
 - Tipo C (base 1,0 m e altura 1,5 m): 1,75 m;
 - Tipo D (base 1,5 m e altura 1,5 m): 2,25 m;
 - Corte em solo:
 - Tipo E (base 0,5 m e altura 1,5 m): 3,50 m;
 - Tipo F (base 2,0 m e altura 1,5 m): 5,75 m;
- Inclinação transversal: -3,0%;
- Desconsiderados valores de superlargura e superelevação na terraplenagem;

- Execução de banquetas, com 3,0 m de largura, tanto em cortes como aterro, sempre que a altura dos taludes for superior 10 m, com exceção dos cortes em material de 3ª categoria;
- Camada final do aterro: aterros com cota até 1,0 m abaixo do greide de terraplenagem, deverão ser compactados à 100% do proctor normal;
- Corpo do aterro: aterros com cota superior a 1,0 m abaixo do greide de terraplenagem, deverão ser compactados à 95% do proctor normal;
- Corte em rocha: sub-lastro será executado com material drenante, substituindo a camada drenante.

A seção transversal tipo de aterro das rodovias PE-555, localizada na estaca 49+12,91, e BR-122, estaca 2.913+05,82, apresentam as seguintes características:

- Largura das faixas de tráfego: 3,50 m;
- Largura do acostamento: 1,50 m;
- Largura da folga: 1,50 m;
- Camada final do aterro: aterros com cota até 0,6 m abaixo do greide de terraplenagem, deverão ser compactados à 100% do proctor normal;
- Corpo do aterro: aterros com cota superior a 0,6 m abaixo do greide de terraplenagem, deverão ser compactados à 95% do proctor normal;
- Execução de banquetas, com 3,0 m de largura, tanto em cortes como aterro, sempre que a altura dos taludes for superior 10 m.

Segue na seqüência as seções transversais tipo de terraplenagem da linha geral da ferrovia de aterro, corte em rocha não aflorando e corte em solo; e seção em aterro da rodovia. As demais seções transversais tipo de terraplenagem estão apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução.

INSERIR SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO ATERRO

1 FOLHA A4

INSERIR SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO CORTE EM ROCHA NÃO AFLORANDO

1 FOLHA A4

INSERIR SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO CORTE EM SOLO

1 FOLHA A4

INSERIR SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO ATERRO - RODOVIAS

1 FOLHA A4

PG. 61, 62, 63, 64

4.2.3 EMPRÉSTIMOS / BOTA FORAS

Estão previstos empréstimos para complementação dos aterros, sempre que as distâncias de transporte dos cortes forem excessivas. As jazidas dos empréstimos para terraplenagem e seus respectivos volumes seguem abaixo:

Jazida	Estaca (CM)	Distância Morta (km)	Lado	Volume utilizado na terraplenagem da Ferrovia (m³)
Jazida 01	69+10	0,0	Esq./Dir.	16.172
Jazida 05	2474+05	0,0	Esq./Dir.	100.000
Jazida 06 (Lixão)	2910+10	0,0	Esq./Dir.	99.313
Jazida 07	3380+15	0,0	Esq./Dir.	52.500
Jazida 08	3762+10	0,0	Esq./Dir.	100.000
Jazida 13 - Lagoa Comprida	3375+03,65	8,2	Esq.	31.864
	3757+05,85	2,5	Esq.	
Jazida 15 - Sítio do Papagaio	3375+03,65	0,1	Esq.	28.015
Jazida 17 – Patos (Estrada da Extrema)	2786+14,60	2,0	Esq.	25.000
TOTAL				452.864

Os materiais excedentes da terraplenagem terão como destino os bota-foras relacionados abaixo:

Bota-fora	Estaca			Lado	Volume (m³)
	Início	Final	CM		
BF01	1419+10	1459+10	1446+8	esq. / dir.	28.610,99
BF02	1717+10	1763+0	1750+10	esq. / dir.	85.628,45
BF03	1775+0	1809+10	1782+0	esq. / dir.	36.065,94
BF04	1852+10	1870+10	1863+0	esq. / dir.	18.038,00
BF05	2034+10	2094+10	2079+8	esq. / dir.	10.550,39
BF06	4030+10	4070+10	4051+0	esq. / dir.	36.628,58
BF07	4225+10	4259+10	4241+18	esq. / dir.	33.413,35
BF08	4680+0	4724+10	4700+5	esq. / dir.	31.774,63
				TOTAL	280.710,33

Apresenta-se na seqüência diagrama linear com a localização das jazidas dos empréstimos e bota-foras.

INSERIR DIAGRAMA LINEAR DAS JAZIDAS E BOTA FORA

1 FOLHA

PG. 66

4.3. PROJETO DE DRENAGEM

4.3 PROJETO DRENAGEM

4.3.1. Introdução

O projeto de drenagem e obras-de-arte correntes (O.A.C), apresentado a seguir, envolveu as principais soluções previstas para interceptar, captar e conduzir as águas, garantindo a estabilidade da ferrovia projetada.

O sistema de drenagem contempla soluções de maneira a evitar alagamentos e processos erosivos junto à ferrovia.

Entretanto, aconselha-se o monitoramento das obras após chuvas intensas, devido a tendência de assoreamento e acúmulo de entulhos pelo escoamento das águas sobre o terreno natural.

O projeto de drenagem constitui-se dos seguintes tópicos:

- Projeto de Obras-de-Arte Correntes;
- Dimensionamento Hidráulico das Pontes;
- Projeto de Drenagem Superficial;
- Projeto de Drenagem Subterrânea.

4.3.2 Projeto de Obras-de-Arte Correntes

Este tópico trata do dimensionamento e detalhamento das obras de arte correntes.

A partir dos parâmetros topométricos e hidráulicos gerado pelo estudo das bacias de contribuição, que está apresentado nos estudos hidrológicos, foi realizado o dimensionamento das obras-de-arte correntes.

As obras projetadas para a transposição de talweges totalizam 86 bueiros e 4 pontes.

Para o dimensionamento foram consideradas as obras operando como canal, pois os bueiros são todos novos e, portanto desnecessário a verificação hidráulica para bueiros existentes operando como orifício.

Os bueiros tubulares e celulares foram dimensionados como canal, para um tempo de recorrência de 50 anos, por meio do dimensionamento hidráulico através das fórmulas do regime crítico, que estão indicadas no Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

No dimensionamento, os bueiros foram calculados para as condições mais desfavoráveis ao escoamento, segundo a teoria da vazão crítica. Procurou-se sempre que possível, situar a declividade dos bueiros entre os valores críticos (ic) e limite, determinados, respectivamente, pelo regime crítico de escoamento e pela velocidade máxima admissível do material empregado, no caso de concreto 4,5 m/s.

Parâmetros de Dimensionamento e de Projeto:

- n = (coeficiente de Manning) = 0,015
- Velocidade mínima = 0,80 m/s
- Velocidade máxima = 4,50 m/s
- Diâmetro mínimo = BSTC Ø 0,80 m
- Recobrimento mínimo para bueiros tubulares = 0,80 m acima da geratriz externa superior do tubo, em relação a superfície de terraplenagem.
- Recobrimento mínimo para bueiros celulares = espessura da camada da super-estrutura, ou seja, a superfície externa superior da célula poderá coincidir com a superfície de terraplenagem.

Além dos parâmetros apresentados foram adotados os seguintes critérios para o projeto de O.A.C.:

(1) As bocas dos bueiros foram projetadas de acordo com os projetos - tipo do DNIT.

(2) Foram verificados estruturalmente os projetos tipo dos bueiros tubulares e celulares apresentados no Álbum-tipo de drenagem do DNIT. Através desta verificação constatamos que os bueiros celulares deveriam sofrer reforço estrutural para alturas de recobrimento menores que 2,50m devido à distribuição da carga ferroviária a estas profundidades não ser plena. Para os bueiros tubulares foi definido um recobrimento mínimo de 80cm e foram utilizadas tubulações classe CA-3 para recobrimentos até 5 metros. Os detalhamentos de formas e de armação apresentam-se no volume 2 – Projeto de Execução.

(3) Os bueiros projetados serão executados com declividades longitudinais entre 0,5% e 5%. Para declividades maiores que 5%, o berço deverá ser provido de dentes de ancoragem espaçados de 5,0 m e fixados em solo firme.

(4) Em todos os casos, o apiloamento e escavação do material foi previsto em função da superfície de terraplenagem.

(5) As cotas de projeto propostas na nota de serviço dos bueiros são em relação ao fundo da tubulação, ou seja, a geratriz inferior interna dos bueiros.

4.3.3 Dimensionamento Hidráulico das Pontes

4.3.3.1 Introdução

O dimensionamento hidráulico das pontes referem-se a determinação do extensão total da ponte com análise da sua seção hidráulica. As pontes projetadas deverão ter extensão igual ao definido no projeto de drenagem.

O levantamento batimétrico processado, o detalhamento geométrico das obras de arte especiais, assim como os níveis de enchente máxima calculado e observado apresentam-se no Volume 2 – Projeto de Execução.

4.3.3.2 Metodologia e Parâmetros de Cálculo

O dimensionamento e a verificação hidráulica de pontes é determinado através da comparação entre a capacidade hidráulica e a vazão de projeto, sendo que o cálculo da capacidade hidráulica para as pontes é realizado através da fórmula de Manning aliada a equação da continuidade. Para dimensionar ou verificar a obra variamos a seção de vazão até o momento onde a capacidade hidráulica seja maior ou igual a vazão de projeto, sendo fixada uma declividade para o leito do talvegue.

Sobretudo, outra condicionante é a velocidade máxima de escoamento permitida para o solo e vegetação do leito do talvegue. Porém a velocidade máxima ocorre próxima do centro da seção de vazão, e é superior a velocidade média de escoamento. Contudo para simplificar o projeto foi considerado que a velocidade média de escoamento máxima seja 1,80m/s. Por outro lado, a velocidade de escoamento nas proximidades do leito e margens do talvegue é muito baixa, mas é importante definir um limite de velocidade para que não ocorra carregamento de partículas finas do solo em demasia, pois isto gera sedimentação em áreas a jusante com velocidades mais baixas e leitos mais espriados.

$$V = \frac{R_H^{2/3} * i^{1/2}}{n} \quad - \quad \text{Equação de Manning}$$

onde:

- v = velocidade média de escoamento (m/s);
- RH = raio hidráulico (m);
- i = declividade (m/m);
- n = coeficiente de rugosidade de projeto (adimensional) = 0,07.
- $Q = A \cdot v$ – Equação da continuidade

onde:

- Q = vazão (m³/s);
- A = seção de vazão do leito do talvegue (m²);
- v = velocidade média de escoamento (m/s).

A seção do leito do talvegue foi obtida através do levantamento batimétrico realizado em todos locais de pontes e bueiros. Para o cálculo da declividade utilizamos as cotas do fundo do talvegue, as cotas dos níveis d' água, em pontos 100m a montante e a jusante do local da obra, e ainda as cotas das curvas de nível mais próximas do local da obra obtidas das cartas geográficas.

Considerando aproximadamente a média aritmética entre seção irregular e não trabalhada, definimos em 0,070 o coeficiente de rugosidade do leito do talvegue. Porém na memória de cálculo a seguir, simulamos a enchente máxima calculada para coeficientes de rugosidade de 0,035 e 0,100, com intuito de observar a velocidade média para rugosidade inferiores a 0,070 e a variação do nível de enchente para rugosidade maiores a 0,070. Foi constatado que mesmo para a pior situação de rugosidade ($n=0,100$), a cota de enchente máxima calculada para 100 anos, não interceptaria a geratriz inferior de nenhuma ponte. Para evitar erosão do corpo do aterro, foram indicados e quantificados os enrocamentos dos aterros a montante e jusante até o nível de enchente máxima calculada para o tempo de recorrência de 100anos. O enrocamento deverá ser com pedras arrumadas com diâmetro máximo de 30cm. Sua espessura deverá ser de 50cm. O enrocamento deverá atingir no mínimo a cota de enchente máxima calculada para 100 anos, e com rugosidade de 0,070. Contudo, como haverá quantidades expressivas de aterros em rocha, somente na ponte sobre o riacho Capim Grosso será necessário o enrocamento. Portanto, nas demais pontes o aterro estará protegido pelo próprio aterro em rocha.

4.3.3.3 Verificação da Suficiência Hidráulica e Determinação das Cotas da Cheia Máxima de Projeto

4.3.3.3.1 Ponte sobre o Riacho Favela

A declividade encontrada no leito do Riacho Favela é aproximadamente 0,26%. Considerando o início da ponte na estaca 696+11, o final na estaca 697+16, e a vazão de projeto de 155,27 m³/s (100 anos), determinamos a cota calculada da enchente máxima de 402,32 m.

4.3.3.3.2 Ponte sobre o Riacho da Garça ou Logradouro

A declividade encontrada no leito do Riacho da Garça é aproximadamente 0,15%. Considerando o início da ponte na estaca 914+05, o final na estaca 918+00, e a vazão de projeto de 419,23 m³/s (100 anos), determinamos a cota calculada da enchente máxima de 397,118 m.

4.3.3.3.3 Ponte sobre o Riacho da Volta

A declividade encontrada no leito do Riacho da Volta é aproximadamente 0,14%. Considerando o início da ponte na estaca 1765+19, o final na estaca 1772+04, e a vazão de projeto de 1310,44 m³/s (100 anos), determinamos a cota calculada da enchente máxima de 409,92 m.

4.3.3.3.4 Ponte sobre o Riacho Capim Grosso

A declividade encontrada no leito do Riacho Capim Grosso é aproximadamente 0,18%. Considerando o início da ponte na estaca 2755+15, o final na estaca 2759+10, e a vazão de projeto de 560,16 m³/s (100 anos), determinamos a cota calculada da enchente máxima de 430,47 m.

4.3.3.4 Projeto de Drenagem Superficial

O Projeto de Drenagem Superficial tem o objetivo de captar as águas oriundas do escoamento superficial da ferrovia e de suas áreas adjacentes.

Devido às reduzidas inclinações longitudinais, os dispositivos de drenagem superficial possuem notáveis seções de vazão.

Constituiu-se no dimensionamento e detalhamento dos seguintes dispositivos:

- Valetas e Valetões Laterais de corte;
- Sarjeta de banqueteta;
- Valeta de proteção de corte;
- Valeta de proteção de aterro;
- Descidas d'água em degrau;
- Dissipadores de energia;
- Meio-fio Sarjeta.

4.3.4.1 Valetas e Valetões Laterais de Corte

As valetas e valetões laterais de corte projetados são formados por 6 tipos (A, B, C, D, E e F). Os tipos A e B são valetas, pois possuem profundidade inferior a 1,0 metro. Os demais tipos são todos valetões. Possuem a finalidade de coletar as águas superficiais e conduzi-las para fora dos cortes, além de em alguns casos canalizarem águas superficiais de pequenos talwegues, e de também funcionarem como drenos longitudinais profundos, pois rebaixam o nível do lençol freático. As valetas e valetões tipo A, B, C e D são próprios para os cortes em rocha, os valetões tipo E e F foram utilizados para os cortes em solo onde a determinação de um tipo ou outro dependeu fundamentalmente da necessidade de material escavado. Porém, para a conexão a montante das valetas A e B nos cortes em solo foi utilizado uma valeta com as mesmas dimensões de base e altura das valetas A e B, contudo o talude das valetas foi 1:1.

Apresenta-se a seguir as equações para o comprimento crítico do dispositivo citado.

TIPO DE VALETA e VALETÃO	COMPRIMENTO CRÍTICO PARA OS SEGMENTOS DA LINHA GERAL ($L_{sp}=3,75m$)
TIPO A	$d = \frac{-5,26 i^{1/2} + Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{c3}}{(-2,09 \cdot 10^{-4} - 3,24 \cdot 10^{-5} L_{tr} - 2,31 \cdot 10^{-5} L_{ts})}$
TIPO B	$d = \frac{-9,45 i^{1/2} + Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{c3}}{(-2,09 \cdot 10^{-4} - 3,24 \cdot 10^{-5} L_{tr} - 2,31 \cdot 10^{-5} L_{ts})}$
TIPO C	$d = \frac{-37,32 i^{1/2} + Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{c3}}{(-2,09 \cdot 10^{-4} - 3,24 \cdot 10^{-5} L_{tr} - 2,31 \cdot 10^{-5} L_{ts})}$
TIPO D	$d = \frac{-57,95 i^{1/2} + Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{c3}}{(-2,09 \cdot 10^{-4} - 3,24 \cdot 10^{-5} L_{tr} - 2,31 \cdot 10^{-5} L_{ts})}$
TIPO E	$d = \frac{-88,43 i^{1/2} + Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{c3}}{(-2,09 \cdot 10^{-4} - 3,24 \cdot 10^{-5} L_{tr} - 2,31 \cdot 10^{-5} L_{ts})}$
TIPO F	$d = \frac{-187,10 i^{1/2} + Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{c3}}{(-2,09 \cdot 10^{-4} - 3,24 \cdot 10^{-5} L_{tr} - 2,31 \cdot 10^{-5} L_{ts})}$

4.3.4.2 Sarjeta de Banqueta

Foram previstas sarjetas do tipo SZC 02 para conduzir as águas precipitadas nos taludes de aterro com altura acima de 10m. As banquetas foram previstas a fim de evitar altas velocidades das águas superficiais que escoam pelos taludes da estrada, sem considerar ainda o benefício da estabilidade dos taludes.

Apresenta-se a seguir as equações para o comprimento crítico do dispositivo citado.

TIPO DA SARJETA	COMPRIMENTO CRÍTICO PARA OS SEGMENTOS DA LINHA GERAL ($L_{sp}=3,75m$)
SZC 02	$d = 2368,68 i^{1/2}$

4.3.4.3 Valeta de Proteção de Corte

As valetas de proteção de corte têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno natural impedindo-as de atingir o talude de corte. Sua presença foi necessária nos locais onde as

seções transversais apresentam declividade transversal tal que o escoamento superficial possa causar erosão do talude, excesso de umidade e assoreamento das valetas e valetões de corte.

Deverão ser locadas paralelamente a estrada a uma distância aproximada de 3 m da crista do talude de corte, e sempre a montante da ferrovia.

Foram projetadas as valetas tipo VPC-03 e VPC-04 revestidas em concreto.

Nas saídas d'água prevêm-se dissipadores de energia, valetas de proteção tipo VPA 04/03 (para conduzir as águas coletadas) ou descidas d'água de corte.

A declividade longitudinal das valetas de proteção é representada pelo perfil longitudinal da linha de off-set da terraplenagem. Portanto, as valetas de proteção foram dimensionadas em função desta declividade.

4.3.4.4 Valeta de Proteção de Aterro

As valetas de proteção de aterro têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno natural, impedindo-as de atingir o talude de aterro. Sua presença foi necessária nos locais onde as seções transversais apresentam declividade transversal e longitudinal tal que o escoamento superficial possa causar a formação de um canal com velocidade longitudinal superior a admissível pelo terreno natural, evitando assim a erosão das bases dos aterros e garantindo sua estabilidade.

Deverão ser locadas paralelamente a estrada a uma distância aproximada de 1 m do pé do talude de aterro, e sempre a montante da ferrovia.

Foram projetadas as valetas tipo VPA-03 e VPA-04 revestidas em concreto.

Nas saídas d'água prevêm-se dissipadores de energia e valetas de proteção tipo VPC 04/03 (para conduzir as águas coletadas).

A declividade longitudinal das valetas de proteção é representada pelo perfil longitudinal da linha de off-set da terraplenagem. Portanto, as valetas de proteção foram dimensionadas em função desta declividade.

4.3.4.5 Descidas d'Água em Degraus

Descidas d'Água de Aterro em Degraus

Foram previstas descidas d'água de aterro em degraus com a finalidade de conduzir as águas provenientes do deságüe dos bueiros.

Foram posicionadas em taludes de aterro, cuja cota de jusante da boca de bueiro for superior à cota do “off-set” projetado.

Descidas d'Água de Corte em Degraus

Foram projetadas descidas d'água de corte em degraus com a finalidade de conduzir de forma segura as águas provenientes das valetas de proteção de corte, evitando a erosão dos taludes de corte da ferrovia.

Foram posicionadas em taludes cujo “off-set” de corte se pronuncie com concavidade, ou quando a valeta de proteção atingir sua capacidade hidráulica.

4.3.4.6 Dissipadores de Energia

Dissipadores de Energia Tipo DEB

Foram previstos dissipadores de energia com a finalidade de minimizar o impacto d'água ao terreno natural, em razão da velocidade, nas saídas das descidas d'água de aterro e bocas de bueiro, como ação preventiva a processos erosivos.

Dissipadores de Energia Tipo DES

Foram previstos dissipadores de energia com a finalidade de minimizar o impacto d'água ao terreno natural, em razão da velocidade, nas saídas das valetas de proteção, sarjetas, valas e valetões como ação preventiva a processos erosivos.

4.3.4.7 Caixas Coletoras Integradas ao Sistema de Drenagem

São caixas coletoras de sarjeta que conectam-se com bueiros com a finalidade de aliviar as valetas de proteção de corte, ou drenar talwegues naturais, através da conexão com a descida d' água de corte em degraus.

4.3.4.8 Meio-fio Sarjeta

São sarjetas de aterro que tem com objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma da rodovia, de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude, conduzindo-as ao local de deságüe seguro. O dispositivo projetado foi o meio-fio sarjeta tipo MFC-01.

Foi utilizado este dispositivo em aterros com alturas maiores que 5m, e com declividade longitudinal da pista superior a 3,0%, pois em situações inferiores a estes parâmetros não ocorre a erosão do talude, nem do bordo do acostamento devido as baixas velocidades de escoamento.

4.3.5 Projeto de Drenagem Subterrânea

Este tópico objetiva a interceptação do fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, mantendo assim as águas subterrâneas afastadas do subleito adjacente às camadas da superestrutura. Sem a presença das águas subterrâneas nas camadas da superestrutura e no subleito adjacente é evitada a ocorrência das pressões hidráulicas responsáveis pela degradação das camadas da superestrutura.

4.3.5.1 Drenos Longitudinais Profundos, Rasos e Valetões Laterais

O critério geral para a previsão de drenos longitudinais profundos, rasos e valetões laterais, ficou restrito aos seguintes casos:

- presença d'água nos furos de sondagem, a profundidade menor que 1,50 m em relação ao greide de terraplenagem, e nos cortes em rocha.
- quando forem encontrados camadas permeáveis sobrepostas a camadas impermeáveis, mesmo sem a presença de água livre.
- constatação de problemas específicos locais, tais como: olho d'água, umidade excessiva nos cortes etc.

Porém, como há déficit de volumes de terraplenagem aliada às baixíssimas inclinações longitudinais do greide, definimos como concepção a implantação de valetões laterais. O emprego destes valetões laterais elimina a necessidade de sarjetas de corte e drenos longitudinais profundos, portanto reduz o custo com obras de drenagem. As valetas e valetões laterais de corte projetados são formados por 6 tipos (A, B, C, D, E

e F). As valetas e valetões tipo A, B, C e D são próprios para os cortes em rocha, os valetões tipo E e F foram utilizados para os cortes em solo onde a determinação de um tipo ou outro dependeu fundamentalmente da necessidade de material escavado.

4.3.5.2 Colchão Drenante

O colchão drenante tem como objetivo drenar as águas existentes nos cortes em rocha da ferrovia em estudo. A fim de reduzir custos, a camada de sub-lastro deverá ter boa permeabilidade nos cortes em rocha, pois funcionará também como colchão drenante.

As águas coletadas pelo colchão drenante (sub-lastro) serão conduzidas longitudinalmente pelas valetas e valetões laterais de corte tipo A, B, C e D. Os drenos rasos são dispensáveis, pois como o colchão drenante está acima da superfície de terraplenagem, as águas subterrâneas que aflorarem desaguarão nas valetas e valetões.

No Volume 2 – Projeto de Execução está apresentado o esquema linear dos dispositivos representando todo o sistema de drenagem superficial e subterrânea que envolve a ferrovia.

4.4. PROJETO DE SUPERESTRUTURA

4.4. PROJETO DE SUPERESTRUTURA

4.4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A superestrutura da via férrea obedeceu às recomendações das Normas Técnicas Para as Estradas de Ferro Brasileiras N-1/DNEF e às da ABNT e às da RFFSA.

As especificações adotadas para a construção da terraplanagem, no que se refere à compactação e às condições de suporte, assegurarão estabilidade à plataforma em relação às cargas que a solicitarão. A superestrutura foi dimensionada em função da infra-estrutura apresentada, das peculiaridades de operação e a densidade de tráfego da linha, constituindo-se de sublastro, do lastro, dormentes, trilhos e respectivos acessórios e elementos de fixação, dos aparelhos de mudança de via e da soldagem dos trilhos.

Para o dimensionamento da superestrutura ferroviária para o Ramal de Parnamirim a Aripirina da Ferrovia Transnordestina, na bitola 1,60m, foram levados em consideração as seguintes premissas:

- Transporte inicial: 4MTPA chegando a 7MTPA com o passar dos anos;
- 430 trens por ano chegando a 700 com o passar dos anos
- Trem tipo: 2 locomotivas e 110 vagões;
- Locomotivas EMD (GM) SD70 ou GE Dash 9, peso total 186t com 6 eixos, com 4300HP ou 4400HP;
- Vagões com 100t líquidas e 30t de tara;
- Vagão crítico TCT – tanque manga “T”, comprimento de 20m de engate a engate;
- Dormentes de concreto monobloco;
- Fixações PANDROL;
- Trilhos UIC 60, soldados;
- Bitola mista: 1,60m e 1,00 m;
- Rampa máxima compensada, sentido exportação: 0,60%;
- Rampa máxima compensada, sentido importação: 1,00%;
- Raio mínimo: 400m na Linha Geral e 180,00 m na Pêra Ferroviária;
- Velocidade diretriz: 80 km/h na bitola larga (1,60 m) e 60 km/h na bitola estreita (1,00 m);

- Largura da plataforma em aterro 7,5 m e em corte, 7,5 m acrescidos as larguras destinadas para os valetões laterais ;
- Gabarito de livre passagem: altura acima do boleto do trilho igual a 8,00 m e largura a partir do eixo da linha igual a 2,80 m.

4.4.2. SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS INADEQUADOS

De acordo com as informações obtidas nos estudos geotécnicos, será necessário em determinados trechos rebaixamento do subleito para substituição de solos inadequados. Para tanto, constatado extensão com a necessidade de substituição de material, foi projetado a camada de reforço conforme descrito na seqüência.

Será a camada de material selecionado, com CBR igual ou superior a 20, que fará parte da infra-estrutura e que receberá as tensões vindas do sublastro e as transmitirá para o corpo do terrapleno.

O dimensionamento das camadas foi feito partindo da pressão sobre o lastro e do conhecimento do CBR do subleito que vai receber o material selecionado de substituição do solo inadequado.

O dimensionamento foi baseado nas fórmulas de Heukelon e de Talbot. Essas fórmulas levam em conta o volume de tráfego e o CBR (Índice de Suporte Califórnia) do leito para se conhecer a pressão admissível transmitida ao mesmo.

As espessuras das camadas de substituição de solos inadequados variam conforme o CBR do subleito, conforme apresentado abaixo:

CBR DO SUBLEITO	ESP. DA CAMADA (cm)	VOLUME DE SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS INADEQUADOS(m³/km)		
		LINHA GERAL (1 VIA)	PATIO DE CRUZAMENTO (2 VIAS)	PATIO DE CRUZAMENTO COM ESTACIONAMENTO (3 VIAS)
3	60	5.068,0	8.152,8	11.365,4
4	40	3.252,8	5.309,4	7.451,2
5	30	2.392,6	3.935,0	5.541,4
6	20	1.563,6	2.591,8	3.662,8
7	15	1.160,0	1.932,0	2.735,4
8				
9				
10	-	-	-	-

Segue na seqüência tabela com os trechos onde será necessária a substituição do solo inadequado e seus respectivos volumes:

REBAIXAMENTO DO SUBLEITO PARA SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS INADEQUADOS										
LOCALIZAÇÃO		EXTENSÃO (m)	CBR	ESPES. REMOÇÃO (m)	VOLUME (m³)	MATERIAL DE REPOSIÇÃO			DMT (km)	MOMENTO (m³.km)
DA ESTACA	A ESTACA					JAZIDA	ESTACA			
315	318	60	9	0,15	70	J1	69		4,95	346,50
4.326	4.340	280	8	0,15	325	J9	4.071		5,24	1.703,00
4.357	4.372	300	5	0,30	718	J9	4.071		5,87	4.214,66
4.395	4.405	200	8	0,15	232	J10	4.689		5,78	1.340,96
4.454	4.466	240	7	0,15	278	J10	4.689		4,58	1.273,24
4.471	4.484	260	6	0,20	406	J10	4.689		4,23	1.717,38
4.484	4.518	680	7	0,15	789	J10	4.689		3,76	2.966,64
4.550	4.566	320	9	0,15	371	J10	4.689		2,62	972,02
4.570	4.585	300	8	0,15	348	J10	4.689		2,23	776,04
4.605	4.648	860	9	0,15	998	J10	4.689		1,25	1.247,50
4.725	4.752	540	7	0,15	627	J10	4.689		0,99	620,73
4.766	4.776	200	5	0,30	479	J10	4.689		1,64	785,56
4.776	4.784	160	3	0,60	811	J10	4.689		1,82	1.476,02
TOTAL		4.400			6.452				3,01	19.440,25

4.4.3. SUBLASTRO

Situado entre o lastro e a substituição do solo inadequado, cuja função é absorver os esforços transmitidos pelo lastro e transferi-los para o terreno subjacente, na taxa adequada à capacidade de suporte do referido terreno, além de não permitir a penetração dos agregados situados na parte inferior do lastro e permitir uma perfeita drenagem das águas pluviais.

Nos trecho de corte em rocha, o sublastro será executado com material drenante, tendo a função também de colchão drenante, com objetivo drenar as águas nos cortes em rocha. As águas coletadas serão conduzidas longitudinalmente pelos valetões laterais.

Apresenta-se na seqüência tabela com os trechos com sublastro com material de jazida (corte em solos e aterros) e com material drenante (cortes em rocha):

DISTRIBUIÇÃO DO SUBLASTRO (JAZIDA)										
ESTACA		EXT. (m)	CG (Estaca)	JAZIDA			DMT (km)	VOLUME (m³)	MOMENTO (m³.km)	VOL. PARCIAL (m³)
INÍCIO	FINAL			No	CG (Estaca)	DM (km)				
Triângulo de reversão ramo A		1.427	-	J1	70 + 6	0,0	1,16	1.078	1.250,48	
Triângulo de reversão ramo B		1.248	-	J1	70 + 6	0,0	1,06	574	608,44	
47 + 0	53 + 2	122	50 + 1,0	J1	70 + 6	0,0	0,41	199	81,59	
70 + 6	82 + 18	252	76 + 12,0	J1	70 + 6	0,0	0,13	411	53,43	
92 + 20	115 + 14	454	104 + 7,0	J1	70 + 6	0,0	0,68	740	503,20	
153 + 4	187 + 16	692	170 + 10,0	J1	70 + 6	0,0	2,00	1.127	2.254,00	
316 + 5	450 + 1	2.676	383 + 3,0	J1	70 + 6	0,0	6,26	4.359	27.287,34	8.488
466 + 12	477 + 13	221	472 + 2,5	J2	620 + 3	0,0	2,96	360	1.065,60	
513 + 20	528 + 10	290	521 + 5,0	J2	620 + 3	0,0	1,98	472	934,56	
569 + 12	574 + 8	96	572 + 0,0	J2	620 + 3	0,0	0,96	156	149,76	
581 + 16	620 + 3	767	600 + 19,5	J2	620 + 3	0,0	0,38	1.249	474,62	
672 + 18	674 + 3	25	673 + 10,5	J2	620 + 3	0,0	1,07	41	43,87	
680 + 9	728 + 10	961	704 + 9,5	J2	620 + 3	0,0	1,69	1.565	2.644,85	
806 + 10	833 + 10	540	820 + 0,0	J2	620 + 3	0,0	4,00	880	3.520,00	
843 + 5	873 + 18	613	858 + 11,5	J2	620 + 3	0,0	4,77	999	4.765,23	
883 + 18	894 + 15	217	889 + 6,5	J2	620 + 3	0,0	5,38	353	1.899,14	
897 + 17	944 + 9	932	921 + 3,0	J2	620 + 3	0,0	6,02	1.518	9.138,36	
953 + 9	968 + 11	302	961 + 0,0	J2	620 + 3	0,0	6,82	492	3.355,44	
977 + 12	1.005 + 7	555	991 + 9,5	J2	620 + 3	0,0	7,43	904	6.716,72	
Pátio P1		2.646	368 + 14,0	J2	621 + 3	0,0	5,05	3.605	18.205,25	12.594
1.027 + 10	1.031 + 12	82	1.029 + 11,0	J19	1.603 + 0	0,5	11,97	134	1.603,98	
1.122 + 5	1.170 + 13	968	1.146 + 9,0	J19	1.603 + 0	0,5	9,63	1.577	15.186,51	
1.183 + 4	1.192 + 14	190	1.187 + 19,0	J19	1.603 + 0	0,5	8,80	310	2.728,00	
1.208 + 8	1.232 + 3	475	1.220 + 5,5	J19	1.603 + 0	0,5	8,15	774	6.308,10	
1.299 + 2	1.460 + 5	3.223	1.379 + 13,5	J19	1.603 + 0	0,5	4,97	5.250	26.092,50	
1.512 + 17	1.526 + 18	281	1.519 + 17,5	J19	1.603 + 0	0,5	2,16	458	989,28	
1.579 + 5	1.603 + 0	475	1.591 + 2,5	J19	1.603 + 0	0,5	0,74	774	572,76	
1.603 + 0	1.616 + 13	273	1.609 + 16,5	J19	1.603 + 0	0,5	0,64	445	284,80	
1.634 + 8	1.638 + 0	72	1.636 + 4,0	J19	1.603 + 0	0,5	1,16	117	135,72	
1.664 + 10	1.667 + 13	63	1.666 + 1,5	J19	1.603 + 0	0,5	1,76	103	181,28	
1.688 + 1	1.696 + 18	177	1.692 + 9,5	J19	1.603 + 0	0,5	2,29	288	659,52	10.230
1.717 + 14	1.809 + 18	1.844	1.763 + 16,0	J18	1.931 + 0	1,9	5,24	3.004	15.740,96	
1.851 + 19	1.871 + 10	391	1.861 + 14,5	J18	1.931 + 0	1,9	3,29	637	2.095,73	
1.885 + 3	1.895 + 9	206	1.890 + 6,0	J18	1.931 + 0	1,9	2,71	336	910,56	
1.921 + 19	1.925 + 12	73	1.923 + 15,5	J18	1.931 + 0	1,9	2,04	119	242,76	
2.029 + 16	2.095 + 19	1.323	2.062 + 17,5	J18	1.931 + 0	1,9	4,54	2.155	9.783,70	
2.097 + 9	2.139 + 4	835	2.118 + 6,5	J18	1.931 + 0	1,9	5,65	1.360	7.684,00	
2.188 + 6	2.255 + 6	1.340	2.221 + 16,0	J18	1.931 + 0	1,9	7,72	2.183	16.852,76	
2.299 + 14	2.300 + 8	14	2.300 + 1,0	J18	1.931 + 0	1,9	9,28	23	213,44	
2.301 + 8	2.450 + 5	2.977	2.375 + 16,5	J18	1.931 + 0	1,9	10,80	4.850	52.380,00	14.667
2.455 + 9	2.463 + 12	163	2.459 + 10,5	J17	2.787 + 0	2,0	8,55	266	2.274,30	
2.473 + 18	2.705 + 6	4.628	2.589 + 12,0	J17	2.787 + 0	2,0	5,95	7.539	44.857,05	
2.706 + 4	2787 + 0	1.616	2.746 + 12,0	J17	2.787 + 0	2,0	2,81	2.632	7.395,92	
2787 + 0	2.796 + 4	184	2.791 + 12,0	J17	2.787 + 0	2,0	2,09	300	627,00	
2.829 + 19	2.832 + 14	55	2.831 + 6,5	J17	2.787 + 0	2,0	2,89	90	260,10	
2.834 + 18	2.835 + 11	13	2.835 + 4,5	J17	2.787 + 0	2,0	2,96	21	62,16	
2.871 + 18	3.009 + 0	2.742	2.940 + 9,0	J17	2.787 + 0	2,0	5,07	4.467	22.647,69	
Pátio P3		2.676	2.612 + 4,0	J17	2.787 + 0	2,0	5,50	3.605	19.827,50	18.920
3.028 + 7	3.360 + 6	6.639	3.194 + 6,5	J13	3.375 + 0	8,2	11,81	10.815	127.725,15	
3.404 + 7	3.443 + 17	790	3.424 + 2,0	J13	3.375 + 0	8,2	9,18	1.287	11.814,66	12.102
3.521 + 18	3.642 + 16	2.418	3.582 + 7,0	J16	3.565 + 0	1,9	2,25	3.939	8.862,75	
3.697 + 15	3.713 + 7	312	3.705 + 11,0	J16	3.565 + 0	1,9	4,71	508	2.392,68	
3.757 + 11	4.001 + 10	4.879	3.879 + 10,5	J16	3.565 + 0	1,9	8,19	7.948	65.094,12	12.395
4.010 + 4	4.400 + 0	7.796	4.205 + 2,0	J12	4.078 + 0	5,4	7,94	12.700	100.838,00	12.700
4.400 + 0	4709 + 13	6.193	4.554 + 16,5	J11	4.501 + 0	6,4	7,48	10.088	75.458,24	
Pêra ferroviária		4.359	-	J11	4.501 + 0	6,4	11,65	7.100	82.715,00	17.188
Total		75.781						119.284	818.450,56	119.284
DMT ponderada							6,86			

DISTRIBUIÇÃO DO SUBLASTRO (CAMADA DRENANTE)									
ORIGEM		DESTINO				VOLUME (m³)	DMT (km)	MOMENTO (m³.km)	
PEDR.	CG (Estaca)	ESTACA		EXTENSÃO (m)	CG (Estaca)				
		INÍCIO	FINAL						
TRIANGULO DE REVERSAO - RAMO A									
P1	147	7 + 2	18 + 14	232	12 + 18	378	4,718	1.783	
P1	147	26 + 9	53 + 2	533	39 + 16	868	4,176	3.625	
TRIANGULO DE REVERSAO - RAMO B									
P1	147	-16 + 0	-11 + 2	102	-14 + 11	166	5,231	868	
P1	147	5 + 7	24 + 4	377	14 + 16	614	4,676	2.871	
P1	147	29 + 1	49 + 18	417	39 + 10	679	4,170	2.831	
LINHA GERAL									
P1	147	53 + 2	70 + 6	344	61 + 14	560	3,734	2.091	
P1	147	82 + 18	92 + 20	202	87 + 19	329	3,219	1.059	
P1	147	115 + 14	153 + 4	750	134 + 9	1.222	2,269	2.773	
P1	147	187 + 16	316 + 5	2569	251 + 21	4.185	0,101	423	
P1	147	450 + 1	466 + 12	331	458 + 7	539	4,227	2.278	
P1	147	477 + 13	513 + 20	727	495 + 17	1.184	4,977	5.893	
P1	147	528 + 10	569 + 12	822	548 + 21	1.339	6,041	8.089	
P1	147	574 + 8	581 + 16	148	577 + 22	241	6,622	1.596	
P1	147	620 + 3	672 + 18	1055	646 + 11	1.719	7,991	13.737	
P1	147	674 + 3	680 + 9	126	677 + 6	205	8,606	1.764	
P1	147	728 + 10	806 + 10	1560	767 + 10	2.541	10,410	26.452	
P1	147	833 + 10	843 + 5	195	838 + 8	318	11,828	3.761	
P1	147	873 + 18	883 + 18	200	878 + 18	326	12,638	4.120	
P1	147	894 + 15	897 + 17	62	895 + 26	101	12,986	1.312	
P1	147	944 + 9	953 + 9	180	948 + 19	293	14,039	4.113	
P1	147	968 + 11	977 + 12	181	972 + 22	295	14,522	4.284	
P1	147	1.005 + 7	1.027 + 10	443	1.016 + 9	722	15,389	11.111	
P1	147	1.031 + 12	1.122 + 5	1813	1.076 + 19	2.953	16,599	49.017	
P1	147	1.170 + 13	1.183 + 4	251	1.176 + 19	409	18,599	7.607	
P1	147	1.192 + 14	1.208 + 8	314	1.200 + 11	512	19,071	9.764	
P1	147	1.232 + 3	1.299 + 2	1339	1.265 + 13	2.181	20,373	44.434	
P1	147	1.460 + 5	1.512 + 17	1052	1.486 + 11	1.714	24,791	42.492	
P1	147	1.526 + 18	1.579 + 5	1047	1.552 + 22	1.706	26,122	44.564	
P1	147	1.616 + 13	1.634 + 8	355	1.625 + 11	578	27,571	15.936	
P1	147	1.638 + 0	1.664 + 10	530	1.651 + 5	863	28,085	24.237	
P1	147	1.667 + 13	1.688 + 1	408	1.677 + 17	665	28,617	19.030	
P1	147	1.696 + 18	1.717 + 14	416	1.706 + 26	678	29,206	19.802	
P1	147	1.809 + 18	1.851 + 19	841	1.830 + 19	1.370	31,679	43.400	
P1	147	1.871 + 10	1.885 + 3	273	1.878 + 7	445	32,627	14.519	
P1	147	1.895 + 9	1.921 + 19	530	1.908 + 14	863	33,234	28.681	
P1	147	1.925 + 12	2.029 + 16	2084	1.977 + 14	3.395	34,614	117.515	
P1	147	2.095 + 19	2.097 + 9	30	2.096 + 14	49	36,994	1.813	
P1	147	2.139 + 4	2.188 + 6	982	2.163 + 15	1.600	38,335	61.336	
P1	147	2.255 + 6	2.299 + 14	888	2.277 + 10	1.447	40,610	58.763	
P1	147	2.300 + 8	2.301 + 8	20	2.300 + 18	33	41,078	1.356	
P1	147	2.450 + 5	2.455 + 9	104	2.452 + 17	169	44,117	7.456	
P1	147	2.463 + 12	2.473 + 18	206	2.468 + 15	336	44,435	14.930	
P1	147	2.705 + 6	2.706 + 4	18	2.705 + 15	29	49,175	1.426	
P1	147	2.796 + 4	2.829 + 19	675	2.812 + 22	1.100	51,322	56.454	
P1	147	2.832 + 14	2.834 + 18	44	2.833 + 16	72	51,736	3.725	
P1	147	2.835 + 11	2.871 + 18	727	2.853 + 15	1.184	52,135	61.728	
P1	147	3.009 + 0	3.028 + 7	387	3.018 + 14	630	55,434	34.923	
P1	147	3.360 + 6	3.404 + 7	881	3.382 + 7	1.435	62,707	89.985	
P1	147	3.443 + 17	3.521 + 18	1561	3.482 + 18	2.543	64,718	164.578	
P1	147	3.642 + 16	3.697 + 15	1099	3.669 + 26	1.790	68,466	122.554	
P1	147	3.713 + 7	3.757 + 11	884	3.735 + 9	1.440	69,769	100.467	
P1	147	4.001 + 10	4.010 + 4	174	4.005 + 17	283	75,177	21.275	
		Total		31.489		51.296		1.390.601	
							DMT Ponderada	27,11	

4.4.4. LASTRO

Situado entre os dormentes e o sublastro com a finalidade de distribuir convenientemente sobre o sublastro, os esforços resultantes das cargas dos veículos, produzindo uma pressão de trabalho menor na plataforma. Também tem a finalidade de formar um suporte elástico, atenuando as trepidações resultantes da passagem de veículos ferroviários; suprimir as imperfeições e irregularidades da plataforma, formando uma superfície contínua e uniforme para os dormentes e trilhos; impedir o deslocamento dos dormentes nos sentidos transversal e longitudinal; facilitar a drenagem da superestrutura.

4.4.5. TRILHOS

O trilho utilizado foi UIC 60, soldados. A classificação, métodos construtivos de colocação estão detalhados no item especificações técnicas deste volume.

4.4.6. DORMENTES

Serão colocados dormentes de concreto monobloco, para bitola mista (1,60m x 1,00 m) com o trilho interno colocado à esquerda no sentido da quilometragem, a uma taxa de 1667 dormentes/km, com espaçamento entre eixos de 60 cm.

4.4.7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Encontram-se no item Especificações deste volume as especificações técnicas dos seguintes serviços e materiais:

- **FIXAÇÕES**, elásticas com palmilhas de neoprene entre a placa de apoio e o dormente e grampos tipo PANDROL, sendo 6 grampos e 3 palmilhas por dormente;
- **PLACA DE APOIO FUNDIDA PARA DORMENTES DE CONCRETO**;
- **OMBREIRA PARA DORMENTE DE CONCRETO**;
- **ALMOFADA DE POLIETILENO**;
- **TALAS DE JUNÇÃO – PADRÃO UIC**, deverão ser de aço com alto teor de carbono e aço temperado;

- TALAS DE JUNÇÃO – PADRÃO ABNT, deverão ser de aço com alto teor de carbono e aço temperado;
- TALAS DE JUNÇÃO – PADRÃO AREMA, deverão ser de aço com alto teor de carbono e aço temperado;
- PARAFUSOS DE AÇO TRATADOS A QUENTE E PARA PORCAS DE AÇO CARBONO – PADRÃO ABNT;
- PARAFUSOS DE AÇO TRATADOS A QUENTE E PARA PORCAS DE AÇO CARBONO – PADRÃO AREMA;
- TIREFÃO – ABNT – PB-247;
- ARRUELAS DE PRESSÃO – PADRÃO ABNT;
- ARRUELAS DE PRESSÃO – PADRÃO AREMA
- ARRUELAS DE PRESSÃO – PADRÃO UIC
- PLACAS DE APOIO DE AÇO DE ALTO TEOR DE CARBONO, CONFORMADA A QUENTE – PARA DORMENTES DE MADEIRA;
- APARELHOS DE MUDANÇA DE VIA (AMV)
- SOLDAGEM DE TRILHOS;
- METODOLOGIA CONSTRUTIVA.

4.4.8. SEÇÃO TRANSVERSAL

Segue na seqüência seção tipo de superestrutura da linha geral da ferrovia. As demais seções estão apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução.

INSERIR SEÇÃO TRANSVERSAL DA SUPERESTRUTURA

1 FOLHA A4

PG. 88

4.5. PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

4.5. PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

As plantas do projeto de Obras-de-arte especiais na íntegra está apresentado no Volume 2A – Projeto de Execução, enquanto a memórias do cálculo estrutural das obras apresenta-se no Volume 3C – Memória de Cálculo de Estruturas.

A seguir apresentamos relação das obras-de-arte especiais desta ferrovia.

OAE	Extensão (m)	Posição (est + m)	
		Início	Fim
Ponte sobre o riacho da Favela	25	696+11	697+16
Ponte sobre o riacho da Garça ou Logradouro	75	914+5	918+0
Ponte sobre o riacho da Volta	125	1765+19	1772+4
Ponte sobre o riacho Capim Grosso	75	2755+15	2759+10
Viaduto sobre a PE-555	41	19+7,85	21+8,85
Viaduto sobre a BR-122	41	15+11,58	17+12,58
Passagens Inferiores	8	523, 710, 890, 959, 1217, 1424, 1789, 1892, 2106, 2226, 2440, 2532, 2739, 2785, 3110, 3280, 3353, 4057, 4248, 4378, 4537, 4709	
Passagens Inferiores	13	331, 431, 1591, 3554	

4.6. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

4.6. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

4.6.1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES

O Projeto de Sinalização Ferroviária do Ramal entre Parnamirim e Arapirina, da Ferrovia Transnordestina, foi executado de acordo com as normas da RFSSA e DNIT, com previsão de uso de placas, conforme modelos em anexo, fixando seus nomes, descrição, aspecto e significações.

Os marcos indicadores dos quilômetros estão igualmente detalhados na planta S-38 do Volume 2 – Projeto de Execução.

Todos os sinais serão refletorizados e/ou iluminados, para transmitir suas mensagens à noite. A iluminação, entretanto, não poderá provocar ofuscamento e os sinais devem ser implantados onde possam transmitir suas mensagens sem que restrinjam a distância de visibilidade ou haja necessidade de diminuição de velocidade para entendê-los.

4.6.2 DEFINIÇÕES

As seguintes definições são adotadas neste Projeto, relativamente às velocidades indicadas pelas placas:

- Velocidade máxima autorizada – VMA: máxima velocidade permitida em cada trecho, indicado por placa colocada à margem da linha;
- Velocidade limitada – VL: velocidade não superior a km/h;
- Velocidade reduzida – VRZ: velocidade não superior a km/h;
- Velocidade restrita – VTR: velocidade não superior a km/h.

NOTA 1: As velocidades acima são indicadas nos Regulamentos de Sinais das Estradas de Ferro, de acordo com a significação estabelecida para cada sinal e serão estabelecidas pela autoridade competente da operadora da linha em questão.

NOTA 2: O Regulamento de Sinais das Estradas de Ferro, acima citado, regulamenta todas as placas e sinais a serem usados nas operações ferroviárias, e, a falta de alguma placa ou sinal, neste Projeto, não exime à futura operadora do Sistema Ferroviário o ser construído, da responsabilidade de não usá-las.

4.6.3 PRINCÍPIOS A SEREM OBSERVADOS

- Os sinais indicam as velocidades a serem adotadas pelos trens e não os itinerários que estes seguirão.
- Os sinais com mais de um foco serão interpretados pelo conjunto das cores apresentadas e não pelo aspecto individual de cada foco.
- Um sinal anormalmente apagado ou de aspecto impreciso, que provoque dúvidas ao maquinista, corresponderá ao sinal de parada.
- Nenhum sinal anão será utilizado em linha corrida, exceto os indicativos de marcos quilométricos.

4.6.4 SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA - PLACAS

4.6.4.1 DEFINIÇÃO

Denomina-se placa de sinalização a um dispositivo fixo, auxiliar da sinalização das Estradas de Ferro, contendo inscrições de letras, algarismos e/ou símbolos que caracterizam situações para as quais se exige o cumprimento de regulamentos ou chamam a atenção dos maquinistas em favor da segurança e da flexibilidade do tráfego.

4.6.4.2 OBJETIVO

O objetivo deste Projeto é determinar os tipos de placas a serem utilizadas e regulamentar as suas aplicações.

4.6.4.3 UTILIZAÇÃO

- Segundo o tempo de permanência no local de implantação, as placas podem ser fixas ou permanentes, ou móveis ou temporárias:
- Permanente é a placa cuja localização e utilização em determinado ponto da linha férrea é definitiva.

- Temporária é a placa cuja localização e utilização em determinado ponto da linha férrea é variável e transitória, dependendo de fatores ocasionais, tais como: trabalho na via permanente, acidentes na linha, restrições provisórias e outros.

4.6.4.4 CLASSIFICAÇÃO

Quanto à sua função as placas classificam-se em duas categorias:

Fixas ou Permanentes

São aquelas que por sua natureza indicam as condições permanentes da via férrea, como localização de Pontes, Viadutos, Zonas Urbanas, etc., e tem as seguintes denominações:

- Placas de regulamentação
- Placas de advertência
- Placas de indicação

Móveis ou Temporárias

São aquelas que indicam a existência de anormalidades na via férrea, que, apesar de sua transitoriedade, necessitam ser sinalizadas, tais como: intervenções de manutenção na via permanente, queda de barreiras, etc. Esses sinais, quando aplicados se sobrepõe aos de caráter permanente.

4.6.4.5 CARACTERÍSTICAS DAS PLACAS – FORMA E COR

As placas de regulamentação serão quadradas e apresentadas com um dos lados na horizontal. Seus algarismos, letras, símbolos, e tarjas serão pintados em tinta amarela refletiva, grau técnico, podendo ser aplicado fita refletiva, também amarela, igualmente em grau técnico. O fundo e o verso serão pretos, foscos.

As placas de advertência serão quadradas e apresentadas com uma diagonal na vertical. Seus algarismos, letras, símbolos e tarjas serão pintados em tinta amarela refletiva, podendo ser aplicado fita refletiva, também amarela. O fundo e o verso serão pretos, foscos.

As placas de indicação serão retangulares, triangulares ou terão a forma resultante da combinação das duas, com tarja. Seus algarismos, letras, símbolos e tarja serão branco fosco. O fundo será preto e o verso preto fosco.

As placas de indicação destinadas a dar informações ao público poderão ter formas e concepções diferentes, excepcionalmente.

4.6.4.6 CARACTERÍSTICAS DAS PLACAS – DIMENSÕES

De acordo com as Normas Vigentes as placas de regulamentação e as de advertência terão as dimensões em função da velocidade máxima autorizada (VMA):

- < 80 Km/h - lado igual a 50 cm;
- = ou > 80 Km/h - lado igual a 80 cm.

No presente Projeto, como a velocidade máxima autorizada é de 80 km/h usaremos o lado igual a 80 cm.

As placas de indicação terão as dimensões fixadas nos desenhos que fazem parte integrante desta instrução ou de acordo com as conveniências de cada caso.

A tarja terá 2 cm e ficará um centímetro afastada da borda.

4.6.4.7 CARACTERÍSTICAS DAS PLACAS – MATERIAIS

As placas, os suportes e as braçadeiras deverão ser protegidas com aplicação de tinta anti-oxidante à base de cromato de zinco, ou de tinta à base de resina poliuretâmica, ou serem galvanizados.

Os suportes e as braçadeiras deverão ser sempre pintados de tinta preta sobre a camada anti-oxidante.

Os parafusos, porcas e arruelas deverão ser de ferro galvanizados, cromados, ou outro processo equivalente.

NOTAS:

- I – A fixação do suporte da placa ao poste será feita através de peça de pressão ou de trava, de características tais que não permita o movimento da placa em torno ou ao longo do poste.

- II – Excepcionalmente é admissível a utilização de poste de perfil. Ex.: trilhos.

4.6.4.8 LOCALIZAÇÃO DAS PLACAS

As placas serão localizadas à margem da linha, à direita em relação ao sentido de circulação.

Em caso de linha singela, a colocação da placa à esquerda só é permitida quando houver restrições de gabarito à direita.

Em caso de linha dupla, para entrevia menor que 5,0 m, a placa deverá ficar do lado externo, se houver restrições de gabarito, a placa ficará localizada na entrevia, utilizando-se adicionalmente uma placa indicando a que linha se refere.

Em caso de linha dupla, para entrevia maior que 5,0 m, a altura do centro da placa estará entre 2,0 e 2,5 m acima do nível do boleto do trilho a que se refere. No caso de linha sobre estruturas (pontes, passagens superiores, etc.) a altura será determinada pelo gabarito.

Em casos de linhas múltiplas, com entrevia menor que 5,00 m, será colocada “placas anãs”, inclusive para indicar o número da via, que será numerada sempre da direita para à esquerda.

Conforme o fim que se destinam, as placas serão colocadas junto ao objetivo que definem ou antecipadas de uma distância variável com a VMA, a saber:

- até 60 Km/h - 150m
- > 60 < ou = 80 Km/h - 200m
- > 80 < 120 Km/h - 300m
- > 120 Km/h - 400m

No presente Projeto as placas de regulamentação e advertência serão colocadas a 200 m do objetivo, salvo às placas de sinais de Apte e Velocidade Reduzida, que serão colocadas entre essa distância e o objetivo. As placas indicativas serão colocadas junto ao objetivo, de tal modo espaçadas, entre uma e outra, que permitam o bom entendimento.

4.6.4.9 ANULAÇÃO TEMPORÁRIA DE PLACA

Quando por qualquer motivo temporário de deseja anular uma placa, esta deverá ser coberta por uma placa metálica de cor preta fosca, facilmente aplicável na placa a ser anulada. Cessado o motivo da anulação, a placa metálica deverá ser retirada.

4.6.7 SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA DA PE-555 E BR-122

O Projeto de Sinalização Rodoviário desenvolvido obedeceu aos requisitos das Normas e Especificações de Sinalização do DNER e às Resoluções 599/82 e 666/86 do Conselho de Trânsito, bem como o Novo Código de Trânsito Brasileiro, lei nº 9.503 de 23/09/97, de forma a atender os seguintes princípios:

- regulamentar e disciplinar o uso da rodovia;
- advertir sobre perigos potenciais; e
- orientar o usuário através de informações úteis e/ou necessárias ao seu deslocamento.

Os trechos rodoviários sinalizados foram:

- PE-555, da estaca 8+19,923 à 41+2,867, com extensão de 642,944 m;
- BR-122, da estaca 03+00 à 34+10,471, com extensão de 630,471 m.

A sinalização proposta atende a princípios básicos tais como: visibilidade e legibilidade diurnas e noturnas, compreensão rápida do significado das indicações, informações, advertências, baseados no Projeto Geométrico em planta e perfil, no cadastro e visita ao trecho.

O projeto de sinalização é composto de Sinalização Vertical, compreendendo placas de sinais e dispositivos especiais, de Sinalização Horizontal, abrangendo linhas de demarcação e, de Condução Ótica abrangendo tachas.

A distância mínima de visibilidade adotada para ultrapassagem foi de 280 m.

4.6.7.1. Sinalização Horizontal

Tem como finalidade demarcar as faixas de rolamento e disciplinar a canalização do fluxo de veículos. Serão utilizadas as cores branca e amarela, designando, respectivamente, orientação e regulamentação. Estas serão do tipo termoplásticas, com propriedades refletivas, obtidas através do pré-adicionamento e posterior aspensão de microesferas de vidro, com 0,6 mm de espessura e com vida útil mínima de 3 anos. As pinturas horizontais terão espessura de 10 cm para os seguintes tipos:

- Linhas Laterais Demarcadoras dos Bordos da Pista de Rolamento
- Linhas Demarcadoras de Faixas de Tráfego
- Linhas de Proibição e Ultrapassagem
- Linhas Complementares de Proibição de Ultrapassagem

4.6.7.2. Sinalização Vertical

A sinalização vertical, basicamente constituída por placas de sinais, compreende os seguintes tipos: sinais de regulamentação, sinais de advertência e sinais de indicação. Estes visam fornecer aos usuários da rodovia uma complementação dos dispositivos da sinalização horizontal.

As placas foram dimensionadas de acordo com os padrões convencionais. A sinalização vertical deverá ser executada em chapa de aço laminado à frio, galvanizado, com bitolas entre 16 e 18 mm (1,25 mm de espessura). A sinalização vertical desta obra se subdivide em:

- Sinais de Regulamentação
- Sinais de Advertência
- Sinais de Indicação
- Dispositivos auxiliares de percurso - Delineadores

4.6.7.3. Sinalização por Condução Ótica

Serão implantadas ao longo da rodovia, sobre as linhas demarcadoras de borda, tachas refletivas bidirecionais brancas, com películas refletivas branca e vermelha, espaçadas a cada 16,0 m, com

exceção dos trechos que antecedem os viadutos, numa extensão de 150 m, que será a cada 4,0 m. Do lado direito, elas estarão com o lado branco virado para o motorista e na outra linha de borda, do lado esquerdo da rodovia, estará voltado para o motorista, o lado com a película vermelha.

No eixo da pista, serão implantadas tachas refletivas bidirecionais amarelas, espaçadas a cada 4,0 m, sendo que no eixo viaduto serão tachões bidirecionais amarelos.

Nas defensas metálicas serão colocados refletivos prismáticos, com equidistância de 4,0 m.

4.6.8 SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA DE OBRA

As normas e padrões estabelecidos para sinalização de obra serão aplicados no trecho em obras (durante a construção de viaduto ferroviário, sobre a rodovia e nos desvios provisórios a serem construídos para a execução de viadutos rodoviários, sobre a ferrovia), visando dar a máxima segurança aos usuários e aos operários, quando em serviço, condicionado às situações típicas de cada local.

Todas as operações de construção deverão ser programadas para que o trânsito na rodovia não sofra exagerada interferência da obra, de forma a que os inevitáveis prejuízos a ele, sejam os menores possíveis.

Todos os sinais serão refletorizados e/ou iluminados, para transmitir suas mensagens à noite. A iluminação, entretanto, não poderá provocar ofuscamento e os sinais devem ser implantados onde possam transmitir suas mensagens sem que restrinjam a distância de visibilidade ou provoquem diminuição de largura de pista.

O Projeto de Sinalização Rodoviária para Obras nas Interseções necessárias obedece aos requisitos da moderna engenharia de tráfego e do Código Nacional de Trânsito instituído pela lei n.º 9503, de 23 de setembro de 1997 e resoluções posteriores, de forma a atender aos seguintes princípios:

- Regular e disciplinar o uso da rodovia durante o período de obras;
- Advertir sobre perigos potenciais;
- Orientar os usuários através de informações úteis e/ou necessárias aos seus deslocamentos.

A sinalização proposta atende aos princípios básicos de visibilidade e legibilidade diurnas e noturnas e compreensão rápida do significado das indicações e informações.

O sistema adotado é o preconizado pelos elementos de referência, citados acima e está constituído por uma sinalização vertical, compreendendo placas de sinais e dispositivos especiais e uma sinalização horizontal abrangendo linhas de demarcação sobre o pavimento.

4.6.9 DISPOSIÇÕES GERAIS

São proibidos o emprego de cartazes, anúncios e focos luminosos na faixa da ferrovia, capazes de confundirem ou desviarem a atenção dos motoristas e pedestres que transitam pela passagem em nível.

Ao ser instalado o equipamento de proteção de uma passagem em nível serão colocadas placas de sinalização rodoviária das estradas e ruas que para ela convergirem, indicando aos motoristas a aproximação da passagem.

4.7. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.7 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.7.1 RODOVIAS PE-555 E BR-555

Nas rodovias PE-555 e BR-122 foram previstas retificações altimétricas para possibilitar a passagem da Ferrovia Transnordestina sob as mesmas. A PE-555 inicia sua retificação na estaca 8+19,923 e termina na estaca 41+2,867, totalizando 642,944m de extensão de pavimentação. A BR-122 inicia sua retificação na estaca 03+0,00 e termina na estaca 34+10,471, totalizando 630,471m de extensão de pavimentação.

A seguir, apresentamos o dimensionamento das camadas do pavimento para a retificação.

Foi prevista uma faixa de rolamento de 3,5m de largura e de 1,5m de acostamento, a fim de enquadrar esse trecho de retificação nas normas do Projeto Geométrico do DNIT.

Para um tráfego estimado equivalente a passagem de 10^6 eixos padrão de 8,2 toneladas e um ISp de 10%, o ábaco de dimensionamento do DNIT fornece:

- $H_t \geq 38$ cm;
- $H_{20} \geq 26$ cm;
- $R \geq TSD + CS$ (tratamento superficial duplo + capa selante)

De onde resulta a seguinte estrutura do pavimento:

Estrutura do pavimento da pista de rolamento.

CAMADA	TIPO	COEFICIENTE ESTRUTURAL	ESPESSURA (cm)	
			REAL	EQUIVALENTE
REVESTIMENTO	TSD + CS	-	-	-
BASE	SEG	1,0	20,0	20,0
SUB-BASE	SEG	1,0	18,0	18,0
TOTAL			38,0	38,0

O revestimento da pista de rolamento será executado com TSD + CS, enquanto o acostamento será apenas em TSD.

A base e sub-base serão constituídas de solo estabilizado granulometricamente (SEG), com espessura de 20cm e 18cm, respectivamente.

Quantidades por metro linear

- Sub-base: 1,957 m³/m
- Base: 2,060 m³/m
- TSD: 10 m²/m
- Capa Selante: 7,0 m²/m
- Imprimação: 10 m²/m
- CM-30: 12 kg/m = 0,012 t/m
- RR-2C: 42 kg/m = 0,042 t/m

Apresenta-se na seqüência tabela com os trechos da rodovia com sub-base e base de material de jazida:

RODOVIA	ESTACA (RODOVIA)		MATERIAL	JAZIDA		DMT (km)	VOLUME (m ³)	MOMENTO (m ³ .km)
	INÍCIO	FIM		Nº	CG (ESTACA)			
PE-555	8 + 19,923	19 + 7,852	SUB-BASE	J1	14+3,88	0,522	406,92	212,23
	8 + 19,923	19 + 7,852	BASE			0,522	428,33	223,40
	21 + 18,852	41 + 2,867	SUB-BASE	J1	31+10,86	0,620	751,52	465,64
	21 + 18,852	41 + 2,867	BASE			0,620	791,07	490,15
BR-122	3 + 0	15 + 11,58	SUB-BASE	J17	9+5,79	4,678	492,34	2.302,93
	3 + 0	15 + 11,58	BASE			4,678	518,26	2.424,17
	17 + 12,58	34 + 10,47	SUB-BASE	J17	26+1,53	4,721	661,25	3.121,53
	17 + 12,58	34 + 10,47	BASE			4,721	696,05	3.285,81
					TOTAL	2,64	4.745,74	12.525,86

4.7.2 ESTRADAS LATERAIS À FERROVIA

Foram previstas estradas laterais à ferrovias para acesso das estradas vicinais existentes as passagens inferiores.

Foram considerados, para estradas de 6,0 m de largura, os seguintes serviços:

- Desmatamento e destocamento limpeza áreas com árvores diâmetro até 0,15m com largura de 7,0 m
- Regularização do sub-leito com largura de 7,0 m
- Revestimento primário com largura de 6,0 m e espessura de 0,15 m, com material proveniente das jazidas;

Apresenta-se abaixo quadro das quantidades destes serviços:

ESTRADAS LATERAIS					Área de desm. dest. Limpeza árv. Ø<0,15m (m²)	Área de regularização e comp. do sub-leito (m²)	Revestimento Primário					
ESTACA			Extensão (m)	LADO			Volume (m³)	Origem			Dist. de Transp. (km)	Momento (m³.km)
INICIAL	FINAL	CENTRO DE MASSA						Jazida	Estaca	Centro de Massa		
49 + 14,8	62 + 4,9	55 + 19,85	271	dir.	1.897	1.897	250,00	J1	69 + 10,0		0,270	68
281 + 2,7	331 + 0,0	306 + 1,3	1.018	dir.	7.126	7.126	939,11	J2	622 + 10,0		6,329	5.944
282 + 0,1	331 + 0,0	306 + 10,1	1.000	esq.	7.000	7.000	922,50	J2	622 + 10,0		6,320	5.830
522 + 19,5	553 + 1,4	538 + 0,5	623	esq.	4.361	4.361	574,72	J2	622 + 10,0		1,690	971
522 + 20,0	551 + 13,3	537 + 6,6	595	dir.	4.165	4.165	548,89	J2	622 + 10,0		1,703	935
703 + 15,5	709 + 19,8	706 + 17,6	145	dir.	1.015	1.015	133,76	J2	622 + 10,0		1,688	226
704 + 6,6	710 + 0,3	707 + 3,5	134	esq.	938	938	123,62	J2	622 + 10,0		1,693	209
890 + 0,0	899 + 15,7	894 + 17,8	216	dir.	1.512	1.512	199,26	J2	622 + 10,0		5,448	1.086
890 + 0,0	899 + 4,7	894 + 12,3	205	esq.	1.435	1.435	189,11	J2	622 + 10,0		5,442	1.029
937 + 4,0	965 + 15,4	951 + 9,7	593	esq.	4.151	4.151	547,04	J2	622 + 10,0		6,580	3.600
937 + 18,2	961 + 18,4	949 + 18,3	502	dir.	3.514	3.514	463,10	J2	622 + 10,0		6,548	3.032
1.216 + 19,9	1.223 + 12,9	1.220 + 6,4	134	dir.	938	938	123,62	J3	1.416 + 10,0		3,924	485
1.217 + 0,1	1.224 + 18,3	1.220 + 19,2	179	esq.	1.253	1.253	165,13	J3	1.416 + 10,0		3,911	646
1.380 + 8,0	1.424 + 0,0	1.402 + 4,0	893	dir.	6.251	6.251	823,79	J3	1.416 + 10,0		0,286	236
1.424 + 0,1	1.462 + 17,6	1.443 + 8,8	800	esq.	5.600	5.600	738,00	J3	1.416 + 10,0		0,539	398
1.590 + 19,8	1.604 + 15,5	1.597 + 17,7	297	esq.	2.079	2.079	273,98	J19	1.602 + 19,8	0,500	0,602	165
1.591 + 0,4	1.601 + 1,2	1.596 + 0,8	222	dir.	1.554	1.554	204,80	J19	1.602 + 19,8	0,500	0,639	131
1.782 + 14,0	1.789 + 19,7	1.786 + 6,8	146	esq.	1.022	1.022	134,69	J4	1.936 + 10,0		3,003	404
1.785 + 18,7	1.789 + 19,8	1.787 + 19,3	82	dir.	574	574	75,65	J4	1.936 + 10,0		2,971	225
1.892 + 0,0	1.930 + 16,4	1.911 + 8,2	797	dir.	5.579	5.579	735,23	J4	1.936 + 10,0		0,502	369
1.892 + 0,1	1.932 + 2,7	1.912 + 1,4	823	esq.	5.761	5.761	759,22	J4	1.936 + 10,0		0,489	371
2.052 + 10,5	2.106 + 0,0	2.079 + 5,2	1.090	dir.	7.630	7.630	1.005,53	J4	1.936 + 10,0		2,855	2.871
2.053 + 14,6	2.105 + 19,8	2.079 + 17,2	1.066	esq.	7.462	7.462	983,39	J4	1.936 + 10,0		2,867	2.819
2.210 + 3,3	2.313 + 16,8	2.262 + 0,1	2.100	dir.	14.700	14.700	1.937,25	J5	2.474 + 5,0		4,245	8.224
2.210 + 10,4	2.318 + 15,9	2.264 + 13,2	2.179	esq.	15.253	15.253	2.010,13	J5	2.474 + 5,0		4,192	8.426
2.399 + 12,7	2.471 + 15,0	2.435 + 13,9	1.463	esq.	10.241	10.241	1.349,62	J5	2.474 + 5,0		0,771	1.041
2.439 + 19,9	2.471 + 4,3	2.455 + 12,1	645	dir.	4.515	4.515	595,01	J5	2.474 + 5,0		0,373	222
2.679 + 16,4	2.738 + 20,0	2.709 + 8,2	1.204	dir.	8.428	8.428	1.110,69	J17	2.786 + 14,6	2,000	3,546	3.939
2.702 + 0,3	2.739 + 0,0	2.720 + 10,2	760	esq.	5.320	5.320	701,10	J17	2.786 + 14,6	2,000	3,324	2.330
2.784 + 19,9	2.787 + 2,9	2.786 + 1,4	63	dir.	441	441	58,12	J17	2.786 + 14,6	2,000	2,013	117
2.785 + 0,1	2.809 + 19,1	2.797 + 9,6	520	esq.	3.640	3.640	479,70	J17	2.786 + 14,6	2,000	2,215	1.063
2.867 + 8,0	2.913 + 10,2	2.890 + 9,1	943	esq.	6.601	6.601	869,92	J17	2.786 + 14,6	2,000	4,075	3.545
3.100 + 11,9	3.112 + 2,4	3.106 + 7,2	251	dir.	1.757	1.757	231,55	J16	3.075 + 1,5	1,900	2,526	585
3.110 + 0,2	3.183 + 15,4	3.146 + 17,8	1.496	esq.	10.472	10.472	1.380,06	J16	3.075 + 1,5	1,900	3,336	4.604
3.254 + 19,1	3.280 + 0,0	3.267 + 9,5	521	dir.	3.647	3.647	480,62	J15	3.375 + 3,7	0,100	2,254	1.083
3.255 + 9,3	3.279 + 19,7	3.267 + 14,5	511	esq.	3.577	3.577	471,40	J15	3.375 + 3,7	0,100	2,249	1.060
3.353 + 0,0	3.371 + 15,8	3.362 + 7,9	397	dir.	2.779	2.779	366,23	J15	3.375 + 3,7	0,100	0,356	130
3.353 + 0,0	3.377 + 4,4	3.365 + 2,2	505	esq.	3.535	3.535	465,86	J15	3.375 + 3,7	0,100	0,302	141
3.554 + 0,0	3.566 + 10,1	3.560 + 5,1	271	dir.	1.897	1.897	250,00	J14	3.565 + 16,3	3,200	3,311	828
3.554 + 0,0	3.564 + 19,1	3.559 + 9,5	240	esq.	1.680	1.680	221,40	J14	3.565 + 16,3	3,200	3,327	737
4.057 + 0,0	4.077 + 15,4	4.067 + 7,7	436	dir.	3.052	3.052	402,21	J9	4.071 + 0,0		0,072	29
4.057 + 0,0	4.078 + 17,2	4.067 + 18,6	458	esq.	3.206	3.206	422,51	J9	4.071 + 0,0		0,061	26
4.248 + 0,0	4.248 + 0,0	4.248 + 0,0	262	esq.	1.834	1.834	241,70	J12	4.309 + 9,8	5,700	6,930	1.675
4.248 + 0,0	4.309 + 18,5	4.278 + 19,2	1.259	dir.	8.813	8.813	1.161,43	J12	4.309 + 9,8	5,700	6,311	7.330
4.370 + 6,7	4.378 + 0,0	4.374 + 3,4	174	dir.	1.218	1.218	160,52	J10	4.689 + 10,0		6,307	1.012
4.370 + 12,1	4.378 + 0,0	4.374 + 6,0	168	esq.	1.176	1.176	154,98	J10	4.689 + 10,0		6,304	977
4.500 + 18,0	4.556 + 2,3	4.528 + 10,1	1.125	dir.	7.875	7.875	1.037,81	J10	4.689 + 10,0		3,220	3.342
4.501 + 9,1	4.556 + 0,7	4.528 + 14,9	1.112	esq.	7.784	7.784	1.025,82	J10	4.689 + 10,0		3,215	3.298
4.709 + 1,0	4.887 + 9,1	4.798 + 5,1	892	esq.	6.244	6.244	822,87	J10	4.689 + 10,0		2,175	1.790
4.709 + 1,7	4.744 + 2,2	4.726 + 11,9	852	dir.	5.964	5.964	785,97	J10	4.689 + 10,0		0,742	583
4.773 + 1,6	4.808 + 7,5	4.790 + 14,5	903	dir.	6.321	6.321	833,02	J10	4.689 + 10,0		2,025	1.687
TOTAL			33.541		234.787	234.787	30.941,64				2,97	91.874

4.8. PROJETO DE PÁTIOS FERROVIÁRIOS

4.8. PROJETO DE PÁTIOS FERROVIÁRIOS

4.8.1. PÊRA FERROVIÁRIA

A elaboração do Projeto da Pêra Ferroviária para Carga e Reversão de Trens do Ramal entre Parnamirim e Arapirina na Ferrovia Transnordestina, cujas plantas seguem no Volume 2 – Projeto de Execução, abrangeu as atividades descritas a seguir.

Estudos de Traçado

Os trabalhos foram desenvolvidos a partir de croqui elaborado pela CFN – Companhia Ferroviária do Nordeste – 1ª. Revisão, tendo sido apresentados dois Estudos para a Geometria da Pera em questão.

Uma vez aprovado pela Fiscalização o formato definitivo da Pera Ferroviária de Carga e Reversão, realizaram-se os trabalhos topográficos e de amarração na área reservada à sua implantação, utilizando-se, como ponto de partida, igualmente, os levantamentos topográficos e plantas aerofotogramétricas anteriormente realizados e apresentados.

Para a definição da posição definitiva da Pera foi efetuada uma análise criteriosa do relevo e suas condicionantes principais que são as questões ambientais, hidrológicas, geológicas, pontos críticos e interferências.

Com os trabalhos de campo concluídos, processamos todos os dados obtidos, ajustando-se às condições reais e específicas da situação levantada.

A partir destes ajustes, pode-se quantificar a quantidade de materiais e orçar os principais itens definidores dos níveis de investimentos, obtendo-se uma primeira aproximação dos custos de Implantação.

Em paralelo procedemos o levantamento e o cálculo dos principais parâmetros técnicos como incidência de curvas e comprimento virtual, os quais nortearam os custos de operação e manutenção.

O modelo foi elaborado em meio digital, de modo a possibilitar a utilização de softwares específicos para a elaboração dos projetos de engenharia.

A definição das diretrizes de traçado foi subsidiada por:

- Estudos Geológicos, envolvendo caracterização geológica

e geotécnica regional; fotointerpretação geológica; inspeção preliminar de campo e elaboração do mapa geológico;

- Estudos Hidrológicos, para o fornecimento dos elementos para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem e bueiros;

Uma vez aprovado pela Fiscalização o formato definitivo da Pera Ferroviária de Carga e Reversão, foi efetuada uma otimização do traçado, consistindo em:

- Planimetria, execução de retificações do traçado, com possíveis deslocamentos de tangentes e alterações dos raios de curva, objetivando o melhor assentamento da plataforma ferroviária no terreno, diminuindo-se os volumes de terraplenagem, obras de contenção e favorecimento para a drenagem;
- Altimetria, melhor adequação do traçado, tendo em vista que toda a Pêra estará em nível, visualizando-se sempre a diminuição dos volumes de terraplenagem, obras de contenção, drenagem e características operacionais.
- Geometria

Foram mantidas, as características técnicas exigidas pelas Normas vigentes para o Setor Ferroviário a saber:

- Raio mínimo de curva Horizontal: 180,00 m;
- Seção transversal – tipo (para uma Linha):
 - em corte: 7,50m + largura destina aos valetões;
 - em aterro: 7,50 m;
- entrevia: 5,00 m a 6,00 m
- entrevia nas linhas de carregamento: 5,50 m
- rampa máxima: 0 % (toda a Pêra foi projetada em nível por exigência operacional)

Foi elaborado um resumo dos resultados obtidos mais significativos, abrangendo:

- Em Planta foi indicado o PP da estaca inicial e o PF da estaca final da linha mais interna, a extensão de cada

uma das linhas restantes que compõe a Pêra, o desenvolvimento em tangente, em curva e frequências de curvas em função do raio.

- Em Perfil foi indicado o relevo existente, o greide das diversas linhas que compõem a Pêra Ferroviária e a extensão de cada uma das linhas.

4.8.2. PÁTIOS DE CRUZAMENTO

Para operacionalizar o tráfego de trens na ferrovia foram previstos 4 (quatro) locais para pátios de cruzamento intercalados entre pátios com superestrutura e pátios com expansão futura. No volume 2 – Projeto de Execução está apresentado o projeto tipo dos pátios e também o projeto geométrico individual dos mesmos. A localização e descrição destes pátios estão apresentadas na tabela a seguir.

Nomenclatura	Observação	Pátio de Cruzamento						
		Início (est+m)		Fim (est+m)		Extensões - Pátio de Cruzamento (m)		
		Agulha		Agulha		De agulha a agulha	De interseção até a interseção	De marco a marco (comprimento útil)
Pátio P-01	Superestrutura	306	18,233	439	3,867	2645,63	2632,22	2500,00
Pátio P-02	Expansão Futura	1463	18,233	1596	3,867	2645,63	2632,22	2500,00
Pátio P-03	Superestrutura	2550	18,233	2683	3,867	2645,63	2632,22	2500,00
Pátio P-04	Expansão Futura	3524	18,233	3657	3,867	2645,63	2632,22	2500,00

obs: A definição do Início e Fim dos pátios de cruzamento apresentados é referente as agulhas dos AMV's.

4.9. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

4.9. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

4.9.1. Hidrossemeadura

A hidrossemeadura será aplicada nos taludes de aterro e corte em solo de todo trecho em questão, nas jazidas, e nos bota-foras.

4.9.2. Cercas

Serão implantadas cercas laterais em ambos os lados, ao longo da ferrovia na posição da nova faixa de domínio. A implantação deste tem a finalidade de restringir o acesso de animais na área da faixa de domínio da ferrovia.

Os detalhes técnicos de implantação e a nota de serviço das cercas encontram-se apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

4.9.2. Defensas

Serão utilizados defensas metálicas semi-maleáveis nas cabeceiras dos viadutos das rodovias PE-555 e BR-122.

As defensas deverão receber refletorização interna a cada 4,00 m.

A implantação deverá seguir a especificação DNER-EM-37097 – Defensas Metálicas de Perfis Zincados.

Os detalhes técnicos da implantação das defensas metálicas e sua nota de serviço encontram-se apresentados no Projeto de Obras Complementares, Volume 2 – Projeto de Execução.

4.9.3. Interferência com a Adutora do Oeste

Na estaca 1424+9,90 ocorre a interferência com a adutora do Oeste. A tubulação é de aço e seu diâmetro é de 80cm. Sobre a adutora está projetado um aterro de aproximadamente 6m de altura.

A adutora na maior parte de sua extensão é aérea apoiada em pilares. Porém, ao transpor a ferrovia projetada a adutora está ao nível do terreno. Para garantir o apoio contínuo da adutora, recomenda-se que o aterro até a geratriz superior da tubulação seja realizado com compactação hidráulica com areia envolvida em uma manta sintética.

4.10. PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

4.10. PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

A implantação da Ferrovia implicou na necessidade de desapropriações ao longo do trecho. Segue abaixo os critérios utilizados para a elaboração do projeto.

Critérios utilizados para a Elaboração do Projeto:

- **Faixa de domínio:** A faixa de domínio terá largura mínima limitada pela distância de 10 metros, contada a partir dos pés dos aterros ou das cristas dos cortes, para cada um dos lados e não será inferior a 20 metros para cada lado do eixo de projeto. Nas rodovias, será desapropriado somente a diferença da faixa de domínio existente para a projetada.

- **Planta de situação:** As plantas individuais para a desapropriação de cada propriedade são cópias autênticas das plantas do Projeto Geométrico na escala 1:2.000, assinalando os limites dos imóveis (benfeitorias e limites das propriedades) em relação ao eixo projetado, com indicação da área e suas principais dimensões.

- **Cálculo das áreas:** Os terrenos que têm as suas divisas iniciais e finais interceptando o eixo, tiveram suas áreas calculadas multiplicando as distâncias no eixo entre estas mesmas divisas, pela largura da faixa de domínio, cujas extremidades são eqüidistantes. Outros terrenos com situações diferentes tiveram suas áreas calculadas através do Cad e poligonais. As benfeitorias foram calculadas através de fórmulas geométricas conhecidas.

- **Memoriais Descritivos:** Para cada unidade de propriedade atingida foram elaborados memoriais descritivos, separadamente das áreas a serem desapropriadas, consistindo basicamente na descrição da poligonal que circunscribe a área objeto de desapropriação, ou seja, contendo informações sobre a distância e deflexão entre vértices, confrontantes e área a desapropriar.

- **Avaliação de imóveis:** A avaliação de um imóvel é representada por laudos de avaliação. Segundo as instruções do DNIT, o laudo é formado pelos valores das avaliações executadas, em separado, do terreno, das benfeitorias e das plantações, porém, no final, expressa a somatória destes valores, ou seja, o valor total referente ao imóvel objeto de desapropriação. Os critérios adotados para a fixação dos diversos valores de desapropriação são a seguir justificados.

- **Avaliação dos terrenos:** Na avaliação dos terrenos, tanto para as grandes como para as pequenas glebas, foi usado o método comparativo das características, que consiste em se determinar o valor unitário básico da propriedade, comparando-a com outros referenciais, onde

são precisamente conhecidos seus valores de venda e oferta de mercado imobiliário da região. Com este objetivo, foram feitas pesquisas de mercado na região de Parnamirim, Bodocó, Ouricuri e Trindade, informações de imobiliárias.

- Avaliação das benfeitorias: Determinados os valores unitários básicos para o segmento, definidos pela homogeneização dos valores encontrados na pesquisa de mercado, pode-se proceder à avaliação do terreno. Este valor é o produto do valor unitário básico pela área a ser desapropriada. Durante as obras, negociações entre proprietários e DNIT poderão ocorrer, resultando possíveis modificações nas áreas e valores encontrados. As benfeitorias atingidas são construções de casas. Estão localizadas na zona rural e são geralmente de acabamento modesto e pobre. O valor das edificações principais, por metro quadrado, foi determinado através do método de reprodução de custo, com base no preço do material utilizado nas construções, mão-de-obra, etc. Todas as edificações foram classificadas por padrões, tendo sido depreciadas individualmente, através de coeficientes de obsolescência, obtidos analiticamente observando a idade aparente, a idade real, vida útil, estado de conservação, etc., dos imóveis. Quanto às culturas, foram avaliadas somente aquelas consideradas permanentes, tais como: árvores frutíferas.

O projeto de desapropriação com seus detalhes e relação das áreas a desapropriar está sendo apresentado no Volume 3E – Projeto de Desapropriação.

4.11. COMPONENTE AMBIENTAL

4.11 COMPONENTE AMBIENTAL

A componente ambiental de projetos executivos de empreendimentos públicos, por força de entendimentos legais por parte do Tribunal de Contas da União, vem se adequando ao arcabouço da legislação ambiental do país. Preconizando o encadeamento lógico dos processos de elaboração de projeto e de licenciamento ambiental, o TCU emitiu os acórdãos do TCU 516/2003 e 1846/2003, nos quais fica evidenciado que os projetos executivos de obras públicas devem conter as diretrizes definidas na etapa de licenciamento ambiental que o precede, no caso o Projeto Básico Ambiental (PBA) aprovado através da emissão da Licença de Instalação.

No caso da ferrovia Transnordestina o PBA, de autoria da empresa STE Serviços Técnicos de Engenharia S.A., foi finalizado em novembro de 2005, contemplando as exigências do IBAMA contidas na Licença Prévia 210/2005 e já teve tramitação no IBAMA com emissão da Licença de Instalação para dois trechos da Ferrovia Transnordestina (Salgueiro/PE – Jati/CE e Jati/CE – Missão Velha/CE). O segmento em tela, Parnamirim-Araripe, faz parte do mesmo processo de licenciamento e está contemplado no referido PBA.

Além disso, o Termo de Referência do Projeto Executivo define que a Componente Ambiental deva ser elaborado de acordo com a IS-246 do DNIT onde consta "existindo o EIA/RIMA e PBA, a elaboração do Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Rodoviária se fundamentará nos procedimentos por eles estabelecidos".

Tendo como premissas o exposto nos parágrafos anteriores, a componente ambiental do projeto foi elaborada tomando como base essencial o Projeto Básico Ambiental uma vez que é o documento que estabelecerá a regularização do ponto de vista legal do empreendimento.

O PBA contém, em nível executivo, o conjunto de medidas de controle ambiental para prevenção, mitigação e compensação dos impactos ambientais organizado em programas ambientais. Considerando que o PBA trata de todas as medidas ambientais a serem adotadas, desde aquelas relacionadas ao processo construtivo até outras de caráter diverso (educação, investimentos em conservação ambiental, regularização fundiária, etc.), o universo de programas ali contido extrapola a responsabilidade das empresas construtoras. A conexão do PBA com o Projeto Executivo se dá através dos programas ambientais que contém os procedimentos a serem adotados no âmbito das obras propriamente ditas.

Ressalta-se que, tendo em vista que o PBA é o documento normativo dos procedimentos a serem adotados na construção, referendado pela emissão de uma licença ambiental específica. Assim sendo, o conteúdo dos programas ambientais não foi alterado, a não ser no que tange à

restrição de atividades não aplicáveis ao segmento Parnamirim-Araripe.

O Projeto Básico Ambiental, também de autoria da empresa STE Serviços Técnicos de Engenharia S.A., contemplou as exigências do IBAMA contidas na Licença Prévia 210/2005 e, desde novembro de 2005, teve tramitação no IBAMA com emissão da Licença de Instalação para dois trechos da Ferrovia Transnordestina (Salgueiro/PE – Jati/CE e Jati/CE – Missão Velha/CE). O segmento em tela, Parnamirim-Araripe, faz parte do mesmo processo de licenciamento e está contemplado no referido PBA, porém ainda não dispõe de Licença de Instalação emitida.

O Projeto Básico Ambiental apresentado ao IBAMA é composto de 19 programas ambientais que materializam ações com três enfoques distintos:

a) Ações que, independentemente de seu enfoque e prioridade ambiental, são ordinariamente desenvolvidas pelo próprio processo ferroviário. Estas ações objetivam dotar a ferrovia de adequadas condições de segurança operacional, bem como garantir comportamento satisfatório ao longo de toda a vida útil, com vistas à preservação do investimento, protegendo-o contra a ação do próprio tráfego e de agentes externos. Tais ações, que consistem na incorporação à infra-estrutura viária de dispositivos ou componentes físicos, estão implícitas no Projeto Executivo de Engenharia (como por exemplo, no Projeto Geométrico, no Projeto de Drenagem, no Projeto de Obras de Contenção, no Projeto de Sinalização).

b) Ações que propriamente não se traduzem em incorporação ao patrimônio físico da ferrovia, mas que afetam/influem as atividades-meio e que têm como objetivo o atendimento às condicionantes a serem observadas nos processos construtivos e operacionais, com a finalidade de atenuar/eliminar os impactos ambientais com possibilidades de ocorrência na fase de execução das obras, afetando moradores das faixas lindeiras e os próprios trabalhadores das obras.

c) Ações que não guardam qualquer identificação direta ou imediata com o processo construtivo e operacional em si e que têm o objetivo de resguardar o meio ambiente de forma mais ampla, dos efeitos induzidos e/ou restrições que eventualmente possam advir em decorrência da execução do empreendimento. Tais ações devem ter lugar em paralelo com as etapas das obras, prolongando-se por período adicional em alguns casos e contando com a participação de diversificada equipe de especialistas da área ambiental, sempre que possível, familiarizada com a área de transportes.

Essas ações, embora em muitos casos não se identifiquem com as obras e os processos construtivos propriamente ditos, podem interferir com soluções de Projeto de Engenharia e/ou a programação de obras como exemplo as ações pertinentes à liberação da faixa de domínio

para que a construtora execute as obras.

Os programas ambientais sugeridos no PBA são os seguintes:

- Programa de Gestão Ambiental – PGA;
- Programa Ambiental para a Construção – PAC;
- Programa de Comunicação Social – PCS;
- Plano de Gerenciamento de Risco e Plano de Ação de Emergência – PGR/PAE;
- Programa de Adequação do Sistema Viário e Passagem de Fauna – PASVPF;
- Programa de Identificação e Salvamento Arqueológico – PISA;
- Programa Social de Desapropriação – PSD;
- Programa de Reassentamento – PR;
- Programa de Controle de Saúde Pública – PCSP;
- Programa de Controle da Supressão de Vegetação – PCSV;
- Programa de Educação Ambiental – PEA;
- Programa de Conscientização e Desenvolvimento Ambiental – PCD;
- Programa de Ordenamento Territorial da Área de Influência Direta – POT
- Programa de Compensação Ambiental – PCAUC;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e do Passivo Ambiental – PRAD;
- Programa de Monitoramento da Qualidade da Água – PMQAG;
- Programa de Monitoramento da Flora e Fauna – PMFF;
- Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar – PMQAR;

- Programa de Monitoramento de Ruídos – PMR;

A avaliação dos objetivos e da responsabilidade pela execução dos programas ambientais acima listados possibilitou a identificação daqueles que tem estreita correlação com o projeto executivo.

Excluídos os programas que têm objetivos distintos do controle ambiental das obras propriamente ditas ou sem interface com as atividades das construtoras, foi possível construir a lista a seguir, agrupando os programas ambientais em três conjuntos. O primeiro trata dos programas com responsabilidade claramente atribuída às empresas construtoras; o segundo com atribuições compartilhadas entre essas empresas e outros atores (DNIT, Supervisão Ambiental, empresas especializadas) e o terceiro envolve programas cuja execução ou resultados poderão vir a interferir com as atividades das construtoras.

➤ Grupo I – Programas de responsabilidade das construtoras:

- Programa Ambiental para a Construção – PAC;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e do Passivo Ambiental – PRAD.

➤ Grupo II – Programas de responsabilidade compartilhada:

- Programa de Gestão Ambiental – PGA;
- Programa de Controle da Supressão de Vegetação – PCSV;
- Programa de Adequação do Sistema Viário e Passagem de Fauna – PASVFPF;
- Programa de Controle de Saúde Pública – PCSP;
- Programa de Educação Ambiental – PEA;
- Programa de Ordenamento Territorial da Área de Influência Direta – POT.

➤ Grupo III – Programas com possível interferência na construção:

- Programa de Monitoramento da Qualidade da Água – PMQAG;
- Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar – PMQAR;
- Programa de Monitoramento de Ruídos – PMR.

Os programas ambientais detalhados no volume de componente ambiental correspondem àqueles cuja responsabilidade pela implementação será da empresa construtora, uma vez que tratam de procedimentos inerentes ao controle ambiental das obras propriamente ditas. O detalhamento consistiu na análise das atividades propostas e sua adequação ao segmento Parnamirim-Araripe, haja visto que o documento original abrangia também outros trechos.

Outros programas, que constituem um conjunto de atividades cuja responsabilidade é do empreendedor, mas que contará com ações a serem realizadas em conjunto com as empresas construtoras ou com anuência destas a seguir foram apresentados em sua versão síntese. Trata-se do cumprimento de prazos na entrega dos relatórios (PGA), obtenção de licenças para supressão vegetal e adoção de medidas no manejo da vegetação durante a limpeza do terreno (PCSV), incorporação de diretrizes construtivas específicas para as passagens de fauna (PASVPF), saúde dos trabalhadores (PCSP), atividades educacionais para os trabalhadores (PEA), adoção de medidas preventivas em relação à vizinhança das obras (POT).

Por fim, foram apresentados os programas ambientais cuja implementação poderá detectar interferências sobre a qualidade da água, do ar ou nos níveis de ruído decorrentes de procedimentos adotados para a execução das obras pelas empresas construtoras. Através da atuação da supervisão ambiental, poderão ser promovidas alterações nos procedimentos que porventura possam estar sendo os causadores das referidas interferências.

Assim, o volume de componente ambiental está constituído por um resgate de informações do processo de Licenciamento Ambiental composto por um extrato do EIA/RIMA, da Licença Prévia e suas condicionantes, uma contextualização do Projeto Básico Ambiental em relação às atividades das empresas construtoras e os Programas Ambientais que devem ser incorporados às atividades construtivas, bem como a síntese dos programas que têm alguma relação com o processo construtivo.

5. INFORMAÇÕES GERAIS

5.1. TERMO DE REFERÊNCIA

FERROVIA TRANSNORDESTINA

TRECHOS: SALGUEIRO/PARNAMIRIM/PETROLINA, PARNAMIRIM/ARARIPINA

TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO

SUMÁRIO

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVO
- RECOMENDAÇÕES GERAIS
- RELATÓRIOS
- OUTRAS ORIENTAÇÕES
- ÍNDICE
- CROQUIS ILUSTRATIVO

1.0 INTRODUÇÃO

A Implantação da Ferrovia Transnordestina, parte da Malha Ferroviária do Nordeste, nos trechos dispostos sobre o Estado de Pernambuco, consiste no projeto de construção dos trechos: Petrolina (PE) – Salgueiro (PE), e Parnamirim (PE) – Araripina (PE) - Ramal do Gesso - com o objetivo de garantir uma circulação rápida, segura e de baixo custo para os principais pólos econômicos da região e para os portos de Suape (PE) e Pecém (CE).

Estudos elaborados pelo Ministério dos Transportes e pelo GEIPOT em setembro de 1988 apontaram os benefícios e a viabilidade da construção do empreendimento.

Em decorrência desse cenário favorável, o GEIPOT contratou firmas especializadas para desenvolver o Projeto Final de Engenharia da Ligação Ferroviária Petrolina – Salgueiro – Missão Velha, que ficou concluído em setembro de 1989.

Posteriormente tomou-se a iniciativa de promover novos estudos e projetos, contemplando uma nova alternativa de traçado de tal forma que a ferrovia se aproximasse de alguns pontos de interesse de cargas, tais como Parnamirim e o pólo gesseiro de Araripina, não previstos originalmente no projeto desenvolvido pelo GEIPOT.

Em 2002 o Governo do Estado de Pernambuco elaborou estudos e novos projetos básicos de engenharia desenvolvidos para o trecho Petrolina – Salgueiro adotando nova alternativa de traçado e contemplando um ramal de acesso a Araripina.

Atualmente, com o desenvolvimento da nova fronteira agrícola ao Sul dos estados do Piauí e Maranhão e, também a Oeste do estado da Bahia, aventou-se a possibilidade de expansão do Ramal do Gesso para àquele estado – sul do Piauí – mais particularmente até a cidade de Elizeu Martins.

O projeto da Ferrovia Transnordestina é portanto, hoje, visto como o Corredor de Exportações do Nordeste, e o elo que possivelmente, também, viabilizará a Hidrovia do São Francisco.

2.0 OBJETIVO

O Termo de Referência ora apresentado têm como finalidade definir os objetivos e as diretrizes a serem observadas no desenvolvimento dos trabalhos previstos para atendimento ao disposto no Convênio DIT/TT Nº 164/2003-00 que estabelece parâmetros para a cooperação técnica e financeira entre o **Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT e o Estado de Pernambuco**, por intermédio da **Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Projetos Especiais do Estado de Pernambuco – Sedupe**.

Os trabalhos realizados sobre este título têm por objetivo a elaboração do Projeto Executivo a partir dos, Projeto Básicos e demais estudos existentes, incluindo a realização das revisões, adequações e atualizações daqueles documentos e a elaboração de todos os estudos e serviços complementares necessários à implantação das obras dos sub-trechos abaixo descritos:

LOTE	TRECHO	EXTENSÃO (Km)	VALOR DO LOTE (R\$)	Estacas Projeto (Ref.: Básico)
01	Petrolina – Riacho Santa Rosa	116,39	2.250.240,46	Est. 500 a Est. 3.124+5,10 (LI – 1.1), da Est. 0 a Est. 3.195
02	Riacho Santa Rosa – Parnamirim – Salgueiro	118,10	2.250.240,46	Est. 3.195 a Est. 6435+13,94, da Est. 0 a Est. 2664 +9,44
03	Araripina – Parnamirim	112,60	2.250.240,46	Est. 0 a Est. 5.630

Os estudos referentes a parte do LOTE 01 – subtrecho (Petrolina – Riacho Pontal) deverão levar em conta as especificidades descritas abaixo:

a) Este trecho corresponde ao Lote LI –1.1 de infra-estrutura da ligação ferroviária Petrolina-Salgueiro- Missão Velha, já projetado (GEIPOT – 1989 (LI – 1.1), EF - 116), iniciando-se na extremidade do ramal Salvador-Petrolina, segue em direção nordeste ao lado da BR – 122.

b) A sua construção foi iniciada, sendo parcialmente executados serviços de terraplenagem e obras de arte correntes em 27,8 km.

O projeto original sofreu alterações de traçado (03), nos seguintes pontos:

- 1.) Est. 210 + 3,30 a 886 + 10,55 = 897
 - 2.) Est. 1.606 + 2,82 a 1.871 + 19,65 = 1.872 + 7,30
 - 3.) Est. 2.106 + 17,08 a 2.710 + 12,49 = 2.688 + 1,12
- c) Serão procedidas uma atualização e adequação do Projeto Executivo de Engenharia, existente (LI – 1.1), a partir da Est. 500, ficando definido que o início do presente projeto se dará nesta Estação.

Neste documento entenda-se, para maior facilidade descritiva, como Projeto Básico, também, o projeto executivo elaborado pelo GEIPOT – 1989 (LI – 1.1), que será objeto de revisão e atualização.

O Projeto Executivo deverá ser realizado e desenvolvido em conformidade com as diretrizes e parâmetros estabelecidos no Projeto Básico e demais estudos existentes, em especial nas determinações deste Termo de Referência e alterações posteriores introduzidas pelo DNIT ou Cehab ou pelos próprios estudos, efetuando-se no entanto as revisões, adequações, atualizações e detalhamentos necessárias, envolvendo estudos de alternativas e indicação e justificativa da solução proposta.

O Projeto Executivo deverá ser constituído pelo conjunto de estudos e projetos necessários e suficientes, para o planejamento e montagem da licitação, gestão e implantação da obra. O produto dos trabalhos realizados deverá ser apresentado com um nível de precisão e detalhamento tal que permita, sem dar margem a quaisquer dúvidas, a execução dos serviços, a aquisição de equipamentos e montagem de sistemas pela empreiteira a ser contratada para a execução da Obra, devendo apresentar, necessariamente, soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas e justificadas, e devidamente aprovadas pelo Contratante. Deverão constar 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 os serviços a serem executados, seus preços unitários e totais e o preço total da obra.

Toda e qualquer solução recomendada deverá, necessariamente, ser acompanhada de análise comparativa de alternativas onde fique demonstrada ser a mesma técnica e economicamente a melhor e causadora de menor impacto no meio ambiente. O conjunto de Estudos e Projetos a elaborar, deve rever e atualizar o elenco de soluções estabelecidas no projeto básico, de forma que permitam implantar os subtrechos acima descritos, dentro de moderno padrão técnico, possibilitando condições operacionais, de segurança e conforto, respeitando as condicionantes ambientais.

Na execução dos serviços deverão ser observadas, de modo geral as Especificações e as Normas Técnicas vigentes no DNIT, as da ABNT e aquelas Complementares e Particulares, dos respectivos projetos e outras pertinentes aos serviços, constantes das instruções, recomendações e determinações da Fiscalização, ainda:

- Os serviços serão desenvolvidos em obediência as determinantes previstas nos itens 2.1 e 2.2 e, no que couber, às Instruções de Serviço integrantes do Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários em vigor no DNIT, ou adequações necessárias.

- Os serviços deverão também seguir as diretrizes e o estabelecido nos seguintes documentos :

- . Condicionantes impostas pelo órgão ambiental responsável pela emissão da licença prévia e, posteriormente, das licenças de implantação e operação;

- . As condicionantes resultantes de pleitos devidamente registrados e aprovados pela Fiscalização;

Os serviços a executar para atingir os objetivos previstos serão desenvolvidos dentro das seguintes fases:

▢ **Preliminar**

▢ **Projeto**

2.1 Fase Preliminar

Etapa caracterizada pela coleta e análise de dados, com finalidade de estudar as soluções propostas no projeto básico existente e elaboração do Relatório Parcial RP-01 e anteprojeto das alterações, contendo a descrição e conclusões a respeito dos estudos efetuados e um plano de trabalho para prosseguimento dos trabalhos.

Ao final da Fase Preliminar, todos os levantamentos de campo necessários à revisão e atualização do projeto básico deverão estar concluídos. Esta fase terá como principal objetivo estabelecer possíveis necessidades de alteração de traçado, bem como o Plano Operacional da Ferrovia, mediante coleta e análise dos dados existentes, incluindo-se cartas e/ou fotografias aéreas disponíveis.

Nesta fase, serão desenvolvidos os estudos abaixo descritos, considerando-se, as orientações contidas nas Instruções de Serviço constantes das **Diretrizes Básicas para a Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários**, ed. 1999, do DNIT, **no que couber e com as devidas adaptações para o caso de obras ferroviárias**, também, nas **Instruções Complementares para Elaboração de Projetos de Infra-Estrutura de Transportes** – IS DG/DNIT Nº 01/2004, DE 26/05/2004, ou edição posterior e, no documento “INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA O PROJETO FINAL DE ENGENHARIA”, emitido pelo DNIT, em anexo, quais sejam:

® Estudos de Traçado (IS-207)

- Coleta e compilação da dados;
- Identificação das eventuais necessidades de modificação do traçado original;
- Estabelecimento dos critérios para a revisão e atualização do projeto original;
- Preparação de planos operacionais preliminares;
- Avaliação preliminar comparativa entre as eventuais alternativas de solução para a revisão e atualização do projeto.

® **Projeto Geométrico (IS-208)**, no que couber e com as devidas adaptações para o caso de obras ferroviárias, e nível de detalhamento compatível com as necessidades desta fase dos trabalhos.

® Componente Ambiental do Projeto (IS-246)

- Avaliação ambiental preliminar, serviço que consistirá no levantamento, junto aos órgãos competentes, de áreas de preservação ambiental, áreas indígenas e de fatores restritivos ao uso do solo pelas atividades ferroviárias, serão identificados:

- . Problemas ambientais a se cadastrar na fase seguinte;

- . Existência de atividades de terceiros (lavouras, indústrias, loteamentos, etc.);
- . Cadastro de áreas que possam vir a ser identificadas como passivo ambiental ao longo do subtrecho;
- . Serão recomendadas medidas a serem adotadas para a recuperação e proteção ambiental;

Nesta fase se faz necessário conhecer os estudos ambientais, em andamento, desenvolvidos pelo DNIT (EIA/RIMA e PBA – Projeto Básico Ambiental), para a Ferrovia Transnordestina (processo 50600.005427/2003-64).

® Projeto de Desapropriação (IS-219)

- Avaliação preliminar para desapropriação, nesta fase, será efetuado um levantamento preliminar das propriedades rurais e benfeitorias existentes, a cadastrar na fase seguinte e que possa fornecer elementos para uma avaliação de custo inicial.

® Plano Operacional (elaborado considerando-se as orientações contidas na IS-207, referentes ao Plano Funcional Preliminar)

® Ao final desta fase, será entregue o Relatório Parcial Nº 01 (RP-01).

2.2 Fase de Projeto

Fase em que se realizam os estudos e detalhamentos das proposições apresentadas na fase anterior sobre as possíveis modificações a efetuar no projeto básico, com emissão de relatórios contendo os resultados e os respectivos custos estimados.

Nesta fase, tendo sido aprovadas as conclusões e recomendações da fase preliminar, terão início os Projetos Executivos Finais de Engenharia.

2.2.1 - Estudos a Realizar

No desenvolvimento dos trabalhos desta fase, serão complementados **TODOS** os estudos previstos nas IS – Instruções de Serviço, abaixo relacionadas, **no que couber e com as devidas adaptações para o caso de obra ferroviária e**, nas Diretrizes Básicas para a Elaboração de Termos de Referência para Projetos de Ferrovias, revisão 05/2004, ou posterior, e nas Instruções de Serviço constantes das Diretrizes Básicas para a Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, ed. 1999, do DNIT, **no que couber**, e nas Instruções Complementares para Elaboração de Projetos de Infra-estrutura de Transportes – IS DG/DNIT Nº 01/2004, ainda no documento “INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA O PROJETO FINAL DE ENGENHARIA”, emitido pelo DNIT, ou outros requeridos e/ou indicados posteriormente, quais sejam:

® IS-203 - Estudos hidrológicos

Rever os dados coletados nos estudos hidrológicos do projeto básico, de forma a confirmar as características climáticas, pluviométricas, fluviográficas e geomorfológicas, assim como de elementos que permitam definições de bacias, vazões e, outros necessários a elaboração dos estudos.

Apresentar os valores das máximas vazões (m³/s) e cotas máximas verificadas nos elementos de drenagem e cursos d'água observando-se os tempos de recorrência constantes do quadro abaixo:

Espécie	Tempo de Recorrência (Anos)
Drenagem Superficial	25
Bueiro tubular	50 (como canal)
	100 (como orifício)
Bueiro celular	50 (como canal)
	100 (como orifício)
Pontilhão	100
Ponte	100

® IS-206 - Estudos geotécnicos

Os Estudos Geotécnicos deverão subsidiar-se no que é determinado pela IS-09 do Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT(DNER), no que couber, com ênfase na pesquisa e nos ensaios de caracterização de solos moles, se for o caso, preconizados no PRO 381/98).

® IS-205 - Estudos topográficos para projeto

Deverá ser efetuado o levantamento topográfico completo ao longo de todos os trechos, e nos locais de interseções e travessias urbanas, pátios ferroviários, etc., devendo ser levantadas seções transversais suficientes para elaboração dos projetos geométricos, quando são denominados de levantamentos especiais.

Os estudos topográficos terão como objetivo a preparação da base planialtimétrica cadastral, suficientemente detalhada para permitir o desenvolvimento dos projetos a nível executivo.

Recomenda-se não empregar métodos convencionais, **aplicando-se o processo eletrônico-digital.**

- Processo Eletrônico-Digital:

Os estudos topográficos pelo processo Eletrônico-Digital serão realizados com a utilização de equipamentos GPS (Global Position System) e de Estação Total.

Serão executadas as seguintes tarefas principais:

- Implantação de marcos planialtimétricos com utilização de equipamentos GPS (Global Position System);
- Locação do eixo de referência para o levantamento;
- Implantação de marcos trigonométricos e de amarrações do projeto;
- Levantamento cadastral da faixa de domínio;
- Levantamento de seções transversais
- Levantamentos especiais.
- Levantamento de locais de ocorrências de materiais.

- Elaboração das plantas topográficas, inclusive nas áreas indicadas para implantação de instalações de apoio.

Os marcos planimétricos (poligonal secundária e principal) deverão ser materializados de acordo com suas respectivas coordenadas, através do emprego de GPS.

- Locação do Eixo de Referência para o Levantamento.

O eixo deverá ser estaqueado de 20 em 20 metros, em tangentes e em curvas de 10 em 10m. A materialização dos pontos locados será feita por meio de piquetes de madeira. A locação do eixo poderá ser realizada com a utilização de trena de aço. Os pontos da locação deverão ser levantados por Estação Total, quando da ocasião do levantamento da faixa de domínio.

- Levantamento Cadastral da Faixa de Domínio.

O levantamento cadastral da faixa de domínio será executado por processo de irradiação de pontos, com utilização de Estação Total, devendo ser levantados todos os pontos de interesse do projeto, tais como, benfeitorias existentes, interseções, locais para construção de obras-de-arte especiais, obras-de-arte correntes, dispositivos de drenagem superficial, obras complementares, redes de serviços públicos (água potável, água pluvial, esgoto, redes elétricas e de telefonia),

- Levantamento das Seções Transversais.

O levantamento das seções transversais deverá ser realizado também com a utilização de Estação Total, pelo processo de irradiação de pontos, abrangendo uma faixa de levantamento compatível com a natureza do projeto, admitindo-se, contudo, um mínimo de 100 pontos por hectare. Serão levantadas seções transversais em todos os pontos locados, onde porventura houver indicação de alteração de traçado ou mesmo construção de instalações de apoio operacional.

- Levantamentos Especiais.

Os levantamentos especiais serão executados por meio de processo de irradiação de pontos, com utilização de Estação Total e têm como finalidade fornecer base topográfica para elaboração/revisão de projetos de obras-de-arte especiais, obras-de-arte correntes, interseções, obras de contenção, áreas degradadas para o desenvolvimento do PRAD, etc.

- Levantamento Topográfico para o Projeto de Desapropriação

Os levantamentos poderão ser executados com utilização da Estação Total e deverão fornecer os elementos necessários para a elaboração do Projeto de Desapropriação.

– Revisão dos Levantamentos dos Locais de Ocorrências de Materiais

Os locais de ocorrências de materiais para construção (pedreiras, jazidas, areais e empréstimos) serão levantados por processo irradiação de pontos, com utilização de Estação Total.

– Elaboração de Plantas Topográficas

Os estudos topográficos, nos locais indicados acima, serão representados em plantas desenhadas na escala 1:2.000, contendo toda a planimetria da faixa, com as curvas de nível eqüidistantes de 1,0 m. O perfil será elaborado nas escalas H = 1:2.000 e V = 1:200. Os desenhos serão apresentados também em arquivos do tipo DXF, compatíveis com o “software” AutoCAD R14, de forma a permitir a modelagem do terreno.

2.2.2 - Projetos a Desenvolver

Nesta etapa serão elaborados o anteprojeto de revisão e atualização do projeto original, levando-se em consideração as prescrições constantes no item referente a "**Projeto**", de cada uma das IS abaixo relacionadas, **com as devidas adaptações para o caso de projeto de obra ferroviária:**

- IS-208 - Projeto geométrico

Informações Técnicas para o Projeto Final de Engenharia:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Bitola | 1,60 m |
| 2. Rampa Máxima Compensada: | <u>sentido exportação:</u> 0,60% (Observe-se que no trecho Parnamirim/Riacho do Pontal/Petrolina o valor desta Rampa será de 1,00%)

<u>sentido importação:</u> 1,00% |
| 3. Raio de Curva Horizontal Mínimo: | 400 m |
| 4. Velocidade diretriz: | 80 km/h |
| 5. Trem Característico: | 110 vagões + 2 locomotivas de 4.000 HP |
- Considerando a topografia da região, o projetista poderá apontar alternativas com características técnicas distintas, na fase de Relatório Preliminar, tendo em vista o custo de implantação da via.

6. Extensão dos Pátios de Cruzamento; 2,5 km
7. Distância entre pátios: 40 km, com superestrutura acabada.

Previsão de expansão futura para 20 km

O projeto do pátio de interconexão com a linha Salgueiro – Suape será elaborado mediante “lay out” e detalhes a serem fornecidos pela CFN.

Na extremidade Araripina, o projeto inicia na chave de entrada dos referido pátio.

8. AMV na Linha Principal: 1:14
9. AMV nas Linhas Secundárias 1: 10
10. Trilhos: UIC 60
11. Fixação: elástica
12. Dormente: Linha corrida: concreto monobloco
AMV: madeira tratada
13. Trem Tipo: TB 360
14. Seção Tipo:

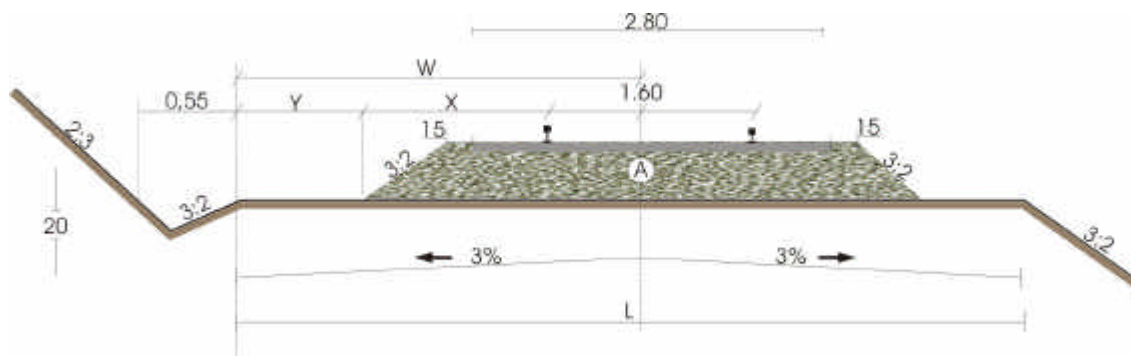
Dimensões Básicas Mínimas da Plataforma

	A	X	Y	W
Valores	0,40	1,72	0,53	3,05
Limites	0,30	1,57	0,53	2,90

Largura da Plataforma

	Aterro	Corte
Valores	6,10	7,20
Limites	5,80	6,90

OBS: Ver desenho a seguir.



Estas dimensões podem variar onde o dispositivo de drenagem justificar, dada as condições de manutenção da via.

15. Faixa de Domínio Mínima: 40 m

A faixa de domínio terá uma largura mínima limitada pela distância de 10 metros, contada a partir dos pés dos aterros ou das cristas dos cortes, para cada um dos lados e não será inferior a 20 metros para cada lado.

16. Gabarito de Livre Passagem: altura acima do boleto do trilho: 8,0 m
largura a partir do eixo da linha : 2,8 m

OBSERVAÇÃO: Durante a fase de construção, por conveniência operacional, da concessionária, o trecho poderá operar temporariamente em bitola métrica. Portanto os dormentes deverão ter previsão para receber o lançamento de via em bitola métrica e as obras de arte serem verificadas para o trem tipo TB 270.

Deverá ser apresentado um resumo das condições técnicas da linha e indicadas as seguintes características:

- Desenvolvimento total do trecho;
- Desenvolvimento em tangente;
- Desenvolvimento em curva;
- Índice (%) em curvas;
- Índice (%) médio de curvas, por km;
- Raio mínimo;
- Frequência do raio mínimo;
- Raio modal;

- Freqüência do raio modal;
- Número de curvas;
- Declividade máxima por sentido;
- Desenvolvimento em nível (extensão);
- Desenvolvimento em rampa (extensão);
- Desenvolvimento em rampa máxima compensada (extensão), nos dois sentidos;
- Desenvolvimento em nível (%);
- Desenvolvimento em rampa (%), nos dois sentidos.

- IS-209 - Projeto de terraplenagem

As seções transversais levantadas e os cálculos de volumes realizados devem ser apresentados em meio digital (CD-ROM).

- IS-210 - Projeto de drenagem

- Projeto de superestrutura da via permanente

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

- sub-laastro (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-laastro e lastro deverão ser indicados os locais de extração e beneficiamento, acompanhados dos ensaios que demonstrem a sua qualidade. As especificações técnicas e os dimensionamentos dos materiais e serviços dos componentes da superestrutura da via deverão estar compatíveis, em quantidade e qualidade, com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas –ABNT e da American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association – AREMA.

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;
- especificações técnicas 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 sublastro e lastro, acompanhados das sondagens que comprovem a sua suficiência e ensaios que demonstrem a sua qualidade;
- quadros de quantidades de serviços, materiais, acessórios e equipamentos especiais.

- IS-214 - Projeto de obras-de-arte especiais (todos os projetos de obras-de-arte especiais constantes dos projetos originais serão revistos para verificar sua adequabilidade aos trens-tipo e gabaritos previstos nas normas da ABNT).

- Projeto de sinalização ferroviária

O projeto de sinalização ferroviária deverá ser elaborado em função do sistema de licenciamento de trens, fornecendo, à operação, um conjunto de informações necessárias à operação com segurança, em acordo com as especificações adotadas pela Concessionária da operação ferroviária.

Deverão fazer parte do projeto, no mínimo:

- planta geral da sinalização, indicando posicionamento e o tipo de cada sinal;
- desenhos detalhados de cada tipo de sinal ferroviário a ser utilizado;
- conjunto de especificações construtivas, de materiais e de fabricação e/ou aquisição dos sinais;
- memoriais descritivos e justificativos das soluções adotadas;
- o conjunto de especificações técnicas
- quadros de quantidades de materiais e serviços.

- Sinalização auxiliar

Refere-se às sinalizações verticais e horizontais nas passagens de nível, durante a execução da obra e em caminhos de serviços, relativas às distâncias e velocidade que o condutor rodoviário deverá empregar durante a transposição das PN's. As dimensões das placas e a sua locação serão aquelas descritas nas normas técnicas da ABNT, dos órgãos rodoviários estaduais e das concessionárias ferroviárias.

Quanto aos materiais a serem empregados na sua confecção serão aqueles preconizados nas normas usuais, porém evitando o uso de caibros na sua sustentação e sem produtos metálicos.

Quanto aos marcos quilométricos, marcos de entrevista, sinalização ferroviária de PN's e outras placas indicativas, deverão ser previstas suas dimensões, localizações e materiais a serem empregados. Com relação aos marcos quilométricos, estes deverão ser fixados em estruturas, com seção triangular possibilitando assim a visão nos dois sentidos de tráfego.

Projeto de pátios ferroviários

O projeto de pátios deverá definir a quantidade, localização, dimensionamento e plano de vias, bem como o detalhamento dos projetos específicos de geometria, terraplenagem, drenagem, superestrutura.

Os pátios de cruzamento(a cada 40 Km) serão projetados de forma completa incluindo a superestrutura.

Os pátios de expansão futura(a cada 20 Km) serão projetados da mesma forma excluindo a superestrutura.

O pátio de entroncamento com a linha Salgueiro-Suape será projetado de forma completa obedecendo o layout a ser fornecido pela CFN

Com relação as instalações e equipamentos essenciais para operação da ferrovia, em cada pátio, serão apenas dimensionadas as áreas necessárias.

- 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;
- proteção vegetal dos taludes;

Genericamente, 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.
-
- Projeto de dispositivos de proteção em obras ferroviárias
 - IS-218 - Projeto de cercas
 - IS-219 - Projeto de desapropriação
 - IS-220 - Orçamento da obra
 - IS-222 - Plano de execução da obra

Deverá ser elaborado o planejamento global de implantação das obras, levando em consideração:

- a manutenção do tráfego na via existente durante o período de implantação da ferrovia;
- a manutenção de tráfego de outros sistemas de transportes que poderão ser afetados pelo plano de execução das obras;
- o vulto dos serviços a executar;
- o conjunto de fatores que possam afetar o ritmo dos trabalhos;
- as expectativas do Contratante e da Concessionária em termos de prazo de implantação.

O Plano de Execução deverá conter todas as informações necessárias aos postulantes às obras para a elaboração de seus próprios planos de trabalho.

- IS-246 - Componente Ambiental

Nesta fase, serão elaborados os projetos executivos, com a finalidade de detalhar a solução selecionada, fornecendo os elementos necessários e suficientes, não só para a licitação das obras, como também, para a execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da ABNT e as do DNER absorvidas pelo DNIT.

A conclusão desta fase será apresentada na Minuta do Projeto Executivo, a qual, após aceita, dará origem à Impressão Definitiva do Projeto Executivo.

2.3 Ensaaios de Laboratório

Serão realizados, no mínimo, os ensaios de laboratório abaixo descritos:

2.3.1 Estudos do Subleito, incluindo sondagens e coleta com retirada de amostras para caracterização do material, até 1,5 m abaixo do greide do Projeto Geométrico (um furo de sondagem a cada 100 m).

Com o material coletado em cada furo de sondagem serão realizados os seguintes ensaios:

- Caracterização: (granulometria por peneiramento e por sedimentação, LL e LP).
- Compactação;
- Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR); e.
- Densidade “in situ”.
- Ensaaios de adensamento quando houver presença de solos com baixa capacidade de suporte.

Devem ser realizadas sondagens a percussão nos locais onde existe a possibilidade de ocorrência de solos com baixa capacidade de suporte com espaçamento máximo de 25,00 m e nas fundações das obras de arte especiais (pontes, viadutos, etc.), até atingir a camada resistente. No caso do terreno de fundação ser rochoso, deverão ser realizadas sondagens rotativas abrangendo uma espessura de rocha de, no mínimo, 6(seis) m.

2.3.2 Estudos de Empréstimos Para Corpo de Aterro

Estas sondagens serão empreendidas somente nos casos de complementação de volumes e em locais onde for prevista a construção de instalações de apoio operacional. Onde foram previstos empréstimos concentrados, serão feitos furos a cada 200m ou, pelo menos, **cinco furos**, onde serão coletadas amostras, as quais serão submetidas, para cada furo, aos seguintes ensaios :

- Caracterização (granulometria, LL e LP).
- Compactação;
- Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR); e.
- Densidade "in situ".

2.3.3 - Estudos de Ocorrências de Materiais para Construção

Objetivará a seleção de ocorrências de materiais para utilização na implantação da ferrovia. Deverão ser estudadas ocorrências de cascalheiras, saibreiras, areais e pedreiras, em conformidade com as soluções previstas no Projeto. Todas as ocorrências de material serão identificadas e avaliadas quanto à sua condição de exploração. O número mínimo de amostras a se pesquisar numa ocorrência será de 9 (nove), após a rejeição dos valores espúrios com desvios muito acima do desvio padrão, devendo ser realizados os seguintes ensaios:

- Caracterização (granulometria, LL e LP).
- Compactação;
- Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR); e.
- Densidade "in situ".

O estudo das ocorrências pétreas consistirá na estimativa do volume de expurgo e do volume utilizável, bem como, coleta de amostras para serem submetidas aos ensaios necessários à sua seleção para aplicação, em cada pedreira, quais sejam:

- Ensaio de Abrasão Los Angeles
- Durabilidade.

O estudo das areias consistirá na avaliação da área e volume úteis a explorar e coleta de amostras para ensaios a serem realizados em cada areal, quais sejam:

- Ensaio de granulometria
- Teor de matéria orgânica

Nas ocorrências de solos lançar-se-á um reticulado com malha de 30,00m de lado, dentro dos limites da ocorrência selecionada, em cujos vértices numerados serão feitos os furos de sondagem. Em cada furo da malha de 30,00m, para cada camada de material, serão realizados 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”.

3.0 RECOMENDAÇÕES GERAIS

3.1 Orçamento da Obra

3.1.1 Fase Preliminar

Nesta fase, os trabalhos consistirão de:

- listagem preliminar dos serviços a executar;
- levantamento estimativo dos custos unitários;
- elaboração de orçamentos preliminares para comparação de soluções;

Observações:

- a) Para a elaboração do orçamento deve-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. (OS DG Nº 03, de 09/11/01);
- b) A Consultora deverá anexar, ao volume de estimativa de custos (fase de anteprojeto), ou de orçamento (fase de projeto) cópias das decisões relativas aos dissídios, acordos ou convenções coletivas de trabalho a que se refere o item "a", acima. - elaboração de estudos iniciais para divisão em lotes de construção.

3.1.2 Fase de Projeto Executivo

Na fase de projeto executivo, os serviços serão desenvolvidos de forma definitiva, envolvendo as atividades citadas na IS-220 das Diretrizes Básicas para a Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, no que couber, e mais as que se seguem:

- listagem definitiva dos serviços a serem executados;
- listagem dos materiais e respectivas distâncias de transporte;
- definição dos preços unitários dos serviços, com base nas composições de preços unitários do **SISTEMA DE CUSTOS RODOVIÁRIOS 2 – SICRO 2**, elaborado pela Gerência de Custos Rodoviários – **GEC**, do **DNIT**, com sede no Rio de Janeiro – (Tel: 0XX21-2516-1990) e pelas propostas da Consultora para a superestrutura ferroviária e outros itens não constantes do SICRO 2.

No caso de serviços não contemplados pelo SICRO 2, serão elaboradas, as planilhas de cálculo de produção das equipes mecânicas, sendo os custos unitários definidos de acordo com a metodologia acima descrita, devendo a projetista 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 SERÃO COMPOSTOS PARA A DATA DA APRESENTAÇÃO DO PROJETO.

Apenas devem ser apresentadas as composições de preços dos seguintes itens:

- os que contêm transporte;
- aqueles em que o custo de insumos for diferente dos custos constantes do SICRO 2 (devidamente atestados pela UNIT sediada em Recife - PE); e,
- aqueles que não fizerem parte do SICRO 2.
- 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 e pagamento dos serviços a que se referem.
- os Quadros de Quantidades e Preços dos Volumes de Orçamento serão enviados, em planilha eletrônica tipo EXCEL 5 ou compatível.
- **Preços de aquisição de materiais industrializados:** não poderão ser adotados preços de aquisição de materiais industrializados diferentes daqueles estabelecidos na tabela do SICRO II.
- **Preços de aquisição de agregados:** a Projetista deverá adotar um dos dois procedimentos para o estabelecimento dos preços dos agregados de obra:
 - **Agregados a serem adquiridos comercialmente:** para as obras localizadas em áreas onde faltam ocorrências de material pétreo ou areais, ou quando a disponibilidade desses materiais já esteja comprometida a terceiros, poderá a Projetista prever seus fornecimentos através de aquisição de fornecedores. Entretanto, os preços finais de aquisição não poderão ser superiores aos estabelecidos no arquivo “Informativo” da tabela do SICRO II, exceto se o valor previsto de aquisição vier inserido no volume de orçamento, através de proposta de preço do fornecedor local. Tal proposta deve ser submetida à Cehab que juntamente com a UNIT Recife emitirá parecer dando ciência e aceitação, se for o caso.

No caso de ocorrências comerciais, será exigida a licença de operação do órgão de controle ambiental e uma declaração do proprietário em que conste sua concordância e o custo da operação.

• **Agregados a serem obtidos através de extração pela construtora:** para as obras localizadas em áreas onde haja ocorrências de material pétreo, areais ou solos deverá a Projetista prever sua obtenção através da extração a ser executada pela empreiteira da obra devendo, também, se prever os custos da recuperação de áreas objeto da extração, assim como da liberação ambiental.

Os custos envolvidos na atividade são os indicados abaixo:

- Rocha para britagem (1 A 01 150 XX)
 - Rachão e pedra de mão produzidos (1 A 01 155 01)
 - Areia extraída (1 A 01 170 XX)
 - Brita produzida em central de britagem (1 A 01 200 XX)
- **Consumos dos materiais:** A Projetista deverá indicar nas suas composições, os mesmos consumos de materiais adotados na tabela do SICRO II.
- Outro elemento a ser verificado refere-se ao fornecimento dos agregados, uma vez que, se forem adquiridos comercialmente, seus custos unitários de transporte também serão de fornecimento comercial. A Projetista deverá observar a densidade do agregado ou da mistura obtida, determinada no Quadro de Consumo de Materiais, na indicação do peso em tonelada a ser transportada.
- **Taxa de LDI:** A taxa de LDI a ser adotada é de **23,90%**, conforme a Instrução de Serviço DG/DNIT nº 01/2004, de 26/05/2004, ou outra Instrução de Serviço posterior que a revogar ou alterar.

3.2 Componente Ambiental do Projeto

Elaborada de acordo com a IS-246 das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, ed. 1999, do extinto DNER, cotejando-se com os estudos ambientais desenvolvidos pelo DNIT (EIA/RIMA e PBA – Projeto Básico Ambiental), para a Ferrovia Transnordestina (processo 50600.005427/2003-64).

4.0 RELATÓRIOS

4.1 Cronograma de Entrega dos Relatórios

No decorrer dos serviços deverão ser apresentados, nos prazos estabelecidos a seguir, os Relatórios previstos no quadro abaixo:

DISCRIMINAÇÃO	PRAZOS
Relatório de Parcial nº 01 (RP-01) (Plano Operacional)	30 dias
Relatório de Andamento nº 01 (RA - 01)	60 dias
Relatório de Andamento nº 02 (RA – 02)	90 dias
Relatório de Andamento nº 03 (RA – 03)	120 dias
Entrega do Relatório de Projeto – Fase Preliminar	150 dias
Relatório de Andamento nº 04 (RA - 04)	180 dias
Relatório de Andamento nº 05 (RA – 05)	210 dias
Entrega da MINUTA do Relatório Final	240 dias
Análise e aprovação do Relatório Final	270 dias
Entrega do Relatório Final	300 dias

O aceite destes relatórios será dado pela **Cehab**, após submetê-lo, também, à apreciação do DNIT. A apreciação positiva, por parte da DNIT, do respectivo Relatório será elemento condicionante para a liberação de pagamento da parcela subsequente, relativa ao relatório seguinte.

4.2 Relatório Parcial nº 01 (RP- 01)

O Relatório Parcial no 01 (RP-01) será entregue ao final da fase preliminar (30 dias), sendo apresentado em 05 (cinco) vias (02 para o Estado e 03 para o DNIT) todas, fornecidas à Cehab – Companhia Estadual de Habitação e Obras da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Projetos Especiais do Governo do Estado, que designará uma Comissão para emitir parecer conclusivo sobre o conteúdo do Relatório, que será o marco inicial e diretriz dos trabalhos que se seguirão, conforme descrito no **Item 2.1**.

O Relatório Parcial no 01 deverá ser constituído pelos seguintes volumes:

VOL Nº	TÍTULO	FORMATO	Nº DE VIAS		
			CEHAB	DNIT	TOTAL
1	Relatório da Fase Preliminar (Texto)	A-4	2	3	5
2	Relatório da Fase Preliminar (Desenhos, Mapas e Quadros)	A-3	2	3	5
3	Memória Justificativa	A-4	2	3	5
4	Estimativa de Custos	A-4	2	3	5

4.3 Relatórios de Andamento (RA)

Os Relatórios de Andamento (RA) deverão ser apresentados conforme previsto no cronograma do **Item 4.1**, e serão tratados com a mesma formalidade prevista para o Relatório Parcial nº 01. Os RA deverão conter o cronograma dos trabalhos, com a indicação dos serviços previstos e executados, assim como, as alterações procedidas no plano de trabalho e na equipe. O seu conteúdo será o seguinte:

- Índice: indica a paginação do início de cada capítulo.
- Apresentação: fornece informações sobre a identificação da empresa, o número e o objeto do contrato, a ferrovia, o trecho, o subtrecho, o segmento, a extensão e a identificação do Relatório.
- Mapa de Situação: indica o trecho em estudo, o segmento em destaque e sua situação em relação à região, com sua amarração às principais localidades e à rede de transporte existente.
- Desenvolvimento: apresenta detalhadamente, por item de serviço, os trabalhos executados, resultados obtidos e conclusões e soluções recomendadas conforme conceito exposto nos Termos de Referência.
Nesta etapa deverão ser observados os relatórios de produção dos laboratórios de solos, serviços de topografia, utilização de veículos e demais equipamentos locados e efetivamente disponibilizados para a realização dos trabalhos. Esta documentação é condicionante para liberação da correspondente parcela de pagamento.
- Cronograma geral: indica o desenvolvimento do serviço, por item do escopo básico, previsto e realizado, em porcentagem.

- Anexos: deverão ser apresentadas cópias de correspondências relativas ao contrato, atas de reuniões, expedientes sobre alteração de equipes e qualquer outro documento necessário ao acompanhamento dos serviços ainda, o RA deverá conter cópia do instrumento contratual correspondente e da publicação, no Diário Oficial da União, do extrato contratual, com a data em que ocorreu.

Todas as demais publicações de alterações e eventos contratuais deverão ser incluídas nos relatórios referentes ao mês em que ocorreram.

- Cópia dos presentes **Termos de Referência**.

4.4 Relatórios Técnicos Intermediários

Os Relatórios Técnicos Intermediários são relatórios de pequeno vulto e objetivam apresentar, quando necessário, informações e resultados de estudos técnicos sobre assuntos específicos discriminados nos Termos de Referência e no Plano de Trabalho do licitante, para ciência e tomada de decisão, pela DNIT. O número de vias será idêntico ao do Relatório Parcial. Estima-se que poderão ser solicitados, ao longo do processo, 6 (seis) relatórios técnicos intermediários, os quais serão cotados na proposta da licitante, sendo pagos somente se forem efetivamente utilizados. Deverão ser fornecidos em 03 vias, cada relatório.

O seu conteúdo será o seguinte:

- Índice: indica a paginação do início de cada capítulo.

- Apresentação: fornece informações sobre a identificação da empresa, o número e o objeto do contrato, a ferrovia, o trecho, o subtrecho, o segmento, a extensão e a identificação do Relatório.

- Mapa de Situação: indica o trecho em estudo, o segmento em destaque e sua situação em relação à região, com sua amarração às principais localidades e à rede de transporte existente.

- Desenvolvimento: apresenta detalhadamente, informações e resultados de estudos técnicos desenvolvidos, os trabalhos executados, resultados obtidos e conclusões e soluções recomendadas conforme conceito exposto nos Termos de Referência.

4.5 Projeto Executivo

4.5.1 Minuta do Relatório Final

A Minuta do Projeto Executivo deverá ser entregue no prazo previsto no item 4.1 - Cronograma de Entrega de Relatórios, contendo todos os estudos e projetos que respaldem a solução aprovada, desenvolvidos em termos de Projeto Executivo, com as

informações, desenhos, gráficos e anexos necessários à sua análise, assim como, especificações, quadros demonstrativos e de quantidades, orçamento, etc. Deverão ser apresentadas as metodologias adotadas, os serviços executados e os resultados obtidos, em estrita consonância com os presentes Termos de Referência.

A Minuta incluirá os elementos referentes, apenas, à solução aprovada pela Comissão supramencionada, não obstante, nos volumes da Minuta, onde for adequado, deverão constar descrições, em capítulos específicos, de forma resumida e abrangente, de todos os trabalhos desenvolvidos, hipóteses consideradas e solução final adotada.

A Minuta do Projeto Executivo compreenderá os seguintes volumes:

VOL. N°	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO	N° DE VIAS		
			DNIT	CEHAB	TOTAL
1	Relatório do Projeto e Documentos para a Licitação	A4	1	1	2
2	Projeto de Execução	A3	1	1	2
3	Memória Justificativa	A4	1	1	2
3B	Estudos Geotécnicos	A4	1	1	2
3C	Memória de Cálculo de Estruturas	A4	1	1	2
3D	Notas de Serviço e Cálculo de Volumes	A4	1	1	2
3E	Projeto de Desapropriação	A4	1	1	2
4	Orçamento e Plano de Execução da Obra	A4	1	1	2

4.5.2 Impressão Definitiva do Projeto Executivo

A impressão definitiva do Projeto Executivo será composta pelos seguintes volumes:

VOL. N°	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO	N° DE VIAS		
			DNIT	CEHAB	TOTAL
1	Relatório do Projeto e Documentos para a Licitação	A4	4(*)	4 (*)	8
2	Projeto de Execução	A3	4(*)	4 (*)	8
3	Memória Justificativa	A4	4(*)	4 (*)	8
3B	Estudos Geotécnicos	A4	5	3	8
3C	Memória de Cálculo de Estruturas	A4	5	3	8
3D	Notas de Serviço e Cálculo de Volumes	A4	5	3	8
3E	Projeto de Desapropriação	A4	6(**)	3 (**)	9
4	Orçamento e Plano de Execução da Obra	A4	4(*)	4 (*)	8

(*) – Uma das vias em espiral.
(**) - Uma das vias para a PG/DNIT.

Obs.: Deverá ser incluída, no Volume-1, na forma de um Apêndice, uma cópia dos presentes Termos de Referência.

A Impressão Definitiva do Projeto Executivo, além das vias impressas, será, também encaminhada gravada em CD-ROM, em 04 vias de forma a facilitar a consulta, organizada da seguinte forma:

- CD No 01 - Projeto Executivo (sem orçamento)
- CD No 02 - Orçamento e Plano de Execução da Obra.

4.5.3 Forma de Apresentação

Todos os Relatórios apresentados deverão ser devidamente encadernados, conforme preconizado nas Instruções para Apresentação de Relatórios e Projetos Executivos de Engenharia de Restauração de Rodovias Federais, edição de dezembro de 1989, do extinto DNER, com os devidos ajustes para o tipo de obra que se está projetando.

5.0 OUTRAS ORIENTAÇÕES

- A fim de suprimir falhas que eventualmente ocorram nos projetos, as firmas consultoras devem controlar a qualidade dos mesmos ao longo das etapas em andamento, de modo a evitar transtornos para o atendimento ao cronograma de tal forma que as medições correspondentes não fiquem retidas até a sua aprovação.

- Todos os contatos relativos à Elaboração dos Projetos, inclusive sobre preservação ambiental e segurança, serão feitos junto à **Cehab**, em Recife-PE.

- Os lotes (Lotes 01, 02, 03), objeto deste termo de referência, deverão contemplar as seguintes premissas:

1. A característica principal da ferrovia será o transporte de cargas;
2. A locação da via deverá guardar distância conveniente dos centros urbanos;
3. O objeto tratado neste Termo de Referência - estudos e projetos - diz respeito apenas a implantação da via permanente, previsão de pátios, etc., incluindo das outras instalações necessárias a operação da ferrovia apenas a previsão e indenização de suas áreas físicas;
4. Deverão ser estudados os diversos tipos de carga geradas na área, inclusive quanto a sua apresentação para o transporte e pontos de entrega. O projeto de via permanente - sub-ramal – ou outros dispositivos para a captação de cargas por ventura identificadas durante os estudos ou solicitados pela CFN, não previstos neste Termo de Referência, será objeto de avaliação pela **CEHAB** e consulta ao DNIT.
5. Previsão, no projeto de desapropriação, de indenizações para implantação de acessos viários (vias vicinais) para manutenção da ferrovia, com revestimento primário (terraplanagem), drenagem e cerca de proteção, etc.. Tais acessos serão determinadas no decorrer dos estudos, ouvindo-se solicitações da CFN – Companhia Ferroviária do Nordeste, Concessionária;
6. Previsão de execução de projetos de pavimentação nos acessos onde haverá operações de carga, ou entroncamentos, tais projetos deverão tomar por base o documento DIRETRIZES BÁSICAS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA, do DNIT desde já, salvo outros pontos emanados dos estudos, deverão ser projetadas vias pavimentadas nos seguintes pontos:
 - a) Entroncamento Salgueiro-Missão Velha com Araripina-Suape;
 - b) Entroncamento Salgueiro-Araripina com Parnamirim-Petrolina;
 - c) Pêra ferroviária Trindade-Araripina.

7. Deverão ser realizados estudos e previsão de soluções de engenharia para o caso de interferências da via férrea com outros projetos governamentais existentes, ou planejados, em nível federal, estadual e municipal, tais como: o projeto de Transposição do Rio São Francisco; projetos hídricos de barragens, canais, e açudagem; linhas de transmissão; cruzamentos com as vias rodoviárias, etc.

6.0 Pontos relevantes

6.a - Entroncamento ferroviário entre os trechos Araripina/Suape(PE) X Salgueiro/Missão Velha(PE/CE)

6.a.1 -A locação do cruzamento ferroviário entre os ramais Araripina/Suape(PE) X Salgueiro/Missão Velha(PE/CE), deverá levar em conta o ponto mais adequado sob o ponto de vista técnico e econômico, sua proximidade da via rodoviária existente e, outras conveniências indicadas pelos estudos, considerando os projetos do DNIT(Missão Velha - Salgueiro) e da CFN (Salgueiro – Suape) Vide croquis ilustrativo em anexo. No cruzamento deverá ser previsto áreas para instalação de um pátio de transbordo e movimentação de cargas, atividades administrativas, comerciais, se for o caso, e de manutenção, inclusive guardando áreas para instalações ferroviárias de manobra, prevendo-se no mínimo:

- 6.a.1.1 – Área para oficina de material rodante;
- 6.a.1.2 – Área para abastecimento;
- 6.a.1.3 – Área de oficina de via permanente;
- 6.a.1.4 – Área de garagem de Turma de Manutenção Corretiva;
- 6.a.1.5 – Área de instalações para destacamento de Maquinistas e Administrativo;

6.a.2 – O dimensionamento e estruturação do ponto, deverá ser executado com base no layout a ser fornecido pela Concessionária dos serviços a CFN – Companhia Ferroviária do Nordeste.

6.b - Entroncamento ferroviário entre os trechos Araripina/Salgueiro(PE) X Petrolina/Parnamirim(PE)

6.b.1 -O entroncamento com ramal Araripina/Salgueiro deverá ser definido em comum acordo com o desenvolvimento do projeto acima referido.

6.b.2 – O entroncamento será planejado de forma que sejam previstos as seguintes direções de tráfego (alças):

- a) Sentido Salgueiro/Petrolina e inverso;
- b) Sentido Petrolina/Araripina e inverso;
- c) Sentido Salgueiro/Araripina e inverso.

6.c - Ponto terminal do trecho Araripina/Suape(PE)

6.c.1 -O ponto terminal do trecho ferroviário, em Pernambuco, objeto deste termo de referência será entre os municípios de Trindade e Araripina. Sua locação deve levar em conta o ponto mais adequado sob o ponto de vista técnico e econômico e, sua proximidade à via rodoviária existente e, principalmente a continuidade da ferrovia em direção ao estado do Piauí, além evidentemente, de outras conveniências indicadas pelos estudos.

Neste ponto deverá ser prevista a coleta e manuseio das cargas provenientes do Polo Gesseiro do Araripe, nas modalidades granel e manufaturadas, motivo pelo qual se recomenda, desde já, o estudo de um sub-ramal com a conformação do tipo “pêra ferroviária”, destinado a tal captação, salvo outra indicação emanada dos estudos.

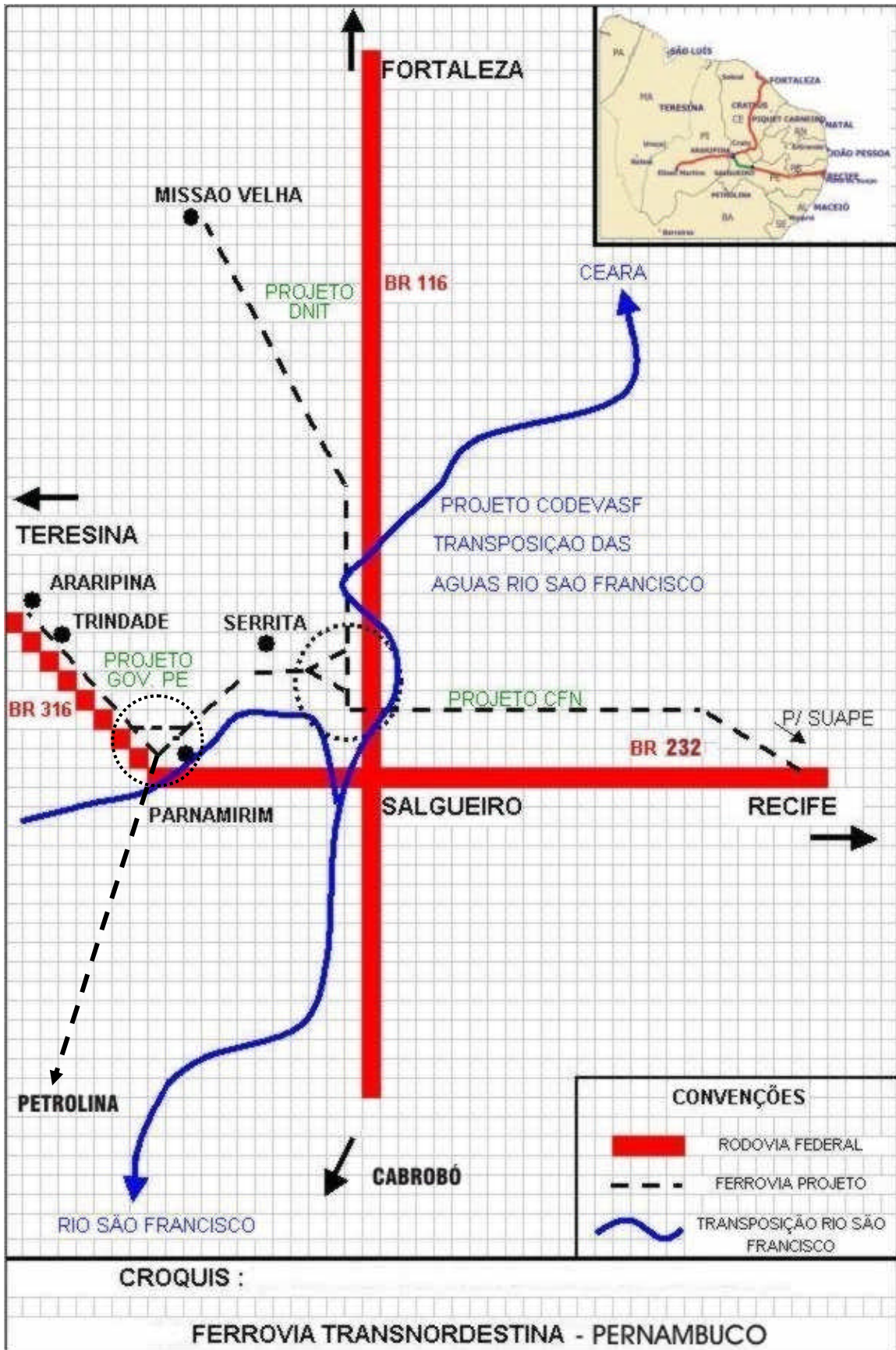
6.c.2 – O dimensionamento das áreas para implantação das demais instalações necessárias, devem ser previstas nesta etapa, inclusive o acesso viário.

6.c.3 – A projeto de via ferroviária para a captação de carga prevista - a “pêra ferroviária” - deverá ser incluída no projeto executivo, inclusive comporá o orçamento.

6.c.4 - Para o dimensionamento e estruturação deste ponto, deverá haver a participação formal da Concessionária dos serviços a CFN – Companhia Ferroviária do Nordeste.

ÍNDICE

1.0	INTRODUÇÃO	03
2.0	OBJETIVO	04
2.1	FASE PRELIMINAR	07
2.2	FASE DE PROJETO	09
2.2.1	Estudos a realizar	09
2.2.2	Projetos a desenvolver	12
2.3	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	19
2.3.1	Estudos do subleito	19
2.3.2	Estudos de empréstimos para corpo de aterro	20
2.3.3	Estudos de ocorrências de materiais para construção	20
3.0	RECOMENDAÇÕES GERAIS	22
3.1	ORÇAMENTO DA OBRA	22
3.1.1	Fase preliminar	22
3.1.2	Fase de projeto executivo	22
3.2	COMPONENTE AMBIENTAL DO PROJETO	24
4.0	RELATÓRIOS	25
4.1	CRONOGRAMA DE ENTREGA DE RELATÓRIOS	25
4.2	RELATÓRIO PARCIAL Nº 01 (RP-01)	25
4.3	RELATÓRIOS DE ANDAMENTO (RA)	26
4.4	RELATÓRIOS TÉCNICOS INTERMEDIÁRIOS	27
4.5	PROJETO EXECUTIVO	27
4.5.1	Minuta do projeto executivo	27
4.5.2	Impressão definitiva do projeto executivo	28
4.5.3	Forma de apresentação	28
5.0	OUTRAS ORIENTAÇÕES	29
6.0	PONTOS RELEVANTES	31
7.0	COMPLEMENTOS	
6.1	Índice	33
6.2	Croquis ilustrativo	34



5.2. CÓPIA DA CERTIDÃO DE REGISTRO DE PESSOA JURÍDICA E ART'S DOS RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO

INSERIR CÓPIA DA CERTIDÃO DE REGISTRO DE PESSOA JURÍDICA E ART.

2 FOLHAS

INSERIR ART'S PERCIVAL, NORBERTO, BOCHI, BASLER, PEDRO, LUCIANO, RIBEIRO, MICHELUCCI, CARLINHOS

9 FOLHAS

PG. 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168

**5.3. RELAÇÃO DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS POR
CADA UM DOS ITENS CONSTITUINTES DO PROJETO,
COM OS NOMES COMPLETOS E RESPECTIVOS N.º
DO CREA, APRESENTADOS NA LISTA REFERENTE À
EQUIPE TÉCNICA**

EQUIPE TÉCNICA

Diretor do Contrato

- Engº Percival Ignácio de Souza
CREA nº 2.225/8ª Região

Coordenador Geral

- Engº Carlos Mees
CREA nº 42.657/8ª Região

Gerente de Contrato

- Engº Carlos Mees
CREA nº 42.657/8ª Região

Chefe de Contrato

- Engº Jorge Maurício Basler
CREA nº 44579/D - RS

ESTUDOS

1. Estudos Geológico-Geotécnicos

- Engº Valter de Oliveira Bochi
CREA nº 10027/D – RS

2. Estudos Topográficos

- Engº Carlos Roberto dos Santos Silveira
CREA nº 12262/D – PE

3. Estudos Hidrológicos

- Engº Luciano Sippert Santarém
CREA nº 133419/D – RS

PROJETOS

4. Projeto Geométrico

- Engº Luciano Sippert Santarém
CREA nº 133419/D – RS

5. Projetos de Terraplenagem

- Engº Pedro Coutinho dos Santos
CREA nº 120162/D – RS

6. Projeto de Drenagem e Obras-de-arte correntes

- Engº Luciano Sippert Santarém
CREA nº 133419/D – RS

7. Projeto de Superestrutura

- Engº Carlos Rodrigues Ribeiro
CREA nº 15.799/D – RS

8. Projeto de Obra-de-arte Especiais.

- Engº Eduardo Michelucci Rodrigues
CREA nº 011015/D – RS

9. Projeto de Sinalização e Segurança Rodoviária

- Engº Carlos Rodrigues Ribeiro
CREA nº 15.799/D – RS

10. Projeto de Desapropriação

- Engº Jorge Maurício Basler
CREA nº 44579/D - RS

11. Projeto de Obras Complementares

- Engº Pedro Coutinho dos Santos
CREA nº 120162/D – RS

12. Orçamento

- Engº Sérvulo Norberto Klein
CREA nº 10827/D – RS

13. Plano de Execução da Obra

- Engº Valter de Oliveira Bochi
CREA nº 10027/D – RS

14. Componente Ambiental

- Engº Jorge Maurício Basler
CREA nº 44579/D - RS

15. Projeto de Pátios Ferroviários

- Engº Luciano Sippert Santarém
CREA nº 133419/D – RS

5.4. DESCRIÇÃO DAS PREMISSAS ADOTADAS PARA O CÁLCULO DO CUSTO DE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

O Valor das Despesas de Instalação e Manutenção de Canteiro e Acampamento (VLDCA) será no máximo de 6% sobre o Valor da Obra a Custo Direto (VOCD). O percentual adotado foi de 3% sobre o VOCD.

- $VLDCA = VOCD \times 0,030$

O Valor das Despesas com Mobilização e Desmobilização (VLDMD) será no máximo de 2,66% sobre o VOCD (Valor da Obra a Custo Direto), utilizando a seguinte expressão:

- $VLDMD = VOCD \times 0,0266$

5.5. DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS PARA O PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS E DOS ACAMPAMENTOS

São considerados como canteiro de obras o conjunto de instalações: alojamento de pessoal, administração (escritório, almoxarifado, oficina), atividades industriais (usinas de asfalto, fábrica de pré-moldados, britagem), pátio de estocagem, depósitos, posto de abastecimento, etc.

Por questões de ordem prática, sugere-se que o canteiro de obras se localize nas proximidades da pedreira indicada, onde deverão situar-se as instalações de britagem.

As instalações administrativas, oficinas de campo, laboratório, almoxarifado e demais dependências deverão situar-se nas proximidades.

6. QUADROS DE QUANTIDADES

6.1. QUADRO DE QUANTIDADES

INSERIR QUADRO DE QUANTIDADES.

12 FOLHAS

PG. 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186

6.2. QUADRO DE CONSUMO DE MATERIAIS

6.2 QUADRO DE CONSUMO DE MATERIAIS

Apresenta-se abaixo quadro com os consumos de materiais da obra.

SERVIÇOS	MATERIAL	UTILIZAÇÃO	
		CONSUMO	UNIDADE
Imprimação da base/sublastro	Asfalto diluído CM-30	1,200	l/m ²
Pintura de Ligação	Emulsão asfáltica RR-1C	0,400	l/m ²
TSD (sem capa selante)	Emulsão asfáltica RR-2C	3,50	l/m ²
TSD (com capa selante)	Emulsão asfáltica RR-2C	4,40	l/m ²
CBUQ (Binder)	Cimento asfáltico CAP-20	0,050	%/t
CBUQ (Rolamento)	Cimento asfáltico CAP-20	0,060	%/t
Concreto fck = 12 MPa	Cimento Portland	314,000	kg/m ³
	Área	0,632	m ³ /m ³
	Brita	0,740	m ³ /m ³
Concreto fck = 15 Mpa	Cimento Portland	340,000	Kg/m ³
	Área	0,614	m ³ /m ³
	Brita	0,740	m ³ /m ³
Concreto Ciclópico	Cimento Portland	220,000	Kg/m ³
	Área	0,518	m ³ /m ³
	Brita	0,345	m ³ /m ³
	Rachão	0,345	m ³ /m ³

6.3. LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAS

INSERIR ESQUEMA DA OCORRÊNCIA DE MATERIAIS

1 FOLHA A4

PG. 190

7. INFORMAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS

7 INFORMAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS

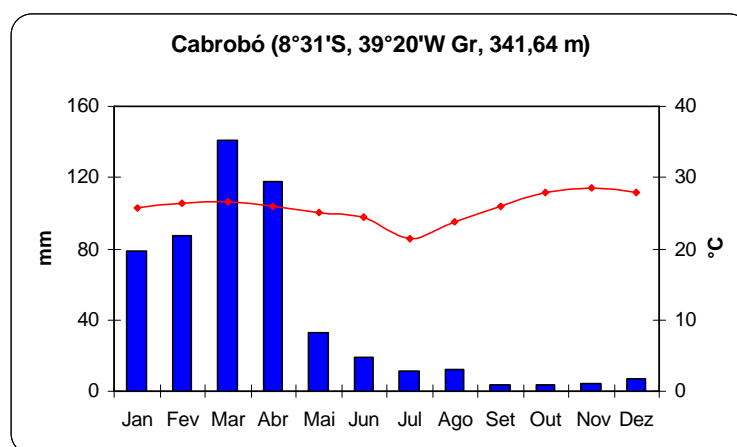
7.1 Condicionantes Climáticas

O clima que predomina na área do empreendimento é o semi-árido. Este tipo climático se caracteriza pelo longo período de estiagem e pelas elevadas temperaturas. Durante os meses do verão, pode acontecer chuvas de verão, geralmente torrenciais.

A temperatura média anual na região é de 25,8 °C. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de outubro a dezembro, chegando a atingir a média de 28,5°C. O mês mais frio é julho, quando a temperatura média atinge 21,4°C. Outra característica importante nesta região é a insolação. As horas de insolação total atingem 2788,4 horas/ano.

As precipitações na área do empreendimento são muito escassas. O volume médio anual de precipitação é de 517,4 mm, caracterizando de forma significativa a aridez da região. A evaporação total é de 3547,2 mm/ano e a umidade relativa do ar (média anual) é baixa, apenas 59,4 %. O contraste entre a precipitação (517,4 mm) e a evaporação (3547,2 mm) indica o grande déficit hídrico que ocorre na região.

O período do ano de maior precipitação ocorre nos meses de março e abril, quando o domínio das massas de ar provenientes do Atlântico é mais intenso. O período de estiagem vai de maio a dezembro, quando os volumes mensais médios de precipitação são inferiores a 60 mm. O comportamento descrito pode ser visualizado no diagrama termopluiométrico (apresentado a seguir) feito a partir dos dados da estação meteorológica de Cabrobó, de responsabilidade do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).



7.2 Prazo Previsto

Na fixação do prazo que para execução dos serviços, levou-se em consideração as características climáticas da região e a natureza e volume dos trabalhos a serem executados.

Assim sendo, adotou-se para a totalidade dos serviços que integram o lote de construção; terraplenagem, drenagem e obras-de-arte correntes, obras-de-arte especiais, superestrutura, pavimentação, sinalização e obras complementares, o prazo de 30 meses consecutivos.

7.3 Relação de Pessoal Técnico

Em seqüência é apresentado com a relação do pessoal técnico de nível superior e médio para o lote considerado necessário e suficiente à perfeita condução dos serviços previstos.

CATEGORIA	FUNÇÃO	PERÍODO DE TRABALHO (meses)	
		INÍCIO	FINAL
Engenheiro residente	Condução geral da obra e entendimentos com a CEHAB e o DNIT	0	30
Engenheiro auxiliar	Condução dos serviços de campo	0	30
Encarregado geral	Coordenação dos encarregados setoriais	0	30
Encarregado das OAE's	Condução dos serviços de OAE's	0	16
Encarregado da terraplenagem, obras-de-arte correntes e drenagem	Condução dos serviços de terraplenagem	2	26
Encarregado do Sublastro	Condução dos serviços do sublastro	16	29
Encarregado da obras-de-arte correntes e drenagem	Condução dos serviços obras-de-arte correntes e drenagem	1	23
Encarregado da pedra, britagem	Condução dos serviços de extração de rocha, britagem e usinagem do solo-cimento	0	29
Chefe da oficina	Responsável pela manutenção do equipamento	0	30
Chefe de escritório	Responsável pela rotina administrativa	0	30
4 auxiliares técnicos	Serviços auxiliares diversos	0	30
Laboratorista Chefe	Condução das equipes de controle tecnológico de execução	0	30
Condutor de topografia	Condução dos serviços de topografia	0	30

7.4 Quadro Resumo das Distâncias de Transporte

Apresenta-se seguir o Quadro Resumo das Distâncias de Transporte.

Serviço	Material	Percurso		Distâncias de Transporte (km)			Total
		Origem	Destino	NP	P		
Sublastro (camada drenante)	Brita	Pedreira	Canteiro	0,14	0,00	0,14	
	Brita	Canteiro	Pista	27,11	0,00	27,11	
Sublastro	Material de Jazida	Jazida	Pista	6,86	0,00	6,86	
Lastro	Brita	Pedreira	Canteiro	0,14	0,00	0,14	
	Brita	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
Base e Sub-base das rodovias PE-555 e BR-122	Material de Jazida	Jazida	Pista	3,01	0,00	3,01	
Substituição de solos inadequados	Material de Jazida	Jazida	Pista	3,01	0,00	3,01	
Revestimento primário das estradas laterais	Material de Jazida	Jazida	Pista	3,01	0,00	3,01	
Imprimação	Asfalto diluído CM-30	Fornecedor - Fortaleza (CE)	Canteiro	1,95	700,30	702,25	
	Asfalto diluído CM-30	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
Pintura de ligação	Emulsão asfáltica RR-1C	Fornecedor - Fortaleza (CE)	Canteiro	1,95	700,30	702,25	
	Emulsão asfáltica RR-1C	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Emulsão asfáltica RR-2C	Fornecedor - Fortaleza (CE)	Canteiro	1,95	700,30	702,25	
	Emulsão asfáltica RR-2C	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
Tratamento superficial duplo com emulsão(TSD)	Brita	Pedreira	Canteiro	0,14	0,00	0,14	
	Brita	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Emulsão asfáltica RR-2C	Fornecedor - Fortaleza (CE)	Canteiro	1,95	700,30	702,25	
	Emulsão asfáltica RR-2C	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
Capa selante	Brita	Pedreira	Canteiro	0,14	0,00	0,14	
	Brita	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Rachão	Pedreira	Pista	45,20	0,00	45,20	
	Cimento	Fornecedor - Goiânia (PE)	Canteiro	1,95	640,30	642,25	
Drenagem e Obras-de-arte corrente	Cimento	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Areia	Extração Areal	Canteiro	6,12	1,70	7,82	
	Areia	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Aço	Fornecedor - Ouricuri (PE)	Canteiro	1,95	61,80	63,75	
	Aço	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Demais Materiais	Fornecedor - Ouricuri (PE)	Canteiro	1,95	61,80	63,75	
	Demais Materiais	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Tubos	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Brita	Pedreira	Canteiro	0,14	0,00	0,14	
	Brita	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
Obras-de-arte especiais	Cimento	Fornecedor - Goiânia (PE)	Canteiro	1,95	640,30	642,25	
	Cimento	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Areia	Extração Areal	Canteiro	6,12	1,70	7,82	
	Areia	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
Materiais	Aço	Fornecedor - Ouricuri (PE)	Canteiro	1,95	61,80	63,75	
	Aço	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	
	Materiais	Fornecedor - Ouricuri (PE)	Canteiro	1,95	61,80	63,75	
	Materiais	Canteiro	Pista	45,30	0,00	45,30	

7.5 Relação do Equipamento Mínimo

A seguir é apresentada a relação, para cada lote de construção, do equipamento mínimo necessário à plena execução dos serviços, no prazo de 30 meses.

Cabe referir que a capacidade prevista para as instalações industriais foi dimensionada para uma carga de trabalho de 200 h/mês, bem como levadas em consideração a pluviometria da região e as quantidades de projeto.

- Trator de esteiras com lâmina e escarificador - 300 HP - 2 un
- Tratores de esteiras com lâmina - 200 HP - 6 un
- Tratores de esteiras com lâmina - 67 kW - 1 un
- Motoniveladoras - 104 kW - 5 un
- Rolos lisos vibratórios autopropelidos - 135 HP - 3 un
- Rolos de pneus, de pressão variável, autopropelidos - 83 kW - 1 un
- Escavadeiras hidráulicas - 105 HP - 5 un
- Rolos lisos tipo Tanden - 112 HP - 1 un
- Tratores de pneus - 115 HP - 5 un
- Carregadeiras frontais, de pneus - 135 kW - 9 un
- Grades de disco - 24 discos - 4 un
- Retroescavadeiras - 57 kW - 3 un
- Compressores de ar - 762 pcm - 6 un
- Compressores de ar - 200 pcm - 3 un
- Perfuratrizes manuais - 24 kg - 3 un
- Perfuratriz sobre esteiras - 9 un
- Central de concreto 30 m³/h - 1 un
- Tanques para emulsão e CM-30 - 20.000 litros - 2 un
- Distribuidor de agregados - 60 HP - 1 un

- . Aquecedor de fluido térmico - 400.000 kcal/h - 1 un
- . Caminhão espargidor de asfalto - 6.000 litros - 2 un
- . Caminhões " Fora de Estrada" - 237 HP - 2 un
- . Caminhões basculantes - 7 m³ - 20 un
- . Caminhões basculantes para rocha - 20 m³ - 4 un
- . Caminhões tanque - 6.000 litros - 6 un
- . Caminhões-caixa - 8 m³ - 4 un
- . Betoneiras - 580 litros - 2 un
- . Betoneiras - 320 litros - 2 un
- . Veículos leves - pick-up - 65 kW - 4 un
- . Veículo leve - automóvel até 100 HP - 7 un

7.6. Relação dos Equipamentos de Topografia e Laboratório

A Construtora deverá prever em suas instalações a montagem de um laboratório de controle de materiais e de serviços.

O certificado de aferição da prensa Marshall e de CBR deverão ser apresentados à fiscalização.

Inclui-se como obrigação da empreiteira, a elaboração dos traços de misturas granulares e betuminosas, a serem submetidos à fiscalização para exame, modificações e posterior aprovação por parte do DNIT.

Os serviços de pavimentação só poderão ser iniciados após a aprovação dos traços.

Os dados correspondentes à composição granulométrica, teores de betume e graus de compactação de misturas betuminosas serão representados graficamente e expostos nas paredes dos laboratórios, devidamente atualizados.

As relações seguintes discriminam os principais equipamentos de topografia e de laboratório.

– Equipamentos de Topografia

- 1 estação total, com precisão similar a do Wild TC-600
 - 2 teodolitos, com precisão similar a do Wild T-1, com tripé;
 - 2 níveis, com precisão similar a do Wild NA-2, automáticos, com tripé;
 - 4 miras de duralumínio;
 - 6 balizas de aço;
 - 2 guarda-sóis;
 - 4 trenas de fiber-glass, de 20 m;
 - 2 trenas de fiber-glass, de 50 m;
 - 2 trenas de aço
 - 2 jogos de ferramentas complementares (machados, ponteiros, marretas, facões, etc.).
- Equipamentos de Laboratório
- 2 conjuntos para determinação da densidade de campo;
 - 2 conjuntos para análise granulométrica de solos e agregados por lavagem na peneira nº 200;
 - 1 conjunto para ensaio de sedimentação (densímetro, provetas, dispersor, etc.);
 - 1 conjunto para determinação dos limites de Atterberg;
 - 1 conjunto para ensaio de compactação e ISC (soquete, prensa, etc.);
 - 20 cilindros ISC completos, inclusive tripé, pratos perfurados, sobrecargas, etc.);
 - 1 equipamento complementar para realização dos ensaios: estufas, balanças, etc.;
 - 1 equipamento para determinação de equivalente de areia;

- equipamento complementar para realização de ensaios: luva de amianto, bicos de bunsen, solventes, etc.;
- 20 moldes cilíndricos para concreto de cimento;
- 1 prensa para ruptura de corpos de prova de concreto de cimento;
- 4 cones para Slump Test.
- 1 caminhão basculante para levantamentos deflectométricos com Viga Benkelmann
- 1 viga Benkelman com extensômetro com precisão de 1/1.000 mm.

7.7. Cronograma Físico

A seguir apresenta-se o cronograma físico da obra:

PERÍODO (MES)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DIAS ACUMULADOS	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720	750	780	810	840	870	900
DISCRIMINAÇÃO																															
Terraplenagem																															
Drenagem Superficial																															
Obras de arte correntes																															
Passagens Inferiores																															
Sub-lastro																															
Superestrutura																															
Pavimentação																															
Obras-de-arte Especiais																															
Sinalização																															
Obras complementares																															
Componente Ambiental																															
Mobilização e desmobilização																															
Instalação e manutenção do canteiro de obras																															
Obra : FERROVIA TRANSNORDESTINA																															
Trecho : Parnamirim - Araripina																															
Lote: 3																															
Extensão Contratual: 112,6 km																															
CRONOGRAMA FÍSICO DA OBRA																		Ecoplan Engenharia Ltda.													

7.8. PLANO DE ATAQUE ÀS OBRAS

7.8.1. CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS COM A MANUTENÇÃO DO TRÁFEGO

Na programação e, posteriormente, na execução dos serviços, deverá ser assegurada a fluência do tráfego existente.

Com relação ao tráfego dos usuários e da obra, a sinalização deverá ser adequada e esquematizada de conformidade com as normas e especificações.

7.8.2. MOBILIZAÇÃO

A mobilização da firma construtora, compreende a instalação inicial e o provimento dos recursos necessários quanto a equipamento, material e mão-de-obra, com vistas à execução dos serviços.

No tocante às instalações, distingue-se as que comporão a estrutura técnico-administrativa da empreiteira (escritório técnico e administrativo, oficinas, postos de abastecimento e alojamento) das que se destinarão ao uso da Fiscalização:

- Escritório;
- Laboratório de solos, concreto e asfalto;
- Alojamento para pessoal;
- Equipamento para laboratório;
- Equipamento para topografia;
- Veículos.

Os equipamentos a serem empregados na obra deverão ser mobilizados de conformidade com o seu cronograma próprio de utilização, intimamente vinculado ao cronograma físico dos serviços.

7.8.3. PLANEJAMENTO DE OBRAS

7.8.3. Planejamento de Obras

No diagrama espaço-tempo apresenta, em forma gráfica, o planejamento da execução das obras do Ramal do Gesso.

INSERIR DIAGRAM ESPAÇO-TEMPO

1 FOLHA A3

PG. 201

A execução das pontes e viadutos requerem prioridade para permitir a continuidade da terraplenagem sem quebra da distribuição. Planejou-se a formação de duas equipes de infra-estrutura, meso-estrutura e superestrutura com a seguinte programação:

DISCRIMINAÇÃO	EQUIPE	MÊS				
		1-4	4-7	7-10	10-13	13-16
Ponte Riacho Favela	1	Infra	Meso	Super	-	-
Ponte Riacho Garça	1	-	Infra	Meso	Super	-
Viaduto PE-555	1	-	-	Infra	Meso	Super
Ponte Riacho da Volta	2	Infra	Meso	Super	-	-
Ponte Riacho Capim Grosso	2	-	Infra	Meso	Super	-
Viaduto BR-122	2	-	-	Infra	Meso	Super

Todos os serviços necessários à implantação da infra-estrutura ferroviária foram priorizados para conclusão no sentido crescente da quilometragem, já que a infra-estrutura deverá ser construída a partir da extremidade próxima a Parnamirim. Os trilhos serão soldados em Missão Velha e transportados via ferrovia até o início do ramal.

Tendo em conta o elevado volume de escavação, especialmente em rocha, previu-se a execução da mesma em três frentes: a 1ª se estende do início do trecho até o km 25, a segunda daí até o km 60 e a terceira abrange o restante do ramal incluindo a pêra ferroviária.

Os volumes de escavação e compactação para essas frentes são os seguintes:

FRENTE	ESCAVAÇÃO (m³)			COMPACTAÇÃO (m³)	
	1ª	2ª	3ª	1ª + 2ª	3ª
I	421.009	87.608	1.211.406	412.854	1.316.519
II	615.784	55.041	623.511	463.400	674.738
II	1.201.405	41.804	295.179	961.242	350.809

Tendo em conta os grandes volumes de escavação em 3ª categoria e a baixa produção destes serviços, considerou-se que estes serviços se desenvolverão durante 16 horas por dia durante 22 dias por mês, enquanto os equipamentos de escavação em 1ª e 2ª categorias terão um turno de 8 horas e 20 dias por mês.

Uma vez que para a execução da terraplenagem é preciso a execução prévia das obras-de-arte correntes (incluindo-se as passagens inferiores previstas para travessia das vias vicinais existentes), na programação proposta priorizou-se a execução destes serviços em relação aos de terraplenagem mantendo-se a mesma estruturação em três frentes.

Do mesmo modo, para proteção da terraplenagem concluída, a necessidade de execução das obras de drenagem superficial

imediate, condicionou a execução destes serviços também em três frentes de trabalho nos mesmos intervalos das de terraplenagem.

Já para o serviço de execução do sublastro, cuja produção é elevada e não há conveniência de conclusão muito antecipada à implantação da superestrutura, por motivos de conservação, previu-se a sua execução em uma única frente, desenvolvendo-se no sentido da quilometragem.

No diagrama espaço-tempo anexo representou-se apenas os serviços chave, por simplicidade de visualização e exposição. Não se graficou, por exemplo, os serviços relacionados aos caminhos laterais de acesso e transposição inferior da linha férrea, os serviços de proteção vegetal que deverão ser executados concomitantemente com a terraplenagem e a sinalização ferroviária e rodoviária.

No dimensionamento dos equipamentos mínimos considerou-se as quantidades dos serviços, as produções das equipes mecânicas, os prazos de execução e o número de horas trabalhadas.

Um fato relevante à considerar no planejamento das obras refere-se ao regime pluviométrico regional. Há uma seqüência de 4 meses chuvosos, de janeiro a abril e uma de 8 meses secos, de maio à dezembro. Com o início das obras coincidindo com o início do período seco ter-se-ia o melhor rendimento. Todas as pontes seriam executadas no período seco quando o nível d'água dos rios está baixo e grande parte da terraplenagem estaria concluída nesse período favorável.

Como facilidades logísticas deve-se apontar a existência de uma rodovia federal pavimentada, em boas condições, desenvolvendo-se paralelamente à ferrovia, e a presença de uma adutora de água bruta, ao longo da mesma, a qual se constituirá numa fonte segura de água para as necessidades da obra.

As cidades de Parnamirim no início do trecho, Ouricuri no meio, Trindade no final, e Araripina próxima, representam pontos de apoio logístico pela oferta de serviços e mão-de-obra.

7.8.4. DESMOBILIZAÇÃO

À medida que for sendo encerrada a participação dos diversos equipamentos nas atividades de construção, a critério da Fiscalização, os mesmos irão sendo retirados do canteiro de obras.

8. ESPECIFICAÇÕES

8 ESPECIFICAÇÕES

A seguir são listadas as Especificações Complementares desta obra.

EC-SUP-01. SUBLASTRO

É o material situado entre o lastro e o reforço do subleito.

O material para uso do sublastro pode ser constituído de:

- Solo;
- Mistura de solo de jazidas;
- Mistura de solo e areia;
- Mistura de solo e agregado;
- Mistura de solo e cimento.

O solo para sublastro poderá ser obtido do aproveitamento dos materiais de cortes ou de jazidas definidas no projeto.

As jazidas deverão ser previamente limpas de vegetação, húmus, detritos, solos impróprios. Essas jazidas deverão ser abertas de modo que todas as variações de materiais fiquem expostas e permitam a escolha dos materiais utilizáveis ou o preparo de misturas em proporções adequadas, quando for o caso.

A movimentação nas jazidas deve ser feita de modo que o material não seja contaminado.

Uma eficiente fiscalização deve ser mantida a fim de evitar a possibilidade de emprego de materiais inadequados.

Conforme a ASTM-1241-64-T, apresenta-se o seguinte quadro com a composição granulométrica:

Peneiras	A	B	C	D
	% em peso passando pelas peneiras			
2"	100	100	-	-
1"	-	75-90	100	100
n.º 4	25-55	20-60	35-65	50-85
n.º 10	15-40	20-60	25-50	40-70

Peneiras	A	B	C	D
	% em peso passando pelas peneiras			
n.º 40	8-20	15-30	15-30	25-45
n.º 200	2-8	5-15	5-15	5-20

A composição granulométrica do sublastro deve se encaixar nas faixas A, B, C e D. Permite-se a mistura dos solos com areia, agregados ou cimento para se conseguir este objetivo.

O limite de liquidez (LL) da fração que passa na peneira n.º 40 deve ser menor que 25%. Para solos lateríticos admite-se menor que 35%.

O índice de plasticidade (IP) da fração que passa na peneira n.º 40 deve ser menor que 6%. Para os solos lateríticos admite-se IP menor que 10%.

O “Los Angeles” dos solos que passam na peneira n.º 10 deve ser de 50%.

O Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR) mínimo deve ser de 20, com expansão máxima de 5%.

Execução do Sublastro

Antes da execução do sublastro deve-se verificar se a plataforma está corretamente acabada e regularizada., com a inclinação para os bordos conforme o projeto. Também, é recomendado verificar a capacidade de suporte do reforço do subleito, através de medições de recalque. Onde se justificar, as correções devem ser efetuadas.

A execução do sublastro compreende as seguintes operações:

- Espalhamento;
- Mistura e pulverização;
- Umedecimento ou secagem;
- Compactação;
- Acabamento.

No caso do sublastro ser constituído pela mistura de materiais, a mesma deve ser feita em centrais de mistura ou na plataforma, após o espalhamento. A mistura na plataforma deverá ser iniciada pelo espalhamento do material mais graúdo, em uma camada de espessura uniforme, e sobre ela, nas mesmas condições, o material mais fino.

Os materiais, após o espalhamento, devem ser trabalhados até ficarem misturados, utilizando-se motoniveladoras, grades de disco e pulverizadores.

No caso de se usar apenas um material, este, após espalhado, deve ser também trabalhado da mesma forma descrita no parágrafo acima, a fim de corrigir qualquer falta de uniformidade na seleção do material na jazida ou decorrente de segregação que possa ter ocorrido no seu manuseio.

Os materiais devem ser espalhados, soltos em uma espessura tal que permita, após a compactação, atingir a espessura de projeto.

Sendo a espessura do sublastro maior que 20cm, recomenda-se executá-lo em duas camadas.

No caso de ser utilizado mais de um material a mistura deve ser feita a seco, até obter-se a uniformidade, antes de adicionar-se água. Este procedimento visa evitar a formação de torrões no material fino, que possa impedir a mistura adequada.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, igual a 100% da massa específica aparente máxima do material seco obtido no ensaio de compactação adotado.

O teor de umidade do material deve ser o da umidade ótima, obtida no ensaio de compactação, admitida à variação de $\pm 2\%$.

O controle tecnológico será procedido de modo a se concluir quanto à qualidade do sublastro executado, mediante os ensaios a seguir indicados:

- Ensaio de caracterização (granulométrica, LL, IP), em amostras retiradas em pontos do sublastro acabado, distantes, no máximo 100m, com um mínimo de dois grupos de ensaio por dia. O material apresentando-se homogêneo, a distância poderá atingir até o máximo de 200m;
- Teor de umidade a cada 100m, imediatamente antes da compactação;

- Ensaio de compactação para determinação da massa específica aparente máxima, com espaçamento máximo de 100m de plataforma, segundo a seqüência: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo e assim sucessivamente. As amostras escolhidas nos bordos distarão 0,60m do limite da colocação do sublastro. O número de ensaios poderá ser reduzido, com a autorização da fiscalização, desde que se verifique a homogeneidade do material, não devendo, porém, ultrapassar o espaçamento de 200m;
- Determinação da massa específica aparente no local, com espaçamento máximo de 100m, nos mesmos pontos onde foram coletadas amostras para o ensaio de compactação;
- Ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR), a cada dois dias, no mínimo, de acordo com a norma estabelecida pela fiscalização, em pontos distanciados no máximo de 300m;
- O controle técnico dos ensaios realizados será procedido segundo resultados estatísticos estabelecidos segundo normas conhecidas e aprovadas pela fiscalização.

No caso dos valores assim obtidos não atingirem os valores limites de aceitação, o trecho onde isso ocorrer deverá ser subdividido em subtrechos e realizado novos ensaios com o material coletado em cada um deles. Esses subtrechos terão extensão máxima de 200m para o ISC e de 50m para os demais ensaios. Serão considerados aceitos os subtrechos cujos resultados obtidos estejam de acordo com estas especificações e atinjam os valores-limite de aceitação preestabelecidos.

No controle geométrico serão admitidas tolerâncias em relação ao projeto, conforme segue:

- + 0,10m na semilargura da plataforma;
- + 0,02m quanto à espessura média do intervalo

A determinação da semi-largura será executado no máximo de 20 em 20m, podendo a fiscalização determinar espaçamento menor ou medidas em locais por ela escolhidos. A medição será feita com trena aferida.

A espessura da camada será medida de 20 em 20m, no máximo, por nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois da execução

do sublastro. A espessura média será calculada estatisticamente por meio de fórmulas matemáticas, em função do número de medições $N > 9$, e do desvio padrão.

Para efeito de pagamento, a camada de sublastro será medida em metros cúbicos, considerando-se a extensão executada, a largura do projeto e a espessura, que será a do projeto ou a obtida pela média aritmética das espessuras medidas, se esta for inferior à seção do projeto.

O pagamento será efetuado com base no preço unitário da construtora por metro cúbico, incluindo: operação de limpeza e expurgo de jazidas, escavação, transporte, espalhamento, pulverização, aeração ou umedecimento, compactação, ensaios e acabamento.

EC-SUP-02. LASTRO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O material para lastro será a pedra britada, que pode ser proveniente do micaxisto, quartzito, diorito, basalto, diabase, granito ou gneiss.

O dimensionamento foi baseado nas fórmulas de Heukelon e de Talbot. Essas fórmulas levam em conta o volume de tráfego e o CBR do leito para se conhecer a pressão admissível transmitida ao mesmo.

A plataforma deverá ter um caimento de 3%, no sentido do centros para as bordas, o lastro deverá ter um ombro de 35cm e o consumo de pedra britada para lastro é de 1.935m³/km em tangente.

O lastro para a linha férrea deve ser constituído de partículas capazes de passar em qualquer sentido numa peneira de malha quadrada de 50mm e não passar em outra de malha de 12mm de lado.

A partícula deve ter formato cúbico, portanto, não deve ser nem muito angulosa e nem muito arredondada.

As partículas devem ser formadas pela britagem de material extraído de rochas duras e sãs, reconhecidas como de boas características petrográficas para o uso de lastro na via férrea.

As jazidas devem ser objeto de perícia geológica e petrográfica, realizada por entidade especializada e reconhecidamente idônea, observada a normalização brasileira e, em especial a NB-28, NB-47 e NB-48.

A perícia geológica e petrográfica deverá compreender os seguintes itens:

- Descrição geológica da pedreira;
- Profundo estudo dos veios de rocha exploráveis e das diversas rochas existentes;
- Apreciação qualitativa dos veios de rocha identificados;
- Exame da possibilidade de produção do lastro.

O lastro deve ser preferencialmente uma das seguintes rochas:

- Granito;
- Pórfiro;
- Diorito;
- Quartizito;
- Ofite;
- Basalto;
- Gnais

A jazida deve ser limpa de veios de variedade de rocha inaproveitável para o lastro, bem como livre de material vegetal e solo, que possa contaminar o mesmo.

O lastro deve ser movimentado e estocado de modo que se mantenha limpo e isento de segregação e transportado de maneira que não altere sua granulometria. Preferencialmente deve ser transportado em vagão gôndola de caixa fixa e descarga automática pelas bordas ou caixa basculante.

O lastro não deve ser acondicionado e a unidade de compra é o metro cúbico.

Os ensaios serão executados obrigatoriamente para que sejam verificados os seguintes itens:

- Características petrográficas da rocha, de acordo com a NB-48;

- Características petrográficas do lastro, de acordo com a NB-47;
- Massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente, de acordo com o MB-893;
- Resistência ao desgaste, de acordo com o MN-170;
- Resistência ao choque, de acordo com o MB-964;
- Forma, de acordo com o MB-894;
- Resistência à compressão simples axial, de acordo com o MB-892;
- Distribuição granulométrica, de acordo com o MB-7;
- Teor de argila em torrões, de acordo com o MB-8;
- Teor de material pulverulento, de acordo com o] MB-9;
- Teor de fragmentos macios e friáveis, de acordo com o MB -1061;
- Resistência à intempérie, de acordo com o MB-1065

O lastro deve apresentar as seguintes propriedades físicas:

- Massa específica aparente mínima igual a 2,4 t/m³;
- Absorção de água máxima igual a 1%;
- Porosidade aparente máxima igual a 1%;
- Resistência ao desgaste máxima- abrasão
- “Los Angeles” igual a 40%;
- Resistência ao choque – Índice de “Treton” máximo igual a 40 %;
- Forma cúbica

A granulometria do lastro deverá ser a seguinte:

Lado da malha da peneira (mm)	Percentagem em massa que passa (%)
63,5	0-0
50,0	0-10
38,0	30-65
25,0	85-100
12,0	95-100

As tolerâncias devem ser as seguintes:

- Partículas lamelares no máximo 10%;
- Material pulverulento no máximo 1%;
- Torrões de argila, no máximo 0,5%;
- Fragmentos macios e friáveis no máximo 5%.

EC-SUP-03. TRILHOS

TRILHOS UIC – CLASSIFICAÇÃO, SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÕES

Os trilhos a serem utilizados obedecem a norma europeia UIC-860-0 – *Technical Specification for the supply of rails – Rail in non treated steel.*

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS TRILHOS DE AÇO CARBONO – TRILHOS UIC

Qualidade	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)					Propriedades Mecânicas	
	Carbono	Manganês	Silício	Fósforo (max)	Enxofre (max)	LR (Mpa) ¹	ALONG ² (%)
NORMAL	0,37-0,60	0,70-1,20	0,35 máx	0,40-0,080	0,050-0,600	686-813	14,0
A	0,60-0,75	0,80-1,30	0,50 máx	0,050 máx	0,050 máx	882	10,0
B	0,50-0,70	1,30-1,70	0,50 máx	0,050 máx	0,050 máx	882	10,0
C	0,45-0,65	1,70-2,10	0,40 máx	0,050 máx	0,050 máx	882	10,0

Notas: LR = limite de resistência mínimo;
ALONG = alongamento mínimo em 50,8 mm (2 polegadas).

IDENTIFICAÇÃO POR ESTAMPAGEM – PADRÃO UIC:

Os trilhos que seguem o padrão UIC são identificados por marcas executadas na alma da seguinte forma:

Marcas laminadas em relevo – na alma em uma ou ambas as extremidades:



Onde:

- (i) – seta indicando o topo do lingote;
- (ii) – marca do fabricante;
- (iii) – ano de fabricação (os dois últimos algarismos);
- (iv) – perfil do trilho (UIC – perfil padrão);
- (v) – peso do trilho em kgf/m;
- (vi) – processo de fabricação do aço: T = Thomas; B = Bessemer ácido; M = Siemens-Martin ácido ou básico; F = forno elétrico;
- (vii) – marca característica do trilho.

Exemplo: ← Thiessen 06 UIC 60 M =

Identificação: topo do lingote no sentido ←, fabricado por Thiessen, em 2006, segundo perfil padrão, pesando 60 kgf/m e pelo processo de fabricação do aço Siemens-Martin.

Inscrição estampada a quente – a uma distância definida por acordo entre o fabricante e o comprador.

(i)

(ii)

(iii)

Para trilhos provenientes de lingotamento convencional (no mínimo, numa altura de 15mm, num dos lados da alma):

- (i) – número da corrida;
- (ii) – posição do trilho no lingote (A, B, ...Z);
- (iii) – número do lingote (1, 2, 3, ...).

Para trilhos de corrida contínua (no mínimo numa altura de 15mm, num dos lados da alma):

- (i) – número da corrida;
- (ii) – posição do trilho no bloco proveniente de corrida contínua;
- (iii) – todas as outras posições referentes ao trilho na corrida são, por acordo, entre produtor e comprador.

Marcação Opcional

(i)

(ii)

(iii)

Em relevo:

- (i) – seta indicando o topo do lingote;
- (ii) – o número do mês de fabricação em algarismos romanos;
- (iii) – símbolo do processo de fabricação.

Estampagem a frio

Após acabamento, nas extremidade de todos os trilhos que correspondam ao topo do lingote ou bloco de corrida contínua, as mesmas marcas do item anterior.

Seleção dos trilhos para a utilização na linha:

Os trilhos novos serão utilizados na linha de acordo com a sua classificação e, se possível, obedecendo ao seguinte critério:

- N.º 1 – SEM PINTURA – em tangentes de linhas-tronco e em curvas de grande raio;
- N.º 1 – AZUL – curvas de pequeno raio de linhas-tronco e tangentes de linhas-tronco de tráfego pesado;
- N.º 1 – VERDE – proximidades de chaves e cruzamentos, e com trilhos internos de curvas de linhas-tronco;
- A – AMARELO – em tangentes de linhas secundárias e curvas de grande raio de linhas secundárias;
- N.º 2 – BRANCO – linhas secundárias e pátios indicados pela fiscalização;
- X – MARROM – linhas secundárias e pátios de manobra de baixa velocidade, indicados pela fiscalização.

Seleção do aço do trilho, de acordo com o transporte, condições técnicas e desgaste:

Conforme a tonelagem de transporte, condições técnicas e desgaste dos trilhos, poderão ser procedidos estudos técnico-econômicos para o emprego de trilhos de aço especial, tais como: trilhos-liga (nióbio, cromo e silício), trilhos de aço comum com tratamento térmico (trilho tratado).

Convém ressaltar que a utilização desses tipos de trilho de aço especial deve ser regida por condições econômicas que são determinadas pelo custo anual do trilho na linha.

A determinação do custo anual do trilho na linha deve agregar todos os custos envolvidos, tais como: custo de aquisição, transporte, soldagem, assentamento na linha, manutenção, etc.

Colocação dos Trilhos

O método de execução do lastro está descrito No item Metodologia Construtiva deste Projeto

EC-SUP-04. DORMENTES

Os dormentes de concreto monobloco deverão ser fabricados em estaleiro, e deverão ser protendidos no sentido longitudinal com no mínimo 16 fios ou cordoalhas de protensão, para poderem suportar as cargas do material rodante.

O fck do concreto deverá ser maior ou igual a 40Mpa (400kgf/cm²).

Fica ao encargo do fabricante o atendimento das características técnicas do dormente de concreto, quanto às dimensões e a resistência aos esforços provenientes do material rodante.

Desenhos

Anexo ao presente Projeto apresentamos os seguintes desenhos:

- Desenho V-01 que trata do desenho esquemático de um dormente de Concreto monobloco protendido, para linha de bitola mista (1,60 m x 1,00 m).
- Desenho V-02 que trata da seção tipo para a linha em aterro.
- Desenho V-03 que trata da seção tipo para linha em corte
- Desenho V-04 que trata da seção tipo para linha em meia-encosta.
- Desenho V-05 que trata da seção tipo nos Pátios de Cruzamento

EC-SUP-05. FIXAÇÕES

GRAMPO PANDROL

Tipo:

O grampo Pandrol para trilho UIC-60 é o tipo E-2039

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E TESTES

GRAMPO “PANDROL” TIPO E2009 E PR 601 A

Matéria-prima

A matéria –prima deverá ser aço mola temperado endurecido em óleo, com a seguinte composição química:

Material	SAE 9259
Carbono	0,56% - 0,64%
Silício	0,70% - 1,10%
Manganês	0,75% - 1,00%
Enxofre	0,04% máx.
Cromo	0,45% - 0,65%
Fósforo	0,035% máx.

Grampos Acabados

- Verificação Dimensional

Os grampos deverão estar dimensionalmente conforme desenho apropriado da Pandrol Limited e deverão indispensavelmente se encaixar nos Gabaritos de Inspeção e Controle de Qualidade.

- Dureza

Os grampos deverão ter dureza de 44 – 48 Rockwell escala “C” para grampo e2009 e 40 - 44 Rockwell escala “C” para grampo PR 601 A

Relação de Testes

- Matéria-prima:

O fornecedor de matéria-prima entregará com cada remessa de matéria-prima, um certificado contendo a composição química do aço e o número da fundição do lingote, do qual a matéria-prima foi laminada.

- Inspeção Visual

Os grampos deverão estar isentos de rebarbas excessivas nas pontas cortadas.

Quaisquer marcas causadas pelo ferramental deverão ser removidas e retiradas as saliências muito pronunciadas, que poderiam formar pontos com tensões altas.

- Verificação Dimensional

O grampo deverá ser verificado nos gabaritos padrão da “Pandrol” adequados.

- Dureza

Deverão ser preparados corpos de provas, retirados da perna central do grampo, para análise de dureza. Na preparação dos corpos de prova, deve-se evitar o aquecimento excessivo que poderia afetar as propriedades mecânicas do aço.

O teste deverá ser executado em uma máquina de dureza, de acordo com a norma BS.891 partes 1 e 2. Três medidas deverão ser tomadas e a média dessas leituras, determinará a dureza de cada grampo.

- Teste de Verificação da Características Deflexão-Carga

A característica deflexão-carga do grampo, deverá ser determinada com um dinamômetro de anel calibrado, com o grampo montado conforme orientações detalhadas no desenho do conjunto de fixação “Pandrol” apropriado.

A força deverá estar dentro da faixa de tolerância ou seja: “e2009= 1000 à 1300 Kgf., e PR 601 A = 800 à 1000 Kgf.

- Ensaio metalográfico

Este ensaio deve determinar o tamanho do grão.

A faixa especificada para o tamanho do grão é de 5 a 8.

- Identificação

Cada grampo será marcada com a letra P, os 2 últimos dígitos do ano, dia e mês de fabricação.

- Tratamento Superficial

Os grampos serão fosfatizados e pintados com uma tinta à base de óxido de ferro, de acordo com a P-EB-831 da ABNT.

- Responsabilidade pelas inspeções

Os testes detalhados nos itens anteriores deverão ser efetuados pelo fabricante ou por uma inspetora independente com mútuo consentimento.

- Frequência dos testes e Níveis de Aceitação

Os grampos serão inspecionados em lotes de 30.000 unidades, de acordo com o Plano de Amostragem simples, Nível de Inspeção S3, regime de Inspeção Normal, nível de qualidade de aceitação (NQA de 1,5% para Inspeção Visual e Verificação Dimensional, e de 1,0% para as demais verificações), da Norma Brasileira NBR 5462.

- Inspeção Visual e Verificação Dimensional

20 amostras deverão ser retiradas do lote ao acaso, e o lote será rejeitado se 3 ou mais amostras não corresponderem às exigências dos testes.

- Dureza

10 amostras deverão ser retiradas ao acaso das 20 amostras utilizadas para Inspeção Visual e Verificação Dimensional (parágrafo 1.5.1). O lote será rejeitado se 2 ou mais amostras não corresponderem às exigências do teste.

- Teste de Deflexão-Carga

Mais 10 amostras deverão ser retiradas ao acaso das 20 amostras utilizadas para Inspeção Visual e verificação Dimensional (parágrafo 1.5.1). O lote será rejeitado se 2 ou mais amostras não corresponderem às exigências do teste.

- Metalográfico

Mais 5 amostras deverão ser retiradas ao acaso das 20 amostras utilizadas para Inspeção visual e Verificação Dimensional (parágrafo 1.5.1). O lote será rejeitado se 2 ou mais amostras não corresponderem às exigências do teste.

- Re-inspeção

O lote rejeitado poderá ser objeto de re-inspeção, procedendo-se desta forma a outra amostragem e repetindo-se as verificações, adotando-se as mesmas condições de rejeição.

Desenho

No Desenho V-06 apresentamos uma planta do Grampo Pandrol

EC-SUP-06. PLACA DE APOIO FUNDIDA PARA DORMENTES DE CONCRETO

Objetivo

Descrever o método de fabricação e estabelecer as condições de inspeção e recebimento que devem ser cumpridas.

Material Utilizado

Será utilizado ferro fundido nodular FE 50.007 segundo a Norma NBR-6916. As características são as seguintes:

- Limite de Resistência à Tração 50 kgf/mm² (mín)
- Limite de escoamento: 35 kgf/mm² mínimo
- Alongamento: 7 % mínimo
- Dureza: 170 – 240 HB

Método de Fabricação

A fusão do material deverá ser feita em forno elétrico à indução. A análise química será adequada para se atingir as propriedades especificadas. A mesma é controlada por espectômetro de emissão ótica. O material líquido é vazado em moldes feitos de areia ligada com bentonita. As peças são identificadas por números gravados no seu corpo e símbolos que representem: código do fabricante, número do modelo, data da fundição (opcional), logotipo da empresa fabricante e identificação do cliente, por código ou logotipo. Após a desmoldagem, as peças serão limpas com jatos de granalha, inspecionadas visualmente, rebarbadas, gabaritadas, oleadas e embaladas.

As peças serão identificadas por lote de 180 peças.

Plano de Amostragem – Norma NBR – 5426

PARÂMETRO	TIPO
Plano de Amostragem	Simplex
Nível de Inspeção Especial	S4

TAMANHO DO LOTE	TAMANHO
0 A 10.000	32
10.001 A 35.000	50
35.001 A 500.000	80

Verificação Dimensional

Será executada em 100 % da amostragem nas dimensões funcionalmente importantes. Deverão obedecer as dimensões e tolerâncias do desenho. Os gabaritos a serem usados deverão ser:

- do tipo “passa – não passa”, tanto para o rasgo como para o furo da Placa.
- calibrador para verificação do apoio do patim do trilho
- tipo esquadro para verificação das ranhuras e furos.

No Desenho V-11 anexo ao presente Projeto são mostrados os tipos de gabaritos a serem usados.

Verificação Visual

Será executada em 100 % da amostragem. Serão verificados todos os pontos que interfiram na funcionalidade das placas oriundo do processo de fundição (porosidade, bolhas, ferro frio, areia solta, empenamento e desalinhamento). O empenamento máximo permitido será de 1,5 mm.

Propriedades Mecânicas

Os corpos de prova deverão ser preparados obedecendo os requisitos da NBR – 6916. As características mecânicas são determinadas a partir de blocos Y, fundidos no mesmo material das peças e sujeitos ao mesmo ciclo térmico, opcionalmente extraídos de placas acabadas.

Resistência à Tração.

Será executado um ensaio por lote. Os corpos de prova deverão apresentar Resistência à Tração mínima de 50 kgf/mm².

Alongamento

Será executado um ensaio por lote. Os corpos de prova deverão apresentar um Alongamento mínimo de 7%.

Limite de Escoamento

Será executado um ensaio por lote. Os corpos de prova deverão apresentar Limite de Escoamento mínimo de 35 kgf/mm².

Dureza

Será executado ensaio em 50 da amostragem. Os corpos de prova deverão apresentar Dureza de 170 a 240 HB.

Exame Metalográfico

Será executado em 3% da amostragem. Deverá ser verificado a estrutura para atender aos requisitos de textura do ferro nodular FE 50.007, quanto ao grau de nodularização e a matriz ferrítico-perlítico.

Condições de Aceitabilidade

O lote submetido à inspeção receberá aprovação se as suas características satisfizerem as seguintes condições:

TAMANHO DO LOTE	Nº. PÇ DEFEITUOSAS		TAMANHO AMOSTRA
	ACEITA	REJEITA	
0 A 10.000	2	3	32
10.001 A 35.000	3	4	50
35.001 A 500.000	5	6	80

Observação: Será considerada uma peça defeituosa a Placa que tiver uma ou mais medições fora do especificado.

Ensaios

Dureza – NQA 1 (Nível de Qualidade Aceitável) Nível S4

TAMANHO DO LOTE	Nº. PÇ DEFEITUOSAS		TAMANHO AMOSTRA
	ACEITA	REJEITA	
0 A 10.000	0	1	16
10.001 A 35.000	0	1	25
35.001 A 500.000	1	2	40

Mecânicos

Serão executados ensaios de Resistência à Tração, Limite de escoamento e Alongamento. Serão aprovados se após os ensaios, os resultados obtidos estiverem dentro dos limites especificados para a Placa de Apoio.

Metalográfico – NQA 1(Nível de Qualidade Aceitável) – Nível S4

TAMANHO DO LOTE	Nº PÇ DEFEITUOSAS		TAMANHO AMOSTRA
	ACEITA	REJEITA	
0 A 10.000	0	1	1
10.001 A 35.000	0	1	2
35.001 A 500.000	0	1	3

Observação: Caso o lote seja rejeitado, poderá ser objeto de uma nova inspeção. Para este caso todas as amostragens deverão ser dobradas e as condições de aceitabilidade deverão ser modificadas na mesma proporção.

EC-SUP-07. OMBREIRA PARA DORMENTE DE CONCRETO

ESPECIFICAÇÃO DE FORNECIMENTO PARA OMBREIRAS DE FERRO FUNDIDO “PANDROL”

Referência: Cc-J Número 6 do Catálogo da Pandrol

O uso de testes padrões internacionais equivalentes aos destes aqui indicados pode ser permitido desde que haja acordo entre o consumidor e a Pandrol.

O projeto e a fabricação deverão ser feitos por empresas com certificado ISO 9001:1994 e ISO 9002:1994, respectivamente, ou ISO 9001:2000.

Escopo

Esta especificação abrange os requisitos mínimos para a confecção e testes das ombreiras de ferro fundido produzidas a partir do ferro fundido grafitado esferoidal. A ombreira Pandrol proporciona uma face de contato com o trilho, mantém a bitola da linha e possui o furo de encaixe para o clipe elástico de fixação tipo Pandrol.

Especificação do Material

Pandrol	Padrões Nacionais	Cód.Material
EM 1563	1997 classe ENGJS-500-7	SG5
ASTM A536	1984 classe 80/55/06	SG5
AS 1831	1985 classe 500/7	SG5

OBSERVAÇÃO: No caso de não encontrar o Material discriminado na Tabela cima, o mesmo pode ser substituído por outro equivalente, com a aprovação prévia da Pandrol.

Teste de Qualidade

Baseado no demonstrativo do fabricante da ombreira (daqui para frente referido apenas como o fabricante), que o processo de produção associado aos testes são bem controlados e estão em conformidade com os requisitos visuais e dimensionais exigidos assim como a frequência da inspeção (parágrafo 3.1 e 3.2). Esta frequência pode ser alterada mediante autorização da Pandrol. Esta alteração pode ser feita na fase de contrato/ordem de compra ou após, em um número acordado de lotes fabricados.

Visual (irregularidades na superfície)

Somente uma mínima irregularidade de saliências ou cavidades são permitidas na ombreira pronta.

Nota: A superfície oxidada na ombreira de ferro fundido é uma condição normal no fornecimento. A superfície oxidada não é determinante no desempenho da ombreira ou na montagem do clipe elástico Pandrol.

Precisão dimensional

Todas as dimensões de projeto na ombreira fabricada (antes da adição de qualquer camada de revestimento) deverão estar em conformidade com o projeto da Pandrol.

Dureza

As ombreiras de ferro fundido deverão ter sua dureza testada para assegurar que elas estão de acordo com os requisitos dos Padrões Nacionais, mencionados no item 2.

A metodologia de teste para a dureza está detalhada na tabela 1.

Camada de Revestimento

Onde for especificado pela Pandrol, as ombreiras deverão receber uma camada passiva pelo processo Sherardize, de acordo com o detalhado na tabela 1, para assegurar uma espessura entre 40 e 80 μ m em uma camada cinza e suave com acabamento contínuo, sem escorrimento nem bolhas. Camadas de revestimento alternativas a serem aplicadas deverão ser aprovadas pela Pandrol.

Embalagem

A menos que esteja especificado de outra forma ou na ordem de compra, as ombreiras Pandrol deverão ser embaladas em caixas, cujo peso não ultrapasse a uma tonelada.

Identificação

A ombreira deverá ser marcada conforme o número especificado no projeto ou outras marcas conforme a autorização da Pandrol.

Para auxiliar o fabricante no processo automático da ombreira descartada, as ombreiras para o clipe elástico podem ser marcadas com uma pequena saliência (s) na sua face frontal.

Responsabilidade pelos Testes

Todos os testes detalhados na seção 3, são de responsabilidade do fabricante e deverão ser cumpridos pelo fabricante ou através de um órgão independente de testes de mútuo acordo com a Pandrol.

A Pandrol, entretanto, se reserva o direito de repetir todos os testes, em caso de dúvidas.

Registros

Todos os registros dos testes de qualidade deverão ficar guardados por um período mínimo de sete anos.

Certificação

O fabricante das palmilhas deverá emitir para cada lote de ombreiras (ou a pedido, caso acordado) um certificado de conformidade com a lista dos resultados dos testes feitos, confirmando que as ombreiras fornecidas atingiram os requisitos desta especificação e que estão conforme com o projeto autorizado pela pandrol.

Para os fabricantes que possuem licença da Pandrol a documentação exigida pode ser modificada conforme acordo prévio entre a Pandrol e o fabricante.

TABELA 1		
Parágrafo	Assunto	Padrões nacionais
Identificação	Dureza	BS EN ISO 6506-1 ASTM E10 ASTM 1815
Responsabilidade	Sheradized /passivado	BS 4921
	Galvanização à quente por imersão (alternativa a ser utilizada com a permissão da Pandrol	AS/NZS 4680 BS EN ISO 1461

EC-SUP-08. PALMILHAS

Tipo

O tipo da Palmilha é a Palmilha HDPE Pandrol 2061/18, Referencia : DC-B Número 4 do Catálogo da Pandrol.

Especificação do Produto

O uso de testes padrões internacionais equivalentes aos destes aqui indicados pode ser permitido desde que haja acordo entre o consumidor e a Pandrol.

Escopo

Esta especificação abrange a confecção e testes das palmilhas fabricadas através de cortes ou puncionamento do poliuretano de alta densidade (em inglês a sigla HDPE). As palmilhas são utilizadas entre trilhos e/ou placas de apoio e o suporte da linha, para propiciar uma superfície de suporte e de isolamento elétrico.

Características da Palmilha

Matéria prima bruta conforme publicado pelo guia de informações do fabricante:

- Densidade média: 0,945 a 0,970 g/cm³
- Estabilização ultra-violeta (UV): As palmilhas prontas poderão ter carbono preto. A estabilização por ultra-violeta pode ser objeto de acordo com a Pandrol.

Teste de Qualidade

- Inspeção Visual
- As palmilhas deverão ser livres de umidade, óleos e graxas ou queimaduras, conforme o acordo existente entre a Pandrol e os fabricantes.
- Precisão dimensional

- Todas as peças deverão estar de acordo com os projetos autorizados pela Pandrol
- Identificação
- Todas as peças deverão ser identificadas conforme consta no projeto autorizado pela Pandrol.

Responsabilidade pelos Testes

Todos os testes detalhados na seção 3, são de responsabilidade do fabricante e deverão ser cumpridos pelo fabricante ou através de um órgão independente de testes de mútuo acordo com a Pandrol.

Registros

Todos os registros dos testes de qualidade deverão ficar guardados por um período mínimo de sete anos.

Certificação

O fabricante das palmilhas deverá emitir para cada lote de palmilhas (ou a pedido, caso acordado) um certificado de conformidade com a lista dos resultados dos testes feitos, confirmando que as palmilhas fornecidas atingiram os requisitos desta especificação e que estão conforme com o projeto autorizado pela pandrol.

Para os fabricantes que possuem licença da Pandrol a documentação exigida pode ser modificada conforme acordo prévio entre a Pandrol e o fabricante.

ACESSÓRIOS

Segue abaixo as especificações dos acessórios:

EC-SUP-09. ESPECIFICAÇÕES PARA TALAS DE JUNÇÃO – PADRÃO UIC

As talas de junção deverão ser de aço com alto teor de carbono e aço temperado.

Gabarito:

As talas de junção são produzidas de acordo com projeto do comprador.

Tolerâncias dimensionais:

Diâmetro e posição dos furos	$\pm 1\text{mm}$ para $\phi \leq 32\text{mm}$ e $\pm 2\text{mm}$ para $\phi > 32\text{mm}$
Altura	$\pm 1\text{mm}$
Inclinação	$\pm 2\%$
Comprimento	$\pm 6\text{ mm}$
Enquadro da extremidade	$\pm 2\text{ mm}$
Empeno transversal	$\pm 0,16\text{ mm}$ para cada 100mm de comprimento
Empeno vertical	$\pm 0,1\text{ mm}$ para cada 100mm de comprimento (apenas quando o centro é maior que a extremidade). Não é permitido, caso contrário

Inspeção:

As seguintes dimensões devem ser inspecionadas:

- Altura, inclinação, empeno transversal, empeno vertical, posição dos furos e diâmetro dos furos.
- O tamanho da amostra para inspeção varia entre 1.000 e 5.000 unidades.

Garantia:

O fornecedor dará garantia de seu fornecimento por um período que se estenderá até 31 de dezembro do segundo ano subsequente ao pedido.

EC-SUP-10. ESPECIFICAÇÕES PARA TALAS DE JUNÇÃO – PADRÃO ABNT

As talas de junção deverão ser de aço com alto teor de carbono e aço temperado

A escolha da tala de junção é decorrente da escolha do trilho, observadas a NB-560 e a CB-29.

Gabarito:

A seção-tipo da tala de junção, os gabaritos e os calibres necessários aos controles de forma e dimensão são fornecidos pelo fabricante, sem ônus específicos ao comprador, quando por ele solicitado, e são submetidos à aceitação deste em dois jogos, antes da fabricação da tala de junção, observada a PB-779.

No caso de quantidade inferior a 5.000 unidades, a confecção de gabaritos não é exigível sem ônus específico ao comprador.

Pedido:

O pedido da tala de junção contém: quantidade; designação (CB-29); cronograma de entrega; destino e transporte a utilizar; indicação de firma inspetora (se houver); local dos ensaios do comprador; EB-749 e PB-779.

Quando for o caso, o pedido contém também: ensaios facultativos; exigência de certificado; instrução para o despacho.

Garantia:

A tala de junção é garantida, no mínimo, até 31 de dezembro do ano N+5, sendo N o ano marcado na tala de junção, contra todo o defeito de fabricação imputável à sua produção e não detectado no recebimento.

Geometria:

A tala de junção para junta não isolada tem forma e dimensão de acordo com a PB-262.

A tala de junção é, conforme acordo entre comprador e fornecedor, observada a PB-660. A massa da tala de junção isolada é de acordo com a PB-262.

Ensaio:

Todas as amostras de um lote são submetidas ao controle de forma, dimensões e aspecto.

As seguintes dimensões são verificadas rotineiramente: altura; diâmetro dos furos; posição dos furos; empeno vertical e transversal; comprimento; inclinação.

Tolerâncias dimensionais:

Altura	$\pm 0,5$ mm
Diâmetro do furo	$\pm 0,5$ mm
Posição do furo	1,0 mm
Empeno no sentido vertical	0,1%
Empeno no sentido transversal	0,16%
Comprimento	$\pm 3,0$ mm
Inclinação	$\pm 3,6\%$
Esquadro de extremidade	$\pm 2,0$ mm
Outros	$\pm 0,6$ mm

EC-SUP-11. ESPECIFICAÇÕES PARA TALAS DE JUNÇÃO – PADRÃO AREMA

As talas de junção deverão ser de aço com alto teor de carbono e aço temperado.

Gabarito:

As talas de junção serão produzidas com as dimensões especificadas pelo comprador.

Tolerâncias dimensionais:

Diâmetro dos furos	$\pm 1/32''$
Posição dos furos	$\pm 1/16''$
Comprimento	$\pm 1/8''$
Empeno	$\leq 1/32''$ para tala de junção de 24" e $\leq 1/16''$ para talas de junção de 36"

Inspeção:

O inspetor, representante do comprador, deverá ter livre acesso, a todo o tempo, a todas as etapas do processo de fabricação, para verificação das dimensões.

Rejeição:

A menos que exista outra especificação, qualquer rejeição feita, baseada nos testes efetuados, deve ser comunicada ao fabricante, dentro de cinco dias úteis da data do recebimento das amostras pelo comprador.

EC-SUP-12. ESPECIFICAÇÕES PARA PARAFUSOS DE AÇO TRATADOS A QUENTE E PARA PORCAS DE AÇO CARBONO – PADRÃO ABNT**Tipos, formas e dimensões:**

Devem ser adotados os tipos, as formas e as dimensões fixadas pela PB-258.

Material, fabricação, banho e pedido:

O parafuso de tala de junção deve ser de aço carbono, produzido a partir de barra redonda trefilada ou laminada a quente, devendo ser mergulhado em banho de óleo antioxidante após acabado.

Pedido, inspeção, formação da amostra e plano de amostragem:

O pedido de parafusos de talas de junção deve conter: quantidade de unidades; designação conforme PB-258; marca do comprador; cronograma de entrega; destino e transporte a utilizar; local dos ensaios do comprador; EB-752.

A inspeção deve ser realizada na usina, em período previamente combinado, sendo facultado ao comprador, a inspeção tanto na fase da fabricação, como na de controle de qualidade, de manipulação, de estocagem e de expedição.

A amostra para inspeção será de 500 a 20.000 unidades, em, pelo menos, dois lotes da mesma quantidade acabada.

O plano de amostragem deve observar a NB-309/01, adotando-se ainda: plano de amostragem simples; nível de inspeção S-4; regime de inspeção normal; nível de qualidade de aceitação de 1,5% para verificações dimensionais e de 4% para as demais verificações.

A amostra deve ser extraída de cada lote, ao acaso, e nas seguintes quantidades, por lote:

- Lote de 500 a 1.200 parafusos – 20 parafusos;
- Lote de 1.201 a 10.000 parafusos – 32 parafusos;
- Lote de 10.001 a 20.000 parafusos – 50 parafusos.

Sempre que possível, deve ser preferido o lote de 10.001 a 20.000 parafusos.

Ensaios:

Todo o parafuso de tala de junção que constitui a amostra representativa de um lote deve ser submetido à verificação dimensional e de massa média, antes de outra verificação.

A massa média deve ser a relação de massa total da amostra de um lote, dividida pela quantidade de parafusos que constitui o tamanho da amostra.

Os seguintes ensaios são obrigatórios:

- Limite de resistência – sobre 50% das amostras de cada lote (EB-168);

- Limite n ($n=0,2\%$) – sobre 25% das amostras de cada lote (EB-168)
- Alongamento em 50mm – sobre 25% das amostras de cada lote (EB-168);
- Carga – sobre 50% das amostras de cada lote (EB-168);
- Estricção – sobre 25% das amostras de cada lote (MB-4).

Os seguintes ensaios são facultativos, realizados mediante prévio entendimento entre o fornecedor e o comprador:

- Dureza – MB-60 e MB-358;
- Martelagem na cabeça – EB-168;
- Defeitos superficiais – EB-168;
- Descarbonetação – EB-168;
- Limite de resistência com cunha – EB-168;
- Resistência ao impacto – MB-361

Garantia:

Garantia mínima de até 31 de dezembro do ano seguinte ao da marcação do parafuso, contra falha de fabricação, pelo fornecedor.

Tolerâncias dimensionais:

Base do pescoço	+2,0 mm ou -1,0 mm
Entrada do pescoço	+2,0 mm ou -1,0 mm
Comprimento do corpo	$\pm 3,0$ mm
Altura da cabeça	+2,0 mm ou -1,0 mm
Comprimento ao pescoço	+2,0 mm ou -1,0 mm

Diâmetro	$\pm 0,5$ mm
Diâmetro da cabeça	+2,0 mm ou -1,0 mm
Comprimento da rosca	+2,0 mm ou -1,0 mm

Além das tolerâncias especificamente previstas no PB-258, na NB-120 e na PB-97, deve ser permitida uma variação de $\pm 2\%$ na massa nominal do parafuso, para fins de pagamento, quando a unidade for a tonelada.

Aceitação e rejeição:

Deve ser aceito o lote que satisfizer plenamente a especificação.

Deve ser rejeitado o lote quando:

NÍVEL DE QUALIDADE ACEITÁVEL				
TAMANHO DA AMOSTRA (N.º DE PARAFUSOS)	REJEIÇÃO DO LOTE		REMANEJAMENTO	
	1,5%	4,0%	1,5%	4,0%
20	2	3	2	2
32	2	4	2	3
50	3	6	2	4

EC-SUP-13. ESPECIFICAÇÕES PARA PARAFUSOS DE AÇO TRATADOS A QUENTE E PARA PORCAS DE AÇO CARBONO – PADRÃO AREMA

Tolerâncias dimensionais:

Os parafusos e porcas poderão estar sujeitos às seguintes variações dimensionais, conforme especificado pelo comprador:

O diâmetro nominal será o mesmo diâmetro externo dos filetes da rosca.

O diâmetro externo dos filetes deverá exceder o diâmetro do corpo do parafuso correspondente, com a tolerância de $+1/16''$ do parafuso de $7/8''$ e $-1/32''$ do parafuso de $1''$ ou maior.

Diâmetro do corpo do parafuso	$+1/32''$ ou $-1/32''$
Dimensões do pescoço	$+1/32''$ ou $-1/32''$
Comprimento	$+1/8''$ e $-1/8''$
Altura e diâmetro da cabeça	$+1/16''$ ou $-1/16''$
Porca – largura	$-0,05$ x diâmetro da rosca do parafuso
Porca – altura	$\pm 0,016$ x diâmetro da rosca do parafuso $+ 0,012''$.

Inspeção:

O inspetor representante do comprador deverá ter livre acesso, todo o tempo, do processo de fabricação dos parafusos e porcas.

Todos os testes e inspeção devem ser feitos no local de produção, a menos que exista outra combinação entre fabricante e comprador.

Rejeição:

A menos que haja outro acordo, toda a rejeição baseada nos testes realizados deverá ser notificada dentro do prazo de cinco dias úteis do recebimento da amostra.

Parafusos e porcas que apresentem defeitos de fabricação, após sua aceitação, serão rejeitados e o fabricante será notificado.

EC-SUP-14. ESPECIFICAÇÕES PARA PARAFUSOS DE AÇO TRATADOS A QUENTE E PARA PORCAS DE AÇO CARBONO – PADRÃO UIC

Gabarito e processo de fabricação:

O comprador especificará o tipo e as dimensões do parafuso e da porca.

Os parafusos serão fabricados a partir de uma peça única, sem solda. Suas cabeças serão moldadas a quente.

O desenho fornecido pelo comprador ao fornecedor especificará os tipos de porcas e roscas, juntamente com o processo de rosqueamento a ser adotado.

Tolerâncias dimensionais:

As tolerâncias serão apresentadas ao fornecedor. Caso não sejam permitidas as tolerâncias do projeto, as seguintes tolerâncias têm que ser observadas na ocasião da inspeção dimensional:

Diâmetro do corpo do parafuso	0,8 mm
Comprimento do corpo	<100 mm → 2,5 mm
Comprimento do corpo	Entre 100 e 179 mm → 4,0 mm
Comprimento do corpo	Entre 180 e 299 mm → 6,0 mm
Comprimento do corpo	Acima de 300 mm → 8,0 mm
Comprimento da seção rosqueada	+2 roscas
Diâmetro abaixo da cabeça do parafuso	-1,0 mm
Diâmetro acima da parte rosqueada	-1,0 mm

Tolerâncias de peso:

A requisição do pedido deverá especificar se o pagamento será feito por peso ou por unidade. No primeiro caso, respeitadas as tolerâncias, o pagamento será baseado no peso atual dos parafusos.

O peso atual é considerado como sendo o peso médio de 100 unidades, sem a camada de proteção (óleo anticorrosivo), metade das quais é relacionada pelo inspetor de recebimento e a outra metade, pelo fabricante, para cada lote submetido à aceitação.

O cálculo do peso normal, será baseado no projeto, adotando-se peso específico do metal de 7,85kgf/dm³.

Testes e inspeções:

Os parafusos e porcas serão submetidos aos seguintes testes e inspeções:

Teste de tração para parafusos	Uma série de testes por lote de 500 a 20.000 unidades
Teste de flexão	Uma série de testes por lote de 500 a 20.000 unidades
Teste de filete de rosca para porcas	Uma série de testes por lote de 2.000 a 100.000 unidades
Teste de deformação para porcas	Estes testes não precisam ser efetuados para lotes com menos de 2.000 unidades

A inspeção dimensional será feita para os seguintes itens: diâmetro do corpo; comprimento do corpo; comprimento da parte rosqueada; diâmetro abaixo da cabeça do parafuso; diâmetro acima da parte rosqueada; categoria de tolerância rosqueada.

Garantia:

O fornecedor garantirá seu material por um período de até 31 de dezembro do ano seguinte ao marcado nas unidades.

EC-SUP-15. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE TIREFÃO – ABNT – PB-247

Objetivo e campo de aplicação:

Esta padronização tem por objetivo estabelecer as formas e dimensões nominais a serem observadas no tirefão aplicável em via férrea.

Terminologia:

Para os fins desta padronização será observada a TB-140.

Condições gerais:

São adotados os seguintes tipos de tirefão:

- 21 x 165 mm;
- 24 x 165 mm;
- 24 x 195 mm.

São admitidas as seguintes tolerâncias:

Base da boca de chave	+ 3,0 mm ou – 1,5 mm
Saída da boca de chave	+ 3,0 mm ou – 1,5 mm
Altura da cabeça	+ 3,0 mm ou – 1,5 mm
Diâmetro da cabeça	+ 3,0 mm ou – 1,5 mm
Ângulo da cabeça	+1° ou –1°
Comprimento do corpo	+5,0 mm ou – 5,0 mm
Diâmetro	+0,8 mm ou –0,5 mm
Comprimento do pescoço	+2,0 mm ou –2,0 mm
Diâmetro da parte cilíndrica	+0,8 mm ou – 0,5 mm
Diâmetro maior da rosca	+0,8 mm ou – 0,5 mm

As demais tolerâncias dimensionais serão ajustadas entre comprador e fornecedor.

Marcação:

O tirefão será marcado em sua cabeça com: marca do fabricante; marca do comprador; dois últimos algarismos do milésimo do ano de fabricação; tipo.

EC-SUP-16. ESPECIFICAÇÕES PARA ARRUELAS DE PRESSÃO – PADRÃO ABNT

Formas, dimensões, características de execução e acabamento:

As arruelas devem ser fabricadas com passo uniforme, sem dobras, a não ser nas extremidades.

As extremidades de travamento terão cantos vivos, sem rebarbas.

As faces de contato das arruelas de pressão devem ser paralelas, permitindo-se que sejam convergentes, com a espessura interna maior que a externa. O caso inverso será inaceitável.

Não devem se acoplar nem ter as pontas sobrepostas.

Os cantos externos da seção das arruelas devem ser vivos ou ligeiramente arredondados.

Inspeção:

A inspeção das peças será executada de acordo com as exigências descritas no item acima, sendo que, em casos especiais, será objeto de comum acordo entre fabricante e consumidor.

Formação de amostra e ensaios:

A amostragem para execução dos ensaios, prescritos nesta especificação, deve ser objeto de comum acordo entre fabricante e consumidor.

As arruelas de pressão serão ensaiadas de acordo com a ABNT, MB-1.017, da seguinte forma:

- Ensaio de compressão curta;
- Ensaio de dureza;
- Ensaio de torção
- Ensaio de superfície de ruptura.

As arruelas de pressão com acabamento galvanizado serão submetidas, também, ao ensaio de compressão prolongada.

Dureza das arruelas:

- Simples – dureza HRC de 44 a 50 (HV 450 kgf/mm² a 520 kgf/mm²)
- Galvanizada - \leq HRC 49

Superfície:

A superfície das arruelas deve ser lisa e livre de carepas e rebarbas. As arruelas sem tratamento de superfície serão fornecidas ligeiramente oleadas. As arruelas de pressão, de comum acordo entre fabricante e consumidor, podem ser fornecidas fosfatizadas, zincadas, niqueladas, estampadas, cadmiadas ou com outra proteção de superfície, desde que esta não altere as características mecânicas das mesmas. As arruelas com proteção de superfície por galvanização devem receber tratamento adequado para eliminar a fragilidade por hidrogênio.

Resistência à compressão e à compressão prolongada:

A resistência à compressão da arruela é definida pela altura h desta, após o respectivo ensaio, conforme tabela prescrita na MB-1.017. No caso das arruelas galvanizadas a altura h , também não deverá ser inferior à indicada na tabela da MB-1.017.

Resistência à torção:

As arruelas não devem se romper ao serem submetidas a uma torção de 90°.

Aceitação e rejeição:

Os ensaios do material e as quantidades de peças a serem ensaiadas devem ser estabelecidos por acordo entre fabricante e consumidor.

EC-SUP-17. ESPECIFICAÇÕES PARA ARRUELAS DE PRESSÃO – PADRÃO AREMA

Método de teste:

As arruelas são testadas por compressão, através de uma máquina calibrada em 0,001”, sujeita à compressão preliminar de 20.000 lb, três vezes seguidas.

Resistência mecânica e utilidade:

Após a aplicação das cargas preliminares, serão novamente submetidas à compressão, conforme tabela abaixo:

Diâmetro arruelas (pol)	Força – libras	Tolerâncias (pol)	Pressão mínima lb/pol ²
¼	20.000	0,025	2.500
7/8	20.000	0,025	2.500
1	20.000	0,030	5.000
1.1/16	20.000	0,030	5.000
1.1/8	20.000	0,030	5.000
1.1/4	20.000	0,030	5.000

Quanto à utilidade a arruela não poderá apresentar fratura ao sofrer dobra de 90°.

As arruelas de pressão serão temperadas em óleo e revenidas.

Proporção de testes:

Os testes serão realizados pelo inspetor, da seguinte forma:

Tamanho do lote	Diâmetro (pol)	n.ºde amostras
15.000	1	3
10.000	1	3

Aceitação e rejeição:

Se uma das três amostras falhar, serão selecionadas, do mesmo lote, mais duas amostras e, caso aprovadas ambas, o lote será aceito; todavia, se uma ou ambas falharem o lote será rejeitado.

Se duas ou três amostras falharem, todo o lote será rejeitado.

Identificação:

A identificação será pela marca do fabricante, da seguinte forma:

- Marcação individual nas arruelas de pressão;
- Nas embalagens;
- Nome do fabricante;
- Tamanho das arruelas;
- Quantidade de arruelas.

Tolerâncias após aceitação:

Caso sejam constatados defeitos em 5%, ou mais, das arruelas, estas serão devolvidas e substituídas, por novas, correndo por conta do fabricante, todos os ônus do processo.

Local dos testes e inspeção:

Os testes serão realizados no local de fabricação, se causar interferência no processo de fabricação.

Os inspetores representantes do comprador terão livre acesso, a qualquer tempo, ao processo geral.

EC-SUP-18. ESPECIFICAÇÕES PARA ARRUELAS DE PRESSÃO – PADRÃO UIC

Materiais:

O aço usado na produção de arruelas de pressão obedecerá aos dados contidos no quadro abaixo, de acordo com a escolha da ferrovia compradora.

TRATAMENTO TÉRMICO – REVENIDO			
Aço categoria	Limite min elasticidade N/mm ²	Resistência (N/mm ²)	Alongamento mínimo de fratura (%)
38 S7	1030	1180-1370	6
51 S7	1130	1320-1570	6

Em casos de utilização de padrões nacionais, será escolhida a composição química que mais se aproximar dos elementos do quadro acima.

Processo de fabricação:

A forma final será dada pelo desenho da ferrovia compradora. As arruelas de pressão serão fabricadas através de enrolamento helicoidal das barras de aço, sendo as espiras inteiramente regulares.

Tolerâncias dimensionais:

Diâmetro interno simples e dupla	1,2 mm
Diâmetro interno tripla	1,0 mm
Área ,maior e menor, lado ou diâmetro	0,4 mm
Altura simples e dupla	1,6 mm

Altura tripla	2,4 mm
Ângulo de abertura duplas e triplas	25°

Tolerâncias de peso

O pagamento será, normalmente, por unidade. Excepcionalmente poderá ser feito por peso e, neste caso, será observado o seguinte:

- O peso real a ser considerado é a média dos pesos de 100 unidades selecionadas pelo inspetor e pelo fabricante, meio-a-meio, para cada lote submetido à aceitação (massa específica = 7,85 kgf/cm³);
- Pagamento do excesso de peso somente até 2% além do peso normal;
- No caso de falta de peso, o peso real será, sempre a base de cálculo para o pagamento.

Testes de material:

Determinação da composição química	1 por lote
Determinação do limite de escoamento, da resistência e do alongamento e torção	1 série de testes por partida, peso de 10 toneladas com um mínimo de duas séries de testes por partida

Testes e inspeções das arruelas:

As arruelas de pressão serão sujeitas aos seguintes testes e inspeções:

- Compressão – em todas as pelas selecionadas;
- Torção e textura – 1 unidade para cada 2 selecionadas;
- Dureza – todas as partes selecionadas.

As amostras são de 25 unidades para cada 100.000.

Procedimentos para os testes:

- Testes de torção - não deformará em 90° de torção.
- Teste de dureza – a dureza deverá estar entre 430 e 515 HB – HV 30 (Vickers), ou entre 43 e 49 HRC (Rockwell).

Identificação:

Cada embalagem terá as seguintes informações:

- Nome e marca do fabricante;
- Número de ordem;
- Descrição das unidades;
- Número e peso das partes.

Garantia:

O fornecedor garantirá o seu período até 31 de dezembro do ano seguinte ao marcado nas unidades.

EC-SUP-19. ESPECIFICAÇÕES PARA AS PLACAS DE APOIO DE AÇO DE ALTO TEOR DE CARBONO, CONFORMADA A QUENTE – PARA DORMENTES DE MADEIRA

Objetivo:

Esta especificação tem por objetivo estabelecer os requisitos exigíveis para placa de apoio de aço de alto teor de carbono, conformado a quente, para o uso em vias férreas.

Terminologia:

Para os fins desta especificação, será observada a terminologia brasileira e especialmente a TB-130 e a TB-131.

Tipos, formas e dimensões:

São adotados os tipos, as formas e as dimensões fixadas pela PB-256.

Material:

A placa de apoio será de aço elaborado por um dos seguintes processos:

- Siemens-Martin;
- Básico à oxigênio;
- Forno elétrico.

Poderá ser empregado aço frio estocado sob a forma de lingote ou bloco.

Fabricação:

A placa de apoio será puncionada, entalhada e cortada a quente, a uma temperatura que lhe de os melhores resultados e, imediatamente após, colocada em um recipiente para ser obtido um resfriamento lento.

Defeitos:

A placa de apoio será isenta de ondulações, defeitos superficiais e rebarbas do puncionamento, que prejudiquem o seu uso.

Acondicionamento:

A placa de apoio não será acondicionada. Mediante acordo, entre comprador e produtor, a placa de apoio poderá ser acondicionada em amarrados.

Unidade:

A unidade de compra da placa de apoio é a tonelada ou uma placa de apoio, observada a designação fixada pela PB-256.

Encomenda:

A encomenda da placa de apoio conterà: quantidade de unidades; designação; com ou sem certificado; cronograma de entrega; destino e transporte a ser utilizado; onde serão feitos os ensaios do comprador; EB-750.

A encomenda será dividida em tantos itens quantos forem os tipos.

Inspeção:

Serão facultadas as indispensáveis facilidades ao comprador, sem prejuízo das atividades normais do fabricante, para fazer proceder às inspeções que julgar necessárias, tanto nas fases de fabricação, quanto nas de controle de qualidade, na manipulação, de estocagem e de expedição.

A inspeção será realizada na usina, em período previamente combinado.

Formação da amostra:

Para cada corrida do aço, ou para lote de 25 toneladas, quando não houver adequada identificação da corrida, serão tomadas duas placas de apoio, acabadas, ao acaso, para fins do ensaio de dobramento.

Para cada corrida de aço será tirada uma amostra do lingote teste, durante o lingotamento, para fins da análise de panela, observada a NB-427.

Para cada corrida de aço, ou para lote de 25 toneladas, quando não houver identificação da corrida, será tomada uma placa de apoio, ao acaso, para fins da análise confirmatória, observada a NB-427.

Ensaios:

Serão executados os seguintes ensaios e/ou análises:

- Análise de panela – para cada corrida de aço, com a finalidade de determinar as percentagens de carbono e fósforo e, quando solicitado pelo comprador, a percentagem de cobre;
- Ensaio de dobramento – para cada corrida de aço ou lote de 25 toneladas, quando não houver identificação da corrida, observado o MB-945 ou o MB-947;
- Análise confirmatória – de caráter facultativo, em uma placa de apoio representativa de cada corrida de aço, para determinação das percentagens de carbono e fósforo e, quando solicitada pelo comprador, a percentagem de cobre.

Além dos ensaios indispensáveis ao controle de qualidade, que o fabricante fará rotineiramente, o comprador fará efetuar ensaios de recebimento por sua conta e iniciativa.

Mediante acordo, os ensaios do comprador poderão ser realizados na usina, sem prejuízo da produção e do embarque.

Mediante prévio entendimento entre comprador e fornecedor, será fornecido pelo fabricante, um certificado, acompanhado de nota fiscal, que indicará:

- As características da encomenda;
- Resultados obtidos na análise de panela;
- Resultados obtidos nos ensaios de dobramento.

Composição química:

A composição química do aço deve obedecer ao seguinte:

Teor de carbono	0,35% a 0,85%
Teor de fósforo	0,05% no máximo
Teor de cobre	0,20% no mínimo

Resistência:

A placa de apoio deverá resistir ao dobramento a frio, sem apresentar defeitos.

A propriedade mecânica à tração, segundo a MB-4 é:

Qualidade do aço	Limite de resistência N/mm ²	Alongamento %
A	480 a 620	18
B	380 a 480	24

Massa:

A placa de apoio terá massa nominal de acordo com a tabela:

PA-32	2,9 kg
PA-37	2,9 kg
PA-45	3,8 kg
PA-50	7,0 kg
PA-57	8,9 kg
PA-68	13,5 kg

Tolerâncias:

Além das tolerâncias fixadas na PB-256, será admitida uma variação de até + 3% na massa média da encomenda.

Largura	± 4,8 mm
Espessura	± 0,8 mm
Comprimento	± 3,2 mm
Diâmetro dos furos	± 0,8 mm
Localização dos furos	0,8 mm
Altura dos apoios	+ 0,4 mm e -0,8 mm
Distância entre apoios	ZERO
Aplainamento da sede do trilho (mesa)	0,7 mm

Aceitação e rejeição:

Será rejeitado o lote:

- Que tiver mais de 5% de unidades rejeitadas na inspeção;
- Representado por amostra, cujos resultados não satisfazem a esta especificação;

O comprador notificará ao fornecedor, por escrito, os motivos de rejeição.

O lote que não atender ao dobramento a frio poderá ser recozido até o máximo de duas vezes o reensaiado. Não sendo satisfatório o terceiro ensaio, o lote não mais poderá ser aproveitado para a produção de placas de apoio.

O comprador poderá rejeitar parcial ou totalmente o fornecimento caso este não satisfaça às quantidades e condições de entrega prevista no pedido.

EC-SUP-20. APARELHOS DE MUDANÇA DE VIA (AMV)

O trilho padrão dos AMV's das vias principais e de cruzamento deverá ser o trilho UIC 60.

Serão com abertura 1:14 nas linhas principais e na abertura 1:10, nas linhas secundárias, para a bitola mista 1,00m e 1,60m.

Os dormentes serão de madeira de lei, seção transversal 17cmx24cm. A quantidade de dormentes de madeira por abertura é a seguinte, conforme a NBR 7511:

Comprimento dos dormentes(m)	Abertura do AMV 1:10 quantidade	Abertura do AMV 1:14-quantidade
3,00	9	15
3,20	10	11
3,40	7	10
3,60	6	8
3,80	4	7
4,00	4	7
4,20	4	6
4,40	4	5
4,60	5	5
4,80	4	5
5,00	3	5
5,20	4	5
5,40	4	5
TOTAL	68	94
Volume total	11,00m³	15,09m³

Os valores dimensionais do AMV são os seguintes, para a bitola mista de 1,00m e 1,60m:

DISCRIMINAÇÃO	Abertura 1:10	Abertura 1:14
Comprimento da agulha	5.029mm	6.706mm
Ângulo da agulha	1°46'22"	1°19'46"
Distância do ponto vértice teórico à ponta da agulha	104,8	139,7
Ângulo do jacaré	5°43'29"	4°05'27"

Comprimento do jacaré	5.029mm	7.188mm
Comprimento da ponta de ½" para frente	1.956mm	2.629mm
Comprimento da ponta de ½" para trás	3.073mm	4.559mm
Distância do vértice teórico à ponta de ½"	127,0mm	177,8mm
Comprimento do contratrilho	2.870mm	2.870mm
Comprimento total do AMV	29.258mm	40.637mm
Distância da ponta da agulha à ponta do diamante (ponta de ½")	26.185mm	36.078mm
Distância entre os vértices teóricos da agulha e do jacaré	26.162,8mm	36.039,9mm
Flecha	165mm	161mm
Trilho reto de ligação	19.194mm	26.737mm
Trilho curvo de ligação	19.250mm	26.778
Raio	279.185mm	555.740mm
Abertura do couce	158,7mm	158,7mm

Agulhas:

Deverá ser projetado e fornecido pelo fabricante 3 (três) agulhas para cada AMV, produzidos a partir do perfil assimétrico Zu 1-60, o qual, num comprimento de aproximadamente 600 mm, sofre forjamento para reproduzir o perfil UIC 60.

O comprimento total da agulha deve ser completamente isento de soldas.

As agulhas são flexíveis e tangenciam o trilho de encosto no CMV.

A região forjada deve sofrer acabamento no boleto e patim, eliminando as possíveis rebarbas. Essa região forjada também deve sofrer normalização a cerca de 800°C, além do controle contra defeitos internos e superficiais através de ultra-som e partículas magnéticas.

Para diminuir a força de atuação e garantir a folga mínima de passagem, o patim de agulha deve ser usinado ao longo de 1.800 mm e na largura de 100 mm.

As agulhas devem estar totalmente acabadas e prontas para montagem. Na região onde a agulha não mais encosta no trilho de encosto até o ponto de travamento, devem ser instaladas escoras a cada fixação, a fim de garantir o seu correto posicionamento. Para proteção contra a movimentação devida à dilatação térmica, é instalado um sistema de retenção longitudinal fixado nas almas da agulha e no trilho de encosto, sistema esse que delimitará a movimentação.

Todas as agulhas e trilhos de encosto, tanto os curvos quanto os retos, devem incorporar o sistema de otimização cinemática.

O sistema de movimentação e travamento, juntamente com os roletes nas placas de deslizamento, deve garantir a desnecessidade de lubrificação destas últimas, além de garantir a ação conjunta da agulha e do trilho de encosto nas direções vertical e lateral; a força de travamento que atuará na diagonal, produzirá componentes nesses dois sentidos. O sistema também deve absorver as movimentações elásticas do conjunto e as dilatações da agulha, além de permitir regulagens da abertura das agulhas. As barras de acionamento devem receber encurvamento na fábrica, sob controle dimensional rigoroso.

A primeira fase da movimentação deve ser utilizada para destravar o sistema; logo a seguir, a agulha será levantada, iniciando-se o movimento de abertura ou fechamento da mesma. Quando a agulha atingir a posição correta, o sistema deverá abaixá-la e apoiá-la sobre a placa de deslizamento, realizando o travamento.

Deve ser previsto um sistema detetor para assegurar o posicionamento correto da agulha. Além da detecção convencional dentro da máquina de chave, devem ser previstos pontos extras de detecção, para o caso de algum objeto se inserir entre a agulha e o trilho de encosto e impedir o fechamento da bitola, causando um conseqüente descarrilamento. A definição do tipo, da quantidade e posições desses sensores adicionais deverá ser definida pelo fabricante.. Basicamente, esses detectores deverão funcionar sem eletricidade, visto não estar previsto a eletrificação da ferrovia.

Jacarés:

Os jacarés dos AMV's da via principal deverão possuir núcleo de aço-manganês. Não será aceito o jacaré móvel do tipo articulado, ou de pernas móveis. A resistência deverá ser maior que 1.200N/mm^2 (120kgf/mm^2).

As porcas dos parafusos utilizados deverão ser auto-travantes;

Os jacarés deverão ter as seguintes características:

- as barras não deverão receber encurvamentos em campo;
- os barramentos que farão parte integrante do AMV, não deverão encostar em nenhum componente, exceto nas suas extremidades de ligação;
- deverão ser especificadas pelo fabricante as recomendações da interface entre os equipamentos e o AMV.

Placas de Apoio

O espaçamento básico entre as placas de apoio deverá ser de acordo com o desenho anexo.

As placas de apoio serão fixadas diretamente nos dormentes. Nos AMV's assentados nas vias corridas em fixação direta deverão ser sobre placas resilientes.

As placas das agulhas deverão ser lubrificadas. As agulhas poderão ser providas de equipamento mecânico para deslocamento e travamento da mesma.

Não serão aceitas placas de apoio (comum ou de deslizamento) soldadas.

As placas deverão ser nervuradas para o apoio lateral e fixação dos trilhos e componentes.

Independentemente das diversidades das áreas das placas de apoio, as deformações verticais, laterais e longitudinais, em função de elemento elásticos sob elas, deverão ser as mesmas durante a passagem dos trens.

Os trilhos de ligação anteriores e posteriores do AMV, deverão ser apoiados e fixados com o mesmo tipo de conjunto que as placas dos AMV's.

A variação da inclinação dos trilhos, assim como eventual variação de rigidez entre AMV e via corrida, deverão ser solucionadas pelo fabricante, na região destes trilhos.

Fixação dos Trilhos e Componentes:

Os componentes de fixação do trilho devem ser independentes das fixações das placas de apoio, de modo que nas substituições de trilhos e/ou perfis, as fixações das placas permaneçam instaladas.

Entre os trilhos e as placas de apoio deverão ser instaladas palmilhas amortecedoras, com retenção longitudinal da mesma sobre o apoio.

A fixação padrão dos trilhos deverá ser elástica, e ser de um único tipo em todo o AMV.

Os trilhos de encosto das agulhas deverão ter no lado externo da bitola fixação padrão em todas as placas de assentamento, e no lado interno fixados por elementos elásticos conjugados às placas de deslizamento, com facilidade para sua substituição quando necessária, sendo no entanto providos de segurança no caso de quebra e obstrução da livre movimentação da agulha.

Tratamento Térmico:

Os jacarés, as patas de lebre e as agulhagens, deverão ser submetidos a um beneficiamento (têmpera e revenimento), de forma que a estrutura final obtida seja uma Perlita Fina homogênea. A resistência mecânica mínima resultante deverá ser de 1100N/mm² (correspondente a 310HD de dureza), com variação máxima de 5% ao longo de toda seção transversal.

Soldas de Instalação:

Dentro dos AMV's todas as junções deverão ser obtidas através de soldas caldeadas ou aluminotérmicas, de modo que não ocorram

interrupções nas seções de guia e apoio das rodas. Não deverá ser permitida a união através de juntas coladas e parafusadas.

Todas as soldas deverão ser executadas conforme o mesmo procedimento e material utilizado nos trilhos dos AMV's.

Somente serão aceitas soldas de instalação em trilhos com a mesma inclinação e entre perfis iguais.

Deverão ser localizadas no centro do vão entre as duas placas adjacentes.

Pré - Montagem:

A distância entre as extremidades dos trilhos, deverá ser de 8 mm, medidos na temperatura neutra.

Os AMV's deverão ser pré montados na fábrica.

Os AMV's deverão ser identificados por cores durante a pré montagem. As extremidades dos trilhos deverão ser identificados por números, sendo que o mesmo número nos dois trilhos seguidos, onde os quais serão soldados entre si.

As placas de apoio, deverão ser fixas nos trilhos na região da agulhagem e jacaré móvel. Nos outros trilhos as placas deverão ser fixadas ou marcadas com tinta branca nas suas posições.

Deverão ser marcados no boleto dos trilhos, os pontos por onde uma linha reta passada transversalmente pelos quatro trilhos dos AMV's. Em cada tramo de trilho deverá ter pelo menos um ponto marcado.

A distância transversal entre os pontos nos trilhos deverá ser definida e registrada.

Na ocasião da pré montagem o primeiro AMV de cada abertura devera ser pré montado, junto com os equipamentos abaixo relacionados, para a comprovação das características especificadas:

- as máquinas de chave;
- detetor de posicionamento do encosto da agulha;
- travamento e retenções laterais e verticais da agulha.

Desenhos

Nos Desenhos V-07 A e V-07 B mostra-se esquematicamente como deverão funcionar os AMVs, de abertura 1:10 e 1:14, tanto com desvio à esquerda como com desvio à direita

No Desenho V-08 mostra-se o dispositivo a ser implantado, bem como o esquema de funcionamento dos “Pombinhos”, ou seja a mudança de alinhamento do 3º trilho (bitola métrica), tanto com coração de abertura de 1:10 como 1:14.

EC-SUP-21. SOLDAGEM DE TRILHOS

SOLDAGEM ELÉTRICA

A soldagem elétrica dos trilhos para formarem as barras de 240 m, deverá ser executada em Estaleiro de Solda de reconhecida capacidade técnica e deve priorizar, além da qualidade da solda em si, a verificação do alinhamento das barras soldadas, evitando torções e empenamento, por mínimo que seja. Caso venha ser verificado esses defeitos após a soldagem, o trilho deve ser cortado à 2 m para cada lado da solda e a mesma deve ser refeita.

Igual cuidado deve se ter durante o esmerilhamento das rebarbas da solda, especialmente no boleto do trilho (linha da bitola), onde deve ser refeita com precisão a superfície de rolamento.

SOLDAGEM ALUMINOTÉRMICA

Introdução

A soldagem aluminotérmica deverá ser feita no trecho onde a linha já foi lançada, e consiste em soldar as pontas dos trilhos longos soldados, que vieram do estaleiro, fazendo um trilho continuamente soldado (TCS).

Corte do trilho e folga

O corte do trilho deve ser perfeitamente vertical, com uma folga constante do topo ao patim. Para isto é indispensável o uso do carrinho-guia.

A superfície de corte deve ser a mais plana possível, sem reentrâncias e deverá ser limpa mediante o uso de talhadeira e escova de aço, para eliminar toda a rebarba e oxidação.

A folga entre topos de trilhos deve estar na faixa de 22mm a 24mm. A folga menor que 22mm, prejudica o pré-aquecimento. Folga menor que 22mm prejudica o pré-aquecimento de toda a seção do trilho e diminui a quantidade de aço da solda, conseqüentemente, reduzindo a quantidade de calor necessária para fundir o aço no trilho. Folga maior que 24mm, provoca falta de material no boleto do trilho, pondo-se a perder a solda.

Retirada da fixação:

Para uma solda aluminotérmica normal, deve-se retirar a fixação de pelo menos 4 dormentes de cada lado da junta.

Nivelamento e alinhamento dos trilhos:

Os extremos dos trilhos devem ser levantados de 3mm a 4mm medindo nos extremos com uma régua de 1,00m, centrada No ponto da solda, de modo a compensar a retração da solda.

O alinhamento deve ser feito sempre no lado da bitola, zerando boletos com uma régua de aço de 1,00m, centrada no meio da solda.

A régua de aço com 1,00m de comprimento deverá ter uma espessura entre 3,5mm e 4mm, fabricada em aço-carbono temperado e retificado com precisão de 0,01mm.

Tendo em vista a assimetria da seção transversal do trilho, permitida por norma dentro de uma certa faixa de tolerância, deve-se compensar esta assimetria de modo que, mediante o esmerilhamento sucessivo, fazendo a concordância na linha da bitola.

Colocação das formas

As duas meia-formas devem ser ajustadas cuidadosamente no perfil do trilho, de modo que olhando verticalmente o topo do trilho, as folgas das mesmas devem estar perfeitamente centradas em relação ao buraco da forma.

As formas devem ficar perfeitamente verticais e contrapostas, isto é, ajustada uma a outra.

Formas defeituosas ou trincadas no ajuste deverão ser rejeitadas.

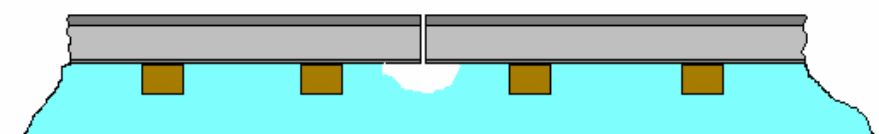
A vedação da forma será feita com areia umedecida. Esta umidade deve ser limitada ao mínimo, de modo a dar uma plasticidade suficiente para que se possa adaptar a massa. Nunca deverá ser utilizada uma areia excessivamente úmida.

O pré-aquecimento deverá ser iniciado imediatamente após a vedação, para evitar que a umidade da areia passe para a forma. Pelo mesmo motivo, o tempo necessário para a vedação deve ser o mais curto possível.

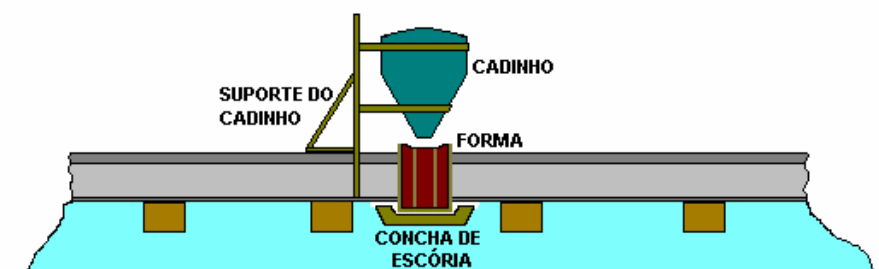
Na colocação das partes metálicas que prendem a forma, alertar para a colocação do copo, o qual deve ser colocado levemente inclinado no sentido da corrida do aço.

Na embalagem de cada porção de solda existe um cartão que deverá ser colocado sobre o plano de rolamento na folga da junta. O não uso deste cartão provoca um rebaixo do plano de rolamento próximo do limite solda-trilho, tornando a solda inaceitável.

No caso das extremidades dos trilhos serem furadas, o primeiro furo de cada trilho, próximo à solda, devem ser vedados com tarugos cônicos de aço, para permitir distribuição homogênea de calor.



PREPARO DOS TRILHOS PARA SOLDA ALUMINOTÉRMICA



SOLDA ALUMINOTÉRMICA DE TRILHOS CURTOS

Equipamentos para o pré-aquecimento

- Oxigênio: O manômetro deve estar registrando perfeitamente a pressão. Esta deverá estar entre 4 a 5 kgf/cm².
- Propano: O manômetro deve estar registrando perfeitamente a pressão.. Esta pressão deverá estar na faixa entre 1 a 1,5 kgf/cm²
- Mangueiras: O comprimento das mangueiras de oxigênio e propano deverá ser de aproximadamente 10m, devendo ser mantidas sem dobras.
- Maçarico: Deverá estar funcionando em perfeita eficiência, com todos os furos completamente limpos. Com o maçarico aceso, os dardos de cada furo devem ter o mesmo comprimento.

Pré-aquecimento

Esta é a fase mais importante e delicada da solda.

O pré-aquecimento deverá atingir uma temperatura entre 950°C a 1000°C, correspondente a uma cor amarelo-clara. É essencial que cada ponto da seção do trilho seja aquecido de modo uniforme.

As duas extremidades dos trilhos devem estar aquecidas a uma mesma profundidade.

Para obter os requisitos acima é necessário variar a posição vertical do maçarico e manter uma chama bem regulada (neutra), isto é, que não tenha excesso de oxigênio (chama oxidante).

A chama oxidante provoca início de fusão no contorno do boleto, que poderá enganar a respeito do efetivo pré-aquecimento.

A retirada do maçarico só deverá ser feita imediatamente antes do corrimento do aço.

Preparação do cadinho

No primeiro uso do revestimento do cadinho deverá ser feita uma queimadura, de preferência, com madeira.

Antes de cada solda, o cadinho deverá ser bem aquecido com o maçarico.

O cadinho deverá ser limpo a cada 4 soldas.

Conservar a abertura do bujão em 15mm.

Antes da porção da solda ser colocada no cadinho, deve-se misturá-la o mais possível.

Não é permitido de maneira nenhuma a complementação com outra porção, o uso de porções abertas há mais tempo ou furadas e a adição de pedaço de aço, tipo pregos, porcas, parafusos, etc.

Reação e corrimento do cadinho

A reação é completa entre 10 a 20 segundos, de preferência, 15 segundos.

Após a reação, deve-se esperar a formação de um anel de 10mm a 15mm de largura sobre a escória, para então executar o corrimento do aço.

O anel acima é visível mediante óculos apropriado através da abertura da tampa do cadinho.

O corrimento do aço deve ser feito de um só golpe.

Acabamento da solda

Na fase de solidificação da solda, cujo tempo varia de 5 a 6 minutos, o trilho não poderá sofrer nenhuma vibração, em hipótese alguma, tais como a retirada ou colocação de grampos, esmerilhagem mesmo que longe do ponto de soldagem.

A escória só será levantada e removida imediatamente antes da rebarbagem, a qual deverá ser, no mínimo, 5 minutos após a corrida do aço. Levantar a escória antes desse tempo trás, como consequência, uma modificação na estrutura do aço, gerando soldas defeituosas. Rebarbagem da solda antes do tempo estabelecido provoca rasgos na solda e dureza excessiva na mesma.

Após a rebarbagem, mantendo-se inalterada a escória no patim, deve-se proteger a solda durante 20 a 30 minutos, com cobertura apropriada. Tal proteção é indispensável para o trilho qualidade “A” (linha), não sendo necessário para o trilho standard (AMV).

A solda após a esmerilhagem, deverá estar com as seguintes tolerâncias, medidas com a régua de 1,00m, centrada no meio da solda.

- Horizontal: $\pm 0,75\text{mm}$
- Vertical: $0 + 0,75\text{mm}$

Após a execução da solda é essencial socar os dormentes adjacentes fazendo uso de macaco e soca manual ou vibrador mecânico

EC-SUP-22. TRILHOS LONGOS SOLDADOS (TLS) OU TRILHOS CONTÍNUOS SOLDADOS (TCS)

Introdução

Chama-se trilho longo soldado (TLS) ou trilhos contínuos soldados (TCS) à barra formada por trilhos soldados, cujo comprimento é suficiente para que, pelo menos, um de seus pontos permaneça fixo, quaisquer que sejam suas variações de temperatura.

O TLS pode estar em estado de dilatação ou de contração de acordo com a variação da temperatura. Este estado pode ser total ou parcialmente contido pelo atrito do trilho com o dormente e destes com o lastro. Quando existirem dois ou mais TLS ligados por talas formando juntas, será necessário acrescentar aos atritos considerados o decorrente das talas nas extremidades.

Como a força longitudinal, que provoca essas deformações, independe do comprimento do TLS, nada impedirá que seu comprimento seja infinito, a não ser a presença de obras-de-arte ou aparelhos de mudança de via. Dentro deste enfoque, a idéia de TLS coincide com a de trilho contínuo soldado (TCS), de chave a chave, ou de Estação a Estação.

Temperatura Neutra

A variação de temperatura Δt é em relação a temperatura neutra, onde o TLS é fixado. Como a flambagem provocada pela elevação da temperatura é mais danosa que a fratura de trilhos, provocado pela baixa da temperatura, indica-se a seguinte fórmula, utilizada pelas ferrovias alemãs:

- $FTN = (t_{\text{máx}} + t_{\text{min}}) / 2 + 5$ onde
- FTN = faixa de temperatura neutra

- $t_{máx}$ e $t_{mín}$ são as temperaturas máximas e mínimas do trilho,
- determinadas por médias de medições diretas, admitindo-se
- desvios de $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Portanto, é importante que esta média de temperaturas medidas no trilho seja feita na região onde será colocado.

Admite-se, apenas para fins de estudo do Ramal de Araripina, que a temperatura máxima do trilho seja 58°C e que a temperatura mínima seja de 10°C : $t_s = (58 + 10) / 2 + 5 = 39^{\circ}\text{C}$, com a variação de $\pm 3^{\circ}\text{C}$, t_s poderá variar de 36°C a 42°C .

O valor de Δt será a diferença entre a temperatura t de colocação do trilho na ocasião e o valor t_s

$$\Delta t = t - t_s$$

Resistência da fixação Pandrol

Segundo Eisenmann, a força de retenção da fixação elástica tipo Pandrol é de 1.573kgf por par. Como o espaçamento entre dormentes é de 60cm, pode-se dizer que a retenção devida à fixação Pandrol é de $1.573/0,60 = 2.621\text{kgf/m}$. Como são três pares, o valor passa a ser de 7.863kgf/m. Para este estudo, considerou-se uma resistência $r = 2.550\text{kgf/m}$, que é um valor adotado pela EFVM, (1700kgf/m), determinado através de testes, para a bitola simples e adaptado para a bitola mista ($1700 / 2 \times 3 = 2.550$).

Forças de tração e compressão provocadas pela temperatura

Quando um trilho de comprimento L , livre de qualquer esforço externo, é submetido a uma variação uniforme de temperatura Δt , se dilata ou contrai de um comprimento:

- $\Delta L = \alpha \times L \times \Delta t$, onde
- L = comprimento do TLS ou TCS em metros;
- ΔL = variação do comprimento em função do Δt ;

- Δt = variação de temperatura em graus centígrados
- α = coeficiente de dilatação = $11,5 \times 10^{-6}$;

Se esta variação ΔL é bloqueada, como é o caso de uma linha com o trilho contínuo, surge uma força nos trilhos:

- $N = E \times A \times \alpha \times \Delta t$, de compressão ou tração., onde
- N = força longitudinal no trilho em kgf;
- E = módulo de elasticidade do aço = $2.150.000 \text{kgf/cm}^2$
- A = área transversal dos três trilhos da linha mista em cm^2

Pelo perfil do trilho definido, UIC 60, a área da seção do trilho é de $76,86 \text{cm}^2$.

$$\text{Portanto } A = 3 \times 76,86 \text{cm}^2 = 230,58 \text{cm}^2$$

Numa hipótese de assentamento do trilho a uma temperatura de 10°C em que a FTN varia entre 36°C e 42°C , na pior situação $\Delta t = 10 - 42 = -32^\circ\text{C}$.

O esforço de compressão na linha será: $N = 2.150.000 \times 11,5 \times 10^{-6} \times 230,58 \times 32 = 182.434 \text{kgf}$.

De acordo com o Eng.^o Roberto Bulhões, a tensão de compressão no trilho não deve ultrapassar a 800kgf/cm^2 . No caso, a tensão ficou em $182.434 / 230,58 = 791 \text{Kgf/cm}^2$. Também em relação ao valor aceito por J. C. Code de 2.460kgf/cm^2 , o valor da compressão ficou abaixo.

Zona de respiração

Com a variação da temperatura num TCS e de comprimento infinito, os extremos não se deslocam axialmente e a força N é igual em toda a sua extensão.

Para que se possa analisar a flambagem da linha é necessário estudar a distribuição de forças num trilho de comprimento finito, que é parte integrante da mesma. Quando os extremos deste trilho são, por meio de um dispositivo qualquer, impedidos de se movimentar, ele se comporta exatamente igual aos trilhos de grande comprimento. Na realidade, sempre ocorrem pequenos deslocamentos.

As extremidades do trilho TCS, a força axial aumenta de zero até N e é denominada de zona de respiração. É determinado pela seguinte expressão: $b = N / r = 172.276 / 2.550 = 67,5\text{m}$.

Para compensar a perda de elasticidade da fixação pelo uso, a prática e testes indicam que devemos considerar um aumento de 30% no comprimento da zona de respiração em relação ao ser valor teórico. Portanto, $67,5 \times 1,3 \cong 88\text{m}$.

Concluimos que, para qualquer valor de comprimento de trilho maior que $2 \times 88\text{m} = 176\text{m}$, a força axial na linha independe do trilho ter 240m ou mais e será sempre igual a 172,2 toneladas.

Procedimentos para os serviços de Alívio de Tensões Térmicas (ATT)

Todos os trechos submetidos ao alívio de tensões térmicas deverão ter, necessariamente, marcos de referência, tanto vertical como horizontal. Para o serviço de alívio de tensões térmicas para os trilhos longos soldados dentro da faixa de temperatura neutra, devem ser observados os seguintes procedimentos:

- A linha será colocada no eixo de projeto, nivelada, alinhada liberada ao tráfego, para a consolidação, cerca de 200.000 toneladas trafegadas, com limitação de velocidade em 30Km/h;
- Deverá ser observada a faixa de temperatura neutra;
- Após o período de consolidação, 200.000 toneladas trafegadas, serão corrigidos possíveis defeitos de nivelamento e alinhamento, retirada toda a fixação, as barras serão colocadas sobre roletes posicionados de 12m em 12m e vibradas por golpes com marrão de cobre ou bronze de 5Kg, na faixa de temperatura neutra;
- Os dormentes deverão estar perfeitamente perpendiculares ao eixo da linha;
- A folga de junta será nula nos limites da FTN, ou seja, as barras serão topadas. Esse procedimento proporciona um menor impacto nas juntas e menor degradação das mesmas;

- Com a temperatura aumentando, grampear a barra da zona neutra para a zona de respiro, sendo os grampos novos;
- A zona de respiro será considerada com extensão de 88m em cada extremo no caso da necessidade dos serviços de ATT se estenderem além do limite da FNT. As talas de junção serão montadas e os parafusos bem apertados com porcas coladas (80kgm de torque);
- Com a temperatura em declínio, a fixação será aplicada da zona de respiro para a zona neutra. As talas de junção serão aplicadas com parafusos bem apertados com porcas coladas (80kgm de torque);
- A aplicação de grampos na zona neutra será parcial, nos limites da FTN, ou seja, um dormente sim e 5 não. Os dormentes, que receberem a fixação inicial, terão dois grampos aplicados no lado da bitola e dois pelo lado externo, alternadamente. A complementação da fixação se dará à qualquer temperatura, de preferência nos limites da FNT ou acima. Caso possível, a complementação dos serviços de ATT programados nos limites da FTN, a fixação será aplicada, de imediato, na sua totalidade;
- A linha será liberada ao tráfego necessariamente sob precaução de velocidade de 30Km/h, que será mantida ao longo do período de consolidação, de, no mínimo, 200.000 toneladas trafegadas;
- Após o período de consolidação, serão efetuados serviços de correções de nivelamento e alinhamento, caso necessários e liberado para a velocidade diretriz.

Faixas de temperatura para serviços de manutenção com TLS ou TCS

A Société National de Chemins de Fer - SNCF, ferrovias francesas, dividem os serviços de manutenção com TLS ou TCS em duas categorias: a 1ª categoria são aqueles serviços que não afetam a estabilidade do TLS, sendo, portanto, executados a qualquer temperatura. Os de 2ª categoria são aqueles que podem afetar a estabilidade do TLS/TCS, desde que não sejam observadas determinadas condições.

Portanto, serão relacionados os serviços de 2ª categoria, com as restrições de faixa de temperatura do trilho e operação, que devem ser observadas.

Nivelamento e Alinhamento – temperatura mínima = 20°C e temperatura máxima = 48°C

O nivelamento pressupõe levantes não superiores a 30mm. Concluída a socaria, os dormentes serão imediatamente guarnecidos, especialmente no que se refere ao ombro do lastro.

Os serviços de nivelamento e alinhamento serão classificados entre os trabalhos de 2ª categoria que mais desconsolidam a via, devendo, portanto, serem executados somente quando se tiver certeza de sua necessidade e quando for possível obedecer a faixa de temperatura de 20°C a 48°C, para os serviços mecanizados e 50°C, para os serviços manuais.

Quando a amplitude das correções do alinhamento forme inferiores a 20mm, as operações de alinhamento devem ser realizadas após ou durante o nivelamento.

Se a correção a ser feita estiver compreendida entre 20mm a 40mm, é necessário executá-la antes do nivelamento, operando-se em vários passes sucessivos, de 20mm cada um, espaçados por um período de consolidação.

Se a operação for superior a 40mm, deve ser considerado como um deslocamento lateral importante, tornando-se, neste caso, necessário operar-se sob a proteção de uma limitação de velocidade de trens de 30Km/h e proceder-se o alívio de tensões térmicas depois de decorrido o período de consolidação mínima de 200.000 toneladas trafegadas.

Levante ou Rebaixamento – temperatura mínima = 20°C e temperatura máxima = 46°C

Tais serviços não devem ser executados nos meses de verão. A linha nunca deverá ser levantada ou rebaixada de uma só vez, mais do que 100mm.

A extensão trabalhada diariamente será imediatamente guarnecida. Os trechos que sofrerem levantes ou rebaixamentos terão extensão máxima de 25m, espaçados de 50m.

Caso o levante necessário seja superior a 100mm, será feito por partes, não excedendo de cada vez o seu limite, havendo entre elas um período de consolidação mínimo de 200.000 toneladas trafegadas.

Substituição de Grampos

Sem limite de temperatura desde que seja feito em seqüência na zona neutra. Na zona neutra os grampos podem ser retirados, deixando os dormentes ponteados com 1 sim e 5 não.

Na zona de respiro, os grampos devem ser substituídos em pontos salteados, completando-se separadamente a substituição de cada peça.

Remoção de talas – temperatura mínima = 30°C e temperatura máxima = 48°C

Em caso de remoção das talas a zona de respiro terá a extensão de 88m. Assim, as extremidades das barras estarão necessariamente grampeadas integralmente nesta extensão.

Correção de folgas de juntas – temperatura mínima = 20°C e temperatura máxima = 39°C

Será removida uma extensão mínima de 3m de trilho. Procedendo-se a soldagem aluminotérmica no ponto de corte e se efetuará o alívio de tensões térmicas numa extensão mínima de $3,185 \times \Delta t$.

Substituição de dormentes – temperatura mínima 20°C e temperatura máxima = 50°C

Nas substituições normais de dormentes com circulação de trens, nunca devem ser substituídos mais de 1 dormente em cada 5 ou mais de 2 em cada 10 e nem mais de 10% de um trecho em um mesmo dia. Caso necessário, a substituição de um maior número de dormentes, proceder substituições sucessivas em extensões de 25m espaçados de 50m, permitindo passagem intercalada de trens para consolidação, no mínimo 200.000 toneladas trafegadas. Recompôr o lastro no mesmo dia.

Desguarnecimento e limpeza do lastro – temp. mínima = 20°C e temp. máxima = 50°C

Se os trabalhos são limitados em trechos de pequena extensão, 20m no máximo, espaçados de, pelo menos, 50m eles poderão ser executados sem limitação de velocidade dos trens, sob as seguintes condições:

Que a profundidade do desguarnecimento não ultrapasse a 20cm do nível inferior dos dormentes.

Que não sejam desguarnecidos simultaneamente mais que 2 vãos consecutivos entre dormentes separados de 10m do próximo grupo de 2 dormentes a desguarnecer e mais que 20% do total dos vãos.

Que seja restabelecido, no final de cada dia, o perfil regulamentar do lastro.

Caso se deva operar em distâncias superiores a 50m ou, caso todas as condições acima não possa m ser respeitadas, o trabalho deverá ser executado sob proteção, com redução de velocidade dos trens para 30Km/h e os TLS deverão sofrer alívio de tensões térmicas posteriormente ao término dos trabalhos e após, decorrido o período de consolidação correspondente a 200.000 toneladas trafegadas.

Desguarnecimento mecanizado

O serviço se desenvolverá a qualquer temperatura. Alinha será nivelada e depois de decorrido um período de consolidação mínimo de 200.000 toneladas trafegadas, deverá ser feita o alívio de tensões térmicas.

Modificação e correção da superestrutura – temp. mínima = 20°C e temp. máxima = 46°C

Este serviço deverá obedecer as mesmas instruções estabelecidas para o nivelamento e alinhamento e levantamento e rebaixamento.

Fatura de Trilhos – Temperatura Mínima = 20°C e Temperatura Máxima=39°C

Será removida uma extensão mínima de 3m de trilho. Procedendo-se a soldagem aluminotérmica no ponto de corte e se efetuará o alívio de tensões térmicas numa extensão mínima de $3,185 \times \Delta t$.

Substituição de trilhos

No caso de substituição de um trilho integrante de um TCS, o alívio de tensões térmicas deverá ser necessariamente efetuado pelo método da meia-barra. Dois casos poderão ocorrer:

Caso I: o comprimento l do trilho a ser substituído é maior que o comprimento b , sendo $b = 3,185 \times \Delta t$

Caso II: o comprimento do trilho a ser substituído é menor ou igual a b .

Marcar no TC os extremos A e B que delimitam os extremos do trilho a ser substituído, colocando piquetes de referência P_A e P_B .

Cortar o trilho novo no mesmo comprimento daquele a substituir.

Calcular o comprimento b de ancoragem; marcar no patim do TCS os pontos C e D, colocando piquetes de referência P_C e P_D (no Caso I, o ponto D é coincidente com A).

Cortar o TCS primeiro no ponto B e o segundo corte no ponto A. Verificar a imobilidade dos pontos C e D. Caso permanecer imóveis, passar para a tarefa seguinte. Caso contrário, dobrar o valor de b , o que não deverá exceder a 88m.

Efetuar a primeira solda no ponto A e a segunda solda no ponto B.

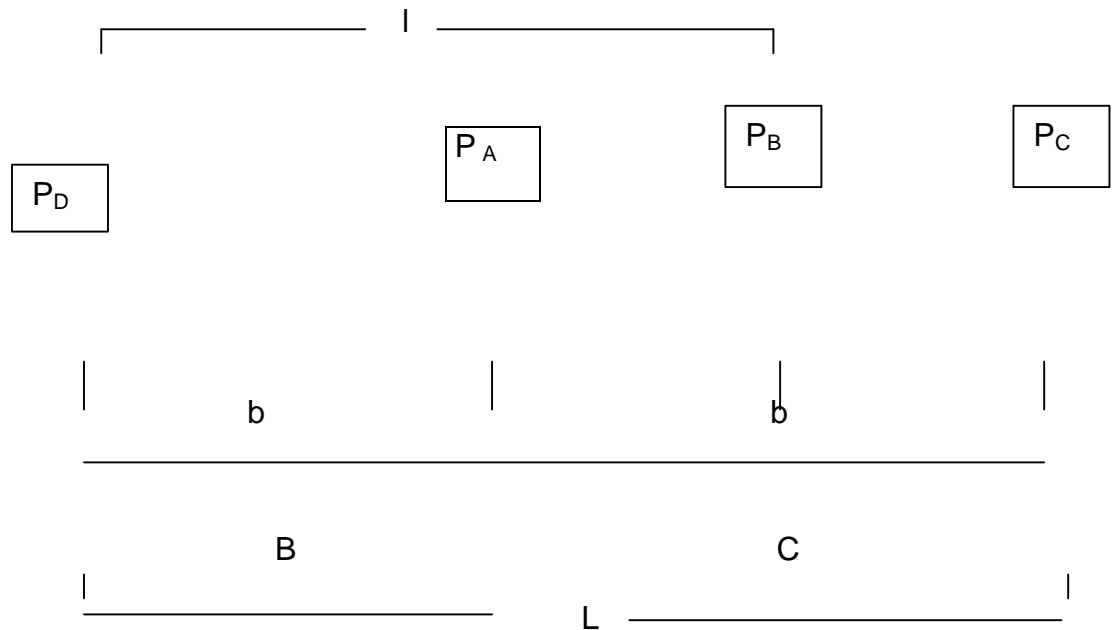
Se $l > b$, remover a fixação numa extensão l do trilho longo soldado no sentido de B para A e de um comprimento b , no sentido de B para C. Se $l \leq b$, remover a fixação numa extensão b , no sentido de A para D e de B para C. Efetuar a solda B, lembrando-se que o valor de L para cálculo de ΔL é igual a extensão total liberada.

Caso o alívio de tensões térmicas tenha sido realizado corretamente os pontos A, B, C e D deverão estar coincidentes com P_A , P_B , P_C e P_D , respectivamente.

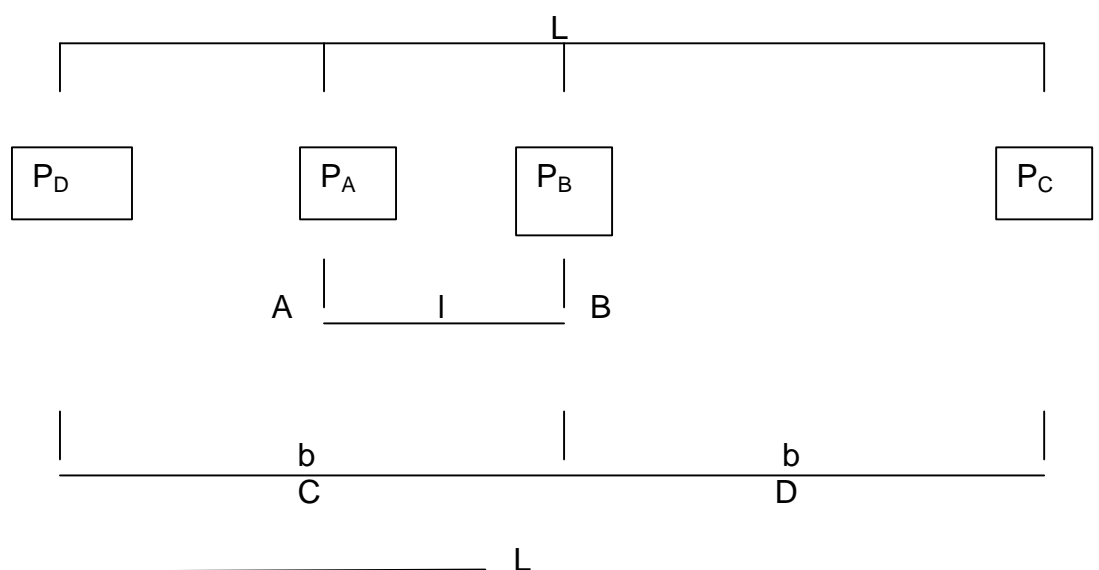
Reaplicar as fixações na extensão C e D.

O trecho será liberado ao tráfego normal após um período de consolidação mínima de 200.000 toneladas trafegadas

Caso I: $l > b$



Caso II: $l < b$



EC-SUP-23. METODOLOGIA CONSTRUTIVA

Introdução

Após a infra-estrutura concluída, inclusive com o sublastro colocado, segue a vez da construção da linha nova sobre ela.

O método construtivo será mecanizado, com a utilização de máquinas e equipamentos.

Formação do Trem de serviço

O vagão plataforma, referência PET possui um comprimento de engate a engate de 19,00m e uma capacidade líquida de 97.000kg, com 33.000kg de tara, com um peso bruto máximo de 130.000kg. O comprimento útil da plataforma é de 18,20m e largura de 3,00m.

Como as barras de trilho UIC 60 vem num comprimento de 240m, o número de vagões necessários para poder transportar esta barra é de $240 / 19 = 12,6 \cong 13$ vagões.+ 2 vagões “madrinhas” (um em cada ponta) = 15 vagões.

A largura do patim do trilho UIC 60 é de 150mm e pesa 60,34kgf/m. O número de trilhos lado a lado que a largura do vagão plataforma permite carregar é de $3,00 / 0,15 = 20$ trilhos, com um peso de $20 \times 60,34 \times 19 = 22.929$ kgf. Como a carga útil que o vagão plataforma pode carregar é de 97.000 kgf, o número máximo de camadas de trilho a serem transportadas é de $4,23 \cong 4$ camadas.

As camadas devem ser com o trilho de pé, isto é, sempre com o boleto virado para cima. Entre uma camada e outra deve ser colocado “de chato”, sarrafos de madeira de 3,00 cm x 5,00 cm a cada 3,00 m, a fim de evitar que, na viagem, os trilhos fiquem roçando um contra o outro, correndo o risco do vagão descarrilar, pela rigidez dos trilhos. As quantidades de trilhos que podem ser levadas são de 80 trilhos de 240m, podendo ser lançada 6.400,00 m de linha bitola mista de cada vez.

O dormente de concreto monobloco, com comprimento de 2,80m, pesa 410kgf. A largura de sua base inferior é de 28,5cm. Como o comprimento útil do vagão plataforma é de 18,20m, é possível transportar, por camada, $18,20 / 0,285 = 63,8 \cong 63$ dormentes que pesam $63 \times 410 = 25.830$ kgf. A capacidade útil do vagão plataforma é de 97.000kgf. Portanto, cada vagão pode transportar até o máximo de $97.000 / 25.830 = 3,7$

camadas, ou seja, 3 camadas inteiras mais 47 dormentes. O número total de dormentes por vagão é de $3 \times 63 + 47 = 236$ dormentes.

A taxa de dormentação é de 1.667/km. Para formar 1 km de linha, são necessários $1.667 / 236 = 7,06 \cong 7$ vagões.

A composição principal do trem de serviço, para o lançamento da via férrea seria formada de 22 vagões plataforma, sendo 15 vagões para o carregamento dos trilhos e 7 vagões para o carregamento dos dormentes de concreto monobloco. Mas este tipo de formação possui 20 vagões carregados $\times 130t + 2$ vazios $\times 33t = 2.666$ toneladas, o que fica com carga muito alta para o tipo de locomotiva a ser utilizada como trem de serviço, normalmente locomotivas pequenas, mais leves e por conseguinte, com menos potência, dada a natureza do serviço. O peso pode ser aliviado, com a diminuição do número de trilhos a serem transportados, para que seja possível o lançamento de 1,00 km de linha mista, juntamente com os dormentes. Portanto 13 barras de 240m formam 1,00 km de linha e pesam 188 toneladas. A carga bruta para 1,00 km de linha, computando somente trilhos e dormentes de concreto é de: $7 \times 130 + 188 + 15 \times 33 = 1.593$ toneladas, que fica mais compatível, com a potência da locomotiva.

Além desses vagões, são necessários outros vagões, para levar as fixações e palmilhas dos dormentes, para guardar equipamentos, ferramentas, máquinas e guinchos, cabos de aço, combustível para as máquinas.

Também são necessários vagões para a logística do pessoal, como alojamentos e cozinha.

A composição ferroviária é formada com os vagões de trilhos na cabeceira, seguido dos vagões de dormentes, o vagão com as fixações, e a locomotiva “empurrando” a composição. Com sistema de rádios, o maquinista se comunica com o pessoal da frente de serviço, recebendo as instruções de avançar, recuar, etc.

Lançamento da Linha de Serviço

Será lançada uma linha de serviço com trilho menos nobres, podendo ser do tipo TR-32 ou TR-37, com barras curtas de 12,0 m (doze metros) ou 18,0 m (dezoito metros), de fácil manuseio e ligados por meio de talas e parafusos. Estes trilhos serão apoiados diretamente na plataforma e servirão de guia, tendo a bitola de 4,50 m, por onde correrá o Guincho de Lançamento da Linha.

Guincho de Lançamento da Linha

O guincho de lançamento de linha é formado por dois pórticos metálicos, em formato de “U” invertido, que é apoiado em roletes metálicos sobre os trilhos lançados na plataforma da via. As dimensões deste pórtico são: 5,00m de altura e largura de 4,50m. A distância entre os pórticos é de 5m, ligados entre si, na parte superior, por uma treliça em formato quadrangular, semelhante a uma grua, e que avança 5,00m para a frente do pórtico formando uma lança. Na parte superior do pórtico, há um sistema de roldanas, talhas e guinchos, cabos e correntes que são manobrados para poder retirar os trilhos e dormentes e coloca-los na via.

Os trilhos da Linha de Serviço servirão de guia e bitola para o pórtico, lançamento é feito com o pórtico, através da lança do pórtico.

Lançamento de Trilhos e Dormentes

Após a construção a linha de serviço do pórtico, na bitola de 4,50m, procede-se o lançamento do trilho longo soldado da maneira descrita a seguir:

O pórtico percorre os vagões plataforma que estão carregados com os trilhos. Com guinchos e cabos que possuem tenazes para segurar o boleto do trilho, ergue-o na altura que possibilite colocar roletes a cada 5m, para que possa rolar sobre os outros trilhos e diminuir o atrito entre eles. Óleo queimado e graxa são colocados para facilitar o deslizamento.

Após, o pórtico desloca-se para o final da linha de serviço de rolamento do pórtico, e, depois de travado e calçado, através de cabo de aço e máquinas, traciona o trilho retirando-o dos vagões plataforma. Quando o trilho atingir a plataforma, são colocados roletes ou pequenas toras roliças de madeira, para que possa ir por sobre eles, diminuindo o atrito, até sair completamente dos vagões e ficar estendido na plataforma da via. O trilho é colocado a uma distância de 1,50m do eixo da via, para que não atrapalhe a colocação dos dormentes.

O pórtico retorna para puxar o outro trilho, da mesma forma anterior e o estende do outro lado a uma distância de 1,50m do eixo da linha. Retorna novamente e puxa o terceiro trilho, que forma a bitola mista.

Após o lançamento dos três trilhos, o pórtico retorna e vai buscar os dormentes de concreto que são colocados perpendiculares ao eixo da linha no espaçamento determinado. Paralelamente, as fixações elásticas Pandrol e palmilhas são posicionadas próximo aos dormentes, na quantidade para cada dormente, isto é, 6 grampos Pandrol e 3 palmilhas por

dormente. As palmilhas já podem ser colocadas no encaixe existente no dormente.

Quando a quantidade de dormentes colocada for suficiente para formar a grade do comprimento dos trilhos lançados, o pórtico começa a colocar o trilho sobre o dormente. Primeiro o trilho que vai ficar no interior do dormente. Como o trilho é longo, ele é flexível e é possível ser colocado diretamente sobre os dormentes, sem torcê-lo. Paralelamente as fixações já estão posicionadas próximas aos dormentes e devem ser colocadas nos dormentes.

Assim, para cada fila de trilho o procedimento é o mesmo, até que a grade da linha fique pronta e possibilite a entrada da composição ferroviária sobre ela. A partir de então, o procedimento se repete sucessivamente e a construção da linha segue avançando.

Lastramento

O “trem de lastro” como é chamado, entra na grade da linha e a pedra britada é distribuída, por pessoal experiente, com o trem em movimento lento e com os vagões apropriados para este fim, referência HNT.

Nivelamento, alinhamento e puxamento de linha

Com Máquina Socadora Alinhadora e Puxadora (tipo Plasser & Theurer ou similar), procede-se o nivelamento, alinhamento e puxamento de linha, os quais devem ser feitos 3 (três) levantes, cada um com 10 cm (dez centímetros) de altura.

O 1º levante, servirá para tirar a grade que está apoiada no sublastro.

Descarrega-se mais lastro de pedra britada com o “trem lastro” para o 2º levante. Máquinas Reguladoras de Lastro (tipo Plasser & Theurer ou similar) devem ser utilizadas, para recuperar a quantidade de lastro que, por ventura, tenha ficado fora do alcance da Niveladora e também para dar a forma do perfil do lastro.

O 3º levante, é final, após a descarga de mais pedra britada.

Após o 3º levante deve-se passar a Máquina Reguladora de Lastro e Varredura, para dar o perfil final do lastro e da linha.

EC-SUP-24. OCORRÊNCIAS ESPECIAS – OAE’S E PASSAGENS EM NÍVEL

Obras de Arte Especiais (Pontes)

Na transposição de pontes, a linha férrea deverá levar “contra-trilhos” pelo lado externo da bitola de 1,60 m, ou seja, um trilho auxiliar, em cada lado, com as pontas recurvadas para fora, para evitar que, em caso de descarrilamento de um ou mais truques dos vagões do trem, sejam, os mesmos conduzidos a percorrerem o trecho da Obra de Arte, por sobre os dormentes, mas entre o trilho externo e esse “contra-trilho”, evitando assim, danos maiores a estrutura.

Esses “contra-trilhos” serão fixados em dormentes de madeira padrão bitola larga, assentados de maneira intercalada, entre os dormentes de concreto, diretamente com tirefonds 7/8” (22 mm) de diâmetro. Os dormentes de madeira deverão ser assentados com sua face superior, em uma cota de 1,00 cm (hum centímetro) acima da face superior dos dormentes de concreto, de modo que a cota superior do boleto dos “contra-trilhos” fiquem igualmente acima da cota do boleto da linha corrente.

Esses “contra-trilhos” deverão exceder em, no mínimo, 2,00 m (dois metros) para cada lado o comprimento da Obra de Arte.

Passagens de Nível

Nos cruzamentos das estradas vicinais existentes com a linha férrea, prevê-se a execução de uma estrutura de trilhos para a transposição dos veículos rodoviários, por sobre a ferrovia. Essa estrutura será feita com trilhos, da mesma bitola da linha corrente, ou com trilhos usados de peso inferior, fixados diretamente com tirefonds 7/8” (22,00 mm) de diâmetro em dormentes de madeira padrão bitola larga, colocados de maneira intercalada entre os dormentes de concreto monobloco da linha corrente. Da mesma forma que no item das Obras de Arte a face superior desses dormentes de madeira deverão ficar numa cota de 1,00 cm (hum centímetro) acima da cota da face superior dos dormentes monobloco, de modo que a cota do boleto dos trilhos da estrutura fiquem levemente acima da cota do boleto dos trilhos da linha corrente.

Essa estrutura deverá exceder em 1,00 m (um metro) para cada lado da largura da Passagem de Nível, a fim de evitar acidentes.

9. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

9 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Abaixo encontram-se apresentadas as declarações de responsabilidade pelos quantitativos dos co-autores dos projetos por hora apresentados.

9.1. Projeto Geométrico

- Engº Luciano Sippert Santarém
CREA nº 133419/D – RS



9.2. Projetos de Terraplenagem

- Engº Pedro Coutinho dos Santos
CREA nº 120162/D – RS



9.3. Projeto de Drenagem e Obras-de-arte correntes

- Engº Luciano Sippert Santarém
CREA nº 133419/D – RS



9.4. Projeto de Superestrutura

- Engº Carlos Rodrigues Ribeiro
CREA nº 15.799/D – RS



9.5. Projeto de Obra-de-arte Especiais

- Engº Eduardo Michelucci Rodrigues
CREA nº 011015/D – RS



9.6. Projeto de Sinalização e Segurança Rodoviária

- Engº Carlos Rodrigues Ribeiro
CREA nº 15.799/D – RS



9.7. Projeto de Desapropriação

- Engº Jorge Maurício Basler
CREA nº 44579/D - RS



9.8. Projeto de Obras Complementares

- Engº Pedro Coutinho dos Santos
CREA nº 120162/D – RS



9.9. Orçamento

- Engº Sérvulo Norberto Klein
CREA nº 10827/D – RS



9.10. Plano de Execução da Obra

- Engº Valter de Oliveira Bochi
CREA nº 10027/D – RS



9.11. Componente Ambiental

- Engº Jorge Maurício Basler
CREA nº 44579/D - RS



9.12. Projeto de Pátios Ferroviários

– Engº Luciano Sippert Santarém

CREA nº 133419/D – RS

