



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT



GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO
SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

**ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA
FERROVIA TRANSNORDESTINA**

Ferrovia: TRANSNORDESTINA
Trecho: Parnamirim – Araripina (PE)
Extensão: 112,6 km
Lote: 3

PROJETO EXECUTIVO

VOLUME 3 – Memória Justificativa



OUTUBRO / 2007



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT



GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO
SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

**ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA
FERROVIA TRANSNORDESTINA**

Ferrovia: TRANSNORDESTINA
Trecho: Parnamirim – Araripina (PE)
Extensão: 112,6 km
Lote: 3

PROJETO EXECUTIVO

VOLUME 3 – Memória Justificativa

Elaboração: Ecoplan Engenharia Ltda.
Contrato: Nº 16/2005



OUTUBRO / 2007



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT



GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO
SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Revisão	Data	Descrição	Por	Verif.	Aprov.	Autoriz.
02	22/10/07	Projeto Executivo	JB	NK	CM	CM
01	20/07/07	Correção da Minuta do Projeto Executivo	JB	NK	CM	CM
00	06/11/06	Emissão inicial	JB	NK	CM	CM

**ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA
FERROVIA TRANSNORDESTINA**

Volume 3 – Memória Justificativa

Elaboração: Eng.º Jorge Maurício Basler	Verificação: Eng.º Sérvulo Norberto Klein	Revisão: 02	Data: OUTUBRO/2007				
Aprovado Ecoplan Eng.º Carlos Mees	Autorizado Ecoplan Eng.º Carlos Mees	Ref. Ecoplan: -					
Finalidade de Emissão	<input type="checkbox"/> 1 Para Informação	<input type="checkbox"/> 2 Para Comentários	<input checked="" type="checkbox"/> 3 Para Aprovação	<input type="checkbox"/> 4 Para Execução	<input type="checkbox"/> 5 Como Construído	<input type="checkbox"/> 6 Para Utilização	<input type="checkbox"/> 7 Para Providências



<http://www.ecoplan.com.br>
e-mail: estradas@ecoplan.com.br

Ecoplan Engenharia Ltda.
Rua Felicíssimo de Azevedo, 924
Porto Alegre/RS CEP 90.540-110
Fone (51) 3342-8990 Fax (51) 3342-3345



ÍNDICE

**VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA****ÍNDICE**

1.	APRESENTAÇÃO	05
1.1.	IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO	06
1.2.	RESUMO DO PROJETO	06
1.3.	RELATÓRIOS DO PROJETO	09
2.	MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	12
3.	ESTUDOS	14
3.1.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	15
3.2.	ESTUDOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS	69
3.3.	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	86
3.4.	ESTUDOS DE TRAÇADO	164
4.	PROJETOS	168
4.1.	PROJETO GEOMÉTRICO	169
4.2.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	197
4.3.	PROJETO DE DRENAGEM	205
4.4.	PROJETO DE SUPERESTRUTURA	235
4.5.	PROJETO DE OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS	253
4.6.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	258
4.7.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	276
4.8.	PROJETO DE PÁTIOS FERROVIÁRIOS	280
4.9.	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	284
4.10.	PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO	287
4.11.	PROJETO DE INTERFERÊNCIAS	290
4.12.	COMPONENTE AMBIENTAL	292



1. APRESENTAÇÃO



1. APRESENTAÇÃO

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

A **Ecoplan Engenharia Ltda.**, apresenta à consideração da Companhia Estadual de Habitação e Obras – CEHAB, o **VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**, 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

1.2. RESUMO DO PROJETO

1.2.1. Antecedentes

A implantação da Ferrovia Transnordestina, parte da Malha Ferroviária do Nordeste, nos trechos situados no Estado de Pernambuco, consiste na construção dos trechos: Petrolina (PE) – Parnamirim (PE), Parnamirim (PE) - Salgueiro (PE), e Araripina (PE) – Parnamirim (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 Pacém (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 contemplando um ramal de acesso ao pólo gesseiro de Araripina que se constitui no Projeto Final de Engenharia ora concluído pela ECOPLAN Engenharia Ltda.

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” até o Estado do Piauí, mais particularmente até a cidade de Elizeu Martins.

1.2.2. O Pólo Gesseiro do Araripe.

O Pólo Gesseiro do Araripe está localizado em Pernambuco na região fronteiriça com os Estados do Piauí e Ceará. Fazem parte do Pólo os municípios de Araripina, Bodocó, Ipubí, Ouricuri e Trindade. O Pólo Gesseiro possui reservas estimadas de 1,2 bilhões de toneladas. A gipsita ocorre no Pólo em grandes concentrações, apresenta teor de pureza próximo a 96 % e a mineração a céu aberto, é facilitada pela presença de pequena cobertura de material estéril e suas características naturais permitem uma comercialização do mineral com um mínimo de preparação e classificação. A gipsita é empregada na fabricação de gessos, cimento portland, placas de gesso acartonado, indústria de vidro plano, corretivo agrícola, etc.

O transporte tem sido um dos grandes gargalos na evolução do pólo gesseiro. O rodoviário é praticamente o único modal disponível. Apenas 5% da demanda empregam uma conjugação modal com a ferrovia, realizada em Juazeiro (BA) (gipsita para Minas Gerais).

O elevado teor de pureza do minério do Pólo Gesseiro o faz desejado pelos grandes fabricantes americanos de placas de gesso acartonado. Foram realizadas missões de prospecção àquele país e foram recebidas inúmeras consultas para exportar quantidades anuais acima de cinco milhões de toneladas. Os negócios são inviabilizados pela ineficiência das vias de transporte e do desaparecimento dos portos regionais.



1.2.3. O Ramal do Gesso

A estaca zero do projeto do Ramal do Gesso (Lote 3) tem início junto à rodovia PE-155, a cerca de 4 km ao sul da interseção com a rodovia BR-316, próximo à cidade de Parnamirim, no Estado de Pernambuco. Ver mapa de situação a seguir.

Nesse ponto foi projetado um triângulo de reversão que permite direcionar o fluxo ferroviário do Ramal do Gesso para o sul em direção à Petrolina ou na mesma diretriz em direção à Salgueiro e daí para o norte em direção ao porto de Pacém ou para o leste em direção ao porto de Suape.

Na seqüência o traçado inflete em direção à BR-316 atingindo o ponto mais próximo com a mesma a cerca do km 10 do ramal. Daí até o km 45, aproximadamente, matem-se paralela à rodovia á uma distância de 900m, aproximadamente.

Então volta a afastar-se da rodovia em direção sudoeste, de modo a cruzar a rodovia BR-122 a cerca de 6 km a sudoeste da cidade de Ouricuri e, após desenvolver um amplo arco contornando a região do açude Tamboril tem seu final novamente nas proximidades da BR-316, ao norte da cidade de Trindade.

O término da ferrovia é constituído por uma pêra ferroviária destinada ao retorno, coleta e manuseio das cargas provenientes do pólo gesseiro.

As características geométricas do traçado são compatíveis com a velocidade de projeto de 80 km/h, raio mínimo das curvas horizontais de 400m, rampas máximas de 1,0 e 0,6% para os sentidos de importação e exportação, respectivamente.

Para minimizar os cruzamentos com a ferrovia foram projetados viadutos para passagem superior das rodovias federais (BR-122) e estaduais (PE-155) e 26 passagens inferiores para estradas vicinais. Para possibilitar a interligação das propriedades cortadas pela ferrovia foram previstas 33.540m de estradas laterais que conduzem às passagens inferiores.

Além dos viadutos e passagens inferiores, completam as obras de arte 4 pontes de concreto protendido com os seguintes vãos: uma de 25m, duas de 75m e uma de 125m.

Ao longo da ferrovia foram projetados quatro pátios de cruzamento com extensão de 2500m entre marcos e 2645,63m entre agulhas. Dois deles terão a superestrutura construída juntamente com a



linha geral e dois outros somente a infra-estrutura ficando a conclusão da superestrutura para uma segunda etapa.

As principais premissas consideradas no projeto foram:

- 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 6eixos, 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: 1,60 e 1,00m;
- Gabarito de livre passagem: 8,00 x 5,60 (V x H).

1.3. RELATÓRIOS DO PROJETO

Fazem parte dos relatórios do Projeto Executivo de Engenharia os seguintes volumes:

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA A LICITAÇÃO

O volume apresenta os resultados dos estudos e projetos das atividades que envolvem a construção da ferrovia. Constam 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 3F - RELATÓRIO OPERACIONAL DA FERROVIA

O volume apresenta o projeto de operação ferroviária.



VOLUME 4 - ORÇAMENTO E PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA

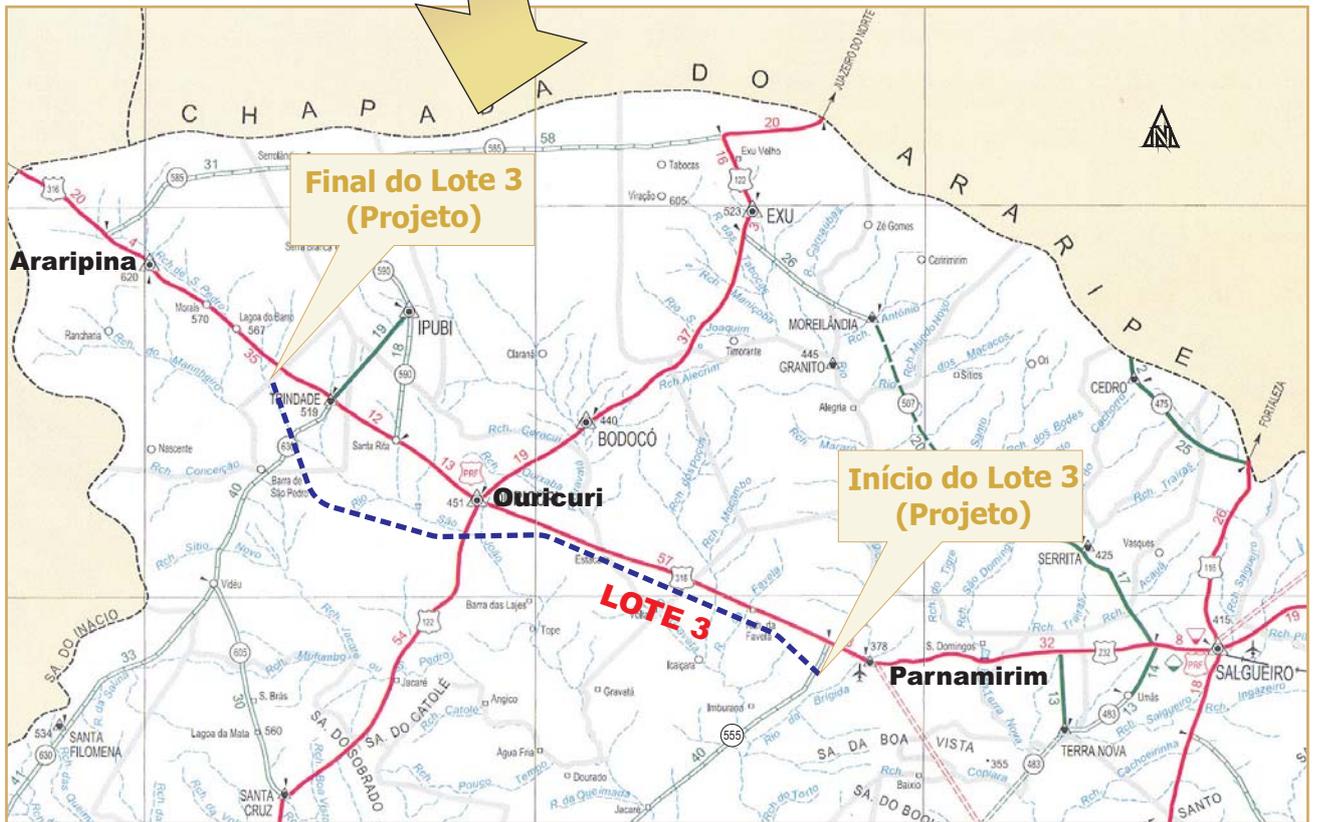
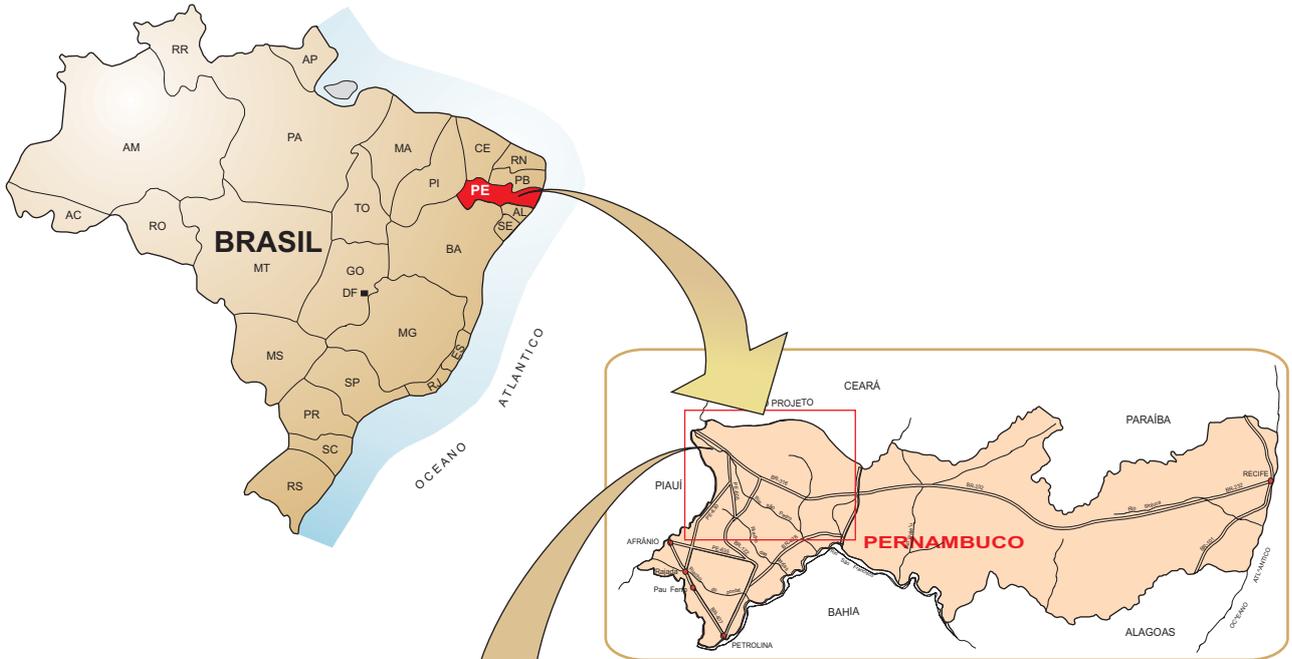
O volume apresenta o orçamento detalhado do projeto e o plano de execução da obra.

CADERNO DE RESPOSTAS À ANÁLISE DE PROJETO

Apresenta as respostas aos questionamentos de todos os itens referentes à análise de projeto.



2. MAPA DE SITUAÇÃO



Traçado da Ferrovia
 - - - - - Lote 3 Parnamirim - Araripina

2	Projeto Executivo	04/10/07	NK	<i>[Signature]</i>	CM
1	Projeto Preliminar	12/04/06	NK	<i>[Signature]</i>	CM
0	Emissão Inicial	19/01/06	NK	<i>[Signature]</i>	CM
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.	

Aprovação	ECOPLAN	Autorização	ECOPLAN
Elaboração:	Verificação:	Revisão	Referência Ecoplan:
Jorge M. Basler	Servulo Norberto Klein	2	-

M. T. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES **D.P.P.**

ESCALAS: Ferrovia: Transnordestina
 Trecho : Parnamirim - Araripina Parnamirim - Araripina (112,6 km)
 Lote : 3

DATA: Jan/06 **Mapa de Situação** FOLHA/TOTAL -





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.

O posto utilizado no Projeto Básico localiza-se no município de Salgueiro, aproximadamente 40 km do município de Parnamirim onde é o início do trecho do projeto. O posto pesquisado nesta fase localiza-se no município de Ouricuri, que está muito próximo do centro geométrico da ferrovia projetada. O posto de Ouricuri possui 29 anos de observação, enquanto o posto de Salgueiro possui 27 anos. A média aritmética do posto de Salgueiro é 76,45mm contra 74,70mm do posto de Ouricuri. O desvio padrão da amostra de Salgueiro é de 28,02mm contra 23,15mm do posto de Ouricuri. A média aritmética do posto de Salgueiro é 2,3% superior que a do posto de Ouricuri. Já o desvio padrão é 21% superior a amostra do posto de Ouricuri.

Estas informações hidrológicas indicam que não existem diferenças significativas às precipitações de projeto calculadas de um posto para o outro. Todavia, devido a maior proximidade da região em estudo e ao maior número de observações, foram recalculadas as precipitações de projeto para o posto de Ouricuri, cujos resultados obtidos estão apresentados na forma de um novo estudo hidrológico.

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

A seguir estão apresentadas as planilhas e gráficos das médias anuais das precipitações, médias e máximas mensais das precipitações, médias mensais das precipitações máximas diárias e médias mensais do nº de dias de chuva do posto Açude Engenheiro Camacho, no município de Ouricuri.



PRECIPITAÇÕES MENSAIS E ANUAIS – 1959 A 1992

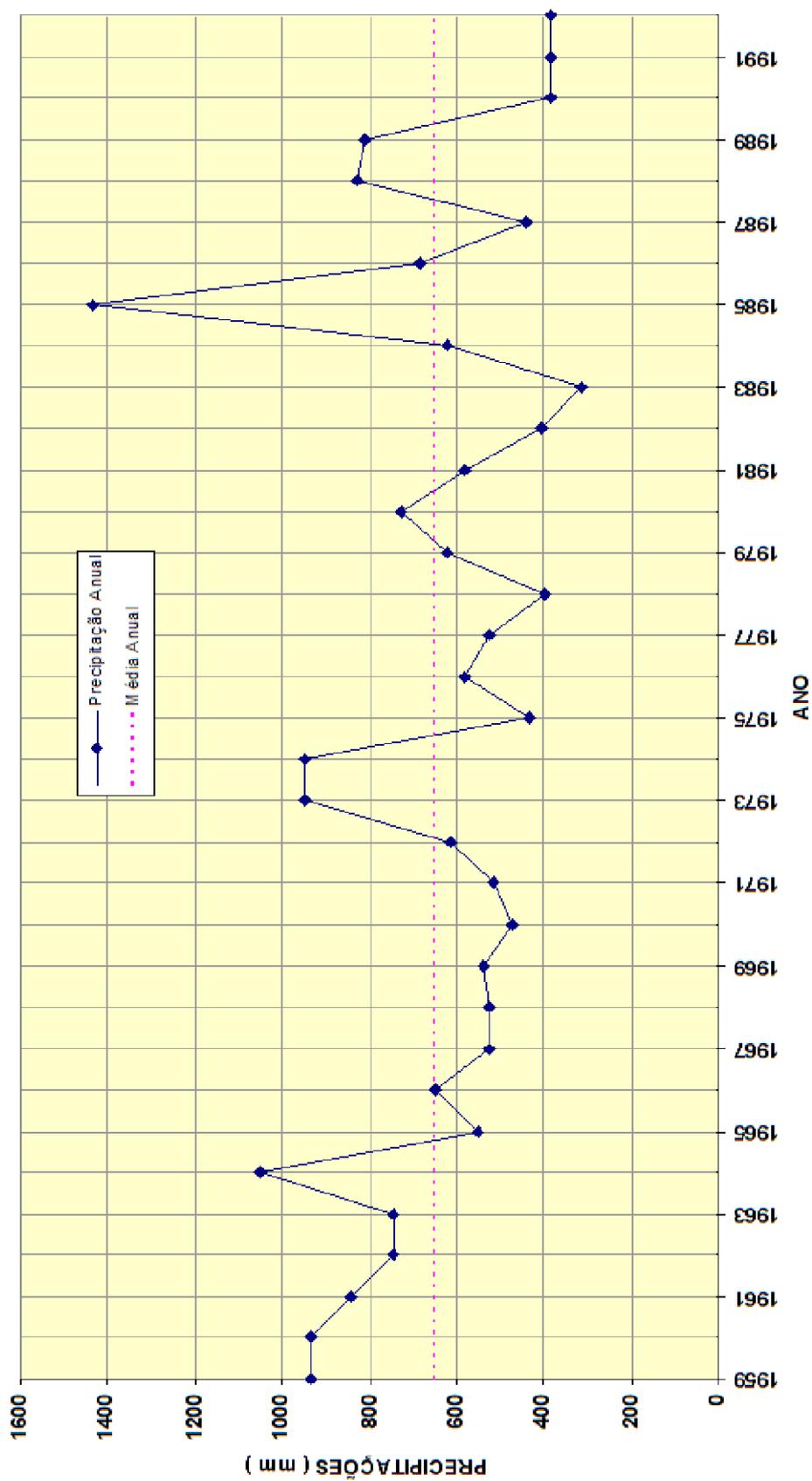
Mês/Ano	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Janeiro	-	171,6	71,3	79,2	135,0	239,2	109,1	143,3	-	13,2	105,3	84,8	30,0	144,8	90,6	71,6	100,1	18,6
Fevereiro	62,5	15,4	75,1	104,7	158,9	134,6	40,8	204,6	144,0	95,0	126,1	60,6	111,2	36,8	48,6	219,4	53,0	95,3
Março	139,8	628,8	628,8	139,7	28,9	159,7	170,1	16,9	199,4	167,0	198,7	179,5	68,6	169,4	168,0	124,4	129,9	99,7
Abril	85,2	21,3	0,0	53,7	97,7	272,6	92,1	154,6	118,2	58,0	5,8	28,0	176,1	118,8	103,2	244,6	48,2	54,9
Maior	0,0	61,6	5,0	21,6	46,4	67,0	4,9	33,5	40,8	41,0	11,8	0,0	28,2	6,9	22,8	28,6	23,4	0,0
Junho	10,0	11,0	14,0	30,8	19,2	19,0	3,4	14,6	7,3	0,0	10,4	0,0	8,0	13,0	10,4	7,6	47,5	0,0
Julho	4,3	9,8	28,5	-	0,4	18,0	4,5	4,0	16,6	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	24,8	9,1	27,3	0,0
Agosto	0,0	13,1	0,0	-	0,0	22,2	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	9,4	5,2	0,0	0,0	0,0
Setembro	20,6	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	31,3
Outubro	9,4	3,2	3,2	-	30,2	0,0	29,9	6,0	5,0	11,3	0,0	42,2	11,4	2,1	-	0,0	0,0	102,6
Novembro	-	0,0	0,0	21,8	28,7	94,4	81,6	5,1	17,0	28,8	15,2	69,8	50,7	49,0	110,2	101,2	0,0	153,1
Dezembro	0,0	0,0	14,8	29,0	201,1	20,3	15,0	63,1	167,9	110,6	38,3	4,8	15,5	63,4	89,2	141,6	3,3	27,4
Total Anual	-	935,8	840,7	-	746,5	1047,0	551,4	649,0	-	524,9	537,8	469,7	517,6	613,6	-	948,1	432,7	582,9
Máxima diária	-	104,2	104,2	-	60,4	129,7	75,0	50,4	75,1	81,0	54,2	72,1	40,6	77,0	-	55,3	51,1	98,3
Nº de dias de chuva	-	53	42	-	61	73	50	57	-	32	40	26	40	37	-	54	42	28

Mês/Ano	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	MÉDIA	MÁXIMA
Janeiro	60,7	20,6	96,7	242,6	57,0	122,4	103,8	5,2	282,5	42,1	80,7	161,3	9,2	27,5	86,3	56,0	95,8	282,5
Fevereiro	14,2	119,7	81,9	254,4	0,0	90,7	66,1	19,5	162,4	136,4	108,9	43,2	7,3	34,4	31,0	-	89,6	254,4
Março	42,5	95,8	113,2	70,5	271,9	100,4	109,5	123,1	271,3	282,9	84,3	211,7	194,5	105,6	30,7	-	167,4	628,8
Abril	119,3	30,8	132,2	0,0	153,5	27,4	0,0	316,4	421,3	73,4	25,3	145,1	123,6	158,4	3,2	-	104,9	421,3
Maior	94,2	53,4	34,2	0,0	0,0	11,4	10,4	2,5	33,7	38,1	28,8	13,9	104,3	20,0	5,2	-	27,1	104,3
Junho	24,6	0,0	7,1	6,6	0,0	9,2	0,0	6,3	32,0	22,2	15,3	35,9	6,6	5,6	6,0	-	12,2	47,5
Julho	0,0	15,2	16,7	5,2	0,0	0,0	4,2	5,2	45,6	24,6	14,1	8,8	19,5	0,3	0,0	-	10,4	45,6
Agosto	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	1,4	10,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	3,4	24,2
Setembro	12,1	0,0	6,1	6,1	0,0	0,0	5,2	1,6	1,6	1,4	27,9	8,2	0,3	3,8	-	-	4,5	31,3
Outubro	0,0	0,0	19,9	0,0	0,0	5,8	0,0	4,1	2,1	24,3	0,0	17,4	7,4	3,3	-	-	11,4	102,6
Novembro	69,2	28,0	40,7	59,0	0,0	0,0	3,2	78,5	12,9	30,3	5,1	46,7	43,9	13,4	-	-	40,6	153,1
Dezembro	63,1	34,8	71,1	84,2	97,9	36,4	6,3	58,3	155,1	6,6	51,8	134,6	295,7	11,6	8,0	-	64,3	295,7
Total Anual	524,1	398,3	619,8	728,6	580,3	403,7	311,9	622,1	1430,7	683,8	442,2	826,8	812,3	383,9	-	-	-	648,8
Máxima diária	65,1	49,1	45,3	56,2	97,8	101,4	101,3	78,5	80,1	88,1	55,8	73,6	102,9	42,6	-	-	-	74,7
Nº de dias de chuva	34	23	41	29	22	23	15	47	109	55	36	59	55	35	-	-	-	43,50

- esses valores foram desconsiderados por falta de leitura

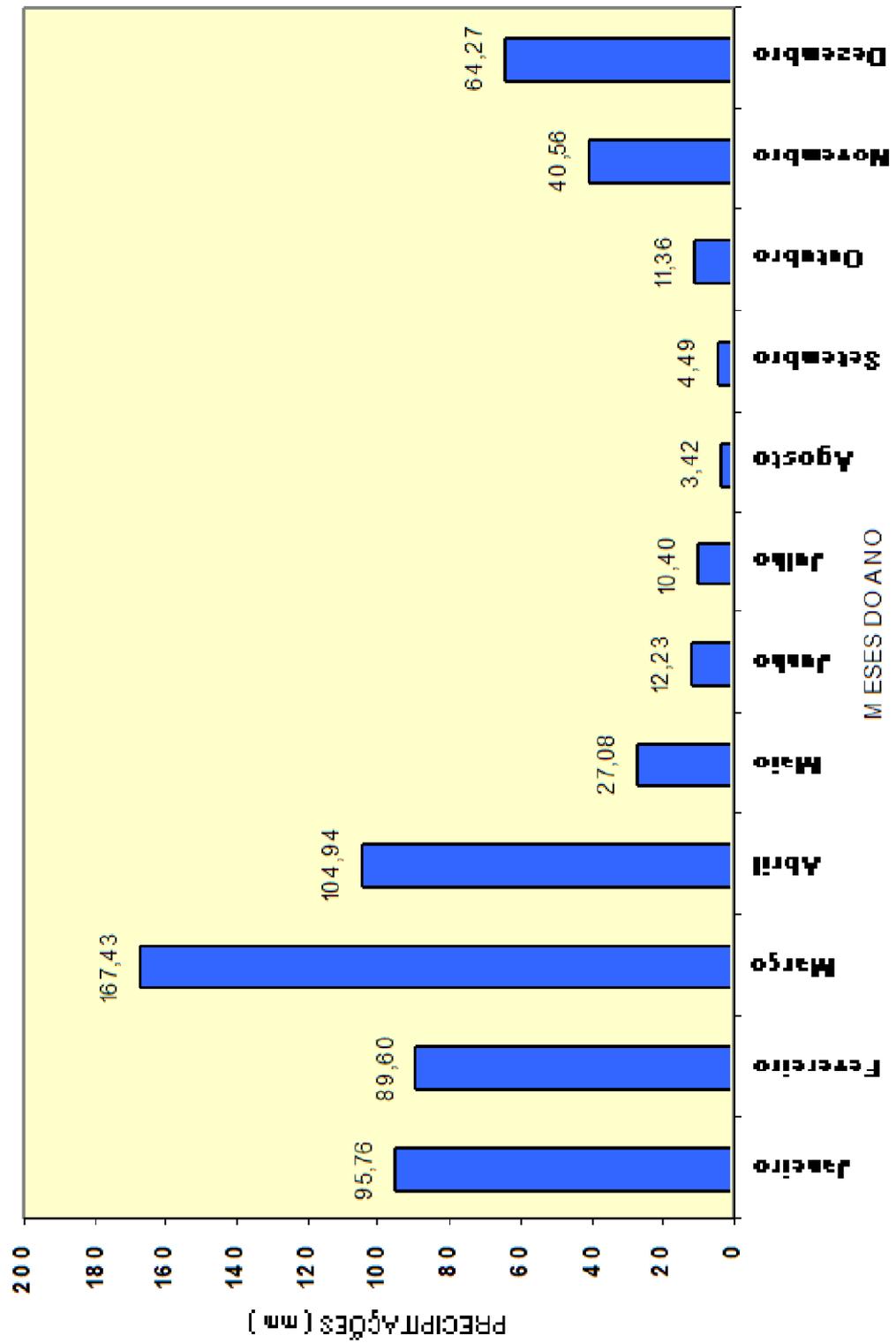


MÉDIAS ANUAIS DAS PRECIPITAÇÕES - PERÍODO 1959 a 1992
POSTO: OURICURI



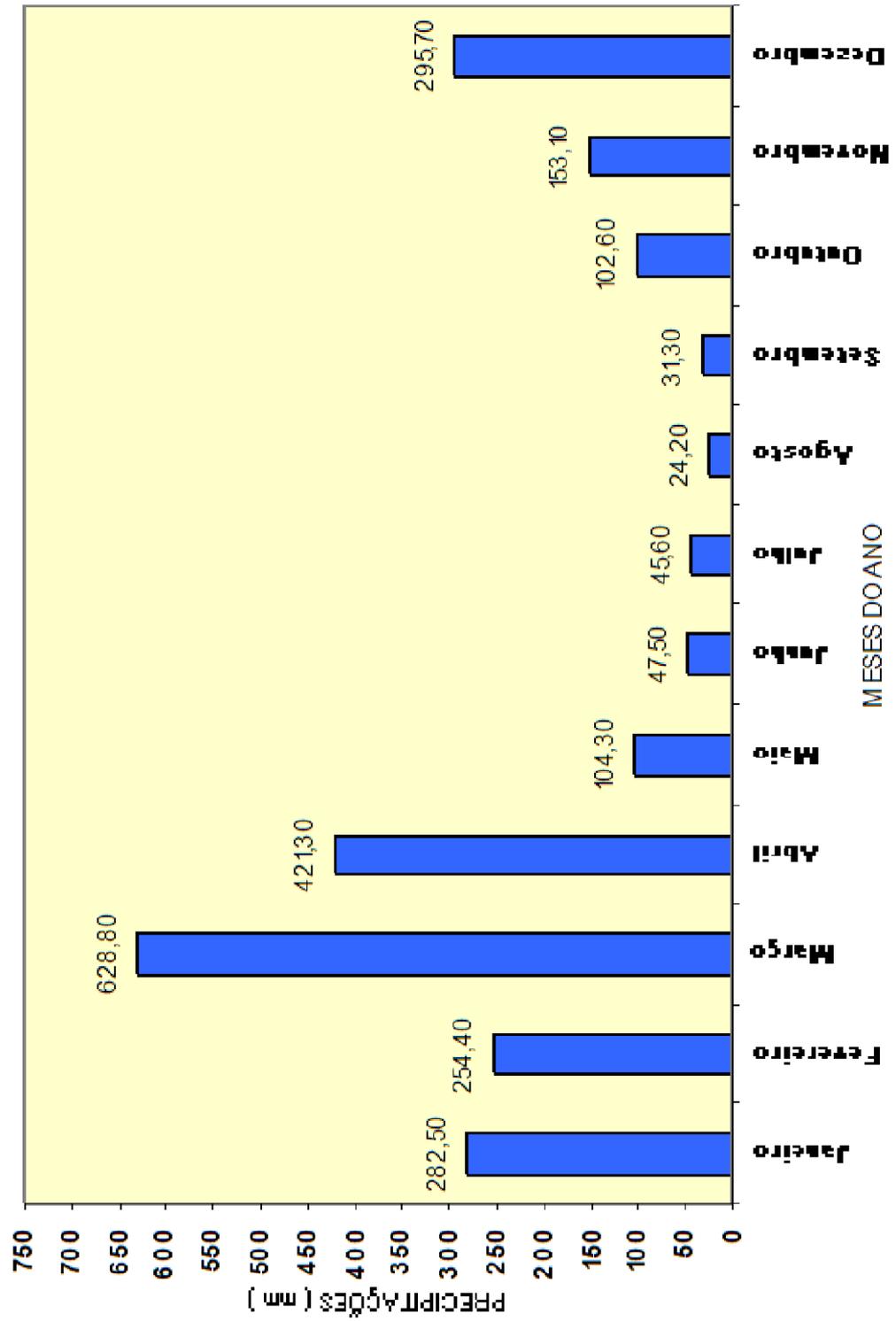


MÉDIAS MENSIS DAS PRECIPITAÇÕES - PERÍODO 1959 a 1992
POSTO: OURICURI





MÁXIMAS MENSUAIS DAS PRECIPITAÇÕES - PERÍODO 1959 a 1992
POSTO: OURICURI





MÉDIAS MENSIS DO Nº DE DIAS DE CHUVA - 1959 A 1992

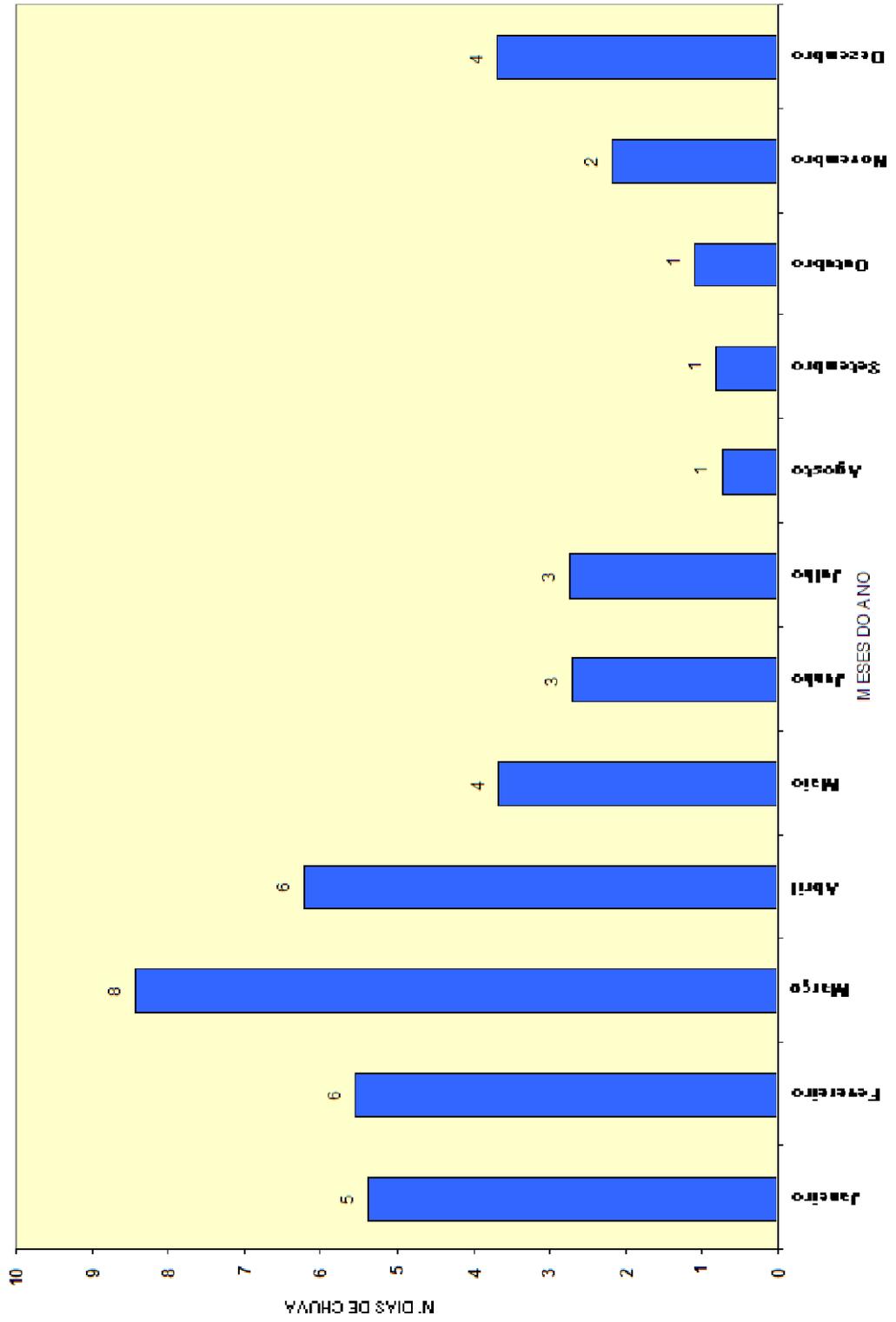
Mês/Ano	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Janeiro	-	11,0	8,0	7,0	10,0	8,0	6,0	8,0	-	2,0	4,0	6,0	2,0	6,0	8,0	8,0	4,0	1,0
Fevereiro	4,0	3,0	5,0	5,0	11,0	12,0	7,0	11,0	10,0	5,0	7,0	3,0	8,0	4,0	3,0	11,0	3,0	7,0
Março	9,0	19,0	19,0	8,0	8,0	12,0	14,0	2,0	11,0	9,0	10,0	5,0	3,0	9,0	11,0	9,0	8,0	4,0
Abril	5,0	6,0	0,0	3,0	6,0	10,0	12,0	12,0	6,0	5,0	1,0	2,0	10,0	5,0	8,0	12,0	8,0	5,0
Mai	0,0	7,0	2,0	4,0	7,0	9,0	1,0	6,0	5,0	4,0	4,0	0,0	4,0	2,0	3,0	5,0	6,0	0,0
Junho	4,0	2,0	2,0	6,0	6,0	6,0	1,0	4,0	3,0	0,0	4,0	0,0	2,0	2,0	1,0	1,0	7,0	0,0
Julho	2,0	2,0	3,0	-	1,0	5,0	2,0	4,0	5,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	5,0	1,0	5,0	0,0
Agosto	0,0	2,0	0,0	-	0,0	4,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Setembro	1,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	2,0
Outubro	2,0	1,0	1,0	-	1,0	0,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,0	3,0	3,0	1,0	-	0,0	0,0	2,0
Novembro	-	0,0	0,0	5,0	2,0	4,0	3,0	1,0	2,0	2,0	1,0	6,0	3,0	2,0	2,0	3,0	0,0	4,0
Dezembro	0,0	0,0	2,0	7,0	9,0	3,0	2,0	5,0	5,0	4,0	3,0	1,0	3,0	5,0	6,0	4,0	1,0	3,0
Nº de dias de chuva	-	53,0	42,0	-	61,0	73,0	50,0	57,0	-	32,0	40,0	26,0	40,0	37,0	-	54,0	42,0	28,0

Mês/Ano	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	MÉDIA
Janeiro	6,0	1,0	6,0	7,0	4,0	5,0	3,0	1,0	14,0	2,0	3,0	7,0	2,0	2,0	5,0	5,0	5,4
Fevereiro	4,0	4,0	5,0	11,0	0,0	3,0	3,0	2,0	10,0	4,0	6,0	5,0	2,0	3,0	2,0	-	5,5
Março	4,0	5,0	6,0	2,0	11,0	5,0	2,0	10,0	12,0	16,0	10,0	10,0	8,0	5,0	3,0	-	8,5
Abril	5,0	2,0	5,0	0,0	3,0	2,0	0,0	12,0	18,0	9,0	4,0	10,0	9,0	10,0	1,0	-	6,2
Mai	5,0	4,0	3,0	0,0	0,0	3,0	2,0	2,0	8,0	4,0	1,0	3,0	10,0	6,0	1,0	-	3,7
Junho	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	2,0	0,0	2,0	8,0	4,0	4,0	6,0	3,0	3,0	1,0	-	2,7
Julho	0,0	2,0	3,0	1,0	0,0	0,0	1,0	7,0	13,0	5,0	2,0	5,0	6,0	1,0	0,0	-	2,7
Agosto	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	7,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,8
Setembro	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	-	-	0,8
Outubro	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0	2,0	2,0	1,0	-	-	1,1
Novembro	2,0	2,0	5,0	2,0	0,0	0,0	1,0	1,0	2,0	4,0	1,0	4,0	3,0	1,0	-	-	2,2
Dezembro	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	2,0	1,0	4,0	13,0	2,0	3,0	6,0	9,0	1,0	1,0	-	3,7
Nº de dias de chuva	34,0	23,0	41,0	29,0	22,0	23,0	15,0	47,0	109,0	55,0	36,0	59,0	55,0	35,0	-	-	43,5

- esses valores foram desconsiderados por falta de leitura



MÉDIAS MENSIAIS DO Nº DE DIAS DE CHUVA - PERÍODO 1959 a 1992
POSTO: OURICURI





MÉDIAS MENSAS DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS - 1959 A 1992

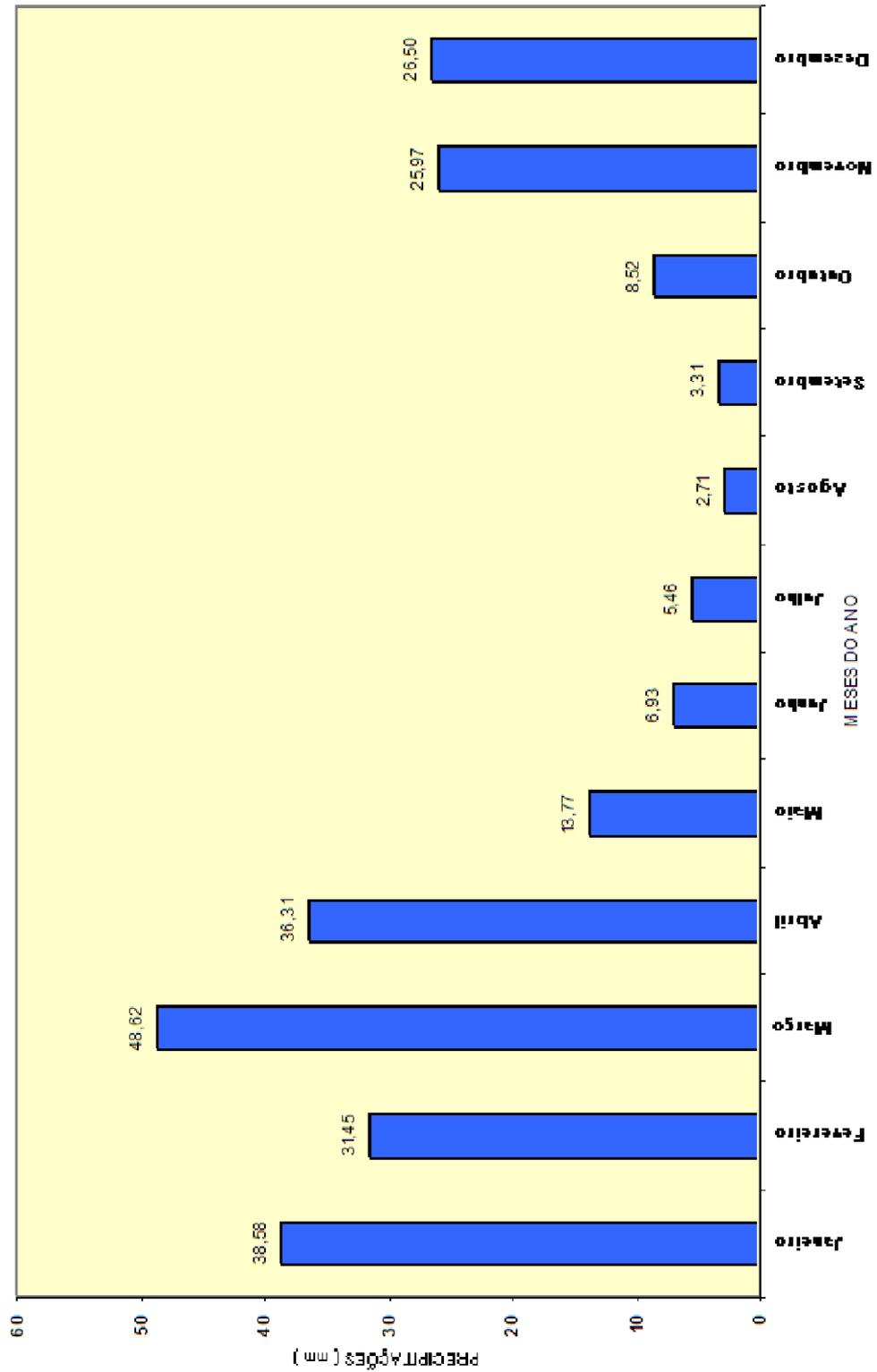
Mês/Ano	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Janeiro	-	43,0	17,4	25,4	60,4	49,0	75,0	44,2	-	9,0	38,6	25,0	16,2	77,0	25,4	26,6	48,6	18,6
Fevereiro	41,8	6,4	24,7	38,9	58,6	37,0	17,0	50,4	39,8	32,0	39,0	46,0	21,6	23,1	22,4	45,7	31,3	24,8
Março	74,4	104,2	104,2	60,0	10,1	38,2	42,2	11,4	38,1	44,0	54,2	72,1	30,4	42,6	56,2	33,6	51,1	48,8
Abril	51,4	5,2	0,0	39,4	33,2	129,7	25,0	37,1	67,3	21,0	5,8	18,6	40,6	43,2	41,1	55,3	14,4	22,2
Maio	0,0	35,6	2,6	10,0	24,2	27,8	4,9	18,0	25,0	20,0	4,5	0,0	16,6	4,3	16,8	10,8	7,2	0,0
Junho	4,3	8,6	7,6	13,0	6,6	11,2	3,4	7,5	3,5	0,0	4,9	0,0	4,4	6,8	10,4	7,6	18,2	0,0
Julho	4,0	7,6	19,0	-	0,4	7,0	2,5	2,3	7,2	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	8,9	9,1	10,1	0,0
Agosto	0,0	11,0	0,0	-	0,0	15,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	9,4	5,2	0,0	0,0	0,0
Setembro	20,6	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	16,2
Outubro	7,2	3,2	3,2	-	30,2	0,0	28,7	3,2	5,0	11,3	0,0	34,8	7,4	2,1	-	0,0	0,0	54,8
Novembro	-	0,0	0,0	12,0	18,7	45,9	71,0	5,1	9,0	20,2	15,2	29,0	22,4	35,8	70,4	52,5	0,0	98,3
Dezembro	0,0	0,0	10,0	13,9	39,5	10,9	11,2	30,2	75,1	81,0	18,9	4,8	9,4	27,2	30,2	48,3	3,3	21,4

Mês/Ano	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	MÉDIA
Janeiro	14,2	20,6	26,3	56,2	41,2	101,4	42,8	5,2	75,1	38,2	55,8	73,6	8,1	22,1	41,0	13,2	38,6
Fevereiro	4,9	49,1	27,2	55,3	0,0	78,3	30,8	12,4	39,2	49,7	36,2	12,3	5,2	15,6	21,0	-	31,4
Março	15,6	25,1	45,3	46,2	64,4	42,2	101,3	25,2	70,3	88,1	21,8	53,3	39,5	34,9	15,3	-	48,6
Abril	56,8	25,3	35,6	0,0	97,8	21,2	0,0	61,8	80,1	37,2	21,6	35,2	29,2	42,6	3,2	-	36,3
Maio	50,8	20,6	18,2	0,0	0,0	5,1	8,3	1,3	13,2	28,6	28,8	12,5	25,2	8,2	5,2	-	13,8
Junho	14,2	0,0	7,1	6,6	0,0	6,1	0,0	5,1	12,3	20,3	13,6	10,1	5,1	4,2	6,0	-	6,9
Julho	0,0	10,1	11,3	5,2	0,0	0,0	4,2	3,1	14,2	12,3	13,8	5,1	8,3	0,3	0,0	-	5,5
Agosto	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	1,1	5,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	2,7
Setembro	12,1	0,0	6,1	6,1	0,0	0,0	5,2	1,2	1,2	1,1	15,6	8,2	0,3	3,5	-	-	3,3
Outubro	0,0	0,0	9,6	0,0	0,0	5,8	0,0	2,9	2,1	24,3	0,0	11,2	5,3	3,3	-	-	8,5
Novembro	65,1	15,4	14,6	44,6	0,0	0,0	3,2	78,5	10,8	13,2	5,1	14,6	21,2	13,4	-	-	26,0
Dezembro	25,1	13,1	26,4	36,2	51,2	25,2	6,3	22,5	33,5	3,4	25,1	48,8	102,9	11,6	8,0	-	26,5

- esses valores foram desconsiderados por falta de leitura



MÉDIAS MENSIS DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS - PERÍODO 1959 a 1992
POSTO: OURICURI





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:

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

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

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

σ =desvio padrão das máximas diárias;

K =fator de frequência de Gumbel, conforme tabela anexa.

O fator de frequência (K) é função do tempo de recorrência, do número de observações da amostra e do tipo de distribuição probabilística utilizada. Este valor encontra-se tabelado para cada distribuição probabilística. Entretanto não pode-se utilizar a equação isoladamente, pois não se sabe se a série estudada se ajusta a distribuição probabilística da qual retirou-se o fator de frequência. Geralmente o evento chuva e vazão possuem correlação próximo da unidade na distribuição de Gumbel, o que levou a decisão da adoção desta distribuição para o cálculo das precipitações máximas prováveis.

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 Engº 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 Engº Otto Pfafstetter.

Conversão de chuvas de 1(um) dia: a conversão de chuvas de 1(um) dia das precipitações nas estações pluviométricas, decorreu da relação para o tempo recorrência base de um ano obtida por Taborga, cuja:

$$P_{24\text{ h}}/P_{1\text{ dia}} = 1,10$$

No mapa de isozonas apresentado no final do capítulo, identificam-se as isozonas de igual relação.

O projeto em estudo situa-se na isozona F, segundo o mapa das isozonas. Neste mesmo mapa foram extraídos os coeficientes K1 e K2, que são utilizados para determinar as precipitações máximas prováveis para reduzidos tempos de duração, já que estamos trabalhando com dados pluviométricos, ou seja, precipitações diárias. A expressões para cálculo destas precipitações estão apresentadas a seguir.

$$P_{6\text{ min}} = \frac{k_1}{100} P_{24\text{ h}} \quad P_{1\text{ h}} = \frac{k_2}{100} P_{24\text{ h}}$$

Na seqüência apresentamos os valores de K1 e K2 para a isozona F.

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS - ISOZONA F						
K2 = 1 hora/24 horas				K1 = 6 min/24 horas		
5	10	25	50	100	5 – 50	100
0,460	0,455	0,449	0,445	0,441	0,139	0,124



Recorrendo ao coeficiente segundo a lei de Gumbel (tabela do fator de frequência de Gumbel apresentada no final do capítulo), os dados das máximas precipitações de um dia, e os valores de K1 e K2 segundo ao mapeamento na isozona F, obteve-se a conversão das máximas chuvas diárias.

CÁLCULO DA PRECIPITAÇÃO						
TR (anos)	K1	K2	P dia (mm)	P 24 h (mm)	P 1 h (mm)	P 0,1 h (mm)
5 anos	0,139	0,46	94,841	104,325	47,989	14,501
10 anos	0,139	0,455	110,511	121,562	55,311	16,897
25 anos	0,139	0,449	130,301	143,331	64,356	19,923
50 anos	0,139	0,445	144,999	159,499	70,977	22,17
100 anos	0,124	0,441	159,581	175,54	77,413	21,767

Para determinar a equação de precipitação é realizado um ajuste matemático através de uma função logarítmica. Utilizando o método das isozonas, obtemos somente 3 (três) pontos para elaborar este ajuste matemático, e por isso é conveniente segmentar em duas equações de precipitação para faixas de tempo de duração de chuva entre 6min a 1h e 1h a 24h, conforme apresenta-se em seguida.

a) Para tempos de duração de chuva superiores a 6min e inferiores a 1h:

$$P = [(P_{1h} - P_{6\min}) \cdot \log t_d] + P_{1h}$$

b) Para tempos de duração de chuva superiores a 1h e inferiores a 24h:

$$P = \frac{[(P_{24h} - P_{1h}) \cdot \log t_d]}{\log 24} + P_{1h}$$

Onde,

P = precipitação ou altura de chuva de projeto;

td = tempo de duração da chuva, sendo igual ao tempo de concentração quando empregado o método racional.

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

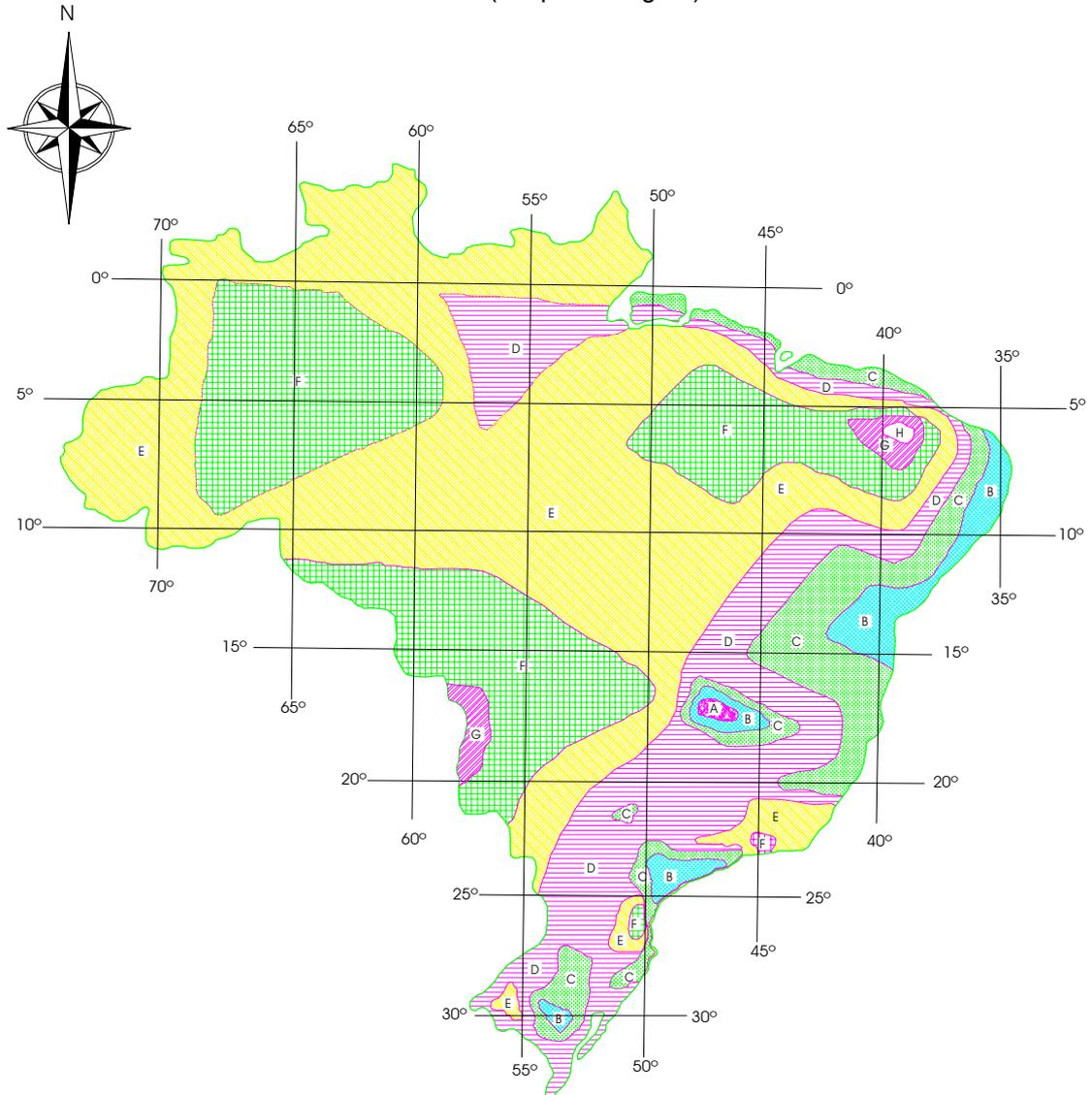
Para o método racional, considera-se que a duração de chuva que gerará a vazão máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia, assim, a equação da chuva é em função do tempo de concentração calculado para cada bacia.

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

A seguir apresenta-se o Mapa das Isozonas de Igual Relação, os Fatores de Frequência de Gumbel e os Gráficos relativos a Precipitação/Intensidade-duração-recorrência



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO (em porcentagem)



ZONAS	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
	1 HORA/24 HORAS DE CHUVA (k_2)										6 min/24 HORAS DE CHUVA (k_1)	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
A	36,2	33,8	33,6	35,5	33,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,6	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	46,6	48,5	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Isozonas de igual relação: coeficientes k_1 e k_2

Fonte: Taborga, J. J. T. – Práticas Hidrológicas (1974)



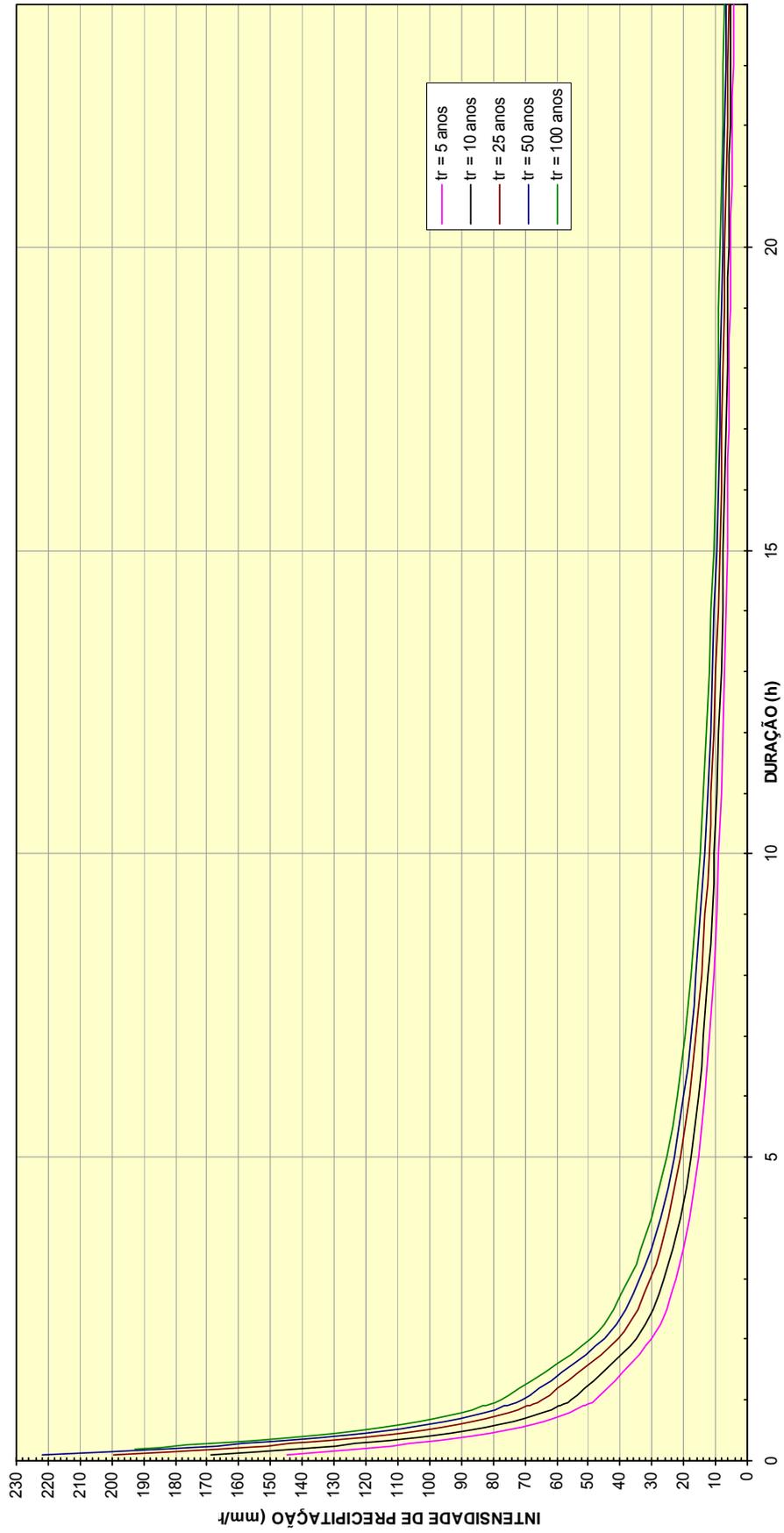
Nº DE OBSERVAÇÕES	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166
13	0,966	1,748	2,168	2,47	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,36	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,41	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,25	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,636	2,032	2,317	2,533	3,199	3,86
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,5	3,157	3,81
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,98	2,259	2,47	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,56	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,87	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,91	2,18	2,385	3,015	3,641
32	0,86	1,53	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,996	3,618
34	0,853	1,52	1,892	2,16	2,362	2,987	3,608
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,979	3,598
36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588
37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571
39	0,84	1,499	1,867	2,131	2,331	2,95	3,563
40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554
41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547
42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,93	3,539
43	0,832	1,485	1,85	2,112	2,311	2,924	3,532
44	0,83	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526
45	0,828	1,478	1,842	2,104	2,303	2,913	3,519
46	0,826	1,476	1,839	2,1	2,298	2,908	3,513
47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,291	2,903	3,507
48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,29	2,893	3,501
49	0,821	1,469	1,83	2,09	2,287	2,894	3,496
50	0,82	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,49
51	0,818	1,464	1,824	2,083	2,28	2,885	3,486
52	0,817	1,462	1,821	2,08	2,276	2,881	3,481
53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474
54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,27	2,873	3,471
55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462
57	0,81	1,451	1,809	2,066	2,261	2,862	3,458
58	0,809	1,449	1,806	2,064	2,258	2,858	3,454
59	0,808	1,448	1,804	2,061	2,256	2,855	3,45
60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446

Fatores de Frequência de Gumbel



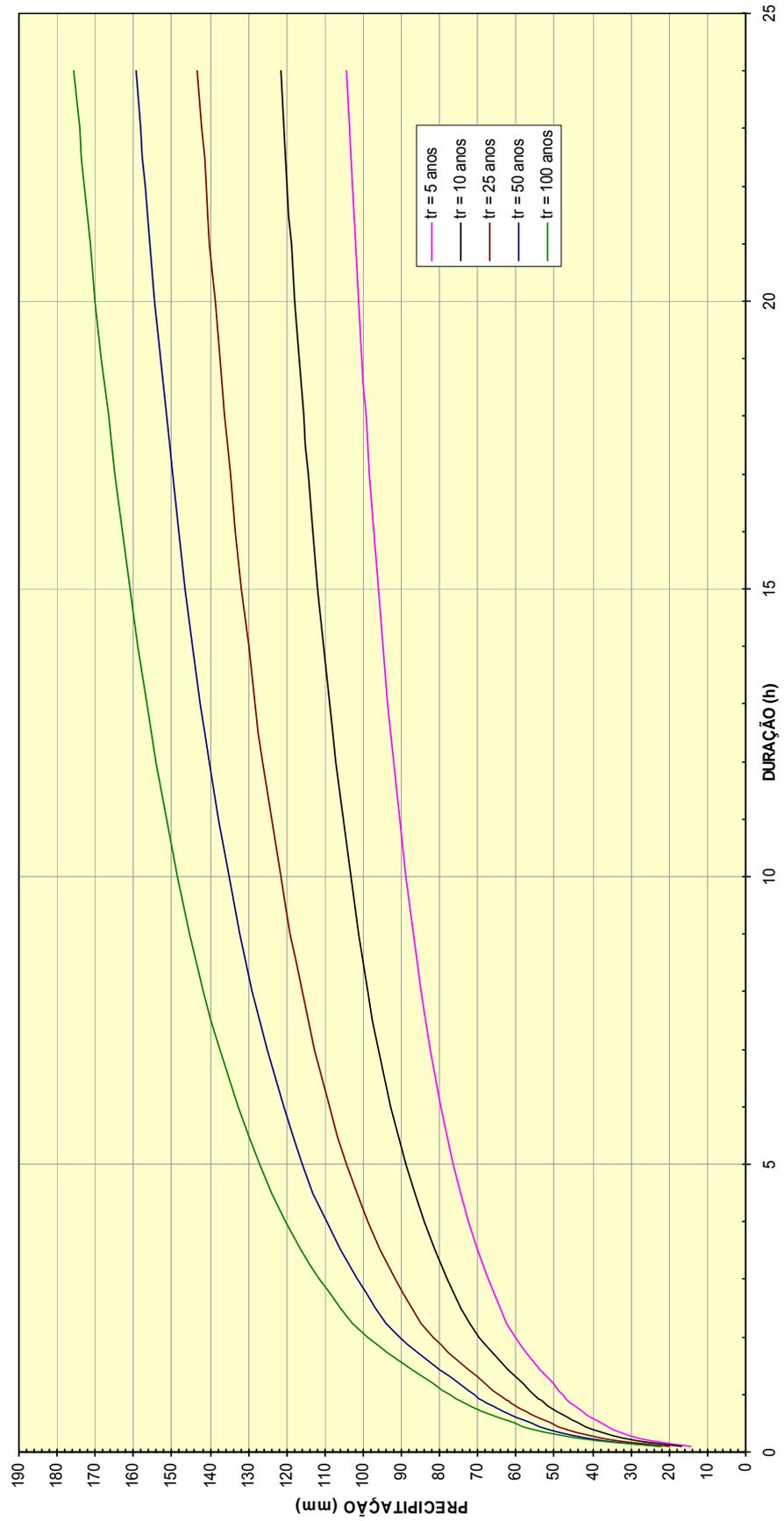
CURVAS DE INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-RECORRÊNCIA

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.



VALORES DOS COEFICIENTES DE DEFLÚVIO OU DE RUN-OFF						
COBERTURA VEGETAL	CARACTERÍSTICAS DE PERMEABILIDADE DO SOLO	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)				
		ESCARPADA	MONTANHOS A	FORTEMENTE ONDULADA	ONDULADA	LEVEMENTE ONDULADA
		D > 50	20 < D < 50	5 < D < 20	1 < D < 5	D < 1
ZONA URBANA SEM VEGETAÇÃO	IMPERMEÁVEL	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	SEMI-PERMEÁVEL	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	PERMEÁVEL	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
LAVOURAS E REFLORESTAMENTO DE MONOCULTURA	IMPERMEÁVEL	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	SEMI-PERMEÁVEL	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	PERMEÁVEL	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
PASTAGEM E VEGETAÇÃO RASTEIRA	IMPERMEÁVEL	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	SEMI-PERMEÁVEL	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	PERMEÁVEL	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
CAMPOS NATIVOS	IMPERMEÁVEL	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	SEMI-PERMEÁVEL	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	PERMEÁVEL	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
MATAS OU CAPOEIRAS	IMPERMEÁVEL	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	SEMI-PERMEÁVEL	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	PERMEÁVEL	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05



Conforme a classificação do recobrimento das bacias hidrográficas citadas no item 3.1.4.4. *Cálculo das vazões de projeto* 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)

Para o trecho, por ocasião das inspeções de campo, foi definido em 3,5 o valor do coeficiente K, conforme a tabela anteriormente citada, segundo o Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários do extinto DNOS.

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).

Este método relaciona a descarga com a chuva que a provoca e baseia-se fundamentalmente no seguinte:

- o coeficiente de escoamento superficial deve ser inferior à unidade, pois considera o fato de que somente parte da água precipitada se escoam sobre a superfície do solo;
- a intensidade da chuva é uniforme sobre toda a bacia;
- o escoamento resultante de uma precipitação é máximo quando esta tem duração no mínimo igual ao tempo de concentração, pois toda a bacia hidrográfica passa a contribuir para o ponto de interesse;
- o escoamento máximo assim definido é uma fração simples da intensidade de chuva geradora, isto é, aceita-se um relação linear entre Q e I, e Q é nulo quando I é nulo;
- a freqüência da descarga de pico é igual a da precipitação;
- o coeficiente de escoamento é independente da freqüência;



- o coeficiente de escoamento permanece constante ao longo da chuva

•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.

Para áreas maiores que 2.500 km² será dividido a bacia em sub-bacias com áreas até 2.500 km².

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.

a) Chuva Efetiva

• Considerações Iniciais

O método SCS - Soil Conservation Service, adotado no presente estudo, leva em consideração os seguintes fatores da Bacia Hidrográfica:

- tipo do solo;
- uso do solo;
- tipo de cobertura vegetal; e
- condições antecedentes de umidade do solo.

Todos estes fatores estão sintetizados num único valor, tabelado, denominado “Número da Curva”, cujo valor foi obtido pela ponderação de características físicas observadas nas bacias em estudo, descrito na tabela abaixo.

Escoamento das Redes de Escoamento de Águas Pluviais

UTILIZAÇÃO DA TERRA	CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLOS DA ÁREA			
		A	B	C	D
Terrenos cultivados	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90



UTILIZAÇÃO DA TERRA	CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLOS DA ÁREA			
		A	B	C	D
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou campos cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras Estradas de Terra	Normais	59	74	82	86
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Superfícies impermeáveis	Áreas urbanizadas	100	100	100	100

OBS.: O solo tipo A é o de mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis, com pouco silte e argila.
 O solo tipo B tem uma capacidade de infiltração acima da média após o completo umedecimento. Inclui solos arenosos.
 O solo tipo C tem uma capacidade de infiltração abaixo da média, após a pré-saturação. Contém porcentagem considerável de argila e colóide.
 O solo tipo D é o de mais alto potencial de deflúvio. Terrenos quase impermeáveis junto à superfície. Argiloso.

• Classificação do Recobrimento das Bacias Hidrográficas

A classificação das bacias hidrográficas foi baseada nos seguintes fatores:

- Solo: constatou-se devido a análise in loco e pelos estudos geotécnicos que o solo predominante nas bacias contribuintes é areno-argiloso. Sendo assim, foi considerado na determinação das descargas de projeto os valores “Número da Curva” para o tipo de solo B.

- Cobertura Vegetal e Uso do Solo: devido a análise in loco foram observados diversos tipos de cobertura vegetal nas bacias hidrográficas. Podemos citar a presença de culturas terraceada em nível (CN=72), complementada com pastagens normais (CN=59), campos permanentes esparsos (CN=66) e florestas esparsas (CN=68).



- Valor do “Número da Curva” adotado: analisando as informações citadas determinamos para o “Número da Curva” ou “curva número” o valor igual a 67.

• **Formulação**

Altura da Chuva Efetiva (h)

$$h = \frac{(P - I_a)^2}{P + 4 \cdot I_a}$$

onde:

h - altura da chuva efetiva (mm)

I_a - perdas iniciais (mm)

P - precipitação total (mm)

Caso a área da bacia de contribuição seja superior a 25km², a precipitação total deverá ser reduzida pela seguinte equação, devido à distribuição não uniforme da chuva na área da bacia contribuinte, ou seja a precipitação média sobre uma área elevada é menor do que a precipitação em um ponto isolado.

$$P' = P * \left[1 - \log \frac{A}{25} \right]$$

Contudo a precipitação total reduzida (P') deve ser rearranjada para representar melhor o escoamento superficial. Para isto, em define-se 6 intervalos de Tempos Unitários de Chuva (Δt), determina-se os valores para a precipitação total reduzida e rearrajam-se os incrementos de chuva da seguinte forma: 6,4,3,1,2,5. A numeração indica a ordem da magnitude, pois colocando o maior valor no quarto intervalo, procura-se maximizar o pico do hidrograma, já que as chuvas iniciais atendem as perdas por infiltração e depressões da bacia contribuinte e o incremento maior tende a gerar escoamento superficial.

Perdas Iniciais (I_a)

Enquanto o valor das perdas iniciais for superior a precipitação efetiva calculada para os incrementos de chuva, não ocorrerá escoamento superficial, portanto a precipitação efetiva será nula.

$$I_a = 0,2.S$$



onde:

I_a - perdas iniciais (mm)

Capacidade de Armazenamento de Água no Solo (S)

$$S = \frac{25.400}{CN} - 254$$

onde:

S - capacidade máxima de armazenamento de água no solo (mm)

CN - curva número

• **Resultados Obtidos**

De posse dos resultados das precipitações obtidas e com o emprego da equação deduzida anteriormente, foram calculadas as chuvas efetivas para o período de retorno de 100 anos.

b) Hidrograma Unitário

• **Hipóteses Básicas**

A obtenção e aplicação do hidrograma unitário (HU) foi baseada nas seguintes hipóteses:

a) a intensidade da chuva efetiva é constante durante a tormenta que produz o HU;

b) a chuva efetiva é uniformemente distribuída em toda a área de drenagem da bacia;

c) tempo base ou tempo de duração do hidrograma do deflúvio superficial direto devido a uma chuva efetiva de duração unitária é constante;

d) as ordenadas de hidrogramas de deflúvio superficial direto, com tempo base comum, são diretamente proporcionais aos volumes desses hidrogramas;

e) os efeitos de todas as características de uma dada bacia de drenagem, incluindo forma, declividade, retenção, infiltração, rede de drenagem, capacidade de armazenamento do canal, etc., são refletidos na forma do hidrograma unitário da bacia.



• Equações

Três equações básicas são utilizadas para definir o hidrograma unitário triangular:

Tempo de Pico

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 \cdot t_c$$

onde:

t_p - tempo de pico do hidrograma unitário triangular (h)

t_c - tempo de concentração da bacia hidrográfica (h)

Tempo Unitário de Chuva (Δt)

$$\Delta t = \frac{t_c}{5}$$

onde:

Δt - tempo unitário de chuva (h)

Tempo de Retardo (t_r)

$$t_r = 1,67 \cdot t_p$$

onde:

t_r - tempo de recessão do hidrograma unitário triangular (h)

t_p - tempo de pico já definido (h)

Pico do Hidrograma Unitário Triangular (q_p)

$$q_p = \frac{0,208 \cdot A \cdot p}{t_p}$$

onde:

q_p - pico do hidrograma unitário triangular (m^3/s)

A - Área da bacia hidrográfica (km^2)

p - precipitação unitária de 10 mm (mm)

t_p - tempo de pico, já definido



c) **Hidrogramas Finais**

Após a determinação do hidrograma unitário e da chuva de projeto, foram calculados os hidrogramas de projeto com a aplicação da equação da convolução, apresentada abaixo, cujas vazões de pico resultantes estão nos quadros apresentados a seguir.

$$q_n = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \delta_{n-i+1}$$

onde:

q - vazão de ordem n

p - precipitação efetiva de ordem i

δ - ordenada do hidrograma unitário

3.1.4.5. **Amortecimento da Vazão de projeto do Riacho Capim Grosso**

Este tópico tem como principal objetivo a 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.

A metodologia aqui apresentada é de simples aplicação e de larga utilização no cálculo de vazões e bacias de amortecimentos.

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.

$$Q_e - Q_s = \frac{dV}{dt}$$

Onde:

Q_e - vazão de entrada

Q_s - vazão de saída

dV - variação do volume no tempo dt .



Discretizando a equação acima fica:

$$\frac{Qe_t - Qe_{t+1}}{2} - \frac{Qs_t + Qs_{t+1}}{2} = \frac{V_{t+1} - V_t}{dt}$$

Sendo V o volume do reservatório e dt a variação do tempo utilizado na discretização.

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).

No final deste capítulo está apresentada a planilha de simulação de operação do reservatório em questão, a planilha do resultado da simulação e gráfico que representa o resultado da simulação de operação.

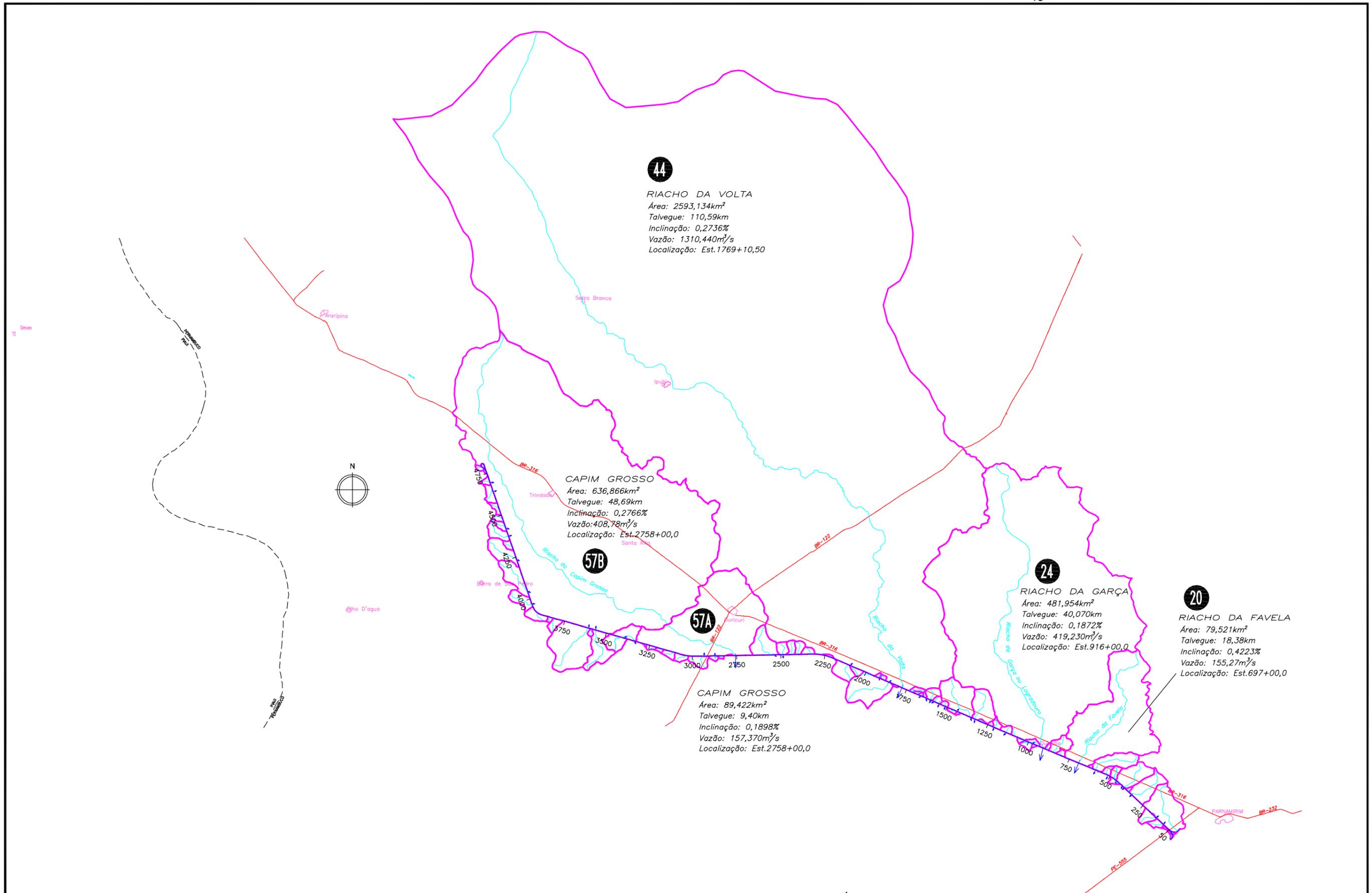
3.1.4.6. Tempos de Recorrência

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 mosaico das bacias hidrográficas, as planilhas do cálculo da vazão de projeto pelo método do SCS - Soil Conservation Service e o quadro de dimensionamento dos bueiros apresentam-se a seguir.



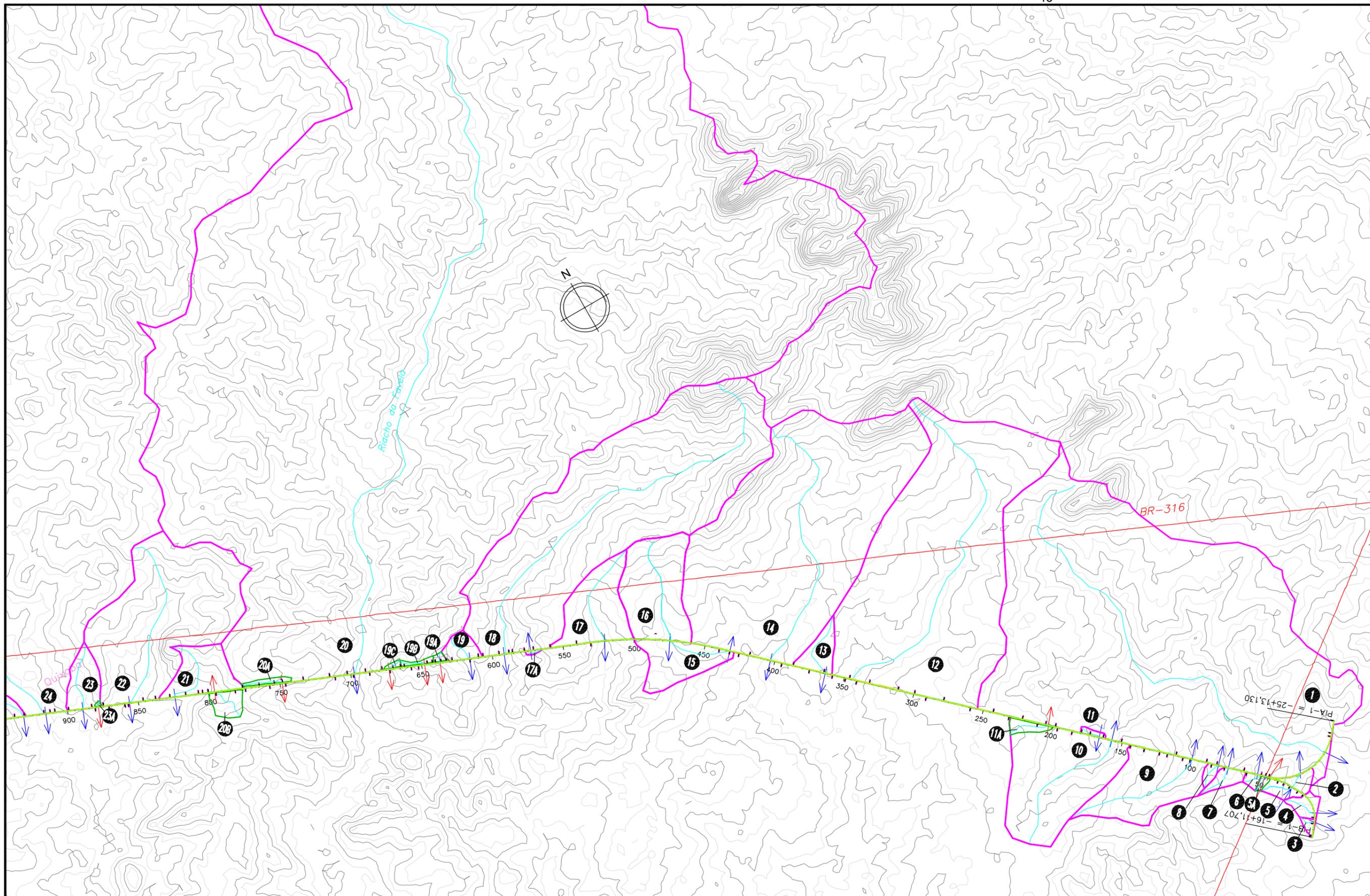
CONVENÇÕES

- Curso de Água Principal
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Limite da Micro Bacia Drenada por Valetões Laterais
- Eixo Projetado Estaqueado
- Local e Fluxo de Água da Micro Bacia
- Local e Fluxo de Água da OAC
- Malha Rodoviária Estadual ou Federal
- Limite Interestadual

2	Projeto Executivo	03/10/07	NK		CM
1	Emissão Inicial - Minuta do Projeto Executivo	10/10/06	NK		CM
0	Emissão inicial	20/02/06	NK		CM
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.	
Aprovação	ECOPLAN	Autorização	ECOPLAN		
Elaboração:	DNIT	Revisão	DNIT		
Luciano Santarém	Verificação:	2			
	Pedro Coutinho				



M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
ESCALAS: 1:400.000	Ferrovia: Transnordestina Trecho : Parnamirim - Araripina (112,6 km) Lote : 3	
DATA: Mar/06	MOSAICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS Bacias das Pontes Ferroviárias	FOLHA/TOTAL 01/07



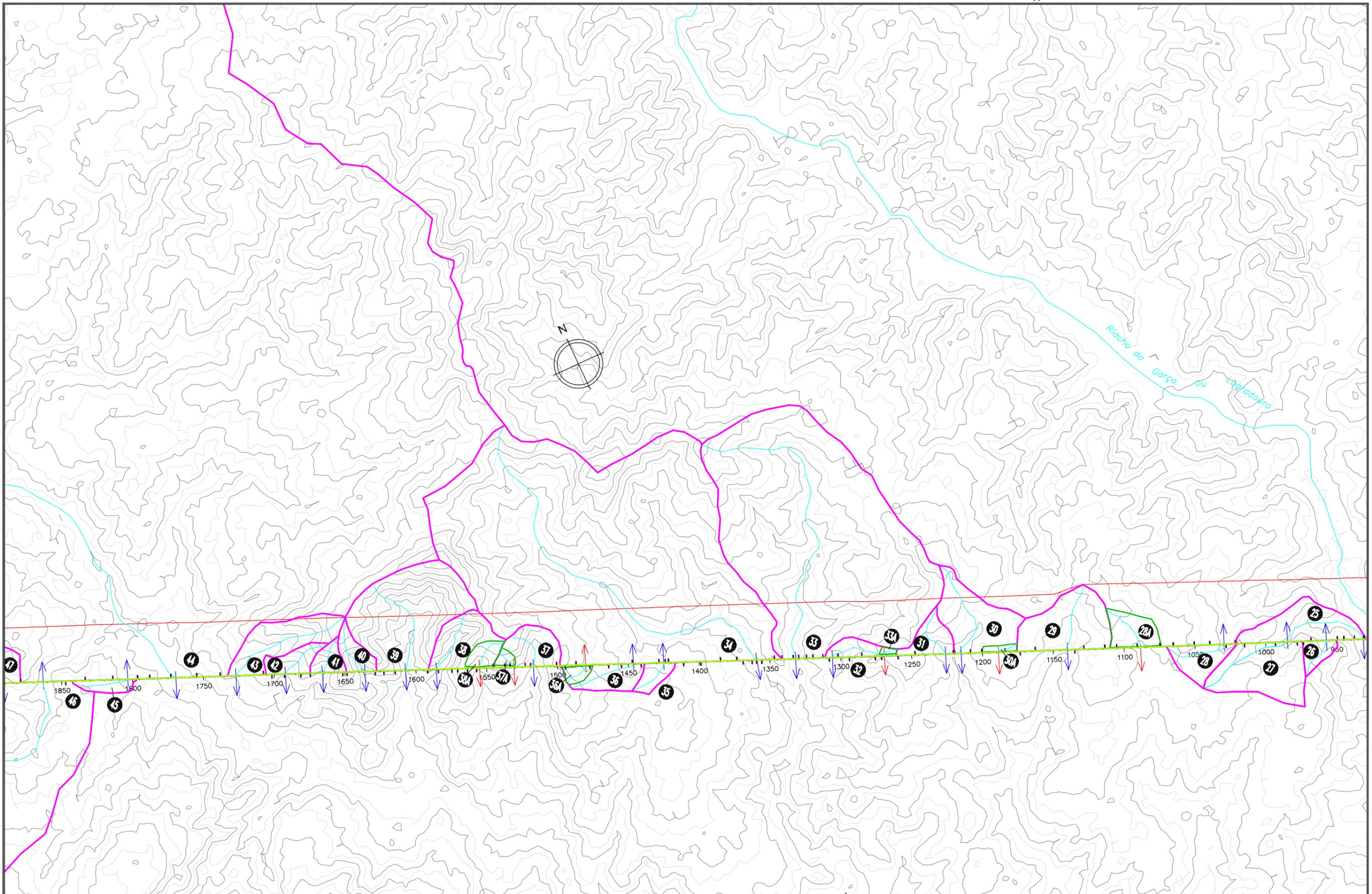
CONVENÇÕES

- Curso de Água Principal
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Limite da Micro Bacia Drenada por Valetões Laterais
- Eixo Projetado Estaqueado
- Local e Fluxo de Água da Micro Bacia
- Local e Fluxo de Água da DAC
- Malha Rodoviária Estadual ou Federal
- Limite Interestadual

2	Projeto Executivo	03/10/07	NK		CM
1	Emissão Inicial – Minuta do Projeto Executivo	10/10/06	NK		CM
0	Emissão inicial	20/04/06	NK		CM
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.	
Aprovação	ECOPLAN DNIT	Autorização	ECOPLAN DNIT		
Elaboração:	Verificação:	Revisão			
Luciano Santarém	Jorge Basler	2			



M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P
ESCALAS: 1:50.000	Ferrovia: Transnordestina Trecho : Parnamirim – Araripina (112,6 km) Lote : 3	
DATA: Abr/06	MOSAICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS Bacias das O.A.C.	FOLHA/TOTAL 02/07



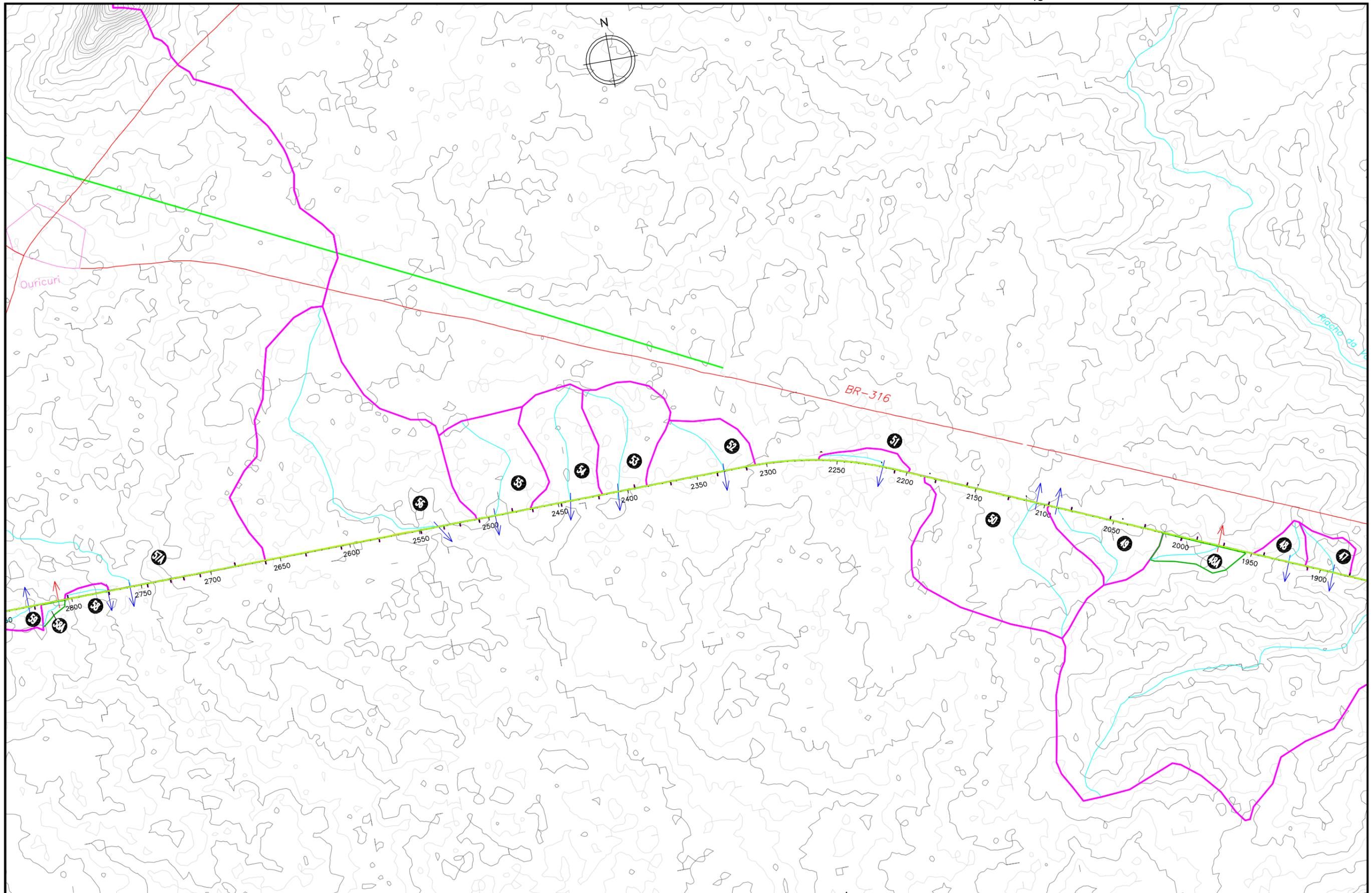
CONVENÇÕES

	Curso de Água Principal		Local e Fluxo de Água da Micro Bacia
	Limite da Bacia Hidrográfica		Local e Fluxo de Água da OAC
	Limite da Micro Bacia Drenada por Valetões Laterais		Malha Rodoviária Estadual ou Federal
	Eixo Projetado Estaqueado		Limite Interestadual

2	Projeto Executivo	03/10/07	NK		CM
1	Emissão Inicial - Minuta do Projeto Executivo	10/10/06	NK		CM
0	Emissão inicial	20/04/06	NK		CM
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.	
Aprovação	ECOPLAN DNIT	Autorização	ECOPLAN DNIT		
Elaboração: Luciano Santarém	Verificação: Jorge M. Basler	Revisão 2			



M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
ESCALAS: 1:50.000	Ferrovia: Transnordestina Trecho : Parnamirim - Araripina (112,6 km) Lote : 3	
DATA: Abr/06	MOSAICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS Bacias das O.A.C	FOLHA/TOTAL 03/07



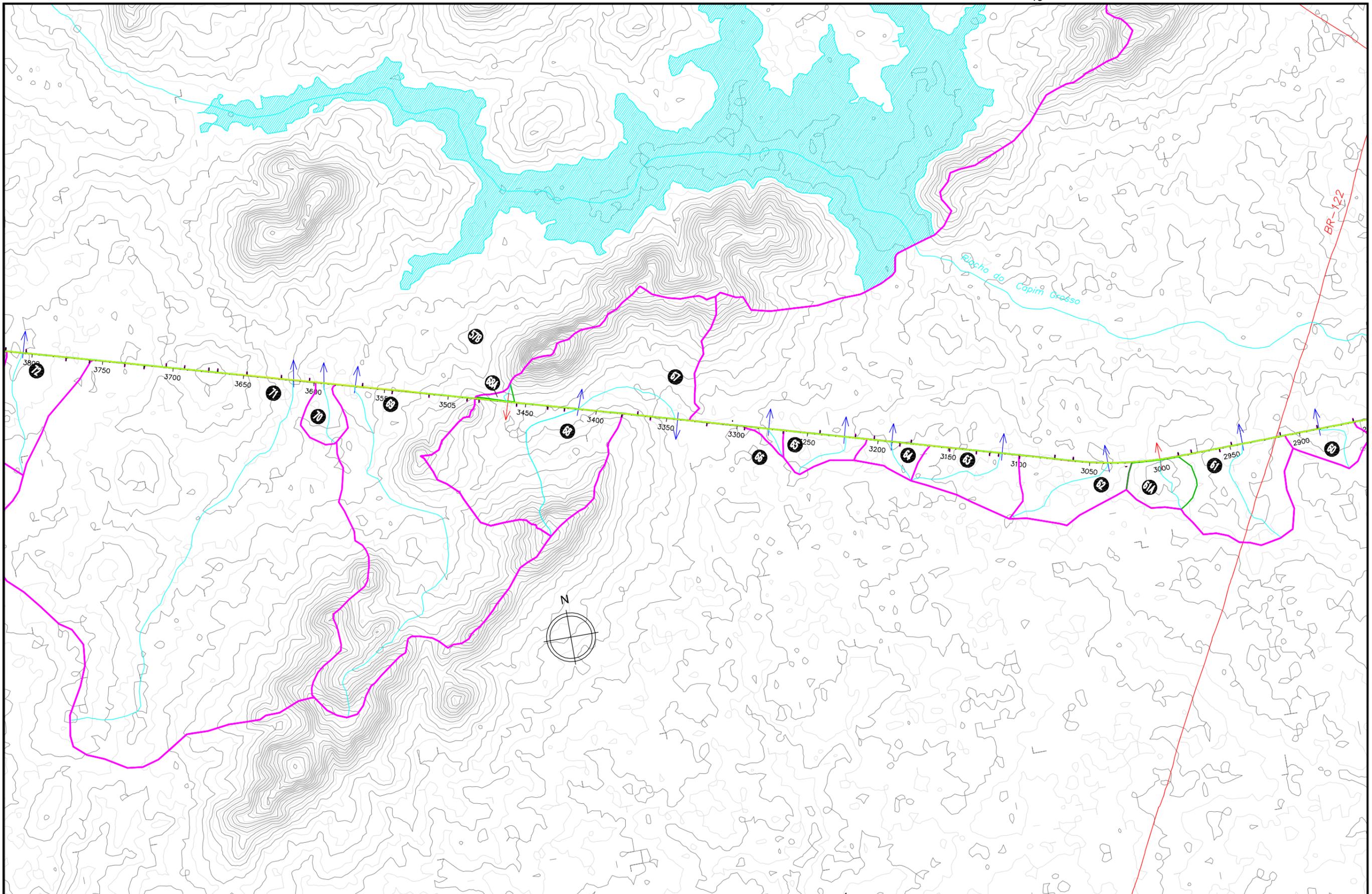
CONVENÇÕES

- Curso de Água Principal
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Limite da Micro Bacia Drenada por Valetões Laterais
- Eixo Projetado Estaqueado
- Local e Fluxo de Água da Micro Bacia
- Local e Fluxo de Água da OAC
- Malha Rodoviária Estadual ou Federal
- Limite Interestadual

2	Projeto Executivo	03/10/07	NK	<i>CMen</i>
1	Emissão Inicial – Minuta do Projeto Executivo	10/10/06	NK	<i>CMen</i>
0	Emissão inicial	20/04/06	NK	<i>CMen</i>
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.
Aprovação	ECOPLAN DNIT	Autorização	ECOPLAN DNIT	
Elaboração:	Verificação:	Revisão		
Luciano Santarém	Jorge M. Basler	2		



M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
ESCALAS: 1:50.000	Ferrovia: Transnordestina Trecho : Parnamirim – Araripina (112,6 km) Lote : 3	
DATA: Abr/06	MOSAICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS Bacias das O.A.C.	FOLHA/TOTAL 04/07



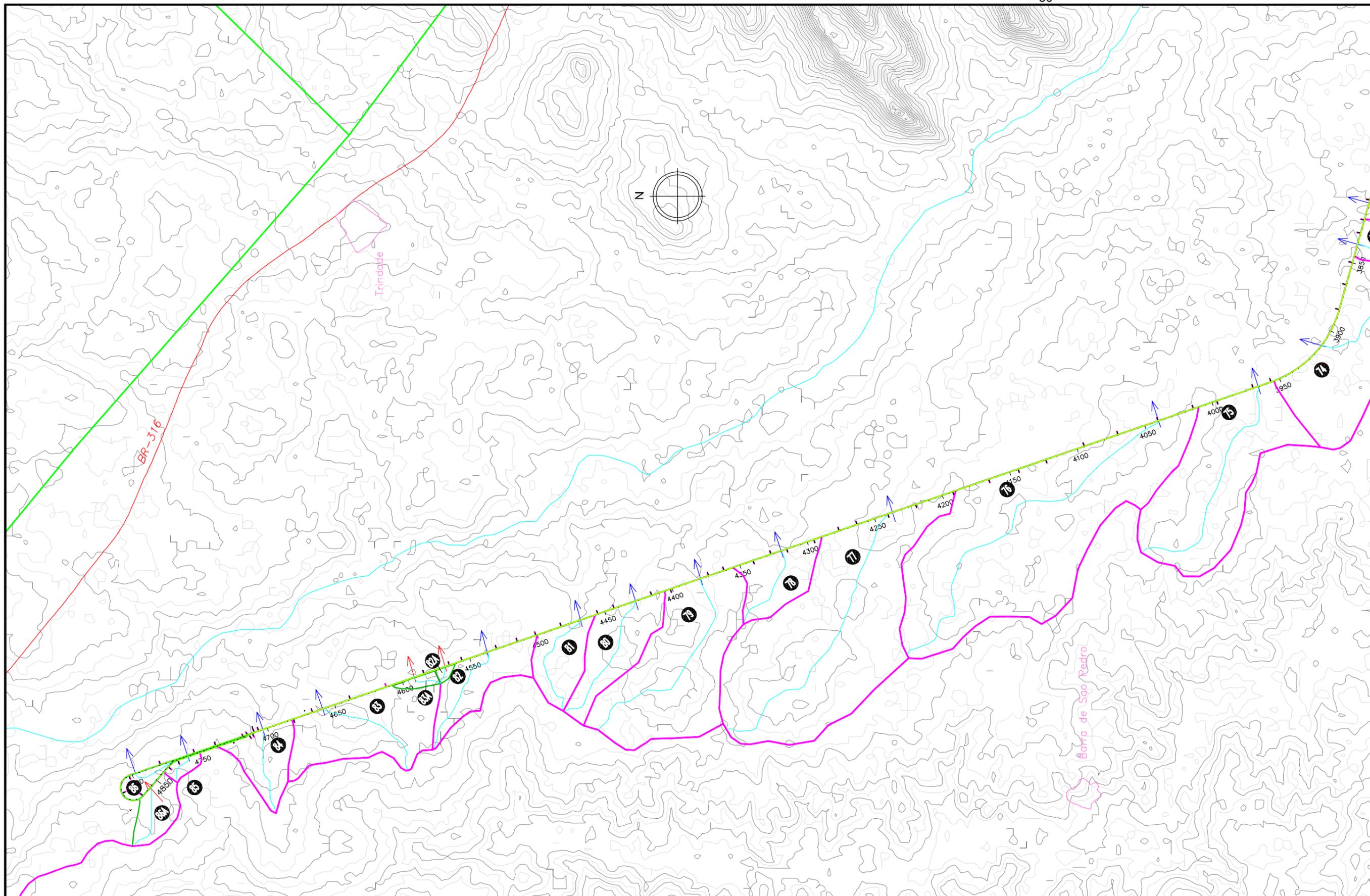
CONVENÇÕES

- Curso de Água Principal
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Limite da Micro Bacia Drenada por Valetões Laterais
- Eixo Projetado Estaqueado
- Local e Fluxo de Água da Micro Bacia
- Local e Fluxo de Água da OAC
- Malha Rodoviária Estadual ou Federal
- Limite Interestadual

2	Projeto Executivo	03/10/07	NK		CMen
1	Emissão Inicial – Minuta do Projeto Executivo	10/10/06	NK		CMen
0	Emissão inicial	20/04/06	NK		CMen
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.	
Aprovação	ECOPLAN DNIT	Autorização	ECOPLAN DNIT		
Elaboração:	Verificação:	Revisão			
Luciano Santarém	Jorge M. Basler	2			



M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
ESCALAS: 1:50.000	Ferrovia: Transnordestina Trecho : Parnamirim – Araripina (112,6 km) Lote : 3	
DATA: Abr/06	MOSAICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS Bacias das O.A.C.	FOLHA/TOTAL 05/07



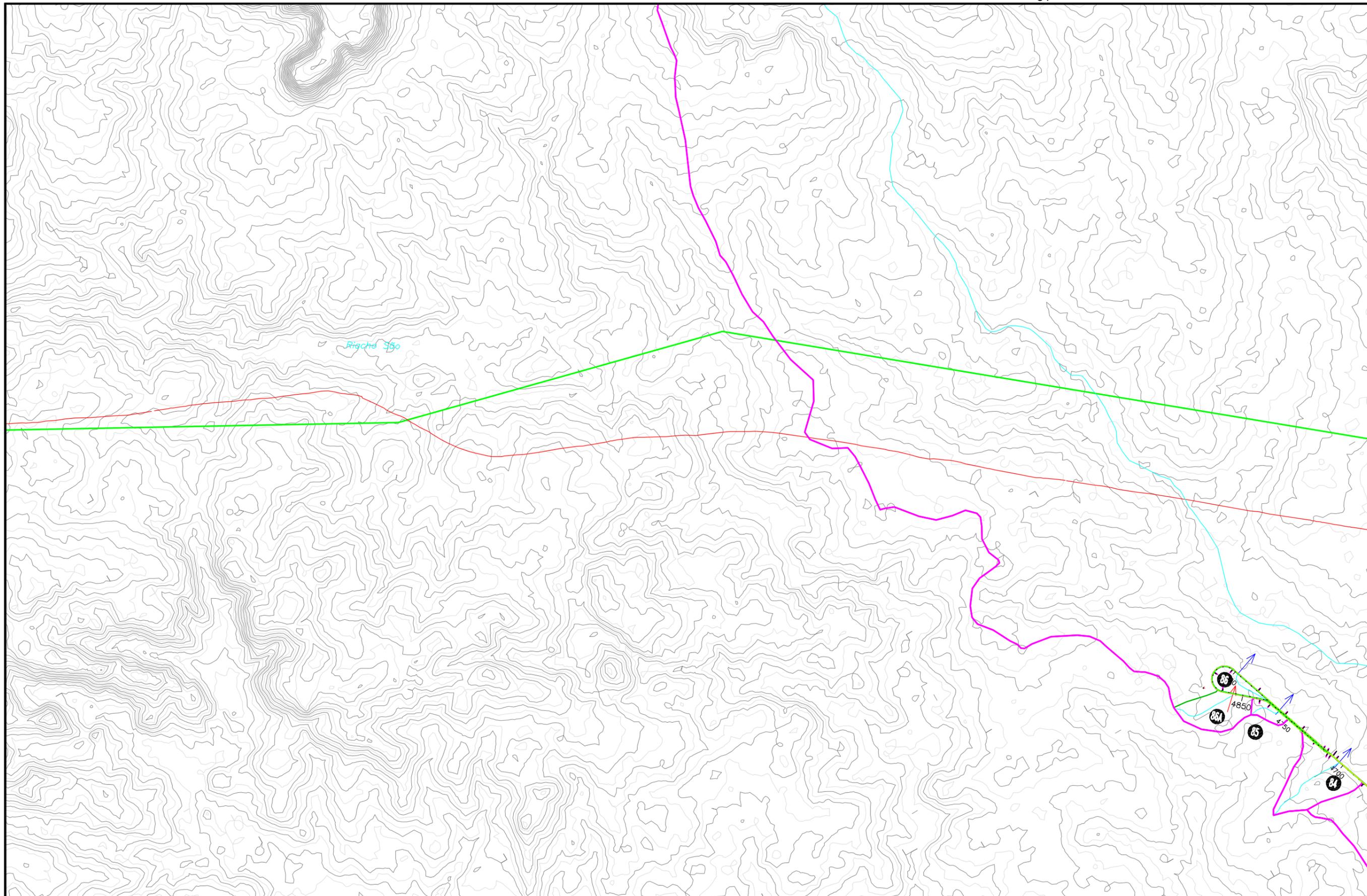
CONVENÇÕES

- Curso de Água Principal
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Limite da Micro Bacia Drenada por Valetões Laterais
- Eixo Projetado Estaqueado
- Local e Fluxo de Água da Micro Bacia
- Local e Fluxo de Água da OAC
- Malha Rodoviária Estadual ou Federal
- Limite Interestadual

2	Projeto Executivo	03/10/07	NK		CM
1	Emissão Inicial – Minuta do Projeto Executivo	10/10/06	NK		CM
0	Emissão inicial	20/04/06	NK		CM
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.	
Aprovação	ECOPLAN DNIT	Autorização	ECOPLAN DNIT		
Elaboração:	Luciano Santarém	Verificação:	Jorge M. Basler	Revisão	2



M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
ESCALAS: 1:50.000	Ferrovia: Transnordestina Trecho : Parnamirim – Araripina (112,6 km) Lote : 3	
DATA: Abr/06	MOSAICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS Bacias das O.A.C	FOLHA/TOTAL 06/07



CONVENÇÕES

- Curso de Água Principal
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Limite da Micro Bacia Drenada por Valetões Laterais
- Eixo Projetado Estaqueado
- Local e Fluxo de Água da Micro Bacia
- Local e Fluxo de Água da OAC
- Malha Rodoviária Estadual ou Federal
- Limite Interestadual

2	Projeto Executivo	03/10/07	NK		CMen
1	Emissão Inicial – Minuta do Projeto Executivo	10/10/06	NK		CMen
0	Emissão inicial	20/04/06	NK		CMen
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.	
Aprovação	ECOPLAN DNIT	Autorização	ECOPLAN DNIT		
Elaboração:	Verificação:	Revisão			
Luciano Santarém	Jorge M. Basler	2			



M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
ESCALAS: 1:50.000	Ferrovia: Transnordestina Trecho : Parnamirim – Araripina (112,6 km) Lote : 3	
DATA: Abr/06	MOSAICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS Bacias das O.A.C.	FOLHA/TOTAL 07/07

QUADRO DE DIMENSIONAMENTO - FERROVIA TRANSNORDESTINA (LOTE 3)

ESTUDOS HIDROLÓGICOS - MÉTODO RACIONAL

Nº Bacia	Estaca de Projeto (est+m)	Escondite (º)	Características da Bacia Hidrográfica				Precipitações (mm)			Vazão de Projeto (m³/s)			Bueiro de Projeto Ø ou b x h					
			Área		Comprimento (km)	Decliv. Média (%)	Coeficientes da Bacia Hidrográfica		tc	25 anos	50 anos	100 anos	25 anos	50 anos	100 anos	Tipo	Seção	
			(km²)	(ha)			C	K										(min)
Ver planilha de Cálculo pelo Método do SCS																		
1	-1+00,0 Ramo A	0º0'0"	18,041	1804,1	6,69	2,60	0,32	3,5	18,3	0,304	41,400	45,761	48,664	2,53	2,79	2,97	BTCC	3,00 x 3,00
2	21+15,0 Ramo A	45º00'00"	0,209	20,9	0,77	2,60	0,32	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,50	0,56	0,58	BSCC	1,50 x 1,50
3	-5+00,0 Ramo B	0º0'0"	0,034	3,4	0,23	2,19	0,32	3,5	15,1	0,252	37,743	41,745	44,084	1,55	1,72	1,81	BSTC	0,80
4	01+05,0 Ramo B	20º00'00"	0,117	11,7	0,47	2,11	0,32	3,5	14,1	0,234	36,343	40,207	42,331	1,64	1,81	1,91	BSTC	1,20
5	26+14,0 Ramo B	10º00'00"	0,119	11,9	0,54	2,75	0,32	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,36	0,39	0,41	BSCC	1,50 x 1,50
5A	47+00,0	-	0,022	2,2	0,25	5,50	0,35	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,67	0,74	0,77	Bacia drenada para a Bacia nº 5	
6	51+01,0	20º00'00"	0,040	4,0	0,27	5,6	0,36	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,67	0,74	0,77	BSTC	0,80
7	73+10,0	10º00'00"	0,112	11,2	0,60	2,6	0,32	3,5	14,4	0,240	36,803	40,711	42,907	1,53	1,69	1,78	BSTC	1,20
8	80+15,0	45º00'00"	0,053	5,3	0,40	3,3	0,32	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,79	0,87	0,91	BSTC	0,80
9	99+11,0	-20º00'00"	1,129	112,9	1,90	1,8	0,31	3,5	42,0	0,700	57,475	63,419	68,795	7,98	8,80	9,55	BSCC	2,00 x 2,00
10	157+02,0	35º00'00"	2,020	202,0	2,08	1,0	0,30	3,5	63,9	1,065	65,931	72,742	79,370	10,42	11,50	12,54	BSCC	2,50 x 2,50
11	166+11,0	-30º00'00"	0,028	2,8	0,30	2,7	0,32	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,42	0,47	0,49	BSTC	0,80
11A	203+00,0	-	0,081	8,1	0,60	2,00	0,32	3,5	14,5	0,242	36,962	40,887	43,106	1,10	1,22	1,28	Bacia drenada para a Bacia nº 10	
12	343+18,0	0º0'0"	7,578	757,8	5,25	0,7	0,29	3,5	130,0	2,166	83,567	92,510	101,283	23,55	26,07	28,54	BSCC	3,00 x 3,00
13	363+13,0	-15º00'00"	0,237	23,7	0,97	1,0	0,30	3,5	29,1	0,484	50,364	55,608	59,890	2,05	2,27	2,44	BSTC	1,20
14	403+00,0	0º0'0"	9,263	926,3	4,00	0,9	0,29	3,5	120,9	2,015	81,771	90,498	99,051	30,28	33,51	36,67	BDCC	2,50 x 2,50
15	432+05,0	30º00'00"	1,808	180,8	2,39	1,0	0,28	3,5	64,1	1,068	65,989	72,807	79,442	8,69	9,59	10,46	BSCC	2,00 x 2,00
16	474+12,0	-30º00'00"	1,222	122,2	1,50	3,1	0,33	3,5	33,0	0,549	52,796	58,279	62,936	10,77	11,89	12,84	BSCC	2,50 x 2,50
17	520+15,0	0º0'0"	0,853	85,3	1,52	2,0	0,32	3,5	35,3	0,589	54,141	59,756	64,620	6,97	7,69	8,32	BSCC	2,00 x 2,00
17A	573+2,00	-15º00'00"	0,010	1,0	0,18	2,9	0,32	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,16	0,17	0,18	BSTC	0,80
18	590+19,0	25º00'00"	7,263	726,3	6,05	1,1	0,28	3,5	114,8	1,914	80,488	89,059	97,457	23,76	26,29	28,76	BSCC	3,00 x 3,00
19	616+11,0	-30º00'00"	0,152	15,2	0,50	3,2	0,32	3,5	14,0	0,234	36,290	40,148	42,264	2,11	2,33	2,45	BSTC	1,20
19A	637+00,0	-	0,017	1,7	0,17	7,10	0,36	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,28	0,31	0,33	Bacia drenada para a Bacia nº 20	

QUADRO DE DIMENSIONAMENTO - FERROVIA TRANSNORDESTINA (LOTE 3)

ESTUDOS HIDROLÓGICOS - MÉTODO RACIONAL

Nº Bacia	Estaca de Projeto (est+m)	Escondite (º)	Características da Bacia Hidrográfica						Precipitações (mm)						Vazão de Projeto (m³/s)			Bueiro de Projeto Ø ou b x h	
			Área		Talvegue Principal	Coeficientes da Bacia Hidrográfica		tc		25 anos	50 anos	100 anos	25 anos	50 anos	100 anos	Tipo	Seção		
			(km²)	(ha)		Comprimento (km)	Decliv. Média (%)	C	K									(min)	(h)
19B	647+15,0	-	0,027	2,7	0,37	2,00	0,32	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,40	0,44	0,46	Bacia drenada para a Bacia nº 20		
19C	673+00,0	-	0,017	1,7	0,21	10,00	0,37	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,29	0,32	0,34	Bacia drenada para a Bacia nº 20		
20	697+00,0	-	79,521	7952,1	18,38						Riacho da Favela-ver planilha de Cálculo pelo Método do SCS						155,27	Extensão da ponte= 25 m	
20A	748+00,0	-	0,044	4,4	0,60	1,70	0,32	3,5	12,9	0,215	34,684	38,384	40,253	0,63	0,70	0,73	Bacia drenada para a Bacia nº 20		
20B	796+00,0	-	0,150	15,0	0,57	3,30	0,32	3,5	14,1	0,236	36,466	40,342	42,485	2,06	2,28	2,40	Bacia drenada para a jusante da Bacia nº 21		
21	824+05,0	-15º00'00"	0,532	53,2	1,15	2,6	0,33	3,5	26,4	0,439	48,481	53,539	57,531	5,39	5,95	6,39	BSCC 2,00 x 2,00		
22	856+13,0	45º00'00"	3,365	336,5	2,55	1,3	0,31	3,5	70,1	1,169	68,238	75,328	82,237	16,91	18,67	20,38	BDCC 2,00 x 2,00		
23	889+01,0	0º0'0"	0,329	32,9	0,98	2,6	0,32	3,5	22,1	0,369	45,096	49,822	53,293	3,58	3,95	4,23	BSCC 1,50 x 1,50		
23A	878+00,0	-	0,005	0,5	0,12	7,00	0,36	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,08	0,09	0,10	Bacia drenada para a Bacia nº 23		
24	916+00,0	-	481,954	48195,4	40,07						Riacho da Garça ou Logradouro-ver planilha de Cálculo pelo Método do SCS						419,23	Extensão da ponte= 75 m	
25	931+12,0	-15º00'00"	1,744	174,4	2,68	1,3	0,31	3,5	57,9	0,965	63,671	70,225	76,555	9,91	10,92	11,91	BSCC 2,50 x 2,50		
26	957+01,0	0º0'0"	0,148	14,8	0,60	4,1	0,33	3,5	13,0	0,217	34,907	38,629	40,532	2,18	2,41	2,53	BSTC 1,20		
27	984+10,0	25º00'00"	0,926	92,6	1,37	2,2	0,32	3,5	34,2	0,570	53,516	59,070	63,837	7,72	8,52	9,21	BSCC 2,00 x 2,00		
28	1029+00,0	0º0'0"	0,320	32,0	0,90	1,6	0,31	3,5	25,9	0,432	48,174	53,202	57,148	3,07	3,39	3,64	BSCC 1,50 x 1,50		
28A	1088+08,0	-	0,305	30,5	0,77	1,80	0,29	3,5	23,7	0,395	46,414	51,269	54,943	2,89	3,19	3,42	Bacia drenada para a jusante da Bacia nº 28		
29	1141+05,0	30º00'00"	0,873	87,3	0,98	1,8	0,31	3,5	34,0	0,567	53,412	58,955	63,707	7,08	7,81	8,44	BSCC 2,00 x 2,00		
30	1215+10,0	0º0'0"	0,857	85,7	1,51	1,8	0,31	3,5	37,2	0,620	55,129	60,842	65,858	6,56	7,24	7,84	BSCC 2,00 x 2,00		
30A	1189+00,0	-	0,042	4,2	0,32	0,90	0,29	3,5	14,5	0,241	36,898	40,816	43,025	0,52	0,57	0,60	Bacia drenada para a Bacia nº 30		
31	1225+00,0	-45º00'00"	0,272	27,2	0,84	3,0	0,33	3,5	19,1	0,318	42,228	46,671	49,701	3,32	3,67	3,91	BSCC 1,50 x 1,50		
32	1306+05,0	25º00'00"	0,191	19,1	0,91	3,0	0,33	3,5	17,4	0,290	40,499	44,772	47,536	2,43	2,69	2,86	BSCC 1,50 x 1,50		
33	1331+17,0	10º00'00"	7,711	771,1	4,59	1,0	0,29	3,5	115,1	1,919	80,551	89,130	97,535	26,08	28,85	31,57	BDCC 2,50 x 2,50		
33A	1269+00,0	-	0,019	1,9	0,23	4,00	0,34	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,30	0,33	0,35	Bacia drenada para a Bacia nº 32		
34	1360+03,0	0º0'0"	12,104	1210,4	5,86						Ver planilha de Cálculo pelo Método do SCS						40,38	BDCC 3,00 x 3,00	

QUADRO DE DIMENSIONAMENTO - FERROVIA TRANSNORDESTINA (LOTE 3)

ESTUDOS HIDROLÓGICOS - MÉTODO RACIONAL

Nº Bacia	Estaca de Projeto (est+m)	Escondite (º)	Características da Bacia Hidrográfica						Precipitações (mm)				Vazão de Projeto (m³/s)			Bueiro de Projeto Ø ou b x h			
			Área		Talvegue Principal	Coeficientes da Bacia Hidrográfica		tc		25 anos	50 anos	100 anos	25 anos	50 anos	100 anos	Tipo	Seção		
			(km²)	(ha)		Comprimento (km)	Decliv. Média (%)	C	K									(min)	(h)
35	1424+19,0	0º0'0"	0,149	14,9	0,61	1,6	0,31	3,5	19,0	0,317	42,174	46,612	49,634	1,71	1,89	2,02	BSTC	1,20	
36	1446+05,0	30º00'00"	0,380	38,0	0,94	3,5	0,32	3,5	20,2	0,336	43,330	47,881	51,081	4,36	4,81	5,14	BSTC	1,20	
36A	1480+00,0	-	0,078	7,8	0,41	3,70	0,34	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	1,23	1,36	1,42	Bacia drenada para a Bacia nº 36		
37	1517+08,0	05º00'00"	0,429	42,9	0,63	4,7	0,34	3,5	17,2	0,286	40,224	44,469	47,191	5,68	6,28	6,67	BSCC	2,00 x 2,00	
37A	1531+00,0	-	0,051	5,1	0,35	6,20	0,35	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,83	0,91	0,95	Bacia drenada para a Bacia nº 37		
38	1585+12,0	30º00'00"	0,630	63,0	1,04	3,1	0,34	3,5	25,1	0,419	47,560	52,527	56,378	6,76	7,46	8,01	BSCC	2,00 x 2,00	
38A	1555+18,0	-	0,140	14,0	0,58	5,50	0,33	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	2,14	2,37	2,47	Bacia drenada para a Bacia nº 38		
39	1606+15,0	10º00'00"	1,827	182,7	1,53	2,9	0,33	3,5	38,2	0,636	55,620	61,381	66,473	14,65	16,16	17,50	BSCC	2,50 x 2,50	
40	1636+05,0	-10º00'00"	0,213	21,3	0,83	5,5	0,35	3,5	13,8	0,230	36,019	39,851	41,925	3,24	3,58	3,77	BSCC	1,50 x 1,50	
41	1666+01,0	45º00'00"	0,159	15,9	0,58	8,2	0,40	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	2,93	3,25	3,39	BSCC	1,50 x 1,50	
42	1692+03,0	30º00'00"	0,232	23,2	0,79	4,9	0,35	3,5	14,7	0,245	37,194	41,142	43,397	3,43	3,80	4,01	BSCC	1,50 x 1,50	
43	1726+08,0	30º00'00"	0,710	71,0	1,81	2,9	0,33	3,5	29,9	0,498	50,922	56,221	60,589	6,65	7,34	7,91	BSCC	2,00 x 2,00	
44	1769+10,50	-	2593,134	259313,4	110,59						Riacho da Volta-ver planilha de Cálculo pelo Método do SCS						1310,44	Extensão da ponte= 125 m	
45	1803+10,0	15º00'00"	0,132	13,2	0,65	2,3	0,32	3,5	16,1	0,269	38,989	43,113	45,644	1,71	1,89	2,00	BSTC	1,20	
46	1863+05,0	-15º00'00"	13,770	1377,0	6,10						Ver planilha de Cálculo pelo Método do SCS						43,79	BDCC	3,00 x 3,00
47	1890+14,0	0º0'0"	0,335	33,5	0,87	2,7	0,32	3,5	21,2	0,354	44,293	48,939	52,287	3,73	4,12	4,41	BSCC	1,50 x 1,50	
48	1922+18,0	-15º00'00"	0,252	25,2	0,63	2,4	0,32	3,5	19,3	0,321	42,435	46,899	49,961	2,96	3,27	3,49	BSCC	1,50 x 1,50	
48A	1973+00,0	-	0,390	39,0	1,02	0,75	0,27	3,5	38,3	0,638	55,680	61,447	66,547	2,55	2,82	3,05	Bacia drenada para a jusante da Bacia nº 48		
49	2089+00,0	45º00'00"	0,919	91,9	1,60	0,9	0,30	3,5	50,4	0,839	60,977	67,265	73,181	5,56	6,14	6,68	BSCC	2,00 x 2,00	
50	2106+01,0	30º00'00"	3,857	385,7	2,33	0,86	0,30	3,5	85,1	1,418	73,030	80,699	88,190	16,56	18,29	19,99	BDCC	2,00 x 2,00	
51	2217+17,0	15º00'00"	0,214	21,4	0,93	0,32	0,28	3,5	44,1	0,735	58,409	64,445	69,966	1,32	1,46	1,59	BSTC	1,00	
52	2330+10,0	30º00'00"	0,989	98,9	1,06	0,47	0,28	3,5	61,5	1,025	64,973	71,669	78,180	4,87	5,38	5,86	BSCC	2,00 x 2,00	
53	2407+00,0	30º00'00"	1,380	138,0	1,82	0,90	0,30	3,5	58,4	0,973	63,830	70,399	76,754	7,55	8,32	9,07	BSCC	2,00 x 2,00	

QUADRO DE DIMENSIONAMENTO - FERROVIA TRANSNORDESTINA (LOTE 3)

ESTUDOS HIDROLÓGICOS - MÉTODO RACIONAL

Nº Bacia	Estaca de Projeto (est+m)	Escondite (º)	Características da Bacia Hidrográfica				Precipitações (mm)				Vazão de Projeto (m³/s)			Bueiro de Projeto Ø ou b x h				
			Área		Talvegue Principal	Coeficientes da Bacia Hidrográfica		tc	50 anos		25 anos	100 anos	100 anos	50 anos	25 anos	100 anos	Tipo	Seção
			(km²)	(ha)		Comprimento (km)	Decliv. Média (%)		C	K								
54	2441+00,0	0º0'0"	1,336	133,6	1,74	0,42	0,30	3,5	77,4	1,290	70,678	78,063	85,268	6,10	6,74	7,36	BSCC	2,00 x 2,00
55	2495+10,0	30º00'00"	1,655	165,5	1,72	1,00	0,29	3,5	58,4	0,973	63,833	70,402	76,758	8,75	9,65	10,52	BSCC	2,00 x 2,00
56	2537+15,0	-45º00'00"	6,761	676,1	4,70	0,4	0,28	3,5	162,2	2,703	89,071	98,679	108,121	17,33	19,19	21,03	BDCC	2,00 x 2,00
57A	2758+00,0 A	-	89,422	8942,2	9,40													
57B	2758+00,0 B	-	636,866	63686,6	48,69													
58	2774+10,0	-30º00'00"	0,070	7,0	0,60	2,2	0,32	3,5	13,5	0,225	35,548	39,333	41,335	0,99	1,09	1,15	BSTC	1,00
58A	2810+00,0	-	0,063	6,3	0,47	2,80	0,33	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,96	1,06	1,11	Bacia drenada para a jusante da Bacia nº 58	
59	2830+19,0	10º00'00"	0,200	20,0	0,48	2,3	0,32	3,5	17,3	0,289	40,413	44,677	47,428	2,48	2,74	2,91	BSCC	1,50 x 1,50
60	2885+14,0	0º0'0"	0,460	46,0	0,89	1,8	0,31	3,5	27,9	0,465	49,567	54,732	58,892	4,22	4,66	5,01	BDTC	1,20
61	2941+01,0	15º00'00"	2,422	242,2	1,70	0,7	0,30	3,5	74,5	1,241	69,728	76,998	84,088	11,34	12,52	13,67	BSCC	2,50 x 2,50
61A	3000+00,0	-	0,575	57,5	0,86	0,40	0,26	3,5	53,4	0,891	62,121	68,522	74,614	2,90	3,20	3,48	Bacia drenada para a Bacia nº 61	
62	3037+10,0	-15º00'00"	1,133	113,3	1,65	0,7	0,30	3,5	61,4	1,024	64,945	71,637	78,144	5,99	6,60	7,20	BSCC	2,00 x 2,00
63	3112+17,0	15º00'00"	1,027	102,7	1,41	0,4	0,30	3,5	73,2	1,220	69,306	76,525	83,563	4,86	5,37	5,86	BSCC	2,00 x 2,00
64	3191+00,0	15º00'00"	0,339	33,9	0,61	0,8	0,30	3,5	31,7	0,529	52,072	57,484	62,029	2,78	3,07	3,31	BSCC	1,50 x 1,50
65	3224+10,0	0º0'0"	0,460	46,0	0,95	1,1	0,31	3,5	34,7	0,578	53,769	59,348	64,154	3,69	4,07	4,40	BSCC	1,50 x 1,50
66	3278+05,0	15º00'00"	0,093	9,3	0,44	1,6	0,31	3,5	15,5	0,259	38,261	42,313	44,733	1,18	1,31	1,39	BSTC	1,00
67	3344+12,0	-45º00'00"	6,998	699,8	4,03	1,4	0,31	3,5	94,7	1,578	75,695	83,687	91,502	28,90	31,95	34,94	BDCC	2,50 x 2,50
68	3412+13,0	45º00'00"	3,526	352,6	2,38	2,3	0,32	3,5	56,6	0,943	63,218	69,727	75,988	21,02	23,18	25,26	BSCC	3,00 x 3,00
68A	3463+00,0	-	0,051	5,1	0,30	3,30	0,33	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,78	0,86	0,90	Bacia drenada para a Bacia nº 67	
69	3571+05,0	0º0'0"	7,542	754,2	6,17	1,4	0,31	3,5	104,5	1,742	78,151	86,439	94,553	29,14	32,23	35,25	BDCC	2,50 x 2,50
70	3593+00,0	0º0'0"	0,384	38,4	0,90	1,0	0,31	3,5	32,9	0,548	52,739	58,217	62,865	3,18	3,52	3,80	BSCC	1,50 x 1,50
71	3615+00,0	0º0'0"	21,139	2113,9	6,46												BTCC	3,00 x 3,00
72	3807+00,0	0º0'0"	1,470	147,0	1,78	0,6	0,28	3,5	71,6	1,193	68,736	75,886	82,855	6,59	7,28	7,94	BSCC	2,00 x 2,00

QUADRO DE DIMENSIONAMENTO - FERROVIA TRANSNORDESTINA (LOTE 3)

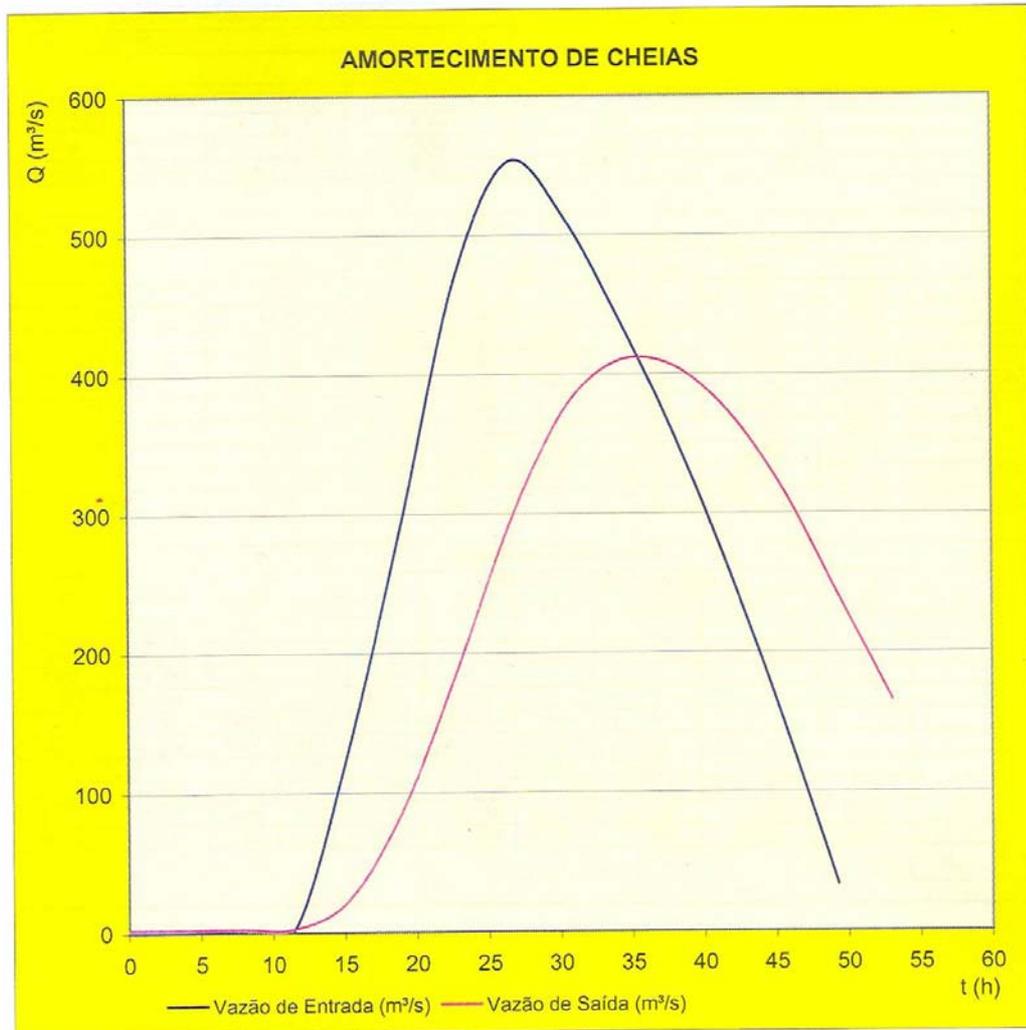
ESTUDOS HIDROLÓGICOS - MÉTODO RACIONAL

Nº Bacia	Estaca de Projeto (est+m)	Escondidade (º)	Características da Bacia Hidrográfica						Precipitações (mm)			Vazão de Projeto (m³/s)			Bueiro de Projeto Ø ou b x h			
			Área		Talvegue Principal		Coeficientes da Bacia Hidrográfica		tc			Projeto (m³/s)			Tipo	Seção		
			(km²)	(ha)	Comprimento (km)	Decliv. Média (%)	C	K	(min)	(h)	25 anos	50 anos	100 anos	25 anos			50 anos	100 anos
73	3836+03,0	0º0'0"	0,319	31,9	0,70	0,5	0,28	3,5	38,7	0,644	55,878	61,664	66,795	2,15	2,37	2,57	BSTC	1,20
74	3911+10,0	-15º00'00"	2,301	230,1	1,51	0,7	0,29	3,5	74,2	1,237	69,646	76,906	83,985	10,43	11,52	12,58	BSCC	2,50 x 2,50
75	3965+15,0	-15º00'00"	3,239	323,9	3,35	0,3	0,28	3,5	132,5	2,209	84,051	93,052	101,883	9,59	10,61	11,62	BSCC	2,50 x 2,50
76	4039+07,0	30º00'00"	6,529	652,9	5,38	0,2	0,28	3,5	199,5	3,324	94,208	104,438	114,504	14,39	15,95	17,49	BSCC	2,50 x 2,50
77	4239+15,0	45º00'00"	5,712	571,2	4,14	0,3	0,28	3,5	155,5	2,591	88,014	97,495	106,808	15,09	16,72	18,31	BSCC	2,50 x 2,50
78	4319+00,0	15º00'00"	0,795	79,5	1,25	0,8	0,29	3,5	49,1	0,819	60,492	66,732	72,573	4,73	5,22	5,68	BSCC	2,00 x 2,00
79	4379+05,0	0º0'0"	3,109	310,9	3,05	0,5	0,28	3,5	105,3	1,755	78,327	86,637	94,771	10,80	11,94	13,06	BSCC	2,50 x 2,50
80	4428+05,0	15º00'00"	1,111	111,1	1,96	0,5	0,28	3,5	69,7	1,161	68,070	75,139	82,027	5,06	5,59	6,10	BSCC	2,00 x 2,00
81	4468+12,0	25º00'00"	0,714	71,4	1,62	0,3	0,28	3,5	71,6	1,194	68,760	75,914	82,886	3,20	3,53	3,86	BSCC	1,50 x 1,50
82	4536+15,0	-15º00'00"	0,892	89,2	1,66	0,3	0,28	3,5	81,3	1,356	71,915	79,450	86,805	3,68	4,07	4,44	BSCC	1,50 x 1,50
82A	4568+00,0	-	0,039	3,9	0,25	2,00	0,32	3,5	12,0	0,200	33,299	36,862	38,518	0,58	0,64	0,67	Bacia drenada para a Bacia nº 82	
83	4659+00,0	-45º00'00"	1,886	188,6	1,65	0,9	0,30	3,5	62,3	1,038	65,280	72,013	78,561	9,88	10,90	11,90	BSCC	2,50 x 2,50
83A	4591+00,0	-	0,087	8,7	0,40	1,00	0,31	3,5	18,0	0,301	41,161	45,499	48,365	1,03	1,13	1,21	Bacia drenada para a Bacia nº 83	
84	4702+17,0	30º00'00"	0,685	68,5	1,21	1,2	0,31	3,5	38,4	0,639	55,728	61,500	66,608	5,14	5,67	6,14	BSCC	2,00 x 2,00
85	4758+12,0	0º0'0"	0,110	11,0	0,46	1,1	0,31	3,5	19,2	0,320	42,373	46,829	49,882	1,25	1,38	1,47	BSTC	1,00
86	4797+10,0	0º0'0"	0,180	18,0	0,63	1,2	0,31	3,5	23,2	0,387	46,058	50,877	54,497	1,85	2,04	2,19	BSTC	1,20
86A	4843+00,0	-	0,430	43,0	0,92	0,70	0,29	3,5	39,7	0,661	56,379	62,215	67,423	2,95	3,26	3,53	Bacia drenada para a Bacia nº 57B	

SIMULAÇÃO DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS																																																																	
<p>IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO</p> <p>Nome do Projeto: TRANSNORDESTINA Trecho: Parnamirim - Araripina Segmento: Entr PE-555 - Trindade Extensão: 112,6 km</p>	<p>DADOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO</p> <p>Área da bacia (km²): 636,87 Comprimento do Talvegue (km): 48,69 Declividade do Talvegue (%): 0,2766 Curva Número [CN - SCS]: 67 Coeficiente de escoamento Superficial [C]: 0,3 Coeficiente uso do solo DNOS [K]: 3,5</p>																																																																
<p>IDENTIFICAÇÃO DO RESERVATÓRIO</p> <p>Nome: Barragem Tamboril Localidade: Ouricuri/PE Coordenada E: 90 Coordenada N: 40</p>	<p>DADOS DO DESCARREGADOR DE FUNDO</p> <p>Cota da geratriz inferior interna (m): 441,76 Diâmetro (m): 0,5 Declividade da canalização (%): 0,2 Coeficiente de Rugosidade (-): 0,015 Coeficiente hidráulico do orifício (-): 0,61</p>																																																																
<p>DADOS INICIAIS</p> <p>Cota inicial para a simulação: 458,43</p>	<p>DADOS DO RESERVATÓRIO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>COTA (m)</th> <th>ÁREA (m²)</th> <th>VOLUME (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>441,76</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>2</td><td>445,00</td><td>670,022,00</td><td>1,085,435,04</td></tr> <tr><td>3</td><td>450,00</td><td>3,501,274,00</td><td>11,513,675,04</td></tr> <tr><td>4</td><td>455,00</td><td>8,060,934,00</td><td>40,419,195,64</td></tr> <tr><td>5</td><td>458,43</td><td>12,899,400,00</td><td>76,366,168,45</td></tr> <tr><td>6</td><td>460,00</td><td>15,114,098,00</td><td>98,356,764,38</td></tr> <tr><td>7</td><td>461,00</td><td>16,530,000,00</td><td>114,178,813,38</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Nº	COTA (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)	1	441,76	0,00	0,00	2	445,00	670,022,00	1,085,435,04	3	450,00	3,501,274,00	11,513,675,04	4	455,00	8,060,934,00	40,419,195,64	5	458,43	12,899,400,00	76,366,168,45	6	460,00	15,114,098,00	98,356,764,38	7	461,00	16,530,000,00	114,178,813,38	8				9				10				11				12				13				14				15			
Nº	COTA (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)																																																														
1	441,76	0,00	0,00																																																														
2	445,00	670,022,00	1,085,435,04																																																														
3	450,00	3,501,274,00	11,513,675,04																																																														
4	455,00	8,060,934,00	40,419,195,64																																																														
5	458,43	12,899,400,00	76,366,168,45																																																														
6	460,00	15,114,098,00	98,356,764,38																																																														
7	461,00	16,530,000,00	114,178,813,38																																																														
8																																																																	
9																																																																	
10																																																																	
11																																																																	
12																																																																	
13																																																																	
14																																																																	
15																																																																	
<p>DADOS DO VERTEDOR</p> <p>Cota da soleira (m): 458,43 Comprimento (m): 188,6 Coeficiente hidráulico (-): 1,831</p>																																																																	



RESULTADO DA SIMULAÇÃO						
n	t	Qe	Qs	Volume Res.	CotaNA	Δh
1	0,00	0,00	2,18	76.366.066	458,43	0,00
2	7,58	0,00	2,18	76.336.286	458,43	0,00
3	11,37	0,00	2,18	76.306.509	458,42	-0,01
4	15,16	126,92	21,70	77.009.524	458,48	0,05
5	18,95	291,34	84,77	79.136.888	458,63	0,20
6	22,74	468,30	184,06	82.485.756	458,87	0,44
7	26,53	552,58	293,88	86.190.320	459,13	0,70
8	30,33	513,11	374,29	88.902.649	459,33	0,90
9	34,12	440,47	408,78	90.066.019	459,41	0,98
10	37,91	356,93	405,40	89.951.515	459,40	0,97
11	41,70	260,23	372,82	88.852.622	459,32	0,89
12	45,49	151,93	316,71	86.960.114	459,19	0,76
13	49,28	33,25	241,29	84.416.296	459,00	0,57
14	53,07		165,69	81.866.291	458,82	0,39
Máximos		552,58	408,78	90.066.019	459,41	0,98



PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	est. 2758+00,0 B-Riacho do Capim Gros
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	636,870 km ²	K	3,5	tc (h)	18,954	tb (h)	35,426
		c	0,30	tp (h)	13,268	Dt (h)	3,791
TALVEGUE	48,690 km	i (%)	0,2766	tr (h)	22,158	qp (m³/s)	99,840

PRECIPITAÇÃO EFETIVA		CN = 67						TR: 100 anos	
Dt (h)	m (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	DP' (mm)	DP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	DPe (mm)	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
3,791	28,526	118,559	101,888	101,888	4,838	4,838	0,000	0,000	
7,582	57,052	139,961	120,281	18,393	7,634	12,471	0,000	0,000	
11,373	85,578	152,480	131,039	10,759	10,759	23,230	0,000	0,000	
15,164	91,300	161,362	138,673	7,634	101,888	125,118	44,491	44,491	
18,954	74,218	168,252	144,594	5,921	18,393	143,511	57,636	13,145	
22,745	57,137	173,882	149,432	4,838	5,921	149,432	62,033	4,396	
26,536	40,056	178,641	153,522	4,090	4,090	153,522	65,111	3,079	
30,327	22,974	182,764	157,066	3,543	3,543	157,066	67,804	2,693	
34,118	5,893	186,401	160,191	3,125	3,125	160,191	70,199	2,394	

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	m (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	44,491	13,145	4,396	3,079	2,693	2,394		
0,000	0,000	0,000										0,000
3,791	28,526	0,000	0,000									0,000
7,582	57,052	0,000	0,000	0,000								0,000
11,373	85,578	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
15,164	91,300	0,000	0,000	0,000	1269,150	0,000						126,915
18,954	74,218	0,000	0,000	0,000	2538,299	374,974	0,000					291,327
22,745	57,137	0,000	0,000	0,000	3807,449	749,949	125,410	0,000				468,281
26,536	40,056	0,000	0,000	0,000	4062,038	1124,923	250,821	87,821	0,000			552,560
30,327	22,974	0,000	0,000	0,000	3302,069	1200,142	376,231	175,643	76,816	0,000		513,090
34,118	5,893	0,000	0,000	0,000	2542,099	975,607	401,388	263,464	153,633	68,305		440,450
										Q_{MÁX}		552,560

PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	est. 2758+00,0 A-Riacho do Capim Gros
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	89,422 km ²	K	3,5	tc (h)	8,800	tb (h)	16,448
		c	0,30	tp (h)	6,160	Dt (h)	1,760
TALVEGUE	9,400 km	i (%)	0,1898	tr (h)	10,288	qp (m³/s)	30,193

PRECIPITAÇÃO EFETIVA								
CN = 67								
TR: 100 anos								
Dt (h)	m (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	DP' (mm)	DP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	DPe (mm)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,760	8,627	94,870	89,618	89,618	5,318	5,318	0,000	0,000
3,520	17,253	116,271	109,836	20,217	8,391	13,709	0,000	0,000
5,280	25,880	128,791	121,662	11,826	11,826	25,535	0,000	0,000
7,040	27,610	137,673	130,053	8,391	89,618	115,154	37,744	37,744
8,800	22,444	144,563	136,561	6,508	20,217	135,371	51,717	13,974
10,561	17,279	150,192	141,879	5,318	6,508	141,879	56,438	4,720
12,321	12,113	154,952	146,375	4,496	4,496	146,375	59,754	3,316
14,081	6,948	159,075	150,270	3,895	3,895	150,270	62,661	2,907
15,841	1,782	162,712	153,706	3,435	3,435	153,706	65,250	2,589

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	m (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	37,744	13,974	4,720	3,316	2,907	2,589		
0,000	0,000	0,000										0,000
1,760	8,627	0,000	0,000									0,000
3,520	17,253	0,000	0,000	0,000								0,000
5,280	25,880	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
7,040	27,610	0,000	0,000	0,000	325,598	0,000						32,560
8,800	22,444	0,000	0,000	0,000	651,196	120,543	0,000					77,174
10,561	17,279	0,000	0,000	0,000	976,794	241,085	40,721	0,000				125,860
12,321	12,113	0,000	0,000	0,000	1042,108	361,628	81,443	28,607	0,000			151,379
14,081	6,948	0,000	0,000	0,000	847,140	385,809	122,164	57,213	25,076	0,000		143,740
15,841	1,782	0,000	0,000	0,000	652,171	313,627	130,332	85,820	50,151	22,335		125,444
											Q_{MÁX}	151,379

PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	est. -1+00 - Ramo A
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	18,041 km ²	K	3,5	tc (h)	3,132	tb (h)	5,853
		c	0,30	tp (h)	2,192	Dt (h)	0,626
TALVEGUE	6,690 km	i (%)	0,6379	tr (h)	3,661	qp (m³/s)	17,118

PRECIPITAÇÃO EFETIVA								
CN = 67								
TR: 50 anos								
Dt (h)	m (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	DP' (mm)	DP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	DPe (mm)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,626	4,891	61,060	61,060	61,060	5,078	5,078	0,000	0,000
1,253	9,782	77,252	77,252	16,192	8,013	13,092	0,000	0,000
1,879	14,672	88,546	88,546	11,294	11,294	24,385	0,000	0,000
2,505	15,653	96,559	96,559	8,013	61,060	85,445	0,000	0,000
3,132	12,725	102,775	102,775	6,215	16,192	101,638	29,100	29,100
3,758	9,796	107,853	107,853	5,078	6,215	107,853	32,996	3,896
4,384	6,868	112,147	112,147	4,294	4,294	112,147	35,767	2,771
5,011	3,939	115,866	115,866	3,719	3,719	115,866	38,217	2,449
5,637	1,010	119,147	119,147	3,281	3,281	119,147	40,413	2,196

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	m (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	0,000	29,100	3,896	2,771	2,449	2,196		
0,000	0,000	0,000										0,000
0,626	4,891	0,000	0,000									0,000
1,253	9,782	0,000	0,000	0,000								0,000
1,879	14,672	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
2,505	15,653	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						0,000
3,132	12,725	0,000	0,000	0,000	0,000	142,323	0,000					14,232
3,758	9,796	0,000	0,000	0,000	0,000	284,646	19,056	0,000				30,370
4,384	6,868	0,000	0,000	0,000	0,000	426,969	38,112	13,552	0,000			47,863
5,011	3,939	0,000	0,000	0,000	0,000	455,518	57,168	27,104	11,979	0,000		55,177
5,637	1,010	0,000	0,000	0,000	0,000	370,295	60,990	40,656	23,957	10,741		50,664
											Q_{MÁX}	55,177

PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	km 697+00,0-Riacho da Favela
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	79,521 km ²	K	3,5	tc (h)	7,056	tb (h)	13,189
		c	0,30	tp (h)	4,940	Dt (h)	1,411
TALVEGUE	18,400 km	i (%)	0,4223	tr (h)	8,249	qp (m³/s)	33,486

PRECIPITAÇÃO EFETIVA								
CN = 67								
TR: 100 anos								
Dt (h)	m (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	DP' (mm)	DP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	DPe (mm)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,411	9,567	88,050	83,625	83,625	5,347	5,347	0,000	0,000
2,823	19,135	109,452	103,951	20,326	8,436	13,783	0,000	0,000
4,234	28,702	121,971	115,842	11,890	11,890	25,673	0,000	0,000
5,645	30,621	130,854	124,278	8,436	83,625	109,298	33,922	33,922
7,056	24,892	137,744	130,821	6,544	20,326	129,624	47,634	13,712
8,468	19,163	143,373	136,168	5,347	6,544	136,168	52,290	4,656
9,879	13,434	148,133	140,688	4,520	4,520	140,688	55,567	3,277
11,290	7,705	152,256	144,604	3,916	3,916	144,604	58,442	2,875
12,702	1,976	155,892	148,058	3,454	3,454	148,058	61,006	2,564

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	m (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	33,922	13,712	4,656	3,277	2,875	2,564		
0,000	0,000	0,000										0,000
1,411	9,567	0,000	0,000									0,000
2,823	19,135	0,000	0,000	0,000								0,000
4,234	28,702	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
5,645	30,621	0,000	0,000	0,000	324,543	0,000						32,454
7,056	24,892	0,000	0,000	0,000	649,087	131,187	0,000					78,027
8,468	19,163	0,000	0,000	0,000	973,630	262,374	44,550	0,000				128,055
9,879	13,434	0,000	0,000	0,000	1038,733	393,561	89,100	31,349	0,000			155,274
11,290	7,705	0,000	0,000	0,000	844,396	419,877	133,649	62,698	27,511	0,000		148,813
12,702	1,976	0,000	0,000	0,000	650,059	341,322	142,586	94,046	55,022	24,527		130,756
										Q_{MÁX}		155,274

PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	est 916+00,0-Riacho da Garça ou Logradouro
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	481,954 km ²	K	3,5	tc (h)	19,600	tb (h)	36,633
		c	0,30	tp (h)	13,720	Dt (h)	3,920
TALVEGUE	40,070 km	i (%)	0,1872	tr (h)	22,913	qp (m³/s)	73,064

PRECIPITAÇÃO EFETIVA								
CN = 67								
TR: 100 anos								
Dt (h)	m (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	DP' (mm)	DP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	DPe (mm)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3,920	20,875	119,594	104,225	104,225	4,906	4,906	0,000	0,000
7,840	41,751	140,995	122,877	18,652	7,741	12,647	0,000	0,000
11,760	62,626	153,515	133,787	10,910	10,910	23,558	0,000	0,000
15,680	66,814	162,397	141,528	7,741	104,225	127,783	46,343	46,343
19,600	54,314	169,287	147,533	6,004	18,652	146,434	59,798	13,455
23,521	41,813	174,917	152,439	4,906	6,004	152,439	64,292	4,495
27,441	29,313	179,676	156,587	4,148	4,148	156,587	67,439	3,146
31,361	16,813	183,799	160,180	3,593	3,593	160,180	70,190	2,751
35,281	4,313	187,436	163,349	3,169	3,169	163,349	72,636	2,446

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	m (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	46,343	13,455	4,495	3,146	2,751	2,446		
0,000	0,000	0,000										0,000
3,920	20,875	0,000	0,000									0,000
7,840	41,751	0,000	0,000	0,000								0,000
11,760	62,626	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
15,680	66,814	0,000	0,000	0,000	967,430	0,000						96,743
19,600	54,314	0,000	0,000	0,000	1934,860	280,876	0,000					221,574
23,521	41,813	0,000	0,000	0,000	2902,289	561,751	93,832	0,000				355,787
27,441	29,313	0,000	0,000	0,000	3096,355	842,627	187,663	65,681	0,000			419,233
31,361	16,813	0,000	0,000	0,000	2517,055	898,970	281,495	131,363	57,435	0,000		388,632
35,281	4,313	0,000	0,000	0,000	1937,756	730,781	300,318	197,044	114,869	51,059		333,183
											Q_{MÁX}	419,233

PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DSSCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	estaca 1360+03,0
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	12,104 km ²	K	3,5	tc (h)	2,601	tb (h)	4,862
		c	0,30	tp (h)	1,821	Δt (h)	0,520
TALVEGUE	5,860 km	i (%)	0,7039	tr (h)	3,041	qp (m³/s)	13,826

PRECIPITAÇÃO EFETIVA								
CN = 67								
TR: 50 anos								
Δt (h)	μ (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	ΔP' (mm)	ΔP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	ΔPe (mm)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,520	3,950	57,127	57,127	57,127	5,078	5,078	0,000	0,000
1,041	7,901	72,083	72,083	14,957	8,013	13,092	0,000	0,000
1,561	11,851	83,377	83,377	11,294	11,294	24,385	0,000	0,000
2,081	12,644	91,390	91,390	8,013	57,127	81,512	0,000	0,000
2,601	10,278	97,606	97,606	6,215	14,957	96,469	25,972	25,972
3,122	7,913	102,684	102,684	5,078	6,215	102,684	29,746	3,775
3,642	5,547	106,978	106,978	4,294	4,294	106,978	32,439	2,693
4,162	3,182	110,697	110,697	3,719	3,719	110,697	34,825	2,386
4,682	0,816	113,978	113,978	3,281	3,281	113,978	36,968	2,143

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	μ (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	0,000	25,972	3,775	2,693	2,386	2,143		
0,000	0,000	0,000										0,000
0,520	3,950	0,000	0,000									0,000
1,041	7,901	0,000	0,000	0,000								0,000
1,561	11,851	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
2,081	12,644	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						0,000
2,601	10,278	0,000	0,000	0,000	0,000	102,598	0,000					10,260
3,122	7,913	0,000	0,000	0,000	0,000	205,196	14,911	0,000				22,011
3,642	5,547	0,000	0,000	0,000	0,000	307,795	29,822	10,639	0,000			34,826
4,162	3,182	0,000	0,000	0,000	0,000	328,376	44,734	21,278	9,424	0,000		40,381
4,682	0,816	0,000	0,000	0,000	0,000	266,940	47,725	31,917	18,848	8,465		37,389
										Q_{MAX}		40,381

PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	est 1769+10,50 - Riacho da Volta
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	2593,134 km ²	K	3,5	tc (h)	34,179	tb (h)	63,881
		c	0,30	tp (h)	23,925	Dt (h)	6,836
TALVEGUE	110,586 km	i (%)	0,2736	tr (h)	39,955	qp (m³/s)	225,440

PRECIPITAÇÃO EFETIVA								
CN = 67								
TR: 100 anos								
Dt (h)	m (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	DP' (mm)	DP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	DPe (mm)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6,836	64,411	136,763	109,193	109,193	4,495	4,495	0,000	0,000
13,672	128,823	158,165	126,280	17,087	7,092	11,587	0,000	0,000
20,507	193,234	170,684	136,276	9,996	9,996	21,582	0,000	0,000
27,343	206,155	179,566	143,368	7,092	109,193	130,775	48,445	48,445
34,179	167,585	186,456	148,869	5,501	17,087	147,862	60,860	12,415
41,015	129,016	192,086	153,363	4,495	5,501	153,363	64,991	4,131
47,851	90,446	196,845	157,164	3,800	3,800	157,164	67,879	2,888
54,686	51,876	200,968	160,455	3,292	3,292	160,455	70,402	2,523
61,522	13,307	204,605	163,359	2,904	2,904	163,359	72,644	2,241

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	m (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	48,445	12,415	4,131	2,888	2,523	2,241		
0,000	0,000	0,000										0,000
6,836	64,411	0,000	0,000									0,000
13,672	128,823	0,000	0,000	0,000								0,000
20,507	193,234	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
27,343	206,155	0,000	0,000	0,000	3120,403	0,000						312,040
34,179	167,585	0,000	0,000	0,000	6240,806	799,685	0,000					704,049
41,015	129,016	0,000	0,000	0,000	9361,209	1599,371	266,076	0,000				1122,666
47,851	90,446	0,000	0,000	0,000	9987,158	2399,056	532,152	186,013	0,000			1310,438
54,686	51,876	0,000	0,000	0,000	8118,653	2559,472	798,227	372,026	162,517	0,000		1201,090
61,522	13,307	0,000	0,000	0,000	6250,148	2080,619	851,602	558,039	325,035	144,377		1020,982
										Q_{MÁX}		1310,438

PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	estaca 1863+05,0
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	13,770 km ²	K	3,5	tc (h)	2,887	tb (h)	5,396
		c	0,30	tp (h)	2,021	Dt (h)	0,577
TALVEGUE	6,100 km	i (%)	0,6095	tr (h)	3,375	qp (m³/s)	14,172

PRECIPITAÇÃO EFETIVA		CN = 67						TR: 50 anos	
Dt (h)	m (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	DP' (mm)	DP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	DPe (mm)	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,577	4,049	59,337	59,337	59,337	5,078	5,078	0,000	0,000	
1,155	8,098	74,988	74,988	15,651	8,013	13,092	0,000	0,000	
1,732	12,147	86,282	86,282	11,294	11,294	24,385	0,000	0,000	
2,310	12,959	94,295	94,295	8,013	59,337	83,723	0,000	0,000	
2,887	10,535	100,511	100,511	6,215	15,651	99,373	27,717	27,717	
3,465	8,110	105,589	105,589	5,078	6,215	105,589	31,561	3,844	
4,042	5,686	109,883	109,883	4,294	4,294	109,883	34,298	2,738	
4,620	3,261	113,602	113,602	3,719	3,719	113,602	36,720	2,422	
5,197	0,836	116,883	116,883	3,281	3,281	116,883	38,894	2,173	

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	m (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	0,000	27,717	3,844	2,738	2,422	2,173		
0,000	0,000	0,000										0,000
0,577	4,049	0,000	0,000									0,000
1,155	8,098	0,000	0,000	0,000								0,000
1,732	12,147	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
2,310	12,959	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						0,000
2,887	10,535	0,000	0,000	0,000	0,000	112,227	0,000					11,223
3,465	8,110	0,000	0,000	0,000	0,000	224,454	15,565	0,000				24,002
4,042	5,686	0,000	0,000	0,000	0,000	336,681	31,130	11,085	0,000			37,890
4,620	3,261	0,000	0,000	0,000	0,000	359,193	46,695	22,169	9,807	0,000		43,786
5,197	0,836	0,000	0,000	0,000	0,000	291,991	49,818	33,254	19,613	8,800		40,348
										Q_{MÁX}		43,786

PLANILHA DE CÁLCULO PARA A VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

FERROVIA	TRANSNORDESTINA (PERNAMBUCO)	LOCALIZAÇÃO	estaca 3615+00,0
TRECHO	ARARIPINA - PARNAMIRIM (LOTE 3)	POSTO PLUVIOMÉTRICO	AÇUDE ENG.º CAMACHO
CIDADE	OURICURI		

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS				ELEMENTOS CALCULADOS			
ÁREA DA BACIA	21,139 km ²	K	3,5	tc (h)	3,735	tb (h)	6,980
		c	0,30	tp (h)	2,614	Dt (h)	0,747
TALVEGUE	6,460 km	i (%)	0,4546	tr (h)	4,366	qp (m³/s)	16,819

PRECIPITAÇÃO EFETIVA								
CN = 67								
TR: 50 anos								
Dt (h)	m (ti)m ³ /s	P (mm)	P' (mm)	DP' (mm)	DP' Rearranjado (mm)	P' Rearranjado (mm)	Pe (mm)	DPe (mm)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,747	4,806	64,792	64,792	64,792	5,078	5,078	0,000	0,000
1,494	9,611	82,156	82,156	17,364	8,013	13,092	0,000	0,000
2,241	14,417	93,450	93,450	11,294	11,294	24,385	0,000	0,000
2,988	15,380	101,463	101,463	8,013	64,792	89,177	0,000	0,000
3,735	12,503	107,679	107,679	6,215	17,364	106,542	32,163	32,163
4,482	9,625	112,757	112,757	5,078	6,215	112,757	36,166	4,003
5,228	6,748	117,051	117,051	4,294	4,294	117,051	39,006	2,840
5,975	3,870	120,770	120,770	3,719	3,719	120,770	41,511	2,505
6,722	0,993	124,051	124,051	3,281	3,281	124,051	43,755	2,243

HIDROGRAMA DO PROJETO												
t (h)	m (ti)m ³ /s	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)										Q (m ³ /s)
		0,000	0,000	0,000	0,000	32,163	4,003	2,840	2,505	2,243		
0,000	0,000	0,000										0,000
0,747	4,806	0,000	0,000									0,000
1,494	9,611	0,000	0,000	0,000								0,000
2,241	14,417	0,000	0,000	0,000	0,000							0,000
2,988	15,380	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						0,000
3,735	12,503	0,000	0,000	0,000	0,000	154,558	0,000					15,456
4,482	9,625	0,000	0,000	0,000	0,000	309,117	19,239	0,000				32,836
5,228	6,748	0,000	0,000	0,000	0,000	463,675	38,478	13,646	0,000			51,580
5,975	3,870	0,000	0,000	0,000	0,000	494,680	57,716	27,292	12,040	0,000		59,173
6,722	0,993	0,000	0,000	0,000	0,000	402,130	61,576	40,938	24,080	10,781		53,950
										Q_{MÁX}		59,173



3.2. ESTUDOS GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS



3.2. ESTUDOS GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS

3.2.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

3.2.1.1 CLIMA

Dentre as características fisiográficas de uma dada região, o clima constitui-se numa das mais relevantes. 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. Raramente a umidade proveniente do Oceano Atlântico consegue penetrar a região com intensidade suficiente para provocar chuvas. Geralmente o que se observa é o domínio das altas pressões atmosféricas, ocasionadas pela dinâmica da circulação atmosférica em macro-escala.

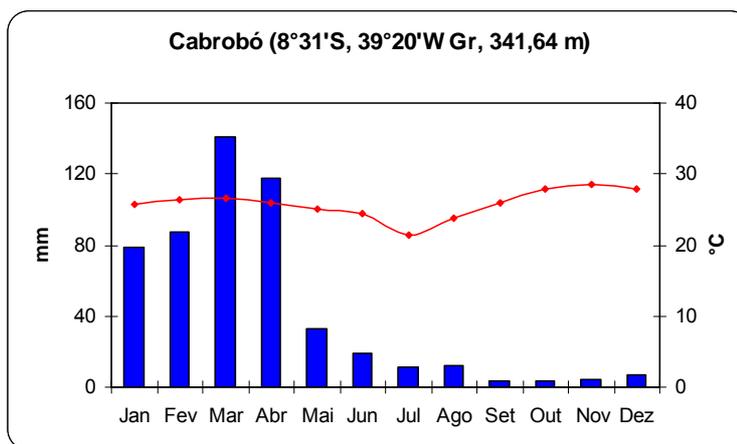
A área do empreendimento permanece todo o ano sob a ação do anticiclone do Atlântico Sul, responsável pelo tempo estável. É o ar dos alísios de SE que predomina em toda a área ao longo do ano, associado a massa de ar tropical marítima. Outro sistema de circulação atmosférica que atinge a área é a Convergência Intertropical (CIT), trazendo a influência da massa de ar continental equatorial. Este sistema (CIT) predomina ao sul da linha do equador durante os meses de verão, podendo provocar alguma instabilidade neste período do ano. As chuvas de verão geralmente são torrenciais, ocasionando muitas vezes o desencadeamento de processos erosivos.

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 28,5°C de temperatura média no mês de novembro. O mês mais frio é julho, quando a temperatura média atinge 21,4°C. As temperaturas mais elevadas não são observadas no verão devido a cobertura de nuvens ser mais intensa nesta época do ano, quando a atuação da massa de ar marítima tropical é mais intensa no continente. As temperaturas médias das máximas na área são da ordem de 27 a 33,7°C, e as médias das mínimas de 19,2 a 22,7 °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.

A Estepe compreende as formações xerófitas lenhosas decíduas, em geral espinhosas, entremeadas de plantas suculentas, com tapete herbáceo estacional. Tem como características dominantes as folhas pequenas, muitas vezes providas de espinhos e umas poucas plantas com órgãos de reserva subterrâneos. É demarcada por longo período seco, às vezes com chuvas torrenciais eventuais. Sua composição florística é heterogênea, mas apresenta um certo número de dominantes arbóreos típicos que se repetem freqüentemente (aroeira e braúna).



A cobertura vegetal de Estepe onde predominam as atividades agrícolas se distribui em quase toda a área, principalmente no setor noroeste do trecho. A Estepe Arbórea Aberta se caracteriza pela presença de árvores e arvoretas (scrub) de alturas variáveis, esparsamente distribuídas, entremeadas de plantas suculentas em forma de candelabro, sobre um estrato herbáceo estacional.

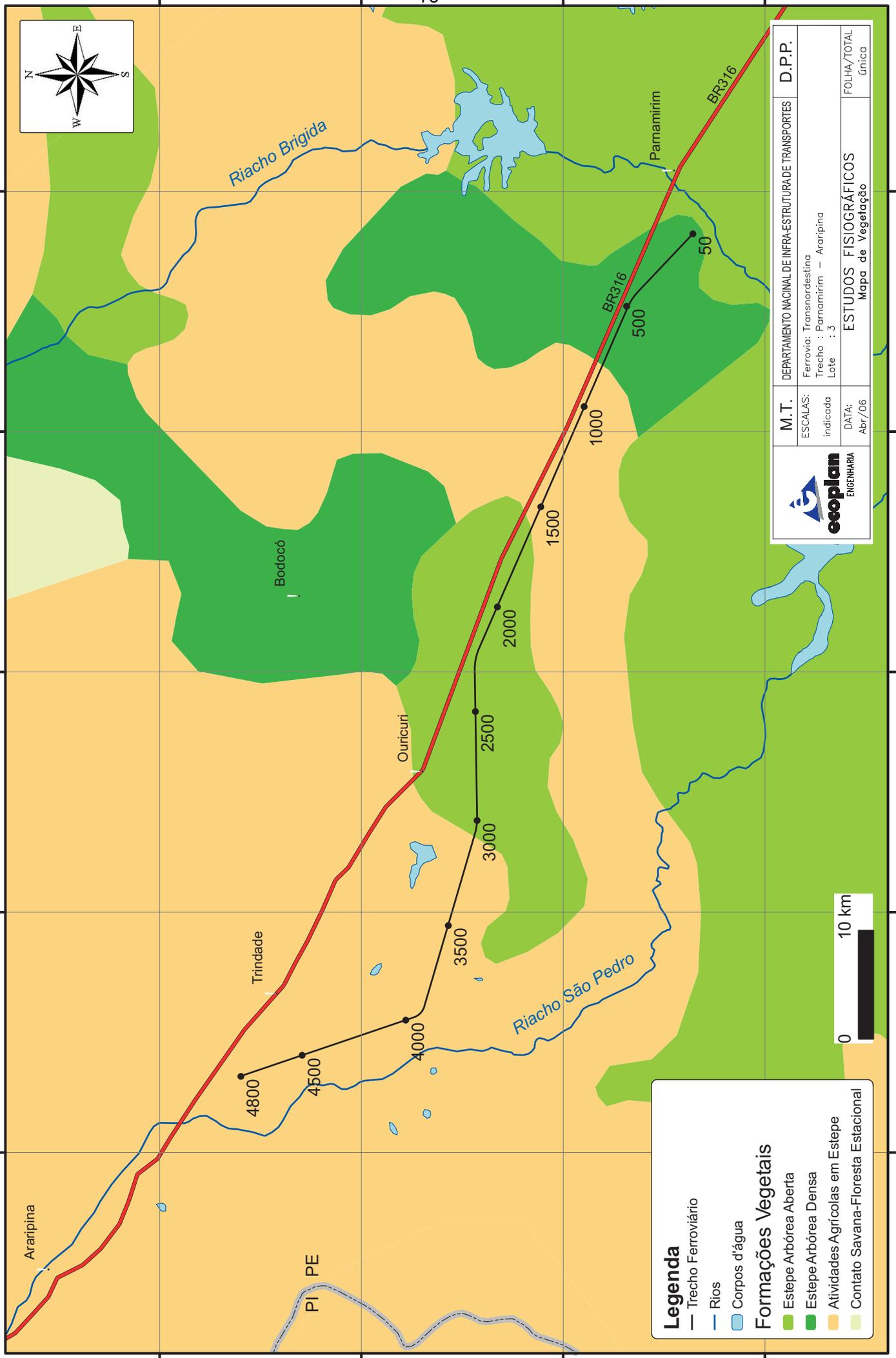
A cobertura de Estepe Arbórea Densa fica situada no entorno de Bodocó. Esta é menos expressiva que a supracitada, cobrindo também uma porção no sudeste da área próximo a Parnamirim. É uma formação arbórea baixa das áreas residuais do pediplano nordestino. Apresenta uma fisionomia constituída por árvores com altura em torno de 8 a 10 m, densamente distribuídas. Um estrato de scrub, espinhoso, perene e outro herbáceo de plantas anuais.

A área de Contato Savana-Floresta Estacional se caracteriza pela presença de uma vegetação xeromórfica, compreendendo um estrato herbáceo ecologicamente dominante e fisionomias diversas, de arbórea densa a gramíneo-lenhosa. Esta área de contato identificada na área do empreendimento apresenta-se sob forma de enclave, e ocorrem na toda a região. Essas áreas são áreas de tensão ecológica. A cobertura vegetal predominante na área do empreendimento pode ser visualizada no mapa de vegetação apresentado a seguir.

S.007.2 S.005.2 73 S.00.8 S.001.8



39°36'0"W 39°48'0"W 40°00'0"W 40°12'0"W 40°24'0"W



	M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
	ESCALAS:	Ferrovia: Transnordestina	
	indicada	Trecho : Parnamirim – Araripina	
		Lote : 3	
		DATA:	
		Abr/06	
		ESTUDOS FISIográfICOS	FOLHA/TOTAL
		Mapa de Vegetação	Única

39°36'0"W 39°48'0"W 40°00'0"W 40°12'0"W 40°24'0"W

Legenda

- Trecho Ferroviário
- Rios
- Corpos d'água

Formações Vegetais

- Estepe Arbórea Aberta
- Estepe Arbórea Densa
- Atividades Agrícolas em Estepe
- Contato Savana-Floresta Estacional

7°40'0"S 7°50'0"S 8°00'0"S 8°10'0"S



3.2.1.3 GEOMORFOLOGIA

Geomorfologicamente a área do empreendimento está situada na unidade chamada de Depressão Sertaneja. A Depressão Sertaneja bordejada a 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 trecho referente ao empreendimento traspasa a unidade geomorfológica da Depressão Sertaneja de modo que se encontra no contexto de três situações distintas.

Uma delas, a mais expressiva em termos de extensão, é a predominância da presença de formas tabulares, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales de fundo plano. Esta área pode ser visualizada no mapa altimétrico na área onde as altitudes variam de 301 a 500 m, abrangendo as sedes municipais de Parnamirim, Bodocó e Ouricuri.

Ocorre também a presença de formas erosivas como superfícies pediplanadas elaboradas por processos de pediplanação. Estes relevos ocorrem também nas áreas onde as altitudes variam de 301 a 500 m.

Em menor proporção também ocorre a presença de formas aguçadas. São relevos de topo contínuo, com diferentes ordens de grandezas e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales em “V”. Estes relevos de topos aguçados ocorrem no entorno de Trindade, onde as altitudes atingem os 600 m.

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

As áreas mais elevadas são aquelas que apresentam os relevos de topo aguçado, ficando as áreas menos elevadas nas áreas onde predominam os relevos de características pediplanadas. Esta unidade geomorfológica também se caracteriza pela deficiência hídrica, sendo totalmente inserida no domínio do clima semi-árido, conforme visto no item climatologia. Destaca-se que nesta região predominam os processos de intemperismo físico, e os processos erosivos são desencadeados pelas águas de escoamento superficial, principalmente na ocorrência das ocasionais chuvas torrenciais.

Apresenta-se na seqüência mapa altimétrico da área do empreendimento.

S.007.2

S.009.2

S.00.8

S.001.8

75



Riacho Brigida

Pamamirim

BR316

BR316

500

1000

1500

2000

2500

3000

3500

4000

4500

4800

Bodocó

Ouricuri

Trindade

Riacho São Pedro

Aranjina

S.007.2

S.009.2

S.00.8

S.001.8

39°36'0"W

39°48'0"W

40°0'0"W

40°12'0"W

40°24'0"W

40°36'0"W

39°36'0"W

39°48'0"W

40°0'0"W

40°12'0"W

40°24'0"W

40°36'0"W

	M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
	ESCALAS:	Ferrovia: Transnordestina	
	indicada	Trecho : Pamamirim - Aranjina	
		Lote : 3	
	DATA:	ESTUDOS FISIOGRAFICOS	
	Abr/06	Mapa Altimétrico	
		FOLHA/TOTAL Única	

Legenda

- Trecho Ferroviário
- Rios
- Corpos d'água

Altimetria (m)

- 137 - 200
- 201 - 300
- 301 - 400
- 401 - 500
- 501 - 600
- 601 - 700
- 701 - 800
- 801 - 900
- 901 - 1.000
- 1.001 - 1.100





3.2.2 CARACTERIZAÇÃO DA GEOLOGIA LOCAL

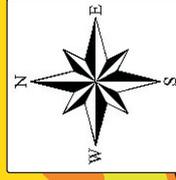
Na área do empreendimento ocorrem formações litológicas diversificadas. Ocorrem na região rochas metamórficas e ígneas da Província Borborema, e sedimentos inconsolidados do Cenozóico, ocorrendo a presença de cascalhos, arenitos, anfíbolitos, siltitos, gnaisses, granitos, migmatitos e laterita. As características 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.

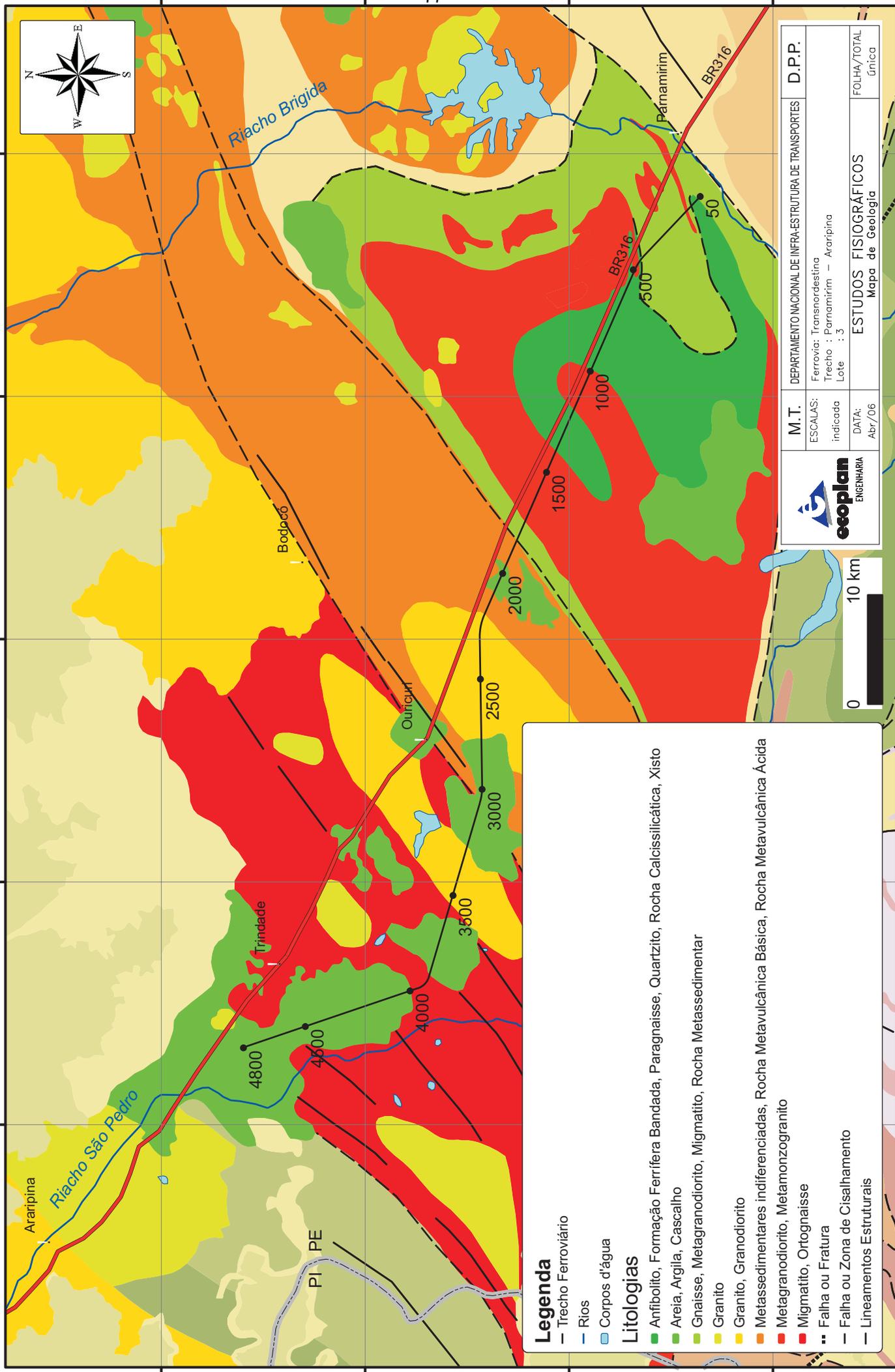
3.2.3 ASPETOS GEOLÓGICOS DO TRECHO

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.

S.0,07.2 S.0,05.2 77 S.0,0.8 S.0,01.8



39°36'0"W 39°48'0"W 40°00'0"W 40°12'0"W 40°24'0"W



M.T.		D.P.P.	
ESCALAS: indicada		Ferrovia: Transnordestina	
Trecho : Parnamirim - Araripina		Lote : 3	
DATA: Abr/06		ESTUDOS FISIográficos Mapa de Geologia	
		FOLHA/TOTAL Única	



Legenda

- Trecho Ferroviário
- Rios
- Corpos d'água

Litologias

- Anfibolito, Formação Ferrifeira Bandada, Paragneisse, Quartzito, Rocha Calcissilicática, Xisto
- Areia, Argila, Cascalho
- Gnaisse, Metagranodiorito, Migmatito, Rocha Metassedimentar
- Granito
- Granito, Granodiorito
- Metassedimentares indiferenciadas, Rocha Metavulcânica Básica, Rocha Metavulcânica Ácida
- Metagranodiorito, Metamonzogranito
- Migmatito, Ortogneisse
- Falha ou Fratura
- Falha ou Zona de Cisalhamento
- Lineamentos Estruturais

7°40'0"S 7°50'0"S 8°00'0"S 8°10'0"S

39°36'0"W 39°48'0"W 40°00'0"W 40°12'0"W 40°24'0"W



3.2.4 ERODIBILIDADE DOS SOLOS

Na área do empreendimento predominam os Latossolos, mas também ocorrem Regossolos (no setor norte do trecho), e solos Brunos (no setor sul). Regionalmente existe também a presença de solos Podzólicos e Litólicos.

Os Latossolos compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico, caracterizado pelo avançado estágio de intemperismo, resultando na predominância de minerais de argila e eseqüióxidos na composição da fração mineral coloidal, enquanto a composição mineralógica revela maior conteúdo de quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo.

Sendo relativamente alto ao grau de estabilidade dos agregados argilosos, o conteúdo de argila natural na composição granulométrica dos solos desta classe apresenta baixos valores, propiciando a estes solos um elevado grau de floculação e, conseqüentemente, maior permeabilidade.

A baixa quantidade de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo faz com que estes solos sejam pobres em sua composição mineralógica, sob o ponto de vista de reserva potencial de nutrientes para plantas.

Trata-se de modo geral, de solos profundos, fortemente drenados, bastante porosos e com características físicas que são favoráveis ao desenvolvimento das raízes das plantas.

A classe dos solos Podzólicos é caracterizada por solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural, com significativa diferença de textura entre os horizontes A e Bt. Esta classe normalmente apresenta quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes.

A classe dos solos Bruno Não Cálcicos é caracterizada por solos não minerais, não hidromórficos, tem horizonte B textural, apresentam em sua constituição mineralógica elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, que se tornam fontes de nutrientes. Têm argila de atividade alta, altos valores de saturação e soma de bases, caracterizando-os como sendo de alta fertilidade natural. Quanto a acidez, têm reação moderadamente ácida a praticamente neutra, ocorrendo também solos com reação moderadamente alcalina.

Estes solos são, de modo geral, medianamente profundos a rasos. Têm descontinuidade litológica entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, estando estes na seqüência A, Bt e C, tendo mudança textural abrupta do horizonte A para o horizonte Bt.

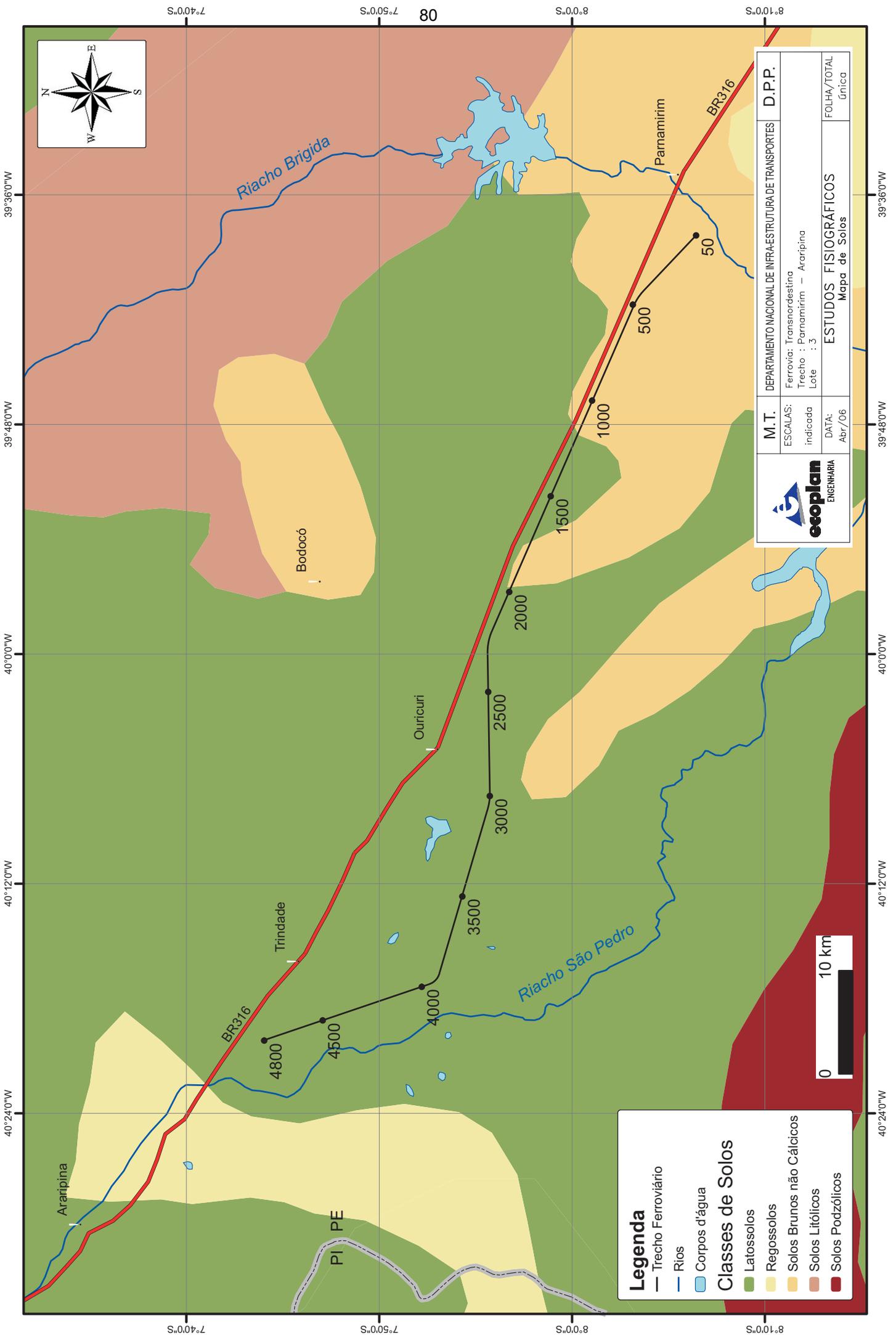
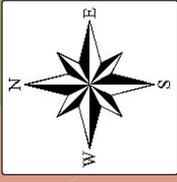


Nas áreas onde ocorre este tipo de solo, observa-se com frequência, presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus e às vezes matacões. Estes solos são bastante susceptíveis a erosão.

Os Regossolos são solos normalmente arenosos, pouco desenvolvidos, não hidromórficos, com horizontes na seqüência A e C, podendo ou não apresentar fragipan logo acima da rocha. São profundos a moderadamente profundos, porosos, moderada a excessivamente drenados, estando esta característica em função da profundidade em que se encontram o fragipan e a rocha.

As características destas classes de solos, associadas ao clima semi-árido predominante na área, indicam que os mesmos apresentam uma certa fragilidade, sendo susceptíveis à erosão.

As classes de solos presentes na área do empreendimento podem ser observadas no mapa de solos, apresentado a seguir.



	M. T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D. P. P.
	ESCALAS: indicada	Ferrovia: Transnordestina Trecho : Parnamirim - Araripina Lote : 3	FOLHA/TOTAL única
ESTUDOS FISIográficos Mapa de Solos			
DATA: Abr/06			

Legenda

- Trecho Ferroviário
- Rios
- Corpos d'água

Classes de Solos

- Latossolos
- Regossolos
- Solos Brunos não Cálcicos
- Solos Litólicos
- Solos Podzólicos





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 Morta (km)	Lado	Área (m²)	Volume Disponível (m³)	Volume utilizado (m³)					Espessura média utilizada (m)	Revegetação com Biomanta (m²)	
						Sublastro	Substituição de Solos Inadequados	Revest. Primário (estradas lat.)	Base e sub-base da BR-122 e PE-555	Terraplanagem da Ferrovia			Total
Jazida 01	69+10	0,0	Esq./Dir.	31.500	28.350	8.488	70	734	2.418	16.172	27.882	0,89	31.500
Jazida 02	622+10	0,0	Esq./Dir.	21.600	35.640	12.594		4.847			17.441	0,81	21.600
Jazida 03	1416+10	0,0	Esq./Dir.	21.600	61.560			1.908			1.908	0,09	21.600
Jazida 04	1936+10	0,0	Esq./Dir.	21.600	21.600			3.789			3.789	0,18	21.600
Jazida 05	2474+5	0,0	Esq./Dir.	29.725	107.902			5.941		100.000	105.941	3,56	29.725
Jazida 06 (Lixão)	2910+10	0,0	Esq./Dir.	25.626	102.504					99.313	99.313	3,88	25.626
Jazida 07	3380+15	0,0	Esq./Dir.	28.000	54.880					52.500	52.500	1,88	28.000
Jazida 08	3762+10	0,0	Esq./Dir.	26.325	105.300					100.000	100.000	3,80	26.325
Jazida 09	4071+0	0,0	Esq./Dir.	21.600	86.400		1.043	849			1.892	0,09	21.600
Jazida 10	4689+10	0,0	Esq./Dir.	21.600	86.400		5.339	7.020			12.359	0,57	21.600
Jazida 11 - Lagoa do Espírito Santo (Trindade)	4501+02,00	6,4	Dir.	60.000	74.400	17.188					17.188	0,29	60.000
Jazida 12 - Barra de São Pedro	4078+08,37	5,4	Esq.	40.000	32.000	12.700		1.415			14.115	0,35	40.000
	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	50.000
	3757+05,85	2,5	Esq.					523			523	0,01	40.000
Jazida 14 - Saco do Minador (Corredor)	3565+16,27	3,2	Esq.	40.000	40.000								
	3757+05,85	3,0	Esq.										
Jazida 15 - Sítio do Papagaio	3375+03,65	0,1	Esq.	32.000	40.000			1.835		28.015	29.850	0,93	32.000
Jazida 16 - São Bento	3075+01,47	1,9	Dir.	30.000	18.600	12.395		1.636			14.031	0,47	30.000
Jazida 17 - Patos (Estrada da Extrema)	2786+14,60	2,0	Esq.	60.025	51.021	18.920		3.295	2.368	25.000	49.583	0,83	60.025
Jazida 18 - (BR-316 km 99+500)	1931+11,92	1,9	Dir.	40.000	37.200	14.667					14.667	0,37	40.000
Jazida 19 - Prop. Ivan Lino Leão	1602+19,84	0,5	Dir.	40.000	33.600	10.230		546			10.776	0,27	40.000
TOTAL				641.201	1.076.857	119.284	6.452	34.339	4.786	452.864	617.725		641.201



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
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.

Apresentam-se a seguir as monografias dos marcos geodésicos implantados.



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 01

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 8° 06' 07,22197S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 37' 42,35249W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.104.368,588
Folha:	K0: 0,99960	E: 430,763,118
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 405,028
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do trevo de interseção das rodovias BR-316 e da PE-555, segue-se pela rodovia PE-555, numa distância de 3250m em direção a cidade de Petrolina. O marco de concreto CRS 01 esta implantado a direita da rodovia na parte superior do talude de corte a 3m da crista do corte.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



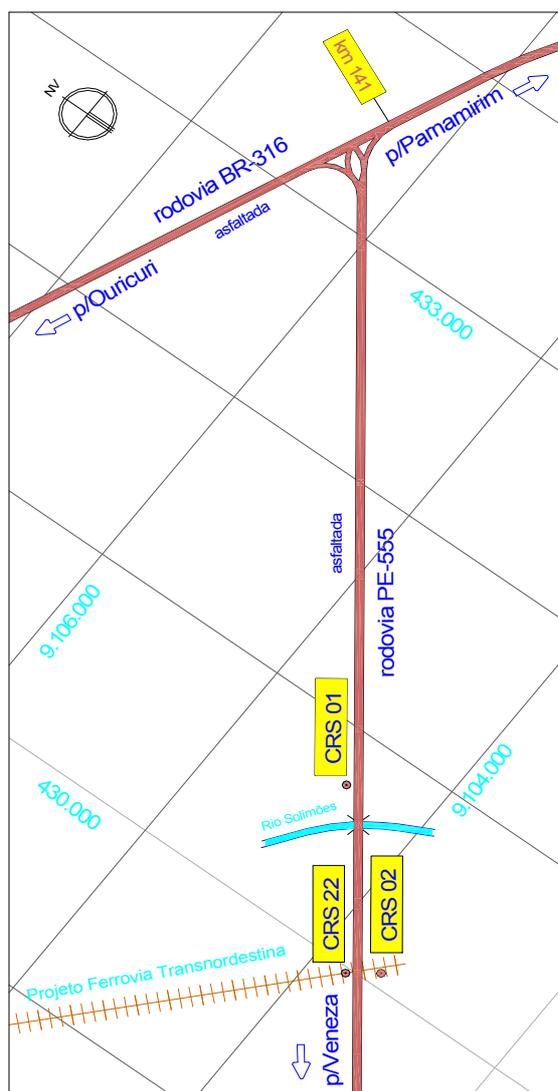
MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 02

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 8° 06' 28,45655S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 38' 04,60901W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.103.715,398
Folha:	K0: 0,99960	E: 430.082,970
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 398,969
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

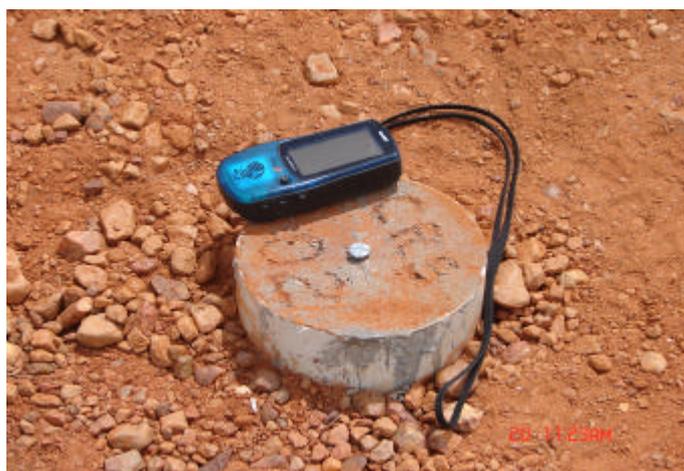
Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
--------	------------



Partindo do trevo de interseção das rodovias BR-316 e da PE-555, segue-se pela rodovia PE-555, numa distância de 3400m em direção a cidade de Petrolina, encontra-se a ponte sobre o Rio Solimões. Da ponte segue-se por mais 740m, encontra-se a picada do eixo do Projeto da Ferrovia Transnordestina. O marco de concreto CRS 02 esta implantado a esquerda da rodovia a 105m do eixo da mesma.

FOTO



MARCOS INTERVISÍVEIS



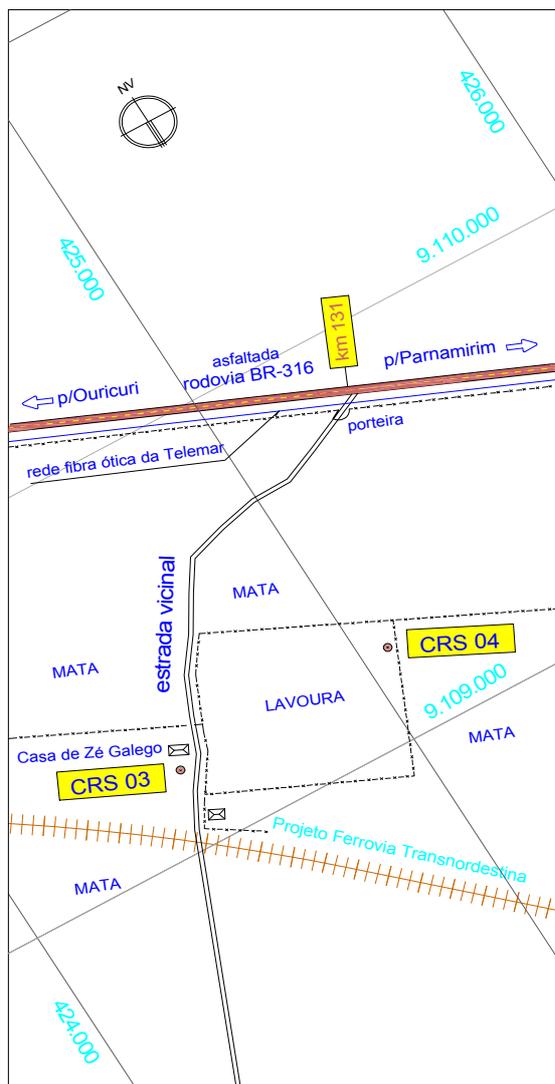
MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 03

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 8° 03' 29,70744S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 41' 06,18937W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.109.195,956
Folha:	K0: 0,99960	E: 424.516,503
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 421,850
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
--------	------------



Partindo do km 131 da Rodovia BR-316, segue-se em direção ao Sul, no limite com a faixa de domínio encontra-se uma porteira, após a porteira seguindo em direção NO por uma estrada vicinal, por uma distância 1.030m encontra-se a casa de moradia do Sr. José Galego, após a casa e a cisterna esta implantado o marco de concreto CRS 03.

FOTO



MARCOS INTERVISÍVEIS



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 04

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 8° 03' 29,70744S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 41' 06,18937W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.109.231,799
Folha:	K0: 0,99960	E: 425.066,365
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 428,971
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do km 131 da Rodovia BR-316, segue-se em direção ao Sul, no limite com a faixa de domínio encontra-se uma porteira, após a porteira seguindo em direção NO por uma estrada vicinal, por uma distância 1.030m encontra-se a casa de moradia do Sr. José Galego, após a casa segue-se em direção leste, por dentro de uma lavoura, chega-se ao marco de concreto CRS 04.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 05

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 8° 01' 15,74872S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 46' 29,69424W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.113.292,363
Folha:	K0: 0,99960	E: 414.606,547
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 418,239
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do km 120 da Rodovia Federal BR-316, segue-se por 580m em direção leste pela mesma rodovia, chega-se ao Povoado de Quixaba, entra-se no povoado e segue-se por 280m passando pela igreja existente em frente a praça e pelas casa de moradias, chega-se no final do povoado, com mais 160m e a direita da estrada vicinal, esta encravado o marco de concreto CRS 06, junto a um piso de concreto existente naquele local.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 06

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 8° 00' 58,24092S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 46' 16,63173W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.113.830,808
Folha:	K0: 0,99960	E: 415.005,408
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 407,697
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
<p>The map shows a cadastral grid with Easting coordinates (414.000 to 415.000) and Northing coordinates (9.113.000 to 9.115.000). Key features include: <ul style="list-style-type: none"> Highway BR-316 (asfaltada) running diagonally from top-left to bottom-right. Directional arrows for 'p/Ouricuri' and 'p/Parnamirim'. 'VILA QUIXABA' and 'Igreja' (church) located near the highway. 'CRS 06' marked with a yellow box near the church. 'CRS 05' marked with a yellow box further south. 'Projeto Ferrovia Transnordestina' shown as a dashed line. 'estrada vicinal' (vicinal road) and 'LAVOURA' (field) also indicated. Multiple areas labeled 'MATA' (forest). </p>	<p>Partindo do km 120 da Rodovia Federal BR-316, segue-se por 580m em direção leste pela mesma rodovia, chega-se ao Povoado de Quixaba, entra-se no povoado e segue-se por 280m passando pela igreja existente em frente a praça e pelas casa de moradias, chega-se no final do povoado, com mais 160m e a direita da estrada vicinal, esta encravado o marco de concreto CRS 06, junto a um piso de concreto existente naquele local, segue-se por mais 350m em direção ao Sul encontra-se a parede de um açude, seguindo por mais 340m, encontra-se a 15m e a esquerda do eixo da estrada vicinal o marco CRS 05.</p>
	FOTO
	<p>The photograph shows a close-up of the concrete marker 'CRS 06' which is partially buried in the ground. A blue GPS device is placed next to it for scale and identification. A timestamp '20 10 25m' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 07

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 58' 48,77095S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 51' 03,89221W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.117.789,745
Folha:	K0: 0,99960	E: 406.203,353
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 422,445
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do km 110 da Rodovia BR-316, segue-se por 770m em direção ao Leste pela própria rodovia, encontra-se uma ponte sobre o riacho, logo após a travessia da ponte se encontra a porteira a direita da faixa de domínio, após a porteira seguindo em direção SUL por uma estrada vicinal, por uma distância 275m encontra-se encravado o marco de concreto CRS 07, entre a estrada vicinal e a Adutora do Oeste, segue-se por mais 160m em direção sul encontra-se a direita outra estrada vicinal, continuando em direção ao sul por uma distância de 815m, encontra-se encravado no lado esquerdo da estrada vicinal o marco de concreto CRS 08.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 08

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 59' 19,37111S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 50' 58,43102W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.116.850,294
Folha:	K0: 0,99960	E: 406.372,487
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 434,912
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do km 110 da Rodovia BR-316, segue-se por 770m em direção ao Leste pela própria rodovia, encontra-se uma ponte sobre o riacho, logo após a travessia da ponte se encontra uma porteira a direita da faixa de domínio, após a porteira seguindo em direção SUL por uma estrada vicinal, por uma distância 275m encontra-se encravado o marco de concreto CRS 07, entre a estrada vicinal e a Adutora do Oeste, segue-se por mais 160m em direção sul encontra-se a direita outra estrada vicinal, continuando em direção ao sul por uma distância de 815m, encontra-se encravado no lado esquerdo da estrada vicinal o marco de concreto CRS 08.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 09

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 57' 06,16843S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 56' 12,79366W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.120.920,467
Folha:	K0: 0,99960	E: 396.738,860
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 440,162
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do km 102 da Rodovia BR-316, segue-se por 330m em direção a cidade de Ouricuri pela própria rodovia, encontra-se uma estrada vicinal em direção ao Sul, seguindo por esta estrada por uma distância de 590m, encontra-se encravado junto a cerca de arame, a esquerda da estrada o marco de concreto CRS 10, seguindo por mais 790m, encontra-se uma casa a esquerda da estrada, junto a porteira de acesso, dentro do lote esta encravado o marco CRS 09.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



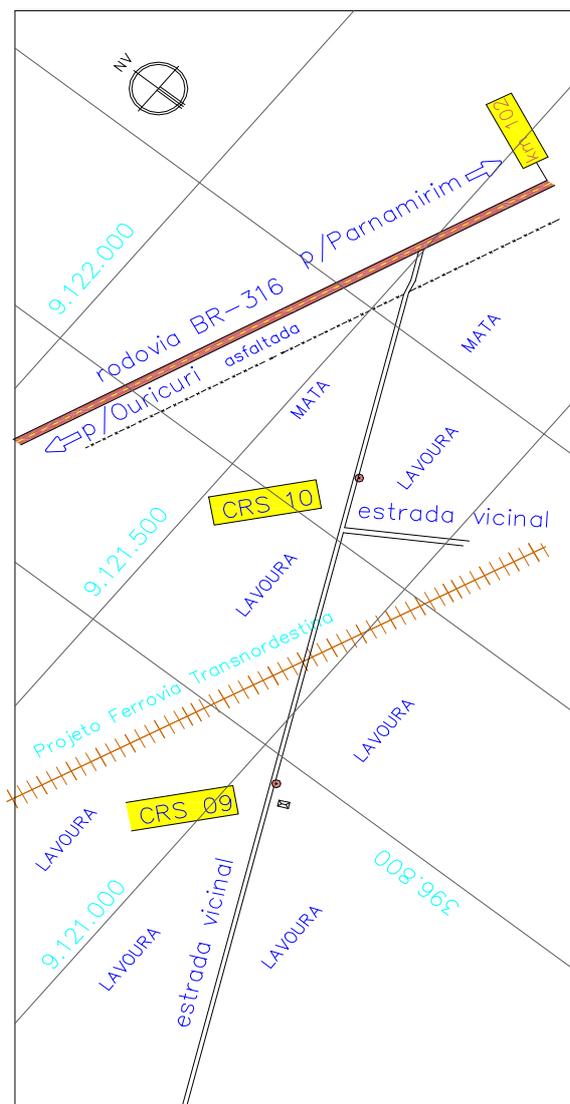
MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 10

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 57' 10,84254S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 55' 49,69866W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.121.255,113
Folha:	K0: 0,99960	E: 397.451,666
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 441,668
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
--------	------------



Partindo do km 102 da Rodovia BR-316, segue-se por 330m em direção a cidade de Ouricuri pela própria rodovia, encontra-se uma estrada vicinal em direção ao Sul, seguindo por esta estrada por uma distância de 590m, encontra-se encravado junto a cerca de arame, a esquerda da estrada o marco de concreto CRS 10, seguindo por mais 790m, encontra-se uma casa a esquerda da estrada, junto a porteira de acesso, dentro do lote esta encravado o marco CRS 09.

FOTO



MARCOS INTERVISÍVEIS



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 11

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 56' 01,91913S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 01' 51,50401W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.122.869,154
Folha:	K0: 0,99960	E: 386.362,994
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 432,279
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do km 90 da Rodovia BR-316, segue-se por 860m em direção contrária a cidade de Ouricuri pela própria rodovia, encontra-se uma estrada vicinal em direção ao Sul, seguindo por esta estrada por uma distância de 2110m, encontra-se uma outra estrada vicinal, seguindo por esta estrada a direita em direção Oeste por 1110m, encontra-se outra estrada vicinal em direção Sul, seguindo por esta estrada por 405m, encontra-se encravado pelo lado de dentro da cerca de arame, o marco de concreto CRS 12, seguindo deste ponto por mais 600m pela estrada vicinal, encontra-se outra estrada vicinal, seguindo pela mesma, 100m para o lado Oeste, encontra-se a porteira de acesso a uma fazenda, entrando nesta porteira seguindo 130m ao Sul, encontra-se o marco CRS 11, encravado junto a uma cerca.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 12

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 55' 41,19789S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 01' 41,01087W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.123.506,374
Folha:	K0: 0,99960	E: 386.682,725
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 440,783
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do km 90 da Rodovia BR-316, segue-se por 860m em direção contrária a cidade de Ouricuri pela própria rodovia, encontra-se uma estrada vicinal em direção ao Sul, seguindo por esta estrada por uma distância de 2110m, encontra-se uma outra estrada vicinal, seguindo por esta estrada a direita em direção Oeste por 1110m, encontra-se outra estrada vicinal em direção Sul, seguindo por esta estrada por 405m, encontra-se encravado pelo lado de dentro da cerca de arame, o marco de concreto CRS 12, seguindo deste ponto por mais 600m pela estrada vicinal, encontra-se outra estrada vicinal, seguindo pela mesma, 100m para o lado Oeste, encontra-se a porteira de acesso a uma fazenda, entrando nesta porteira seguindo 130m ao Sul, encontra-se o marco CRS 11, encravado junto a uma cerca.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 13

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 56' 49,27011S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 04' 18,22065W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.123.136,753
Folha:	K0: 0,99960	E: 377.744,327
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 450,877
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do encontro da BR-316 com a BR-122, na cidade de Ouricuri, junto a Polícia Rodoviária Federal, segue-se pela BR-122 em direção a Petrolina por uma distância de 4410m, encontra-se a ponte sobre o Rio Capim Grosso, continuando pela mesma rodovia por 770m, encontra-se o marco de concreto CRS 21 encravado no acostamento a esquerda da rodovia, no eixo do Projeto da Ferrovia Transnordestina, seguindo por mais 315m, encontra-se o marco de concreto CRS 13 no acostamento a esquerda da rodovia, seguindo por mais 990m, encontra-se no bordo do acostamento o marco de concreto CRS 14, a direita da rodovia.</p>
	<p style="text-align: center;">FOTO</p>
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 14

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 56' 20,92552S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 06' 48,12626W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.122.261,921
Folha:	K0: 0,99960	E: 377.281,660
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 448,051
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
<p>O croqui mostra um plano cartesiano com o eixo Y representando a distância em metros (377.300, 9.124.000, 9.122.000, 378.000) e o eixo X representando a distância em metros (500.000). A rodovia BR-122 é mostrada em uma linha diagonal com setas indicando o sentido para Petrolina e Ouricuri. O Projeto Ferrovia Transnordestina é representado por uma linha horizontal com hachuras. Outros pontos marcados incluem CRS 21, CRS 13, CRS 4, uma casa circular, um lixão, um britador e áreas de lavoura.</p>	<p>Partindo do encontro da BR-316 com a BR-122, na cidade de Ouricuri, junto a Polícia Rodoviária Federal, segue-se pela BR-122 em direção a Petrolina por uma distância de 4410m, encontra-se a ponte sobre o Rio Capim Grosso, continuando pela mesma rodovia por 770m, encontra-se o marco de concreto CRS 21 encravado no acostamento a esquerda da rodovia, no eixo do Projeto da Ferrovia Transnordestina, seguindo por mais 315m, encontra-se o marco de concreto CRS 13 no acostamento a esquerda da rodovia, seguindo por mais 990m, encontra-se no bordo do acostamento o marco de concreto CRS 14, a direita da rodovia.</p>
	FOTO
	<p>A fotografia mostra o marco CRS 14 em um ambiente rural com vegetação alta e uma rodovia asfaltada ao fundo. O marco é um cilindro de concreto com uma tampa de PVC, instalado no acostamento da rodovia.</p>
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 15

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 54' 12,63407S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 13' 20,08918W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.126.168,665
Folha:	K0: 0,99960	E: 365.267,510
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 475,944
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo da Vila de Santa Rita, as margens da BR-316, segue-se por uma estrada municipal por 4.930m em direção a Vila dos Bodes, onde encontra-se uma estrada vicinal contornando o açude de Tamburil, segue-se por esta estrada vicinal, por mais 790m, onde se encontra a casa do Senhor Chico de Alfredo, o marco de concreto CRS 15 esta encravado junto da cerca a esquerda da estrada em frente a casa, seguindo por mais 480m ao Sul, por dentro da lavoura encontra-se o marco de concreto CRS 16 junto ao limite SE da plantação.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 16

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 54' 24,44570S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 13' 12,72180W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.125.806,527
Folha:	K0: 0,99960	E: 365.494,198
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 483,981
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo da Vila de Santa Rita, as margens da BR-316, segue-se por uma estrada municipal por 4.930m em direção a Vila dos Bodes, onde encontra-se uma estrada vicinal contornando o açude de Tamburil, segue-se por esta estrada vicinal, por mais 790m, onde se encontra a casa do Senhor Chico de Alfredo, o marco de concreto CRS 15 esta encravado junto da cerca a esquerda da estrada em frente a casa, seguindo por mais 480m ao Sul, por dentro da lavoura encontra-se o marco de concreto CRS 16 junto ao limite SE da plantação.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 17

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Trindade/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 54' 12,63408S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 13' 20,08918W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.132.558,803
Folha:	K0: 0,99960	E: 356.539,155
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 488,683
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo da BR-316 do encontro com a estrada municipal que interliga Trindade a Barra de São Pedro, segue-se em direção a Barra de São Pedro, por uma distância de 8.040m encontra-se a linha do Projeto da Ferrovia Transnordestina, seguindo por mais 260m pela mesma rodovia, encontra-se uma estrada vicinal a esquerda por onde deve-se seguir por 2.440m, onde ira se encontrar uma casa a direita da mesma, a sul da casa próximo a uma cisterna encontra-se encravado o marco de concreto CRS 18 deste marco seguindo pela mesma estrada por mais 680m, encontra-se o marco de concreto CRS 17 próximo a cerca a direita da estrada.</p>
	<p>FOTO</p>
<p>MARCOS INTERVISÍVEIS</p>	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 18

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Trindade/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 50' 23,86926S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 18' 10,26548W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.133.168,559
Folha:	K0: 0,99960	E: 356.358,871
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 497,302
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo da BR-316 do encontro com a estrada municipal que interliga Trindade a Barra de São Pedro, segue-se em direção a Barra de São Pedro, por uma distância de 8.040m encontra-se a linha do Projeto da Ferrovia Transnordestina, seguindo por mais 260m pela mesma rodovia, encontra-se uma estrada vicinal a esquerda por onde deve-se seguir por 2.440m, onde ira se encontrar uma casa a direita da mesma, a sul da casa próximo a uma cisterna encontra-se encravado o marco de concreto CRS 18 deste marco seguindo pela mesma estrada por mais 680m, encontra-se o marco de concreto CRS 17 próximo a cerca a direita da estrada.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 19

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Trindade/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 47' 02,92085S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 18' 54,46565W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.139.336,759
Folha:	K0: 0,99960	E: 354.985,734
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 510,705
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo da BR-316, do trevo de acesso norte a cidade de Trindade em direção SO, segue-se por estrada vicinal por 3.380m, deste ponto deve-se utilizar outra estrada vicinal em direção Sul por mais 2280m, deste ponto a estrada converge para a direção Oeste, seguindo por mais 1.500m, se encontra o marco CRS 19 encravado no bordo direito da estrada, seguindo mais 505m no pela mesma estrada encontra-se o marco CRS 20 junto o encontro de outra estrada vicinal.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 20

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Trindade/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 47' 03,01316S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 19' 10,95421W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.139.332,350
Folha:	K0: 0,99960	E: 354.480,620
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 511,149
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo da BR-316, do trevo de acesso norte a cidade de Trindade em direção SO, segue-se por estrada vicinal por 3.380m, deste ponto deve-se utilizar outra estrada vicinal em direção Sul por mais 2280m, deste ponto a estrada converge para a direção Oeste, seguindo por mais 1.500m, se encontra o marco CRS 19 encravado no bordo direito da estrada, seguindo mais 505m pela mesma estrada encontra-se o marco CRS 20 junto o encontro de outra estrada vicinal.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 21

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Ouricuri/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 56' 58,44560S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 04' 13,96037W
Linha:	Origem E(MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.123.419,947
Folha:	K0: 0,99960	E: 377.875,817
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 450,798
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do encontro da BR-316 com a BR-122, na cidade de Ouricuri, junto a Policia Rodoviária Federal, segue-se pela BR-122 em direção a Petrolina por uma distância de 4410m, encontra-se a ponte sobre o Rio Capim Grosso, continuando pela mesma rodovia por 770m, encontra-se o marco de concreto CRS 21 encravado no acostamento a esquerda da rodovia, no eixo do Projeto da Ferrovia Transnordestina, seguindo por mais 315m, encontra-se o marco de concreto CRS 13 no acostamento a esquerda da rodovia, seguindo por mais 990m, encontra-se no bordo do acostamento o marco de concreto CRS 14, a direita da rodovia.</p>
	<p>FOTO</p>
<p>MARCOS INTERVISÍVEIS</p>	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 22

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Parnamirim/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 8° 06' 31,13091S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 39° 38' 06,95422W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.103.797,940
Folha:	K0: 0,99960	E: 430.010,590
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 393,847
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo do trevo de interseção das rodovias BR-316 e da PE-555, segue-se pela rodovia PE-555, numa distância de 3400m em direção a cidade de Petrolina, encontra-se a ponte sobre o Rio Solimões. Da ponte segue-se por mais 740m, encontra-se a picada do eixo do Projeto da Ferrovia Transnordestina. O marco de concreto CRS 22 esta implantado a direita da rodovia, no meio do talude de aterro a 7m do eixo da rodovia.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 23

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Trindade/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 42' 41,00204S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 20' 38,63464W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.147.372,008
Folha:	K0: 0,99960	E: 351.769,081
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 524,383
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo da BR-316 do trevo de acesso norte da cidade de Trindade em direção a cidade de Araripina, pela própria BR-316 por uma distância de 9.200m, encontra-se a Estrada Municipal que interliga a Br-316 a Vila de Lagoa do Barro, seguindo por esta estrada por 530m, encontra-se o marco de concreto CRS 24 encravado em cima do talude de corte a margem direita desta mesma estrada, seguindo por mais 600m pela mesma rodovia encontra-se o marco de concreto CRS 23, encravado em cima do talude de corte a margem direito desta mesma estrada.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



MONOGRAFIA DE MARCOS

Nome da Estação: CRS 24

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO - LTM	COORDENADAS
Município: Trindade/PE	Meridiano Central: 39° W - HEMISFÉRIO SUL	LAT: 7° 42' 22,10596S
Localidade:	Origem N (Equador): 10.000.000	LONG: 40° 20' 34,07280W
Linha:	Origem E (MC 39° 00'W): 500.000	N: 9.147.952,872
Folha:	K0: 0,99960	E: 351.907,033
Foto/Faixa:	DATUM H: SAD 69	H (ORTO): 530,221
Data: Agosto de 2006	DATUM V: IMBITUBA	

Descrição: marco de concreto revestido de PVC, com 15 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com pino central de aço galvanizado, estando 40 cm enterrado e 10cm acima do terreno. O nome do mesmo esta escrito em baixo relevo.

CROQUI	ITINERÁRIO
	<p>Partindo da BR-316 do trevo de acesso norte da cidade de Trindade em direção a cidade de Araripina, pela própria BR-316 por uma distância de 9.200m, encontra-se a Estrada Municipal que interliga a Br-316 a Vila de Lagoa do Barro, seguindo por esta estrada por 530m, encontra-se o marco de concreto CRS 24 encravado em cima do talude de corte a margem direita desta mesma estrada, seguindo por mais 600m pela mesma rodovia encontra-se o marco de concreto CRS 23, encravado em cima do talude de corte a margem direito desta mesma estrada.</p>
	FOTO
MARCOS INTERVISÍVEIS	



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 $20'' \times \sqrt{n}$,



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

A seguir, apresentam-se as tabelas com o fechamento das poligonais anteriormente citadas, a sua graficação está apresentada no Volume 2 – Projeto Execução.

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	CRS 13	CRS 14
Norte	9.123.136,7530	9.122.261,9210
Este	377.744,3270	377.281,6600
Cota	450,877	448,051
Azimute	207°52'22"	
Distância	989,6422 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	CRS 12	CRS 11
Norte	9.123.506,3740	9.122.869,1540
Este	386.682,7250	386.362,9940
Cota	440,783	432,279
Azimute	206°38'44"	
Distância	712,9357 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	9.135,7790 m	9.133,2613 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°00'46"	0°01'34" (= 0°00'20" × N½)	
Relativo	1:11951	1:10000	
Linear	0,7644 m		
Eixo Norte	-0,7435 m		
Eixo Este	-0,1776 m		
Altimétrico	0,184 m	0,060 m (= 20 mm × K½)	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 14				122.261,9210	377.281,6600		
			27°52'22"				
CRS 13				123.136,7530	377.744,3270	450,877	
	312,232	-0,079	24°54'21"				
EE 500				123.419,9473	377.875,8166	450,798	
	532,001	-7,110	88°56'56"				
EE 499				123.429,7060	378.407,7278	443,688	
	516,863	4,314	88°56'55"				
EE 498				123.439,1909	378.924,5033	448,001	
	687,104	-8,019	88°56'54"				
EE 497				123.451,8035	379.611,4913	439,982	
	483,016	-2,639	88°56'56"				
EE 496				123.460,6638	380.094,4261	437,343	
	587,512	-12,544	88°56'56"				
EE 495				123.471,4411	380.681,8394	424,799	
	553,758	0,359	88°57'08"				
EE 494				123.481,5683	381.235,5045	425,158	
	332,891	10,948	88°57'18"				
EE 493				123.487,6401	381.568,3398	436,106	
	188,668	3,336	88°57'18"				
EE 492				123.491,0811	381.756,9763	439,441	
	235,952	2,363	88°57'19"				
EE 491				123.495,3828	381.992,8890	441,804	
	506,903	-1,108	88°57'20"				
EE 490				123.504,6227	382.499,7073	440,696	
	434,378	1,578	88°57'17"				
EE 489				123.512,5466	382.934,0135	442,274	
	581,439	-1,040	88°57'21"				
EE 488				123.523,1433	383.515,3561	441,234	
	507,890	-0,327	88°57'23"				
EE 487				123.532,3946	384.023,1619	440,907	
	547,105	-1,281	88°57'31"				
EE 486				123.542,3377	384.570,1763	439,626	
	601,961	-5,952	88°57'39"				
EE 485				123.553,2545	385.172,0381	433,674	
	329,327	-0,147	88°57'43"				
EE 484				123.559,2213	385.501,3112	433,527	
	231,195	3,479	88°57'46"				
EE 483				123.563,4059	385.732,4679	437,007	
	276,690	1,953	88°57'48"				
EE 482				123.568,4113	386.009,1124	438,960	
	482,745	0,729	88°57'55"				
EE 481				123.577,1296	386.491,7789	439,689	
	203,634	1,094	110°19'56"				
CRS 12				123.506,3740	386.682,7250	440,783	
			206°38'44"				
CRS 11				122.869,1540	386.362,9940	432,279	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	CRS 01	CRS 02
Norte	9.104.368,5880	9.103.715,3980
Este	430.763,1180	430.082,9700
Cota	405,028	398,969
Azimute	226°09'30"	
Distância	943,0050 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	CRS 03	CRS 04
Norte	9.109.195,9560	9.109.231,7990
Este	424.516,5030	425.066,3650
Cota	421,850	428,971
Azimute	86°16'14"	
Distância	551,0290 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	8.775,7260 m	8.771,9901 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°00'19"	0°02'14" (= 0°00'20" × N½)	
Relativo	1:20015	1:10000	
Linear	0,4385 m		
Eixo Norte	-0,0945 m		
Eixo Este	-0,4281 m		
Altimétrico	0,254 m	0,059 m (= 20 mm × K½)	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 02				103.715,3980	430.082,9700		
			46°09'30"				
CRS 01				104.368,5880	430.763,1180	405,028	
	944,424	-11,181	232°49'36"				
EE 001				103.797,9414	430.010,5901	393,847	
	203,681	14,805	313°15'52"				
EE 002				103.937,5381	429.862,2700	408,652	
	47,531	1,254	313°15'45"				
EE 003				103.970,1127	429.827,6572	409,906	
	269,672	-11,308	313°15'45"				
EE 004				104.154,9301	429.631,2759	398,599	
	119,849	-1,040	313°15'49"				
EE 005				104.237,0695	429.544,0007	397,559	
	69,305	8,183	313°16'04"				
EE 006				104.284,5714	429.493,5359	405,741	
	79,633	1,050	313°15'53"				
EE 007				104.339,1493	429.435,5477	406,791	
	226,166	-12,284	313°15'58"				
EE 008				104.494,1609	429.270,8582	394,507	
	104,428	4,440	313°15'59"				
EE 009				104.565,7348	429.194,8163	398,947	
	106,943	2,388	313°16'00"				
EE 010				104.639,0330	429.116,9430	401,335	
	118,210	9,251	313°16'00"				
EE 011				104.720,0540	429.030,8657	410,585	
	109,860	4,834	313°14'33"				
EE 012				104.795,3180	428.950,8367	415,419	
	221,288	2,208	313°13'05"				
EE 012A				104.946,8508	428.789,5721	417,626	
	198,065	3,600	313°11'09"				
EE 013				105.082,4000	428.645,1559	421,226	
	140,559	2,758	313°08'32"				
EE 014				105.178,5159	428.542,5957	423,984	
	262,938	-11,089	313°11'09"				
EE 015				105.358,4621	428.350,8782	412,895	
	188,264	-0,955	313°11'10"				
EE 016				105.487,3042	428.213,6084	411,940	
	125,148	5,185	313°11'11"				
EE 017				105.572,9526	428.122,3587	417,125	
	124,832	2,827	313°13'12"				
EE 018				105.658,4376	428.031,3904	419,952	
	209,592	4,434	313°11'06"				
EE 019				105.801,8730	427.878,5664	424,386	
	38,554	2,137	313°09'28"				
EE 020				105.828,2444	427.850,4420	426,523	
	139,820	0,324	313°09'29"				
EE 021				105.923,8834	427.748,4471	426,846	
	109,713	3,823	313°09'30"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 022				105.998,9288	427.668,4152	430,669	
	224,728	3,366	313°09'31"				
EE 023				106.152,6472	427.504,4842	434,035	
	185,394	1,336	313°09'32"				
EE 024				106.279,4611	427.369,2463	435,371	
	233,479	-0,752	313°09'33"				
EE 025				106.439,1666	427.198,9335	434,619	
	320,648	-0,152	313°09'32"				
EE 026				106.658,4980	426.965,0340	434,467	
	392,648	-2,592	313°07'53"				
EE 027				106.926,9413	426.678,4842	431,875	
	246,440	-1,653	313°07'53"				
EE 028				107.095,4252	426.498,6351	430,222	
	173,537	-3,601	313°07'54"				
EE 029				107.214,0682	426.371,9908	426,621	
	236,075	-0,481	313°09'54"				
EE 030				107.375,5676	426.199,8013	426,140	
	411,677	-6,933	313°11'40"				
EE 031				107.657,3502	425.899,6738	419,206	
	178,878	-8,076	313°12'45"				
EE 032				107.779,8287	425.769,3040	411,130	
	108,090	0,065	313°12'43"				
EE 033				107.853,8379	425.690,5249	411,195	
	52,327	3,471	313°12'43"				
EE 034				107.889,6660	425.652,3876	414,665	
	185,585	2,236	313°12'43"				
EE 035				108.016,7359	425.517,1279	416,902	
	131,618	-1,012	313°08'50"				
EE 036				108.106,7466	425.421,0995	415,890	
	201,500	5,225	313°08'50"				
EE 037				108.244,5475	425.274,0856	421,115	
	238,443	0,380	313°08'50"				
EE 038				108.407,6127	425.100,1179	421,495	
	158,871	-4,198	313°08'50"				
EE 039				108.516,2605	424.984,2055	417,297	
	468,518	0,426	313°08'49"				
EE 040				108.836,6669	424.642,3744	417,723	
	147,677	3,013	313°08'48"				
EE 041				108.937,6580	424.534,6286	420,736	
	132,079	-0,457	313°08'45"				
EE 042				109.027,9811	424.438,2619	420,279	
	185,303	1,571	24°58'32"				
CRS 03				109.195,9560	424.516,5030	421,850	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	CRS 19	CRS 20
Norte	9.139.336,7590	9.139.332,3500
Este	354.985,7340	354.480,6200
Cota	510,705	511,149
Azimute	269°30'00"	
Distância	505,1332 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	CRS 23	CRS 24
Norte	9.147.372,0080	9.147.952,8720
Este	351.769,0810	351.907,0330
Cota	524,383	530,221
Azimute	13°21'36"	
Distância	597,0207 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	9.122,6005 m	9.120,9959 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°01'14"	0°01'38" (= 0°00'20" × N½)	
Relativo	1:16996	1:10000	
Linear	0,5367 m		
Eixo Norte	-0,4691 m		
Eixo Este	-0,2608 m		
Altimétrico	0,446 m	0,060 m (= 20 mm × K½)	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 20				139.332,3500	354.480,6200		
			89°30'00"				
CRS 19				139.336,7590	354.985,7340	510,705	
	434,441	-0,244	269°30'05"				
EE 700				139.332,9787	354.551,3099	510,461	
	274,490	0,453	340°59'17"				
EE 701				139.592,4952	354.461,8907	510,914	
	308,425	-1,064	340°59'23"				
EE 702				139.884,0989	354.361,4248	509,850	
	510,790	4,604	340°59'31"				
EE 703				140.367,0370	354.195,0591	514,454	
	188,742	-0,312	340°59'36"				
EE 704				140.545,4888	354.133,5903	514,142	
	374,914	0,397	340°59'43"				
EE 705				140.899,9670	354.011,5005	514,540	
	559,234	0,629	340°59'50"				
EE 706				141.428,7246	353.829,4064	515,169	
	532,975	-4,127	340°59'56"				
EE 707				141.932,6594	353.655,8779	511,043	
	559,526	-0,361	341°00'03"				
EE 708				142.461,7049	353.473,7229	510,681	
	280,533	5,799	341°00'06"				
EE 709				142.726,9569	353.382,3982	516,481	
	519,331	-2,860	341°00'12"				
EE 710				143.218,0036	353.213,3487	513,621	
	378,021	10,003	341°00'17"				
EE 711				143.575,4396	353.090,3071	523,624	
	256,217	2,256	341°00'19"				
EE 712				143.817,7050	353.006,9140	525,880	
	314,645	-3,464	341°00'26"				
EE 713				144.115,2205	352.904,5123	522,416	
	505,436	2,265	341°00'28"				
EE 714				144.593,1419	352.740,0222	524,681	
	494,905	-5,912	341°00'32"				
EE 715				145.061,1090	352.578,9705	518,769	
	461,531	0,689	341°00'34"				
EE 716				145.497,5201	352.428,7829	519,458	
	410,253	0,643	341°00'46"				
EE 717				145.885,4518	352.295,3032	520,101	
	310,631	-2,331	341°00'49"				
EE 718				146.179,1830	352.194,2412	517,770	
	641,747	1,788	328°40'12"				
AUX 01				146.727,3547	351.860,5544	519,558	
	273,727	5,795	299°32'20"				
AUX 02				146.862,3057	351.622,4057	525,352	
	175,578	1,276	17°35'33"				
AUX 03				147.029,6718	351.675,4730	526,628	
	354,904	-2,245	15°17'35"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 23				147.372,0080	351.769,0810	524,383	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	CRS 07	CRS 08
Norte	9.117.789,7450	9.116.850,2940
Este	406.203,3530	406.372,4870
Cota	422,445	434,912
Azimute	169°47'39"	
Distância	954,5546 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	CRS 09	CRS 10
Norte	9.120.920,4670	9.121.255,1130
Este	396.738,8600	397.451,6660
Cota	440,162	441,668
Azimute	64°51'04"	
Distância	787,4518 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	11.332,8415 m	11.328,7890 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°02'56"	0°02'14" (= 0°00'20"×N½)	X
Relativo	1:75265	1:10000	
Linear	0,1506 m		
Eixo Norte	0,1363 m		
Eixo Este	-0,0640 m		
Altimétrico	0,164 m	0,067 m (= 20 mm × K½)	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 08				116.850,2940	406.372,4870		
			349°47'39"				
CRS 07				117.789,7450	406.203,3530	422,445	
	574,510	6,221	169°47'43"				
CRS 07A				117.224,3232	406.305,1362	428,666	
	185,063	-1,827	169°47'53"				
EE 100				117.042,1860	406.337,9146	426,839	
	87,438	5,887	293°20'32"				
EE 101				117.076,8309	406.257,6331	432,726	
	251,161	0,471	293°20'36"				
EE 102				117.176,3513	406.027,0301	433,197	
	126,510	-5,961	293°20'28"				
EE 103				117.226,4749	405.910,8736	427,236	
	151,983	8,567	293°20'33"				
EE 104				117.286,6946	405.771,3296	435,803	
	179,452	5,541	293°20'15"				
EE 105				117.357,7834	405.606,5592	441,344	
	264,122	3,763	293°20'07"				
EE 106				117.462,4055	405.364,0418	445,107	
	197,735	5,410	293°20'11"				
EE 107				117.540,7341	405.182,4828	450,517	
	147,275	6,496	293°20'18"				
EE 108				117.599,0788	405.047,2573	457,013	
	128,989	1,544	293°20'22"				
EE 109				117.650,1813	404.928,8229	458,557	
	366,215	-24,292	293°20'34"				
EE 110				117.795,2867	404.592,5822	434,265	
	75,843	6,669	293°20'35"				
EE 111				117.825,3382	404.522,9471	440,933	
	214,261	11,288	293°20'44"				
EE 112				117.910,2440	404.326,2275	452,221	
	76,606	4,424	293°20'47"				
EE 113				117.940,6024	404.255,8932	456,645	
	161,608	1,817	293°20'59"				
EE 114				118.004,6548	404.107,5203	458,462	
	230,932	-12,533	293°21'25"				
EE 115				118.096,2100	403.895,5121	445,929	
	127,685	8,871	293°21'07"				
EE 116				118.146,8214	403.778,2866	454,800	
	140,157	1,650	293°20'33"				
EE 117				118.202,3554	403.649,6007	456,450	
	81,022	-5,644	293°20'02"				
EE 118				118.234,4472	403.575,2053	450,806	
	192,439	-23,746	293°19'43"				
EE 119				118.310,6536	403.398,4985	427,059	
	149,664	4,723	293°18'51"				
EE 120				118.369,8861	403.261,0550	431,782	
	460,186	3,384	293°18'18"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 121				118.551,9467	402.838,4145	435,166	
	160,035	8,412	293°17'25"				
EE 122				118.615,2227	402.691,4197	443,578	
	122,379	1,724	293°16'32"				
EE 123				118.663,5809	402.579,0005	445,302	
	397,578	19,262	293°14'29"				
EE 124				118.820,4685	402.213,6858	464,564	
	60,205	-0,918	293°12'52"				
EE 125				118.844,1997	402.158,3557	463,646	
	457,602	-23,319	293°10'23"				
EE 126				119.024,2713	401.737,6735	440,327	
	133,413	-2,681	293°08'39"				
EE 127				119.076,7092	401.614,9975	437,646	
	231,036	-13,049	293°06'32"				
EE 128				119.167,3865	401.402,5003	424,597	
	178,184	5,983	293°04'14"				
EE 129				119.237,2108	401.238,5673	430,580	
	121,975	0,480	293°02'00"				
EE 130				119.284,9351	401.126,3166	431,060	
	608,306	-12,545	293°03'35"				
EE 131				119.523,2015	400.566,6157	418,515	
	330,578	-13,061	293°05'06"				
EE 132				119.652,8193	400.262,5091	405,454	
	366,527	0,496	293°05'43"				
EE 133				119.796,5934	399.925,3573	405,950	
	298,425	3,737	293°07'52"				
EE 134				119.913,8257	399.650,9227	409,687	
	171,686	4,591	293°10'33"				
EE 135				119.981,3933	399.493,0917	414,278	
	350,359	6,530	293°13'01"				
EE 136				120.119,5096	399.171,1055	420,808	
	389,644	3,161	293°13'52"				
EE 137				120.273,2016	398.813,0535	423,969	
	273,113	0,778	293°13'57"				
EE 138				120.380,9349	398.562,0874	424,747	
	638,611	4,963	293°13'53"				
EE 139				120.632,8309	397.975,2549	429,710	
	599,913	4,153	293°13'56"				
EE 140				120.869,4715	397.423,9864	433,862	
	644,949	9,256	293°13'47"				
EE 141				121.123,8517	396.831,3232	443,119	
	223,416	-2,957	204°26'51"				
CRS 09				120.920,4670	396.738,8600	440,162	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	EE 100	CRS 07A
Norte	9.117.042,1860	9.117.224,3232
Este	406.337,9146	406.305,1362
Cota	426,839	428,666
Azimute	349°47'53"	
Distância	185,0632 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	CRS 05	CRS 06
Norte	9.113.292,3630	9.113.830,8080
Este	414.606,5470	415.005,4080
Cota	418,239	407,697
Azimute	36°31'47"	
Distância	670,0844 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	9.336,3030 m	9.332,4908 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°01'53"	0°02'19" (= 0°00'20"×N½)	
Relativo	1:10422	1:10000	
Linear	0,8958 m		
Eixo Norte	-0,8956 m		
Eixo Este	0,0171 m		
Altimétrico	0,555 m	0,061 m (= 20 mm × K½)	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 07A				117.224,3232	406.305,1362		
			169°47'53"				
EE 100				117.042,1860	406.337,9146	426,839	
	46,013	4,912	113°18'33"				
EE 099				117.023,9791	406.380,1718	431,751	
	215,663	-0,218	113°16'54"				
EE 098				116.938,7382	406.578,2744	431,533	
	244,395	-3,690	113°16'54"				
EE 097				116.842,1402	406.802,7691	427,844	
	274,808	-5,437	113°16'55"				
EE 096				116.733,5206	407.055,1997	422,407	
	230,641	-4,552	113°15'26"				
EE 095				116.642,4498	407.267,0996	417,855	
	89,660	-3,478	113°13'56"				
EE 094				116.607,0826	407.349,4894	414,377	
	126,436	-6,949	113°15'27"				
EE 093				116.557,1578	407.465,6509	407,428	
	67,142	1,274	113°17'00"				
EE 092				116.530,6179	407.527,3252	408,702	
	70,941	4,338	113°17'01"				
EE 091				116.502,5763	407.592,4885	413,040	
	176,133	3,812	113°17'02"				
EE 090				116.432,9529	407.754,2771	416,852	
	106,269	1,537	113°17'03"				
EE 089				116.390,9455	407.851,8909	418,388	
	160,158	-11,493	113°15'34"				
EE 088				116.327,7002	407.999,0323	406,895	
	77,511	4,256	113°13'35"				
EE 087				116.297,1325	408.070,2615	411,151	
	110,380	4,799	113°12'06"				
EE 086				116.253,6460	408.171,7146	415,949	
	90,686	2,846	113°10'38"				
EE 085				116.217,9543	408.255,0815	418,796	
	140,363	1,950	113°09'09"				
EE 084				116.162,7664	408.384,1396	420,746	
	91,294	-0,651	113°07'41"				
EE 083				116.126,9074	408.468,0964	420,095	
	122,801	0,374	113°07'42"				
EE 082				116.078,6721	408.581,0276	420,469	
	160,801	12,587	113°07'44"				
EE 081				116.015,5093	408.728,9046	433,056	
	175,365	8,617	113°07'45"				
EE 080				115.946,6249	408.890,1735	441,673	
	190,299	7,163	113°07'47"				
EE 079				115.871,8725	409.065,1763	448,836	
	88,652	-0,383	113°07'49"				
EE 078				115.837,0479	409.146,7020	448,454	
	233,233	2,837	113°07'51"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 077				115.745,4268	409.361,1857	451,291	
	238,053	-1,867	113°07'53"				
EE 076				115.651,9103	409.580,1007	449,424	
	541,489	-17,971	113°07'56"				
EE 075				115.439,1850	410.078,0543	431,453	
	241,269	6,023	113°06'30"				
EE 074				115.344,4942	410.299,9646	437,477	
	159,581	2,908	113°05'02"				
EE 073				115.281,9257	410.446,7683	440,385	
	329,276	-0,488	113°03'35"				
EE 072				115.152,9518	410.749,7346	439,897	
	214,456	2,178	113°02'07"				
EE 071				115.069,0352	410.947,0909	442,075	
	210,941	-1,602	113°02'11"				
EE 070				114.986,4908	411.141,2106	440,473	
	559,934	-7,175	113°02'15"				
EE 069				114.767,3708	411.656,4891	433,298	
	127,580	5,646	113°02'18"				
EE 068				114.717,4430	411.773,8938	438,944	
	295,292	5,423	113°02'21"				
EE 067				114.601,8777	412.045,6330	444,368	
	166,842	-1,184	113°00'55"				
EE 066				114.536,6463	412.199,1947	443,183	
	290,973	-6,016	112°59'28"				
EE 065				114.422,9953	412.467,0543	437,167	
	320,569	2,522	112°58'02"				
EE 064				114.297,9086	412.762,2111	439,690	
	187,632	0,100	112°56'35"				
EE 063				114.224,7665	412.935,0002	439,790	
	296,250	-4,292	112°55'09"				
EE 062				114.109,3975	413.207,8632	435,498	
	219,922	-4,495	112°53'42"				
EE 061				114.023,8378	413.410,4594	431,003	
	230,902	-9,224	112°52'17"				
EE 060				113.934,0943	413.623,2074	421,779	
	127,585	6,202	112°53'51"				
EE 059				113.884,4530	413.740,7387	427,981	
	133,993	-2,894	112°53'55"				
EE 058				113.832,3158	413.864,1727	425,087	
	435,359	-16,292	112°53'59"				
EE 057				113.662,9084	414.265,2199	408,795	
	308,966	2,567	112°54'05"				
EE 056				113.542,6762	414.549,8320	411,362	
	87,728	3,467	112°54'08"				
EE 055				113.508,5359	414.630,6449	414,829	
	105,285	-5,414	112°54'12"				
EE 054				113.467,5610	414.727,6297	409,415	
	212,968	8,824	214°38'57"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 05				113.292,3630	414.606,5470	418,239	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	EE 054	EE 055
Norte	9.113.467,5610	9.113.508,5359
Este	414.727,6297	414.630,6449
Cota	409,415	414,829
Azimute	292°54'12"	
Distância	105,2853 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	EE 042	EE 041
Norte	9.109.027,9812	9.108.937,6580
Este	424.438,2619	424.534,6286
Cota	420,279	420,736
Azimute	133°08'45"	
Distância	132,0788 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	10.743,1590 m	10.738,8233 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°06'50"	0°02'50" (= 0°00'20" × N ^{1/2})	X
Relativo	1:14550	1:10000	
Linear	0,7383 m		
Eixo Norte	0,5817 m		
Eixo Este	0,4547 m		
Altimétrico	0,142 m	0,066 m (= 20 mm × K ^{1/2})	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 055				113.508,5359	414.630,6449		
			112°54'12"				
EE 054				113.467,5610	414.727,6297	409,415	
	371,746	1,004	112°52'37"				
EE 053				113.323,0439	415.070,1346	410,419	
	91,095	-4,802	112°51'01"				
EE 052				113.287,6693	415.154,0808	405,617	
	150,965	-10,165	112°49'26"				
EE 051				113.229,1104	415.293,2251	395,452	
	133,877	-3,064	112°47'48"				
EE 050				113.177,2379	415.416,6447	392,388	
	279,020	-0,543	112°46'15"				
EE 049				113.069,2435	415.673,9182	391,845	
	87,572	1,333	112°44'41"				
EE 048				113.035,3861	415.754,6800	393,178	
	67,882	2,470	112°43'06"				
EE 047				113.009,1699	415.817,2955	395,648	
	194,397	5,113	112°41'30"				
EE 246				112.934,1769	415.996,6447	400,761	
	326,808	2,715	112°39'55"				
EE 245				112.808,2417	416.298,2138	403,476	
	47,602	3,126	112°39'51"				
EE 244				112.789,8992	416.342,1403	406,602	
	115,168	-2,053	112°39'46"				
EE 243				112.745,5244	416.448,4160	404,549	
	78,629	-7,292	112°39'41"				
EE 242				112.715,2299	416.520,9750	397,257	
	225,598	-1,198	112°41'06"				
EE 241				112.628,2248	416.729,1207	396,058	
	47,294	0,130	112°42'31"				
EE 240				112.609,9671	416.772,7490	396,188	
	5,930	-0,044	112°43'55"				
EE 239A				112.607,6757	416.778,2181	396,144	
	205,782	9,402	112°45'19"				
EE 239				112.528,0803	416.967,9828	405,546	
	175,268	3,109	112°45'13"				
EE 238				112.460,2923	417.129,6108	408,655	
	202,480	-0,790	112°45'08"				
EE 237				112.381,9840	417.316,3352	407,865	
	223,252	0,232	112°45'03"				
EE 236				112.295,6475	417.522,2172	408,097	
	180,227	2,163	112°43'28"				
EE 235				112.226,0258	417.688,4533	410,260	
	58,146	2,653	112°41'54"				
EE 234				112.203,5884	417.742,0959	412,913	
	78,560	4,583	112°40'19"				
EE 233				112.173,3072	417.814,5854	417,496	
	106,704	-1,870	112°16'10"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 232				112.132,8707	417.913,3303	415,625	
	272,120	14,103	112°27'09"				
EE 231				112.028,9429	418.164,8227	429,729	
	105,725	3,524	112°27'58"				
EE 230				111.988,5415	418.262,5241	433,253	
	40,743	-0,114	112°27'54"				
EE 229A				111.972,9730	418.300,1750	433,138	
	194,016	-1,460	113°07'23"				
EE 229				111.896,7815	418.478,6043	431,679	
	147,258	-2,246	112°22'40"				
EE 228				111.840,7187	418.614,7732	429,433	
	66,832	-0,650	112°37'22"				
EE 227				111.815,0108	418.676,4632	428,783	
	115,401	-9,267	112°37'17"				
EE 226				111.770,6230	418.782,9865	419,516	
	42,320	1,524	112°37'11"				
EE 225				111.754,3461	418.822,0512	421,040	
	253,130	-3,330	112°37'06"				
EE 224				111.656,9953	419.055,7120	417,710	
	371,452	-8,883	112°37'00"				
EE 223				111.514,1484	419.398,5985	408,827	
	75,427	-0,705	112°08'39"				
EE 222				111.485,7171	419.468,4614	408,122	
	173,954	-11,628	112°32'53"				
EE 221				111.419,0133	419.629,1183	396,494	
	84,447	0,006	112°32'15"				
EE 220A				111.386,6458	419.707,1161	396,500	
	173,097	3,755	112°33'40"				
EE 220				111.320,2338	419.866,9662	400,255	
	55,879	5,819	112°33'34"				
EE 219				111.298,7963	419.918,5692	406,075	
	177,775	10,231	112°33'29"				
EE 218				111.230,5979	420.082,7429	416,305	
	109,454	-1,358	112°33'24"				
EE 217				111.188,6118	420.183,8239	414,948	
	44,704	7,373	112°34'20"				
EE 216				111.171,4525	420.225,1030	422,321	
	108,497	6,571	112°34'15"				
EE 215				111.129,8088	420.325,2896	428,891	
	53,228	-1,291	112°32'39"				
EE 214				111.109,4016	420.374,4498	427,600	
	95,295	-3,463	112°31'03"				
EE 213				111.072,9068	420.462,4799	424,137	
	99,991	2,091	112°30'58"				
EE 212				111.034,6160	420.554,8485	426,228	
	126,743	-1,917	112°30'57"				
EE 211				110.986,0811	420.671,9306	424,312	
	72,694	7,936	112°29'21"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 210				110.958,2751	420.739,0961	432,248	
	43,469	-0,741	112°27'45"				
EE 209				110.941,6664	420.779,2675	431,507	
	76,550	-4,008	112°26'09"				
EE 208				110.912,4511	420.850,0233	427,499	
	72,917	6,715	112°26'03"				
EE 207				110.884,6246	420.917,4215	434,213	
	86,298	1,019	112°25'57"				
EE 206				110.851,6939	420.997,1889	435,232	
	250,070	-16,737	112°25'51"				
EE 205				110.756,2753	421.228,3393	418,496	
	120,500	4,024	112°25'45"				
EE 204				110.710,2997	421.339,7241	422,519	
	66,460	0,379	112°25'37"				
EE 203				110.684,9448	421.401,1572	422,898	
	226,223	-11,024	112°25'32"				
EE 202				110.598,6442	421.610,2725	411,873	
	139,502	3,405	112°25'26"				
EE 201				110.545,4303	421.739,2264	415,278	
	51,682	6,533	112°25'20"				
EE 200				110.525,7175	421.787,0008	421,811	
	167,184	7,118	112°23'43"				
EE 199				110.462,0212	421.941,5748	428,929	
	126,202	-2,494	112°22'08"				
EE 198				110.413,9928	422.058,2801	426,435	
	238,571	21,003	112°20'32"				
EE 197				110.323,3034	422.278,9413	447,438	
	372,136	-1,217	112°18'56"				
EE 196				110.182,0000	422.623,2066	446,221	
	177,104	-7,696	112°17'21"				
EE 195				110.114,8279	422.787,0778	438,525	
	167,942	-11,074	112°17'14"				
EE 194				110.051,1358	422.942,4733	427,451	
	256,776	9,504	112°15'38"				
EE 193				109.953,8646	423.180,1120	436,955	
	191,203	2,289	112°15'30"				
EE 192				109.881,4400	423.357,0677	439,244	
	262,589	-2,565	112°15'23"				
EE 191				109.781,9834	423.600,0935	436,679	
	62,244	-1,531	112°15'16"				
EE 046				109.758,4105	423.657,7010	435,148	
	201,792	-8,065	133°04'46"				
EE 045				109.620,5840	423.805,0918	427,082	
	246,268	1,444	133°04'39"				
EE 044				109.452,3864	423.984,9734	428,527	
	220,945	-1,824	133°06'02"				
EE 043				109.301,4195	424.146,2977	426,703	
	400,015	-6,424	133°07'24"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 042				109.027,9812	424.438,2619	420,279	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	EE 700	EE 701
Norte	9.139.332,9787	9.139.592,4952
Este	354.551,3099	354.461,8907
Cota	510,461	510,914
Azimute	340°59'17"	
Distância	274,4897 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	CRS 17	CRS 18
Norte	9.132.558,8030	9.133.168,5590
Este	356.539,1550	356.358,8710
Cota	488,683	497,302
Azimute	343°31'44"	
Distância	635,8496 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	7.497,9780 m	7.496,2298 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°01'12"	0°01'32" (= 0°00'20" × N½)	
Relativo	1:27334	1:10000	
Linear	0,2743 m		
Eixo Norte	-0,1658 m		
Eixo Este	-0,2186 m		
Altimétrico	0,228 m	0,055 m (= 20 mm × K½)	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 701				139.592,4952	354.461,8907		
			160°59'17"				
EE 700				139.332,9787	354.551,3099	510,461	
	376,307	0,122	160°59'16"				
EE 699				138.977,1998	354.673,8988	510,583	
	541,245	-0,786	160°59'04"				
EE 698				138.465,4904	354.850,2513	509,798	
	240,365	-1,875	160°59'06"				
EE 697				138.238,2412	354.928,5659	507,922	
	558,461	-2,242	160°58'46"				
EE 696				137.710,2714	355.110,5727	505,681	
	277,968	0,905	160°58'41"				
EE 695				137.447,4825	355.201,1709	506,585	
	564,704	-5,161	160°58'58"				
EE 694				136.913,5995	355.385,1808	501,424	
	227,787	4,250	160°58'53"				
EE 693				136.698,2467	355.459,4115	505,674	
	434,002	-1,154	160°58'51"				
EE 692				136.287,9371	355.600,8454	504,520	
	264,119	-4,749	160°59'05"				
EE 691				136.038,2310	355.686,9004	499,771	
	232,817	-1,840	160°59'12"				
EE 690				135.818,1162	355.762,7490	497,931	
	402,180	4,310	160°59'16"				
EE 689				135.437,8753	355.893,7663	502,241	
	373,160	-0,709	160°59'26"				
EE 688				135.085,0662	356.015,3137	501,532	
	265,326	-4,279	160°59'30"				
EE 687				134.834,2083	356.101,7313	497,253	
	459,285	-7,548	160°59'28"				
EE 686				134.399,9688	356.251,3272	489,706	
	412,357	6,979	160°59'33"				
EE 685				134.010,0956	356.385,6285	496,685	
	549,657	1,887	160°59'38"				
EE 684				133.490,4042	356.564,6345	498,571	
	530,742	-1,448	160°59'50"				
EE 683				132.988,5858	356.737,4507	497,123	
	437,904	-0,092	160°59'52"				
EE 682				132.574,5447	356.880,0344	497,031	
	153,200	-2,233	279°58'43"				
AUX 04				132.601,0914	356.729,1516	494,799	
	194,646	-6,116	257°27'07"				
CRS 17				132.558,8030	356.539,1550	488,683	
			343°31'44"				
CRS 18				133.168,5590	356.358,8710	497,302	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	EE 481	CRS 12
Norte	9.123.577,1296	9.123.506,3740
Este	386.491,7789	386.682,7250
Cota	439,689	440,783
Azimute	110°19'56"	
Distância	203,6339 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	EE 141	EE 140
Norte	9.121.123,8517	9.120.869,4715
Este	396.831,3232	397.423,9864
Cota	443,119	433,862
Azimute	113°13'47"	
Distância	644,9489 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	10.864,8160 m	10.861,0757 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°01'51"	0°01'36" (= 0°00'20" × N½)	X
Relativo	1:39206	1:10000	
Linear	0,2771 m		
Eixo Norte	0,0414 m		
Eixo Este	0,2740 m		
Altimétrico	0,510 m	0,066 m (= 20 mm × K½)	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 12				123.506,3740	386.682,7250		
			290°19'56"				
EE 481				123.577,1296	386.491,7789	439,689	
	287,202	1,346	88°57'40"				
EE 480				123.582,3372	386.778,9335	441,035	
	413,839	-4,113	88°58'01"				
EE 479				123.589,7974	387.192,7056	436,923	
	537,358	2,380	88°58'10"				
EE 478				123.599,4633	387.729,9767	439,303	
	520,433	1,234	88°58'16"				
EE 477				123.608,8082	388.250,3253	440,536	
	516,151	1,541	88°58'05"				
EE 476				123.618,1035	388.766,3928	442,077	
	669,740	-0,694	88°58'13"				
EE 475				123.630,1404	389.436,0249	441,384	
	571,870	6,788	88°58'20"				
EE 474				123.640,3984	390.007,8025	448,171	
	514,583	5,063	88°58'31"				
EE 473				123.649,6022	390.522,3032	453,234	
	409,299	0,991	88°58'13"				
EE 472				123.656,9582	390.931,5359	454,225	
	535,939	-2,395	113°14'20"				
EE 153				123.445,4944	391.423,9928	451,830	
	611,349	1,711	113°14'16"				
EE 152				123.204,2871	391.985,7460	453,541	
	522,637	-0,060	113°14'10"				
EE 151				122.998,0959	392.465,9903	453,482	
	444,273	-4,429	113°14'16"				
EE 150				122.822,8086	392.874,2213	449,053	
	613,391	-8,040	113°14'14"				
EE 149				122.580,8014	393.437,8535	441,014	
	571,266	-1,659	113°14'23"				
EE 148				122.355,3926	393.962,7685	439,354	
	329,764	-0,483	113°14'19"				
EE 147				122.225,2806	394.265,7791	438,872	
	563,696	3,772	113°14'14"				
EE 146				122.002,8814	394.783,7475	442,644	
	500,993	3,188	113°14'13"				
EE 145				121.805,2216	395.244,1007	445,831	
	542,243	-0,391	113°14'08"				
EE 144				121.591,2993	395.742,3621	445,440	
	215,075	-1,657	113°14'03"				
EE 143				121.506,4543	395.939,9941	443,784	
	389,651	-1,748	113°13'56"				
EE 142				121.352,7532	396.298,0501	442,035	
	580,324	1,084	113°13'51"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 141				121.123,8517	396.831,3232	443,119	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	EE 500	CRS 13
Norte	9.123.419,9473	9.123.136,7530
Este	377.875,8166	377.744,3270
Cota	450,798	450,877
Azimute	204°54'21"	
Distância	312,2315 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	CRS 15	CRS 16
Norte	9.126.168,6650	9.125.806,5270
Este	365.267,5100	365.494,1980
Cota	475,944	483,981
Azimute	147°57'17"	
Distância	427,2369 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	13.434,2000 m	13.430,5015 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°01'01"	0°02'03" (= 0°00'20" × N½)	
Relativo	1:20330	1:10000	
Linear	0,6608 m		
Eixo Norte	-0,6097 m		
Eixo Este	-0,2549 m		
Altimétrico	1,177 m	0,073 m (= 20 mm × K½)	X

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 13				123.136,7530	377.744,3270		
			24°54'21"				
EE 500				123.419,9473	377.875,8166	450,798	
	702,839	-7,492	268°57'12"				
EE 501				123.407,1101	377.173,0950	443,306	
	176,172	3,220	268°57'14"				
EE 502				123.403,8936	376.996,9522	446,526	
	399,584	3,503	268°54'48"				
EE 503				123.396,3163	376.597,4401	450,029	
	654,182	0,986	268°52'28"				
EE 504				123.383,4661	375.943,3846	451,015	
	218,443	4,283	269°03'56"				
EE 505				123.379,9036	375.724,9711	455,298	
	68,127	-1,028	269°04'18"				
EE 506				123.378,7998	375.656,8527	454,270	
	544,337	-3,433	286°05'42"				
EE 507				123.529,7067	375.133,8517	450,837	
	471,669	1,370	286°05'47"				
EE 508				123.660,4786	374.680,6735	452,207	
	492,573	2,656	286°06'01"				
EE 509				123.797,0778	374.207,4198	454,863	
	297,277	-2,701	286°04'27"				
EE 510				123.879,3887	373.921,7652	452,162	
	127,284	-0,932	286°02'00"				
EE 511				123.914,5440	373.799,4320	451,230	
	187,606	0,385	286°00'07"				
EE 512				123.966,2613	373.619,0956	451,615	
	379,758	7,243	285°58'28"				
EE 513				124.070,7731	373.254,0021	458,858	
	553,371	-0,202	285°58'18"				
EE 514				124.223,0392	372.721,9921	458,655	
	43,794	-0,631	15°58'20"				
EE 514 A				124.265,1427	372.734,0430	458,024	
	152,720	-2,228	285°58'25"				
EE 514 B				124.307,1704	372.587,2195	455,797	
	43,775	1,254	195°58'31"				
EE 515				124.265,0858	372.575,1716	457,050	
	372,401	0,371	285°56'42"				
EE 516				124.367,3895	372.217,0984	457,421	
	48,805	-1,084	15°56'47"				
EE 516 A				124.414,3168	372.230,5070	456,338	
	265,413	0,220	285°57'02"				
EE 516 B				124.487,2538	371.975,3124	456,557	
	48,793	1,090	195°57'04"				
EE 517				124.440,3397	371.961,9032	457,647	
	503,553	2,184	285°58'45"				
EE 518				124.578,9621	371.477,8063	459,831	
	514,536	6,194	285°58'53"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 519				124.720,6264	370.983,1566	466,025	
	547,331	2,678	285°57'27"				
EE 520				124.871,1022	370.456,9169	468,703	
	535,515	2,168	285°57'14"				
EE 521				125.018,2956	369.942,0281	470,871	
	802,519	9,470	285°56'40"				
EE 522				125.238,7524	369.170,3835	480,340	
	185,772	9,818	285°55'00"				
EE 523				125.289,6985	368.991,7338	490,158	
	218,020	3,586	285°55'02"				
EE 524				125.349,4901	368.782,0733	493,744	
	814,521	-7,687	285°53'26"				
EE 525				125.572,5065	367.998,6778	486,058	
	237,771	3,272	285°49'48"				
EE 526				125.637,3662	367.769,9244	489,330	
	441,716	3,265	285°49'04"				
EE 527				125.757,7691	367.344,9342	492,595	
	532,505	11,159	285°48'09"				
EE 528				125.902,7811	366.832,5545	503,754	
	169,251	-1,547	285°47'37"				
EE 529				125.948,8466	366.669,6928	502,207	
	541,145	-13,329	285°46'05"				
EE 530				126.095,8995	366.148,9113	488,878	
	520,239	-7,486	285°44'49"				
EE 531				126.237,0872	365.648,1968	481,393	
	429,693	-9,024	285°40'52"				
EE 532				126.353,2259	365.234,4969	472,368	
	187,490	3,576	169°51'31"				
CRS 15				126.168,6650	365.267,5100	475,944	

	Estação de Partida	Referência de Partida
Nome	EE 532	CRS 15
Norte	9.126.353,2259	9.126.168,6650
Este	365.234,4969	365.267,5100
Cota	472,368	475,944
Azimute	169°51'31"	
Distância	187,4903 m	

	Estação de Chegada	Referência de Chegada
Nome	EE 682	EE 683
Norte	9.132.574,5447	9.132.988,5858
Este	356.880,0344	356.737,4507
Cota	497,031	497,123
Azimute	340°59'52"	
Distância	437,9043 m	

	Observados	Compensados
Perímetro	11.680,5465 m	11.677,8238 m
Área		

	Erros	Tolerâncias	Fora
Angular	0°00'37"	0°01'51" (= 0°00'20" × N½)	
Relativo	1:48268	1:10000	
Linear	0,2420 m		
Eixo Norte	-0,0704 m		
Eixo Este	0,2315 m		
Altimétrico	0,009 m	0,068 m (= 20 mm × K½)	

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
CRS 15				126.168,6650	365.267,5100		
			349°51'31"				
EE 532				126.353,2259	365.234,4969	472,368	
	752,230	-1,760	285°42'59"				
EE 533				126.556,9880	364.510,3894	470,608	
	397,346	-1,327	285°44'12"				
EE 534				126.664,7554	364.127,9365	469,281	
	491,102	18,882	285°45'55"				
EE 535				126.798,1864	363.655,3085	488,163	
	414,263	10,878	285°46'42"				
EE 536				126.910,8320	363.256,6551	499,042	
	125,523	-0,468	285°46'42"				
EE 537				126.944,9639	363.135,8621	498,574	
	342,505	-7,023	285°46'48"				
EE 538				127.038,1068	362.806,2650	491,551	
	261,307	-5,557	285°47'07"				
EE 539				127.109,1910	362.554,8124	485,994	
	303,299	6,753	285°47'15"				
EE 540				127.191,7089	362.262,9548	492,747	
	276,547	1,665	285°47'14"				
EE 541				127.266,9475	361.996,8397	494,411	
	499,628	1,222	285°44'15"				
EE 542				127.402,4618	361.515,9404	495,633	
	335,587	-2,008	285°42'18"				
EE 543				127.493,2996	361.192,8811	493,625	
	572,076	-7,472	285°42'15"				
EE 544				127.648,1443	360.642,1596	486,153	
	289,010	2,449	285°42'15"				
EE 545				127.726,3711	360.363,9383	488,602	
	191,697	-1,072	285°42'15"				
EE 546				127.778,2579	360.179,3975	487,530	
	428,081	-0,155	285°42'19"				
EE 547				127.894,1348	359.767,2977	487,376	
	320,245	-2,438	285°42'25"				
EE 548				127.980,8312	359.459,0114	484,938	
	511,723	-6,145	285°42'34"				
EE 549				128.119,3842	358.966,4022	478,793	
	387,140	-0,770	285°42'33"				
EE 550				128.224,2032	358.593,7222	478,023	
	249,078	3,474	285°42'19"				
EE 551				128.291,6261	358.353,9426	481,496	
	120,634	0,308	341°00'14"				
EE 672				128.405,6907	358.314,6760	481,805	
	170,767	-1,524	341°00'25"				
EE 673				128.567,1606	358.259,0994	480,281	
	441,333	1,754	341°00'20"				
EE 674				128.984,4635	358.115,4561	482,035	
	316,298	-2,445	341°00'17"				

Meridiano	Datum
-39°00'00"	SAD-69

Estação	DH Plana	Desnível	Azim Plano	Norte	Este	Altitude	Descrição
EE 675				129.283,5378	358.012,5041	479,590	
	538,189	7,806	341°00'31"				
EE 676				129.792,4325	357.837,3641	487,396	
	347,538	0,673	341°00'29"				
EE 677				130.121,0520	357.724,2625	488,068	
	526,038	-5,827	341°00'37"				
EE 678				130.618,4611	357.553,0895	482,241	
	591,029	4,105	341°00'40"				
EE 679				131.177,3273	357.360,7791	486,346	
	500,029	3,553	341°00'46"				
EE 680				131.650,1508	357.198,0918	489,899	
	570,002	4,883	341°00'49"				
EE 681				132.189,1426	357.012,6455	494,782	
	407,579	2,249	341°00'45"				
EE 682				132.574,5447	356.880,0344	497,031	



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 na planilha a seguir, 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.

PLANIMETRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA						
Estaca	Marco	Distância	Coordenada (UTM)		Cota (m)	Azimute
			Norte (N)	Leste (E)		
50+0,000	EE 001	1.000,000	9.103.797,94	430.010,59	393,799	223°15'55"
60+3,684	EE 002	1.203,684	9.103.937,54	429.862,27	409,411	223°15'47"
62+11,209	EE 003	1.251,209	9.103.970,11	429.827,66	410,631	223°15'43"
76+0,882	EE 004	1.520,882	9.104.154,93	429.631,28	399,367	223°15'45"
82+0,735	EE 005	1.640,735	9.104.237,07	429.544,00	398,310	223°15'57"
85+10,035	EE 006	1.710,035	9.104.284,57	429.493,54	406,506	223°16'01"
89+9,670	EE 007	1.789,670	9.104.339,15	429.435,55	407,521	223°15'55"
100+15,836	EE 008	2.015,836	9.104.494,16	429.270,86	395,286	223°15'56"
106+0,260	EE 009	2.120,260	9.104.565,73	429.194,82	399,740	223°15'54"
111+7,209	EE 010	2.227,209	9.104.639,03	429.116,94	402,121	223°16'01"
117+5,414	EE 011	2.345,414	9.104.720,05	429.030,87	411,363	223°15'24"
122+15,279	EE 012	2.455,279	9.104.795,32	428.950,84	416,370	223°13'50"
133+16,569	EE 012A	2.676,569	9.104.946,85	428.789,57	418,368	223°12'07"
143+14,630	EE 013	2.874,630	9.105.082,40	428.645,16	421,984	223°09'55"
150+15,192	EE 014	3.015,192	9.105.178,52	428.542,60	424,745	223°09'50"
163+18,127	EE 015	3.278,127	9.105.358,46	428.350,88	413,732	223°11'06"
173+6,390	EE 016	3.466,390	9.105.487,30	428.213,61	412,790	223°11'10"
179+11,539	EE 017	3.591,539	9.105.572,95	428.122,36	417,941	223°12'15"
185+16,376	EE 018	3.716,376	9.105.658,44	428.031,39	420,737	223°12'10"
196+5,961	EE 019	3.925,961	9.105.801,87	427.878,57	425,151	223°10'03"
198+4,519	EE 020	3.964,519	9.105.828,24	427.850,44	427,253	223°09'18"
205+4,336	EE 021	4.104,336	9.105.923,88	427.748,45	427,658	223°09'37"
210+14,051	EE 022	4.214,051	9.105.998,93	427.668,42	431,455	223°09'32"
221+18,787	EE 023	4.438,787	9.106.152,65	427.504,48	434,829	223°09'30"
231+4,173	EE 024	4.624,173	9.106.279,46	427.369,25	436,213	223°09'33"
242+17,660	EE 025	4.857,660	9.106.439,17	427.198,93	435,633	223°09'31"
258+18,307	EE 026	5.178,307	9.106.658,50	426.965,03	435,439	223°08'42"
278+10,953	EE 027	5.570,953	9.106.926,94	426.678,48	432,859	223°07'57"
290+17,390	EE 028	5.817,390	9.107.095,43	426.498,64	431,169	223°07'54"
299+10,929	EE 029	5.990,929	9.107.214,07	426.371,99	427,527	223°08'51"
311+7,005	EE 030	6.227,005	9.107.375,57	426.199,80	427,067	223°10'46"
331+18,682	EE 031	6.638,682	9.107.657,35	425.899,67	420,162	223°12'12"
340+17,561	EE 032	6.817,561	9.107.779,83	425.769,30	412,088	223°12'44"
346+5,652	EE 033	6.925,652	9.107.853,84	425.690,52	412,192	223°12'55"
348+17,975	EE 034	6.977,975	9.107.889,67	425.652,39	415,693	223°12'55"
358+3,561	EE 035	7.163,561	9.108.016,74	425.517,13	417,895	223°10'45"
364+15,180	EE 036	7.295,180	9.108.106,75	425.421,10	416,883	223°08'50"
374+16,676	EE 037	7.496,676	9.108.244,55	425.274,09	422,088	223°08'49"
386+15,117	EE 038	7.735,117	9.108.407,61	425.100,12	422,476	223°08'50"
394+13,988	EE 039	7.893,988	9.108.516,26	424.984,21	418,251	223°08'51"
418+2,515	EE 040	8.362,515	9.108.836,67	424.642,37	418,727	223°08'50"
425+10,186	EE 041	8.510,186	9.108.937,66	424.534,63	421,670	223°08'45"
432+2,265	EE 042	8.642,265	9.109.027,98	424.438,26	421,184	223°07'19"
439+12,156	PCE 01	8.792,156	9.109.130,40	424.328,82	420,938	223°05'59"



PLANIMETRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA						
Estaca	Marco	Distância	Coordenada (UTM)		Cota (m)	Azimute
			Norte (N)	Leste (E)		
530+10,117	PT 01	10.610,117	9.110.106,70	422.807,12	436,364	202°16'03"
540+8,842	EE 196	10.808,842	9.110.182,00	422.623,21	447,046	202°17'28"
559+0,981	EE 197	11.180,981	9.110.323,30	422.278,94	448,270	202°19'43"
570+19,551	EE 198	11.419,551	9.110.413,99	422.058,28	427,295	202°21'20"
577+5,758	EE 199	11.545,758	9.110.462,02	421.941,57	429,730	202°22'59"
585+12,939	EE 200	11.712,939	9.110.525,72	421.787,00	422,707	202°24'33"
588+4,616	EE 201	11.764,616	9.110.545,43	421.739,23	416,215	202°25'17"
595+4,122	EE 202	11.904,122	9.110.598,64	421.610,27	412,715	202°25'25"
606+10,340	EE 203	12.130,340	9.110.684,94	421.401,16	423,753	202°25'39"
609+16,808	EE 204	12.196,808	9.110.710,30	421.339,72	423,381	202°25'49"
615+17,306	EE 205	12.317,306	9.110.756,28	421.228,34	419,334	202°25'50"
628+7,372	EE 206	12.567,372	9.110.851,69	420.997,19	436,032	202°25'49"
632+13,672	EE 207	12.653,672	9.110.884,62	420.917,42	435,047	202°26'02"
636+6,592	EE 208	12.726,592	9.110.912,45	420.850,02	428,338	202°26'18"
640+3,138	EE 209	12.803,138	9.110.941,67	420.779,27	432,298	202°27'10"
642+6,607	EE 210	12.846,607	9.110.958,28	420.739,10	433,037	202°28'27"
645+19,302	EE 211	12.919,302	9.110.986,08	420.671,93	425,111	202°30'03"
652+6,046	EE 212	13.046,046	9.111.034,62	420.554,85	427,191	202°31'01"
657+6,037	EE 213	13.146,037	9.111.072,91	420.462,48	425,089	202°30'54"
662+1,331	EE 214	13.241,331	9.111.109,40	420.374,45	428,543	202°31'51"
664+14,559	EE 215	13.294,559	9.111.129,81	420.325,29	429,807	202°33'27"
670+3,058	EE 216	13.403,058	9.111.171,45	420.225,10	423,233	202°34'13"
672+7,762	EE 217	13.447,762	9.111.188,61	420.183,82	416,946	202°33'56"
677+17,217	EE 218	13.557,217	9.111.230,60	420.082,74	418,371	202°33'32"
686+14,989	EE 219	13.734,989	9.111.298,80	419.918,57	408,116	202°33'23"
689+10,862	EE 220	13.790,862	9.111.320,23	419.866,97	402,306	202°33'31"
698+3,963	EE 220 ^a	13.963,963	9.111.386,65	419.707,12	398,847	202°32'52"
702+8,409	EE 221	14.048,409	9.111.419,01	419.629,12	398,522	202°32'27"
711+2,368	EE 222	14.222,368	9.111.485,72	419.468,46	409,871	202°20'49"
733+9,248	EE 224	14.669,248	9.111.657,00	419.055,71	419,433	202°37'03"
746+2,376	EE 225	14.922,376	9.111.754,35	418.822,05	422,802	202°36'57"
748+4,689	EE 226	14.964,689	9.111.770,62	418.782,99	421,231	202°37'02"
754+0,098	EE 227	15.080,098	9.111.815,01	418.676,46	430,531	202°37'22"
757+6,931	EE 228	15.146,931	9.111.840,72	418.614,77	431,062	202°30'02"
764+14,189	EE 229	15.294,189	9.111.896,78	418.478,60	433,423	202°45'01"
774+8,196	EE 229 ^a	15.488,196	9.111.972,97	418.300,18	434,775	202°47'34"
776+8,947	EE 230	15.528,947	9.111.988,54	418.262,52	434,862	202°27'50"
781+14,671	EE 231	15.634,671	9.112.028,94	418.164,82	431,353	202°27'34"
795+6,790	EE 232	15.906,790	9.112.132,87	417.913,33	417,260	202°21'45"
800+13,490	EE 233	16.013,490	9.112.173,31	417.814,59	419,132	202°28'17"
804+12,050	EE 234	16.092,050	9.112.203,59	417.742,10	414,838	202°41'04"
807+10,204	EE 235	16.150,204	9.112.226,03	417.688,45	411,864	202°42'41"
816+10,424	EE 236	16.330,424	9.112.295,65	417.522,22	409,717	202°44'13"
827+13,672	EE 237	16.553,672	9.112.381,98	417.316,34	409,464	202°45'02"
837+16,158	EE 238	16.756,158	9.112.460,29	417.129,61	410,254	202°45'11"
846+11,428	EE 239	16.931,428	9.112.528,08	416.967,98	407,158	202°45'20"
856+17,207	EE 239 ^a	17.137,207	9.112.607,68	416.778,22	397,734	202°44'12"



PLANIMETRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA						
Estaca	Marco	Distância	Coordenada (UTM)		Cota (m)	Azimute
			Norte (N)	Leste (E)		
857+3,137	EE 240	17.143,137	9.112.609,97	416.772,75	397,794	202°42'28"
859+10,430	EE 241	17.190,430	9.112.628,22	416.729,12	397,604	202°41'34"
870+16,025	EE 242	17.416,025	9.112.715,23	416.520,98	398,839	202°40'20"
874+14,654	EE 243	17.494,654	9.112.745,52	416.448,42	406,090	202°39'40"
880+9,828	EE 244	17.609,828	9.112.789,90	416.342,14	408,149	202°39'43"
882+17,432	EE 245	17.657,432	9.112.808,24	416.298,21	405,059	202°39'46"
899+4,243	EE 246	17.984,243	9.112.934,18	415.996,64	402,428	202°40'45"
908+18,630	EE 047	18.178,630	9.113.009,17	415.817,30	397,309	202°42'21"
912+6,518	EE 048	18.246,518	9.113.035,39	415.754,68	394,839	202°43'49"
916+14,085	EE 049	18.334,085	9.113.069,24	415.673,92	393,432	202°45'22"
930+13,114	EE 050	18.613,114	9.113.177,24	415.416,64	393,964	202°47'04"
937+6,981	EE 051	18.746,981	9.113.229,11	415.293,23	397,070	202°48'37"
944+17,952	EE 052	18.897,952	9.113.287,67	415.154,08	407,162	202°50'06"
949+9,048	EE 053	18.989,048	9.113.323,04	415.070,13	411,963	202°51'44"
968+0,791	EE 054	19.360,791	9.113.467,56	414.727,63	410,971	202°53'29"
973+6,083	EE 055	19.466,083	9.113.508,54	414.630,64	416,372	202°54'14"
977+13,808	EE 056	19.553,808	9.113.542,68	414.549,83	412,917	202°54'07"
993+2,771	EE 057	19.862,771	9.113.662,91	414.265,22	410,336	202°54'02"
1014+18,134	EE 058	20.298,134	9.113.832,32	413.864,17	426,607	202°53'54"
1021+12,121	EE 059	20.432,121	9.113.884,45	413.740,74	429,522	202°53'49"
1027+19,704	EE 060	20.559,704	9.113.934,09	413.623,21	423,309	202°53'06"
1039+10,610	EE 061	20.790,610	9.114.023,84	413.410,46	432,547	202°53'02"
1050+10,536	EE 062	21.010,536	9.114.109,40	413.207,86	437,002	202°54'26"
1065+6,784	EE 063	21.306,784	9.114.224,77	412.935,00	441,315	202°55'51"
1074+14,416	EE 064	21.494,416	9.114.297,91	412.762,21	441,194	202°57'18"
1090+14,989	EE 065	21.814,989	9.114.423,00	412.467,05	438,669	202°58'45"
1105+5,962	EE 066	22.105,962	9.114.536,65	412.199,19	444,675	203°00'11"
1128+8,093	EE 068	22.568,093	9.114.717,44	411.773,89	440,462	203°02'20"
1134+15,669	EE 069	22.695,669	9.114.767,37	411.656,49	434,824	203°02'19"
1162+15,604	EE 070	23.255,604	9.114.986,49	411.141,21	442,052	203°02'15"
1173+6,548	EE 071	23.466,548	9.115.069,04	410.947,09	443,658	203°02'08"
1184+1,005	EE 072	23.681,005	9.115.152,95	410.749,73	441,511	203°02'50"
1200+10,278	EE 073	24.010,278	9.115.281,93	410.446,77	442,000	203°04'14"
1208+9,861	EE 074	24.169,861	9.115.344,49	410.299,96	439,088	203°05'43"
1220+11,133	EE 075	24.411,133	9.115.439,19	410.078,05	433,065	203°07'16"
1247+12,616	EE 076	24.952,616	9.115.651,91	409.580,10	451,003	203°07'56"
1259+10,666	EE 077	25.190,666	9.115.745,43	409.361,19	452,886	203°07'52"
1271+3,904	EE 078	25.423,904	9.115.837,05	409.146,70	450,053	203°07'46"
1275+12,549	EE 079	25.512,549	9.115.871,87	409.065,18	450,446	203°07'43"
1285+2,854	EE 080	25.702,854	9.115.946,62	408.890,17	443,263	203°07'46"
1293+18,222	EE 081	25.878,222	9.116.015,51	408.728,90	434,667	203°07'47"
1301+19,016	EE 082	26.039,016	9.116.078,67	408.581,03	422,093	203°07'47"
1308+1,818	EE 083	26.161,818	9.116.126,91	408.468,10	421,408	203°07'45"
1312+13,115	EE 084	26.253,115	9.116.162,77	408.384,14	422,393	203°08'19"
1319+13,477	EE 085	26.393,477	9.116.217,95	408.255,08	420,421	203°09'55"
1324+4,169	EE 086	26.484,169	9.116.253,65	408.171,71	417,585	203°11'25"
1329+14,544	EE 087	26.594,544	9.116.297,13	408.070,26	412,789	203°12'49"



PLANIMETRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA						
Estaca	Marco	Distância	Coordenada (UTM)		Cota (m)	Azimute
			Norte (N)	Leste (E)		
1333+12,057	EE 088	26.672,057	9.116.327,70	407.999,03	408,563	203°14'40"
1341+12,215	EE 089	26.832,215	9.116.390,95	407.851,89	420,056	203°16'16"
1346+18,478	EE 090	26.938,478	9.116.432,95	407.754,28	418,548	203°17'01"
1355+14,615	EE 091	27.114,615	9.116.502,58	407.592,49	414,735	203°17'04"
1359+5,552	EE 092	27.185,552	9.116.530,62	407.527,33	410,386	203°16'57"
1362+12,699	EE 093	27.252,699	9.116.557,16	407.465,65	409,086	203°16'07"
1368+19,132	EE 094	27.379,132	9.116.607,08	407.349,49	415,996	203°14'41"
1373+8,793	EE 095	27.468,793	9.116.642,45	407.267,10	419,448	203°14'43"
1384+19,434	EE 096	27.699,434	9.116.733,52	407.055,20	423,990	203°16'10"
1398+14,242	EE 097	27.974,242	9.116.842,14	406.802,77	429,421	203°16'55"
1410+18,643	EE 098	28.218,643	9.116.938,74	406.578,27	433,120	203°16'54"
1421+14,303	EE 099	28.434,303	9.117.023,98	406.380,17	433,345	203°17'47"
1424+0,320	EE 100	28.480,320	9.117.042,19	406.337,91	428,462	203°19'32"
1428+7,754	EE 101	28.567,754	9.117.076,83	406.257,63	434,338	203°20'30"
1440+18,913	EE 102	28.818,913	9.117.176,35	406.027,03	434,789	203°20'29"
1447+5,424	EE 103	28.945,424	9.117.226,47	405.910,87	428,839	203°20'28"
1454+17,404	EE 104	29.097,404	9.117.286,69	405.771,33	437,380	203°20'26"
1463+16,856	EE 105	29.276,856	9.117.357,78	405.606,56	442,892	203°20'14"
1477+0,984	EE 106	29.540,984	9.117.462,41	405.364,04	446,649	203°20'07"
1486+18,716	EE 107	29.738,716	9.117.540,73	405.182,48	452,077	203°20'15"
1494+5,988	EE 108	29.885,988	9.117.599,08	405.047,26	458,554	203°20'21"
1500+14,981	EE 109	30.014,981	9.117.650,18	404.928,82	460,106	203°20'25"
1519+1,198	EE 110	30.381,198	9.117.795,29	404.592,58	435,838	203°20'36"
1522+17,035	EE 111	30.457,035	9.117.825,34	404.522,95	442,493	203°20'37"
1533+11,294	EE 112	30.671,294	9.117.910,24	404.326,23	453,713	203°20'42"
1537+7,906	EE 113	30.747,906	9.117.940,60	404.255,89	458,115	203°20'52"
1545+9,511	EE 114	30.909,511	9.118.004,65	404.107,52	459,932	203°21'13"
1557+0,447	EE 115	31.140,447	9.118.096,21	403.895,51	447,437	203°21'18"
1563+8,126	EE 116	31.268,126	9.118.146,82	403.778,29	456,314	203°20'54"
1570+8,289	EE 117	31.408,289	9.118.202,36	403.649,60	457,972	203°20'21"
1574+9,306	EE 118	31.489,306	9.118.234,45	403.575,21	452,342	203°19'49"
1584+1,745	EE 119	31.681,745	9.118.310,65	403.398,50	428,641	203°19'19"
1591+11,408	EE 120	31.831,408	9.118.369,89	403.261,06	433,386	203°18'39"
1614+11,603	EE 121	32.291,603	9.118.551,95	402.838,41	436,811	203°17'48"
1622+11,631	EE 122	32.451,631	9.118.615,22	402.691,42	445,208	203°16'57"
1628+14,012	EE 123	32.574,012	9.118.663,58	402.579,00	446,937	203°15'33"
1648+11,586	EE 124	32.971,586	9.118.820,47	402.213,69	466,220	203°13'40"
1651+11,790	EE 125	33.031,790	9.118.844,20	402.158,36	465,303	203°11'35"
1674+9,399	EE 126	33.489,399	9.119.024,27	401.737,67	442,006	203°09'34"
1681+2,807	EE 127	33.622,807	9.119.076,71	401.615,00	439,330	203°07'40"
1692+13,847	EE 128	33.853,847	9.119.167,39	401.402,50	426,320	203°05'23"
1701+12,026	EE 129	34.032,026	9.119.237,21	401.238,57	432,281	203°03'10"
1707+14,002	EE 130	34.154,002	9.119.284,94	401.126,32	432,756	203°02'51"
1738+2,305	EE 131	34.762,305	9.119.523,20	400.566,62	420,009	203°04'19"
1754+12,886	EE 132	35.092,886	9.119.652,82	400.262,51	407,067	203°05'24"
1772+19,411	EE 133	35.459,411	9.119.796,59	399.925,36	407,552	203°06'48"
1787+17,844	EE 134	35.757,844	9.119.913,83	399.650,92	411,268	203°09'10"



PLANIMETRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA						
Estaca	Marco	Distância	Coordenada (UTM)		Cota (m)	Azimute
			Norte (N)	Leste (E)		
1796+9,526	EE 135	35.929,526	9.119.981,39	399.493,09	415,845	203°11'45"
1813+19,880	EE 136	36.279,880	9.120.119,51	399.171,11	422,368	203°13'27"
1833+9,531	EE 137	36.669,531	9.120.273,20	398.813,05	425,516	203°13'53"
1847+2,637	EE 138	36.942,637	9.120.380,93	398.562,09	426,294	203°13'55"
1879+1,256	EE 139	37.581,256	9.120.632,83	397.975,25	431,246	203°13'55"
1909+1,161	EE 140	38.181,161	9.120.869,47	397.423,99	435,380	203°13'52"
1941+6,116	EE 141	38.826,116	9.121.123,85	396.831,32	444,595	203°13'49"
1970+6,437	EE 142	39.406,437	9.121.352,75	396.298,05	443,543	203°13'53"
1989+16,091	EE 143	39.796,091	9.121.506,45	395.939,99	445,290	203°14'01"
2000+11,166	EE 144	40.011,166	9.121.591,30	395.742,36	446,876	203°14'08"
2027+13,406	EE 145	40.553,406	9.121.805,22	395.244,10	447,301	203°14'11"
2052+14,397	EE 146	41.054,397	9.122.002,88	394.783,75	444,124	203°14'14"
2080+18,094	EE 147	41.618,094	9.122.225,28	394.265,78	440,372	203°14'16"
2097+7,857	EE 148	41.947,857	9.122.355,39	393.962,77	440,854	203°14'20"
2125+19,129	EE 149	42.519,129	9.122.580,80	393.437,85	442,560	203°14'19"
2156+12,519	EE 150	43.132,519	9.122.822,81	392.874,22	450,608	203°14'16"
2178+16,792	EE 151	43.576,792	9.122.998,10	392.465,99	455,047	203°14'17"
2208+11,835	PCE 02	44.171,835	9.123.232,87	391.919,22	454,985	203°14'16"
2314+9,361	PT 02	46.289,361	9.123.637,69	389.856,84	448,342	178°58'21"
2335+10,245	EE 475	46.710,245	9.123.630,14	389.436,02	443,175	178°58'17"
2368+19,983	EE 476	47.379,983	9.123.618,10	388.766,39	443,900	178°58'10"
2394+16,127	EE 477	47.896,127	9.123.608,81	388.250,33	442,409	178°58'11"
2420+16,561	EE 478	48.416,561	9.123.599,46	387.729,98	441,186	178°58'13"
2482+14,962	EE 481	49.654,962	9.123.577,13	386.491,78	441,642	178°57'46"
2506+17,709	EE 482	50.137,709	9.123.568,41	386.009,11	440,930	178°57'52"
2520+14,398	EE 483	50.414,398	9.123.563,41	385.732,47	438,979	178°57'47"
2532+5,593	EE 484	50.645,593	9.123.559,22	385.501,31	435,495	178°57'45"
2548+14,920	EE 485	50.974,920	9.123.553,26	385.172,04	435,657	178°57'41"
2578+16,881	EE 486	51.576,881	9.123.542,34	384.570,18	441,616	178°57'35"
2606+3,985	EE 487	52.123,985	9.123.532,40	384.023,16	442,892	178°57'27"
2631+11,876	EE 488	52.631,876	9.123.523,14	383.515,36	443,218	178°57'22"
2660+13,314	EE 489	53.213,314	9.123.512,55	382.934,01	444,244	178°57'19"
2682+7,693	EE 490	53.647,693	9.123.504,62	382.499,71	442,680	178°57'19"
2707+14,596	EE 491	54.154,596	9.123.495,38	381.992,89	443,788	178°57'19"
2719+10,548	EE 492	54.390,548	9.123.491,08	381.756,98	441,452	178°57'18"
2728+19,215	EE 493	54.579,215	9.123.487,64	381.568,34	438,123	178°57'18"
2745+12,106	EE 494	54.912,106	9.123.481,57	381.235,51	427,214	178°57'13"
2773+5,864	EE 495	55.465,864	9.123.471,44	380.681,84	426,843	178°57'02"
2802+13,376	EE 496	56.053,376	9.123.460,66	380.094,43	439,429	178°56'56"
2826+16,392	EE 497	56.536,392	9.123.451,80	379.611,49	442,074	178°56'55"
2861+3,496	EE 498	57.223,496	9.123.439,19	378.924,50	450,045	178°56'54"
2887+0,358	EE 499	57.740,358	9.123.429,71	378.407,73	445,748	178°56'55"
2913+12,359	EE 500	58.272,359	9.123.419,95	377.875,82	452,988	178°57'04"
2948+15,198	EE 501	58.975,198	9.123.407,11	377.173,10	445,528	178°57'13"
2957+11,370	EE 502	59.151,370	9.123.403,89	376.996,95	448,752	178°56'01"
2977+10,954	EE 503	59.550,954	9.123.396,32	376.597,44	452,286	178°55'24"
2986+17,199	PCD 03	59.737,199	9.123.392,85	376.411,23	453,025	178°55'59"



PLANIMETRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA						
Estaca	Marco	Distância	Coordenada (UTM)		Cota (m)	Azimute
			Norte (N)	Leste (E)		
3061+14,910	PT 03	61.234,910	9.123.587,98	374.931,92	452,568	196°05'44"
3074+16,411	EE 508	61.496,411	9.123.660,48	374.680,67	454,623	196°05'52"
3099+8,984	EE 509	61.988,984	9.123.797,08	374.207,42	457,363	196°05'14"
3114+6,261	EE 510	62.286,261	9.123.879,39	373.921,77	454,664	196°03'13"
3120+13,545	EE 511	62.413,545	9.123.914,54	373.799,43	453,726	196°01'03"
3130+1,151	EE 512	62.601,151	9.123.966,26	373.619,10	454,115	195°59'17"
3149+0,909	EE 513	62.980,909	9.124.070,77	373.254,00	461,385	195°58'23"
3176+14,280	EE 514	63.534,280	9.124.223,04	372.721,99	461,220	195°58'34"
3184+7,003	EE 515	63.687,003	9.124.265,09	372.575,17	459,603	195°57'46"
3202+19,404	EE 516	64.059,404	9.124.367,39	372.217,10	459,880	195°56'57"
3216+4,821	EE 517	64.324,821	9.124.440,34	371.961,90	459,992	195°57'58"
3241+8,374	EE 518	64.828,374	9.124.578,96	371.477,81	462,247	195°58'49"
3267+2,910	EE 519	65.342,910	9.124.720,63	370.983,16	468,490	195°58'10"
3294+10,241	EE 520	65.890,241	9.124.871,10	370.456,92	471,207	195°57'21"
3321+5,756	EE 521	66.425,756	9.125.018,30	369.942,03	473,124	195°56'57"
3361+8,275	EE 522	67.228,275	9.125.238,75	369.170,38	482,670	195°55'50"
3370+14,047	EE 523	67.414,047	9.125.289,70	368.991,73	492,499	195°55'01"
3381+12,066	EE 524	67.632,066	9.125.349,49	368.782,07	496,111	195°54'14"
3422+6,588	EE 525	68.446,588	9.125.572,51	367.998,68	488,441	195°51'37"
3434+4,358	EE 526	68.684,358	9.125.637,37	367.769,92	491,718	195°49'26"
3456+6,075	EE 527	69.126,075	9.125.757,77	367.344,93	495,002	195°48'36"
3482+18,580	EE 528	69.658,580	9.125.902,78	366.832,55	506,154	195°47'53"
3491+7,831	EE 529	69.827,831	9.125.948,85	366.669,69	504,612	195°46'51"
3518+8,976	EE 530	70.368,976	9.126.095,90	366.148,91	491,343	195°45'27"
3544+9,215	EE 531	70.889,215	9.126.237,09	365.648,20	483,907	195°42'51"
3565+18,908	EE 532	71.318,908	9.126.353,23	365.234,50	474,924	195°41'56"
3603+11,138	EE 533	72.071,138	9.126.556,99	364.510,39	473,194	195°43'36"
3623+8,485	EE 534	72.468,485	9.126.664,76	364.127,94	471,864	195°45'04"
3647+19,587	EE 535	72.959,587	9.126.798,19	363.655,31	490,750	195°46'19"
3668+13,849	EE 536	73.373,849	9.126.910,83	363.256,66	501,615	195°46'42"
3674+19,372	EE 537	73.499,372	9.126.944,96	363.135,86	501,150	195°46'45"
3692+1,877	EE 538	73.841,877	9.127.038,11	362.806,27	494,119	195°46'58"
3705+3,184	EE 539	74.103,184	9.127.109,19	362.554,81	488,570	195°47'11"
3720+6,483	EE 540	74.406,483	9.127.191,71	362.262,95	495,307	195°47'14"
3734+3,030	EE 541	74.683,030	9.127.266,95	361.996,84	496,932	195°45'44"
3759+2,658	EE 542	75.182,658	9.127.402,46	361.515,94	498,141	195°43'16"
3775+18,245	EE 543	75.518,245	9.127.493,30	361.192,88	496,157	195°42'16"
3804+10,321	EE 544	76.090,321	9.127.648,14	360.642,16	488,732	195°42'15"
3818+19,331	EE 545	76.379,331	9.127.726,37	360.363,94	491,171	195°42'15"
3828+11,027	EE 546	76.571,027	9.127.778,26	360.179,40	490,112	195°42'17"
3849+19,109	EE 547	76.999,109	9.127.894,13	359.767,30	489,986	195°42'22"
3865+19,353	EE 548	77.319,353	9.127.980,83	359.459,01	487,544	195°42'28"
3884+1,496	PCD 04	77.681,496	9.128.078,88	359.110,39	482,650	195°42'30"
3956+9,169	PT 04	79.129,169	9.129.034,64	358.098,18	484,477	251°00'19"
3969+12,403	EE 675	79.392,403	9.129.283,54	358.012,50	482,295	251°00'25"
3996+10,592	EE 676	79.930,592	9.129.792,43	357.837,36	490,097	251°00'30"
4013+18,130	EE 677	80.278,130	9.130.121,05	357.724,26	490,737	251°00'33"



PLANIMETRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA						
Estaca	Marco	Distância	Coordenada (UTM)		Cota (m)	Azimute
			Norte (N)	Leste (E)		
4094+15,226	EE 680	81.895,226	9.131.650,15	357.198,09	492,598	251°00'48"
4123+5,228	EE 681	82.465,228	9.132.189,14	357.012,65	497,490	251°00'47"
4143+12,807	EE 682	82.872,807	9.132.574,54	356.880,03	499,768	251°00'19"
4165+10,715	EE 683	83.310,715	9.132.988,59	356.737,45	499,878	250°59'50"
4192+1,451	EE 684	83.841,451	9.133.490,40	356.564,63	501,346	250°59'45"
4219+11,113	EE 685	84.391,113	9.134.010,10	356.385,63	499,482	250°59'37"
4240+3,467	EE 686	84.803,467	9.134.399,97	356.251,33	492,521	250°59'30"
4263+2,754	EE 687	85.262,754	9.134.834,21	356.101,73	499,979	250°59'28"
4276+8,082	EE 688	85.528,082	9.135.085,07	356.015,31	504,230	250°59'29"
4295+1,240	EE 689	85.901,240	9.135.437,88	355.893,77	504,891	250°59'22"
4315+3,420	EE 690	86.303,420	9.135.818,12	355.762,75	500,575	250°59'12"
4326+16,232	EE 691	86.536,232	9.136.038,23	355.686,90	502,384	250°59'10"
4340+0,353	EE 692	86.800,353	9.136.287,94	355.600,85	507,124	250°58'59"
4361+14,357	EE 693	87.234,357	9.136.698,25	355.459,41	508,297	250°58'50"
4373+2,141	EE 694	87.462,141	9.136.913,60	355.385,18	504,039	250°58'55"
4401+6,843	EE 695	88.026,843	9.137.447,48	355.201,17	509,207	250°58'49"
4415+4,812	EE 696	88.304,812	9.137.710,27	355.110,57	508,298	250°58'44"
4443+3,271	EE 697	88.863,271	9.138.238,24	354.928,57	510,510	250°58'55"
4455+3,638	EE 698	89.103,638	9.138.465,49	354.850,25	512,372	250°59'03"
4482+4,884	EE 699	89.644,884	9.138.977,20	354.673,90	513,147	250°59'10"
4501+1,192	EE 700	90.021,192	9.139.332,98	354.551,31	513,201	250°59'17"
4514+15,685	EE 701	90.295,685	9.139.592,50	354.461,89	513,649	250°59'18"
4530+4,108	EE 702	90.604,108	9.139.884,10	354.361,42	512,581	250°59'26"
4555+14,898	EE 703	91.114,898	9.140.367,04	354.195,06	517,142	250°59'34"
4565+3,639	EE 704	91.303,639	9.140.545,49	354.133,59	516,839	250°59'39"
4583+18,555	EE 705	91.678,555	9.140.899,97	354.011,50	517,218	250°59'47"
4611+17,780	EE 706	92.237,780	9.141.428,72	353.829,41	517,826	250°59'54"
4638+10,761	EE 707	92.770,761	9.141.932,66	353.655,88	513,724	250°59'59"
4666+10,284	EE 708	93.330,284	9.142.461,70	353.473,72	513,414	251°00'06"
4680+10,823	EE 709	93.610,823	9.142.726,96	353.382,40	519,160	251°00'11"
4706+10,147	EE 710	94.130,147	9.143.218,00	353.213,35	516,352	251°00'15"
4725+8,172	EE 711	94.508,172	9.143.575,44	353.090,31	526,328	251°00'17"
4738+4,395	EE 712	94.764,395	9.143.817,71	353.006,91	528,527	251°00'20"
4753+19,034	EE 713	95.079,034	9.144.115,22	352.904,51	525,059	251°00'26"
4779+4,469	EE 714	95.584,469	9.144.593,14	352.740,02	527,254	251°00'30"
4803+19,376	EE 715	96.079,376	9.145.061,11	352.578,97	521,276	251°00'33"
4827+0,907	EE 716	96.540,907	9.145.497,52	352.428,78	521,953	251°00'39"
4847+11,159	EE 717	96.951,159	9.145.885,45	352.295,30	522,517	251°00'47"
4863+1,788	EE 718	97.261,788	9.146.179,18	352.194,24	520,167	251°00'50"

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 equidistância 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 referências 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 eqüidistância 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



abranjerem 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 pedra 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 pedra 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.

Segue abaixo, registro fotográfico da pedra.





3.3.8 LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO

O levantamento aerofotogramétrico referente ao mapeamento do trecho denominado “Lote 3” da Ferrovia Transnordestina, com o objetivo de subsidiar o estudo da melhor alternativa de projeto da ferrovia foi executado pela TOPOCARD Topografia Engenharia e Aerolevantamentos Ltda em cumprimento ao contrato firmado com a ECOPLAN Engenharia Ltda.

A cobertura aerofotogramétrica foi executada em decorrência de autorização MD: 056 de 09/05/2006 (vôo de 19/08/2006), em escala 1:8000. O levantamento compreendeu uma área com extensão de 112,60 km, centrado no eixo planejado da ferrovia, cobrindo a largura útil da foto, garantindo um corredor de estudo com largura média de 500 metros.

A área coberta possui aproximadamente 207 km², estando enquadrada entre as coordenadas geográficas aproximadas: -70 40' a 80 07' e 390 38' a -400 32'.

Os serviços compreenderam:

- Aerotriangulação de 212 modelos para escala de vôo 1:8000;
- Restituição digital em escala de 1:2000 de uma área de 56,30 km²;
- Ortorretificação das imagens correspondentes a toda a área restituída;
- Confeção e edição final de 80 ortofotocartas na escala 1:2000.

Como produtos finais foram entregues os seguintes materiais:

- 01 (uma) cópia da coleção de fotoíndices, na escala 1:5000 de maneira a mostrar a posição de cada linha de vôo e indicar a relação aproximada de cada fotografia, em meio analógico;
- 01 (um) jogo de CD's contendo os seguintes arquivos digitais: plano de vôo gráfico em formato “dwg” fotoíndice em formato “dwg” e relatório técnico em formato “pdf”;
- 01 (uma) cópia do relatório técnico em formato analógico;
- 01 (uma) coleção de fotografias coloridas na escala de 1:8000, em papel fotográfico.



3.4 – ESTUDOS DE TRAÇADO



3.4. ESTUDOS DE TRAÇADO

Os trabalhos dos Estudos de Traçado basearam-se no Termo de Referência e nas instruções de serviço do DNIT IS-207 – Instrução de Serviço para Estudos Preliminares de Engenharia para Rodovias (Estudo de Traçados).

3.4.1 JUSTIFICATIVA PARA A ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE TRAÇADOS

A ECOPLAN, quando da participação do processo licitatório teve acesso ao Projeto Básico do Lote 3 “Ramal do Gesso”, elaborado pela empresa ATP - Assessoria, Tecnologia e Planejamento LTDA, o qual estava apenso à documentação do edital em referência. Naquela ocasião, durante a visita técnica, realizada com o objetivo de descrever o conhecimento da região e o conhecimento do problema, não foi feita análise detalhada do referido projeto básico em especial quanto ao traçado proposto.

Posteriormente, já como contratada para a elaboração do Projeto Executivo, técnicos da Consultora fizeram novamente visita técnica, desta feita como o objetivo específico de avaliar detalhadamente o traçado proposto para a ferrovia.

Durante a visita técnica foram constatadas as seguintes situações:

a) O traçado inicia ao norte da BR-316, nas proximidades da cidade de Parnamirim, mais especificamente no alinhamento da PE-555, afastado do eixo da BR-316 aproximadamente 50m;

b) Segundo o texto do projeto básico, Volume 3 – Memória Justificativa, o eixo da ferrovia se desenvolve praticamente paralelo ao eixo da BR, distante deste aproximadamente 80 m. Entretanto, segundo planilha de coordenadas (em UTM) apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução, do mesmo projeto básico, entre os km 51 e 90 (nas proximidades das cidades de Ouricuri e Trindade) o eixo se afasta da BR em aproximadamente 5 km e no km 50, o eixo projetado da ferrovia transpõe o eixo da BR, se posicionando ao sul desta;

c) Embora o texto do relatório mencione o paralelismo do eixo da ferrovia em relação ao eixo da BR, segundo observações obtidas com a utilização de GPS, não se confirma, existindo distâncias bastante variáveis, às vezes superior e outras inferior as 80 m indicados;



d) Existe no lado direito da BR (Parnamirim – Araripina) uma linha de transmissão de energia em alta tensão, afastada do bordo da referida rodovia aproximadamente 50 m. Esta linha de transmissão certamente é interceptada algumas vezes pelo eixo do projeto básico da ferrovia;

e) Na altura das localidades de Ouricuri e Trindade, o eixo do projeto básico da ferrovia foi posicionado entre a BR-316 e as jazidas de gipsita ora em exploração (mais próximo das jazidas). Segundo a ótica desta Consultora, existirá diversas interferências indesejáveis nesta área, caso seja adotada esta diretriz, tais como: considerável fluxo de veículos para transporte como os caminhões de minério e de pessoal que moram nas cidades de Ouricuri e Trindade e que trabalham nas jazidas. Contudo, soma-se a este conflito o trânsito de equipamentos tipo escavadeiras, tratores, restrições à expansão urbana que fatalmente ocorrerá; restrições à ampliação da área de exploração e ainda a necessidade de indenizações aos que hoje já detém o direito de lavra.

f) No final do traçado proposto, o eixo da ferrovia está posicionado dentro da localidade de Morais sem motivo aparente, podendo, sem prejuízo afastar-se desta localidade;

g) Diferença considerável de altitude entre a localidade de Morais e Araripina (distante uma da outra aproximadamente 10 km), dificultando a ligação entre estes dois pontos e principalmente a ligação do Ramal do Gesso com o ramal que vem do estado do Piauí;

h) Tendo em consideração que o início do lote 3 se dá nas proximidades de Parnamirim, ao norte da interseção da BR-316 com a PE-555 e que entre este ponto e aquela cidade existe uma ponte rodoviária, a solução altimétrica teria de ser a previsão de uma Passagem Inferior ou Viaduto quando da transposição da BR-316, e em poucos metros adiante a passagem por uma ponte ferroviária. Este fato tornaria a solução um tanto quanto complicada e com implantação das obras com pouco argumento técnico. Para aumentar ainda mais o grau de dificuldade, existe a necessidade de transpor a linha de transmissão em alta tensão que está posicionada de forma paralela, no lado esquerdo da BR (ao norte desta). Dado o acima exposto a ligação do Ramal do Gesso (Lote 3) com o Lote 2 seria dificultado.

Pelos motivos acima expostos e com a concordância do técnico da CFN - Companhia Ferroviária do Nordeste, quando da realização de reunião realizada em Recife, a Consultora passou a avaliar novos traçados, neste caso posicionado ao sul da BR.

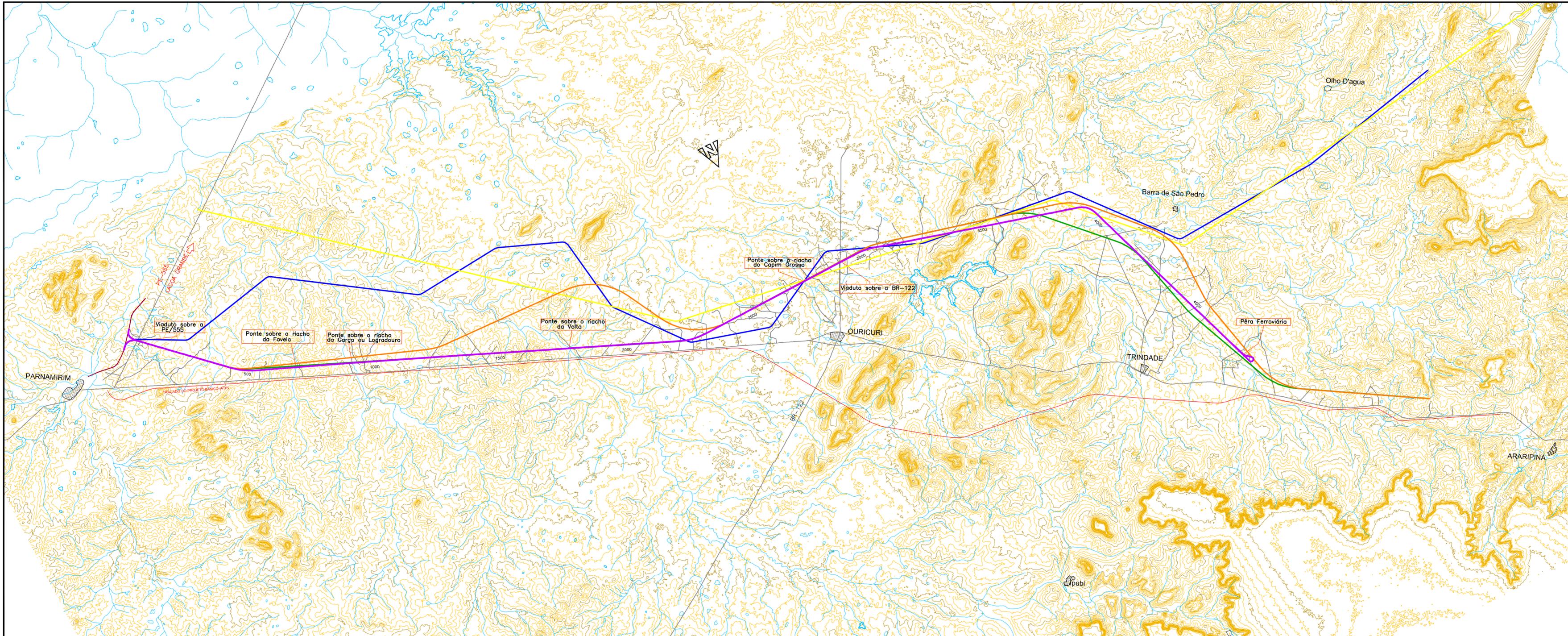


3.4.2 CRITÉRIOS PARA A ELABORAÇÃO DA ALTERNATIVA DE TRAÇADO

Foram elaboradas cinco alternativas de traçado, tendo como base um modelo digital do terreno (MDT) com curvas de nível cuja variação de altura é de 10 metros.

Dentre os estudos realizados foi escolhido o de número 5, aprovado em reunião ordinária na CEHAB em Recife.

Apresenta-se na seqüência planta baixa com as 5 opções de traçados propostos e o traçado do projeto básico elaborado pela empresa ATP.



LEGENDA:

TRAÇADO 1	TRAÇADO 5 (PROJ. EXEC.)	FERROVIA - LOTE 2
TRAÇADO 2	PROJETO BÁSICO (ATP)	CURSOS D'ÁGUA
TRAÇADO 3	RODOVIAS	CIDADES
TRAÇADO 4	ESTRADAS SECUNDARIAS	

1	Projeto Executivo	03/10/07	NK	CM
0	Emissão inicial	03/07/07	NK	CM
Revisão	Descrição	Data	Aprov.	Aut.
Aprovação	ECOPLAN DNIT	Autorização	ECOPLAN DNIT	
Elaboração:	Verificação:	Revisão	Referência EcoPLAN:	
Jorge M. Baster	Servulo Norberto Klein	1		



M.T.	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P.
ESCALAS:	Ferrovia: Transnordestina	
1:200.000	Tronco : Parnamirim - Araripina	
	Lote : 3	
DATA:	ESTUDO DE TRAÇADO	FOLHA/TOTAL
Jul/07		01/01



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 isotacas 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 përa 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

4.1.3.1 VELOCIDADE DIRETRIZ

De acordo com o Termo de Referência, a velocidade diretriz (de projeto) é de 80 km/h. Entretanto, de acordo com o mesmo Termo de Referência, o raio mínimo de projeto é de 400 m, logo, aplicando a fórmula simplificada para a definição da velocidade máxima (de projeto) pelo critério da segurança, tem-se:

- Para bitola métrica (*)

$$V_{\max} = 4,2 \cdot \sqrt{R} \quad : \quad V_{\max} = 84 \text{ km/h}$$

- Para bitola larga

$$V_{\max} = 4,8 \cdot \sqrt{R} \quad : \quad V_{\max} = 96 \text{ km/h}$$

(*) Durante a fase de construção, por conveniência operacional da concessionária, o trecho poderá operar temporariamente com bitola métrica.

4.1.3.2 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.

4.1.3.3 ALINHAMENTO HORIZONTAL

4.1.3.3.1 CONCORDÂNCIA HORIZONTAL

Foram utilizadas curvas horizontais circulares e com espiral de transição.

As espirais utilizadas foram as clotóides.

Para cálculo das curvas horizontais (circular e de transição) foram adotadas as seguintes equações:



$$Tg = q + (R + p) \cdot tg \frac{Ac}{2}$$

$$Dc = Ac \cdot R - lc$$

$$Sc = \frac{lc}{2 \cdot R}$$

$$p = x_c - [R \cdot (1 - \cos S_c)]$$

$$q = y_c - R \cdot \text{sen } S_c$$

$$x_c = \frac{lc}{3} \cdot \left(1 - \frac{S_c^2}{14} + \frac{S_c^4}{440} \right)$$

$$y_c = lc \cdot \left(1 - \frac{S_c^2}{10} + \frac{S_c^4}{216} \right)$$

Para curva circular $lc = 0$

Onde:

Tg – tangente da curva (m);

Dc – desenvolvimento circular da curva (m);

Ac – ângulo central (rad);

lc – comprimento da curva de transição (m);

Sc – ângulo central do ramo de transição (rad);

R – raio da curva circular (m);

x_c, y_c – coordenadas cartesianas da espiral

p – afastamento entre as tangentes (curva circular x curva de transição)

q – recuo do PC / PT da curva circular em relação à de transição (TE / ET)

4.1.3.3.2 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



desgaste e as resistências das curvas; e facilitar a inscrição dos veículos nas curvas. O valor da superlargura será adotado pela fórmula:

- Para $R < 500$ m: $S = \frac{6}{R} - 0,012$

Onde:

S – superlargura (m), sendo $S \leq 0,02$ m

R – raio de curvatura horizontal (m)

- Para $R > 500$ m: $S = \frac{6000}{R} - 5$

Onde:

S – superelevação (mm)

R – raio de curvatura horizontal (m)

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.

4.1.3.3.3 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. Segundo a dedução que se encontra em livros especializados, a superelevação teórica é dada pela seguinte fórmula:

$$ht = a \times V^2 / (g \times R), \text{ onde}$$

V → velocidade (m/s);

a → bitola da linha + largura do boleto do trilho;

g → aceleração da gravidade = 9,81 m/s²

R → raio da curva em metros.

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

Para trens de carga, foi utilizado o critério da segurança à circulação, conforme Garcia Lomas y Cossio, com a seguinte fórmula:



$h_p = a \times V^2 / (127 \times R) - (a/(n \times H)) \times (a/2 - d)$, onde

h_p → superelevação efetiva;

a = bitola + largura do boleto;

n → coeficiente de segurança = 5;

H → altura do centro de gravidade do material rodante; bitola métrica = 1,90m, bitola larga = 2,10m

d → deslocamento do centro de gravidade = 0,11m

A largura do boleto para o trilho UIC 60 é de 74,3mm

- Para a bitola métrica: $a = 1000 + 74,3 = 1074,3\text{mm}$
- Para a bitola larga: $a = 1600 + 74,3 = 1673,4\text{mm}$

Com os valores assim colocados a fórmula fica:

- Para a bitola métrica:

$$h_p = 1074,3 \times V^2 / 127 / R - (1074,3/5/1900) \times (1074,3/2 - 110)$$

$$h_p = 8,459 \times V^2 / R - 48,3\text{mm}$$

- Para a bitola larga:

$$h_p = 1674,3 \times V^2 / 127 / R - (1673,4/5/2100) \times (1674,3/2 - 110)$$

$$h_p = 13,183 \times V^2 / R - 116\text{mm}$$

A velocidade diretriz para a bitola métrica é de 60Km/h e para a bitola larga é de 80Km/h. O raio da curva para a bitola larga é de 400m e para a bitola métrica é de 399,7m, pois a linha é mista, e a diferença é entre os eixos das bitolas métrica e larga.



- Para a bitola métrica (60km/h):

$$hp = 8,459 \times 60^2 / 399,7 - 48,3 = 27,9\text{mm} \sim \mathbf{28 \text{ mm}}$$

- Para a bitola larga (80km/h):

$$hp = 13,183 \times 80^2 / 400 - 116 = 94,9\text{mm} \sim \mathbf{95 \text{ mm}}$$

A superelevação limite é igual a 1/10 da bitola, portanto, para a bitola larga, a superelevação máxima não pode ultrapassar a 160mm, e para a bitola métrica, não pode ultrapassar a 100mm.

Levando em consideração os limites acima impostos, a velocidade máxima é dada para a o hp máximo:

- Bitola métrica:

$$V_{\text{máx}} = ((hp + 48,3) / 8,459)^{0,5} \times R^{0,5} = ((100 + 48,3) / 8,459)^{0,5} \times 399,7^{0,5} = \mathbf{83,7\text{Km/h}}$$

- Bitola larga:

$$V_{\text{máx}} = ((hp + 116) / 13,183)^{0,5} \times R^{0,5} = ((160 + 116) / 13,183)^{0,5} \times 400^{0,5} = \mathbf{91,5\text{Km/h}}$$

A torção não pode ser maior que 1mm/m para a bitola larga e 1,5mm/m para a bitola métrica.

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

4.1.3.3.4 GABARITO HORIZONTAL

O gabarito horizontal de livre passagem é de 2,80 m, largura a partir do eixo da linha.

4.1.3.4 ALINHAMENTO VERTICAL

4.1.3.4.1 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. Segue abaixo a fórmula da compensação da rampa:

$$i = i_{\text{máx}} - 0,1.R_c$$

$$R_c = (500.B) / R$$

onde: i – rampa a adotar (%)

$i_{\text{máx}}$ – rampa máxima de projeto (%)

R_c – resistência da curva (kg/t)

B – bitola da via (m)

R – raio da curva horizontal (m)

4.1.3.4.2 CONCORDÂNCIA VERTICAL

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

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

C_P – 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)

4.1.3.4.3 GABARITO VERTICAL

O gabarito vertical de livre passagem é 8,00, medidos de acima do boleto do trilho.



4.1.3.3.4 RELATÓRIO PLANIALTIMÉTRICO

Apresentamos na seqüência relatório planimétrico e altimétrico do traçado da ferrovia.

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovias: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
PI00	430.054,281	9.103.756,817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47 + 00,00			
EE 001	430.010,590	9.103.797,940	60,000	60,00	313° 15' 55"							50 + 00,00			
EE 002	429.862,270	9.103.937,540	203,684	203,68	313° 15' 55"							60 + 03,68			
EE 003	429.827,660	9.103.970,110	47,525	47,53	313° 15' 39"							62 + 11,21			
EE 004	429.631,280	9.104.154,930	269,673	269,67	313° 15' 47"							76 + 00,88			
EE 005	429.544,000	9.104.237,070	119,853	119,85	313° 15' 45"							82 + 00,74			
EE 006	429.493,540	9.104.284,570	69,300	69,30	313° 16' 10"							85 + 10,03			
EE 007	429.435,550	9.104.339,150	79,636	79,64	313° 15' 54"							89 + 09,67			
EE 008	429.270,860	9.104.494,160	226,166	226,17	313° 15' 57"							100 + 15,84			
EE 009	429.194,820	9.104.565,730	104,424	104,42	313° 15' 56"							106 + 00,26			
EE 010	429.116,940	9.104.639,030	106,949	106,95	313° 15' 54"							111 + 07,21			
EE 011	429.030,870	9.104.720,050	118,204	118,20	313° 16' 08"							117 + 05,41			
EE 012	428.950,840	9.104.795,320	109,865	109,87	313° 14' 40"							122 + 15,28			
EE 0121	428.789,570	9.104.946,850	221,290	221,29	313° 12' 60"							133 + 16,57			
EE 013	428.645,160	9.105.082,400	198,061	198,06	313° 11' 15"							143 + 14,63			
EE 014	428.542,600	9.105.178,520	140,562	140,56	313° 08' 37"							150 + 15,19			
EE 015	428.350,880	9.105.358,460	262,935	262,94	313° 11' 05"							163 + 18,13			
EE 016	428.213,610	9.105.487,300	188,263	188,26	313° 11' 08"							173 + 06,39			
EE 017	428.122,360	9.105.572,950	125,150	125,15	313° 11' 13"							179 + 11,54			
EE 018	428.031,390	9.105.658,440	124,836	124,84	313° 13' 17"							185 + 16,38			
EE 019	427.878,570	9.105.801,870	209,586	209,59	313° 11' 05"							196 + 05,96			
EE 020	427.850,440	9.105.828,240	38,557	38,56	313° 09' 02"							198 + 04,52			
EE 021	427.748,450	9.105.923,880	139,818	139,82	313° 09' 35"							205 + 04,34			
EE 022	427.668,420	9.105.998,930	109,715	109,71	313° 09' 39"							210 + 14,05			
EE 023	427.504,480	9.106.152,650	224,736	224,74	313° 09' 27"							221 + 18,79			
EE 024	427.369,250	9.106.279,460	185,386	185,39	313° 09' 35"							231 + 04,17			
EE 025	427.198,930	9.106.439,170	233,487	233,49	313° 09' 32"							242 + 17,66			
EE 026	426.965,030	9.106.658,500	320,648	320,65	313° 09' 32"							258 + 18,31			

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
EE 027	426.678,480	9.106.926,940	392,646	392,65	313° 07' 52"								278 + 10,95		
EE 028	426.498,640	9.107.095,430	246,437	246,44	313° 08' 02"								290 + 17,39		
EE 029	426.371,990	9.107.214,070	173,539	173,54	313° 07' 47"								299 + 10,93		
EE 030	426.199,800	9.107.375,570	236,076	236,08	313° 09' 55"								311 + 07,00		
EE 031	425.899,670	9.107.657,350	411,677	411,68	313° 11' 38"								331 + 18,68		
EE 032	425.769,300	9.107.779,830	178,879	178,88	313° 12' 46"								340 + 17,56		
EE 033	425.690,520	9.107.853,840	108,091	108,09	313° 12' 43"								346 + 05,65		
EE 034	425.652,390	9.107.889,670	52,323	52,32	313° 13' 08"								348 + 17,97		
EE 035	425.517,130	9.108.016,740	185,586	185,59	313° 12' 43"								358 + 03,56		
EE 036	425.421,100	9.108.106,750	131,619	131,62	313° 08' 48"								364 + 15,18		
EE 037	425.274,090	9.108.244,550	201,496	201,50	313° 08' 53"								374 + 16,68		
EE 038	425.100,120	9.108.407,610	238,441	238,44	313° 08' 46"								386 + 15,12		
EE 039	424.984,210	9.108.516,260	158,871	158,87	313° 08' 54"								394 + 13,99		
EE 040	424.642,370	9.108.836,670	468,527	468,53	313° 08' 48"								418 + 02,51		
EE 041	424.534,630	9.108.937,660	147,672	147,67	313° 08' 53"								425 + 10,19		
EE 42	424.438,260	9.109.027,980	132,079	132,08	313° 08' 38"								432 + 02,27		
PI 01	423.657,700	9.109.758,410	1.069,019	149,89	313° 05' 60"	20° 49' 57"	E	5.000,00		1.817,96	919,13		439 + 12,16		530 + 10,12
EE 196	422.623,210	9.110.182,000	1.117,854	198,73	292° 16' 04"								540 + 08,84		
EE 197	422.278,940	9.110.323,300	372,139	372,14	292° 18' 54"								559 + 00,98		
EE 198	422.058,280	9.110.413,990	238,570	238,57	292° 20' 33"								570 + 19,55		
EE 199	421.941,570	9.110.462,020	126,207	126,21	292° 22' 08"								577 + 05,76		
EE 200	421.787,000	9.110.525,720	167,181	167,18	292° 23' 50"								585 + 12,94		
EE 201	421.739,230	9.110.545,430	51,676	51,68	292° 25' 17"								588 + 04,62		
EE 202	421.610,270	9.110.598,640	139,506	139,51	292° 25' 18"								595 + 04,12		
EE 203	421.401,160	9.110.684,940	226,218	226,22	292° 25' 34"								606 + 10,34		
EE 204	421.339,720	9.110.710,300	66,468	66,47	292° 25' 45"								609 + 16,81		
EE 205	421.228,340	9.110.756,280	120,498	120,50	292° 25' 55"								615 + 17,31		
EE 206	420.997,190	9.110.851,690	250,067	250,07	292° 25' 45"								628 + 07,37		

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
EE 207	420.917,420	9.110.884,620	86,300	86,30	292° 25' 54"							632 + 13,67			
EE 208	420.850,020	9.110.912,450	72,920	72,92	292° 26' 11"							636 + 06,59			
EE 209	420.779,270	9.110.941,670	76,547	76,55	292° 26' 27"							640 + 03,14			
EE 210	420.739,100	9.110.958,280	43,469	43,47	292° 27' 54"							642 + 06,61			
EE 211	420.671,930	9.110.986,080	72,696	72,70	292° 29' 01"							645 + 19,30			
EE 212	420.554,850	9.111.034,620	126,743	126,74	292° 31' 06"							652 + 06,05			
EE 213	420.462,480	9.111.072,910	99,992	99,99	292° 30' 56"							657 + 06,04			
EE 214	420.374,450	9.111.109,400	95,293	95,29	292° 30' 54"							662 + 01,33			
EE 215	420.325,290	9.111.129,810	53,229	53,23	292° 32' 50"							664 + 14,56			
EE 216	420.225,100	9.111.171,450	108,499	108,50	292° 34' 06"							670 + 03,06			
EE 217	420.183,820	9.111.188,610	44,705	44,70	292° 34' 22"							672 + 07,76			
EE 218	420.082,740	9.111.230,600	109,455	109,45	292° 33' 32"							677 + 17,22			
EE 219	419.918,570	9.111.298,800	177,772	177,77	292° 33' 33"							686 + 14,99			
EE 220	419.866,970	9.111.320,230	55,873	55,87	292° 33' 13"							689 + 10,86			
EE 2201	419.707,120	9.111.386,650	173,100	173,10	292° 33' 49"							698 + 03,96			
EE 221	419.629,120	9.111.419,010	84,446	84,45	292° 31' 56"							702 + 08,41			
EE 222	419.468,460	9.111.485,720	173,959	173,96	292° 32' 58"							711 + 02,37			
EE 223	419.398,600	9.111.514,150	75,423	75,42	292° 08' 40"							714 + 17,79			
EE 224	419.055,710	9.111.657,000	371,456	371,46	292° 37' 01"							733 + 09,25			
EE 225	418.822,050	9.111.754,350	253,128	253,13	292° 37' 06"							746 + 02,38			
EE 226	418.782,990	9.111.770,620	42,313	42,31	292° 36' 50"							748 + 04,69			
EE 227	418.676,460	9.111.815,010	115,408	115,41	292° 37' 16"							754 + 00,10			
EE 228	418.614,770	9.111.840,720	66,833	66,83	292° 37' 29"							757 + 06,93			
EE 229	418.478,600	9.111.896,780	147,258	147,26	292° 22' 36"							764 + 14,19			
EE 2291	418.300,180	9.111.972,970	194,007	194,01	293° 07' 26"							774 + 08,20			
EE 230	418.262,520	9.111.988,540	40,752	40,75	292° 27' 44"							776 + 08,95			
EE 231	418.164,820	9.112.028,940	105,723	105,72	292° 27' 57"							781 + 14,67			
EE 234	417.742,100	9.112.203,590	457,378	457,38	292° 26' 55"							804 + 12,05			

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS					
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC		
EE 235	417.688,450	9.112.226,030	58,154	58,15	292° 41' 53"								807 + 10,20				
EE 236	417.522,220	9.112.295,650	180,220	180,22	292° 43' 30"									816 + 10,42			
EE 237	417.316,340	9.112.381,980	223,247	223,25	292° 44' 58"									827 + 13,67			
EE 238	417.129,610	9.112.460,290	202,486	202,49	292° 45' 08"									837 + 16,16			
EE 239	416.967,980	9.112.528,080	175,270	175,27	292° 45' 15"									846 + 11,43			
EE 2391	416.778,220	9.112.607,680	205,779	205,78	292° 45' 25"									856 + 17,21			
EE 240	416.772,750	9.112.609,970	5,930	5,93	292° 42' 60"									857 + 03,14			
EE 241	416.729,120	9.112.628,220	47,293	47,29	292° 41' 57"									859 + 10,43			
EE 242	416.520,980	9.112.715,230	225,595	225,59	292° 41' 13"									870 + 16,02			
EE 243	416.448,420	9.112.745,520	78,628	78,63	292° 39' 29"									874 + 14,65			
EE 244	416.342,140	9.112.789,900	115,174	115,17	292° 39' 52"									880 + 09,83			
EE 245	416.298,210	9.112.808,240	47,605	47,60	292° 39' 35"									882 + 17,43			
EE 246	415.996,640	9.112.934,180	326,811	326,81	292° 39' 59"									899 + 04,24			
EE 047	415.817,300	9.113.009,170	194,387	194,39	292° 41' 32"									908 + 18,63			
EE 048	415.754,680	9.113.035,390	67,888	67,89	292° 43' 12"									912 + 06,52			
EE 049	415.673,920	9.113.069,240	87,567	87,57	292° 44' 27"									916 + 14,08			
EE 050	415.416,640	9.113.177,240	279,029	279,03	292° 46' 18"									930 + 13,11			
EE 051	415.293,230	9.113.229,110	133,868	133,87	292° 47' 51"									937 + 06,98			
EE 052	415.154,080	9.113.287,670	150,970	150,97	292° 49' 25"									944 + 17,95			
EE 053	415.070,130	9.113.323,040	91,097	91,10	292° 50' 49"									949 + 09,05			
EE 054	414.727,630	9.113.467,560	371,742	371,74	292° 52' 40"									968 + 00,79			
EE 055	414.630,640	9.113.508,540	105,292	105,29	292° 54' 18"									973 + 06,08			
EE 056	414.549,830	9.113.542,680	87,726	87,73	292° 54' 10"									977 + 13,81			
EE 057	414.265,220	9.113.662,910	308,963	308,96	292° 54' 04"									993 + 02,77			
EE 058	413.864,170	9.113.832,320	435,363	435,36	292° 53' 60"									1014 + 18,13			
EE 059	413.740,740	9.113.884,450	133,987	133,99	292° 53' 48"									1021 + 12,12			
EE 060	413.623,210	9.113.934,090	127,583	127,58	292° 53' 51"									1027 + 19,70			
EE 061	413.410,460	9.114.023,840	230,906	230,91	292° 52' 22"									1039 + 10,61			

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
EE 062	413.207,860	9.114.109,400	219,926	219,93	292° 53' 42"							1050 + 10,53			
EE 063	412.935,000	9.114.224,770	296,248	296,25	292° 55' 11"							1065 + 06,78			
EE 064	412.762,210	9.114.297,910	187,632	187,63	292° 56' 33"							1074 + 14,41			
EE 065	412.467,050	9.114.423,000	320,573	320,57	292° 58' 03"							1090 + 14,99			
EE 066	412.199,190	9.114.536,650	290,973	290,97	292° 59' 28"							1105 + 05,96			
EE 067	412.045,630	9.114.601,880	166,840	166,84	293° 00' 55"							1113 + 12,80			
EE 068	411.773,890	9.114.717,440	295,291	295,29	293° 02' 18"							1128 + 08,09			
EE 069	411.656,490	9.114.767,370	127,577	127,58	293° 02' 24"							1134 + 15,67			
EE 070	411.141,210	9.114.986,490	559,935	559,93	293° 02' 15"							1162 + 15,60			
EE 071	410.947,090	9.115.069,040	210,943	210,94	293° 02' 16"							1173 + 06,55			
EE 072	410.749,730	9.115.152,950	214,457	214,46	293° 02' 01"							1184 + 01,00			
EE 073	410.446,770	9.115.281,930	329,273	329,27	293° 03' 40"							1200 + 10,28			
EE 074	410.299,960	9.115.344,490	159,584	159,58	293° 04' 49"							1208 + 09,86			
EE 075	410.078,050	9.115.439,190	241,272	241,27	293° 06' 38"							1220 + 11,13			
EE 076	409.580,100	9.115.651,910	541,483	541,48	293° 07' 55"							1247 + 12,62			
EE 077	409.361,190	9.115.745,430	238,050	238,05	293° 07' 58"							1259 + 10,66			
EE 078	409.146,700	9.115.837,050	233,238	233,24	293° 07' 48"							1271 + 03,90			
EE 079	409.065,180	9.115.871,870	88,645	88,65	293° 07' 45"							1275 + 12,55			
EE 080	408.890,170	9.115.946,620	190,305	190,31	293° 07' 42"							1285 + 02,85			
EE 081	408.728,900	9.116.015,510	175,368	175,37	293° 07' 51"							1293 + 18,22			
EE 082	408.581,030	9.116.078,670	160,794	160,79	293° 07' 44"							1301 + 19,02			
EE 083	408.468,100	9.116.126,910	122,802	122,80	293° 07' 51"							1308 + 01,82			
EE 084	408.384,140	9.116.162,770	91,297	91,30	293° 07' 40"							1312 + 13,11			
EE 085	408.255,080	9.116.217,950	140,361	140,36	293° 08' 58"							1319 + 13,48			
EE 086	408.171,710	9.116.253,650	90,692	90,69	293° 10' 53"							1324 + 04,17			
EE 087	408.070,260	9.116.297,130	110,375	110,37	293° 11' 58"							1329 + 14,54			
EE 088	407.999,030	9.116.327,700	77,513	77,51	293° 13' 40"							1333 + 12,06			
EE 089	407.851,890	9.116.390,950	160,158	160,16	293° 15' 40"							1341 + 12,21			

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
EE 090	407.754,280	9.116.432,950	106,262	106,26	293° 16' 54"								1346 + 18,48		
EE 091	407.592,490	9.116.502,580	176,137	176,14	293° 17' 09"								1355 + 14,61		
EE 092	407.527,330	9.116.530,620	70,937	70,94	293° 17' 01"								1359 + 05,55		
EE 093	407.465,650	9.116.557,160	67,148	67,15	293° 16' 54"								1362 + 12,70		
EE 094	407.349,490	9.116.607,080	126,432	126,43	293° 15' 21"								1368 + 19,13		
EE 095	407.267,100	9.116.642,450	89,661	89,66	293° 14' 02"								1373 + 08,79		
EE 096	407.055,200	9.116.733,520	230,641	230,64	293° 15' 26"								1384 + 19,43		
EE 097	406.802,770	9.116.842,140	274,808	274,81	293° 16' 56"								1398 + 14,24		
EE 098	406.578,270	9.116.938,740	244,401	244,40	293° 16' 55"								1410 + 18,64		
EE 099	406.380,170	9.117.023,980	215,661	215,66	293° 16' 54"								1421 + 14,30		
EE 100	406.337,910	9.117.042,190	46,016	46,02	293° 18' 42"								1424 + 00,32		
EE 101	406.257,630	9.117.076,830	87,435	87,43	293° 20' 23"								1428 + 07,75		
EE 102	406.027,030	9.117.176,350	251,158	251,16	293° 20' 37"								1440 + 18,91		
EE 103	405.910,870	9.117.226,470	126,512	126,51	293° 20' 21"								1447 + 05,42		
EE 104	405.771,330	9.117.286,690	151,980	151,98	293° 20' 36"								1454 + 17,40		
EE 105	405.606,560	9.117.357,780	179,452	179,45	293° 20' 16"								1463 + 16,85		
EE 106	405.364,040	9.117.462,410	264,128	264,13	293° 20' 13"								1477 + 00,98		
EE 107	405.182,480	9.117.540,730	197,732	197,73	293° 20' 03"								1486 + 18,71		
EE 108	405.047,260	9.117.599,080	147,272	147,27	293° 20' 29"								1494 + 05,99		
EE 109	404.928,820	9.117.650,180	128,993	128,99	293° 20' 15"								1500 + 14,98		
EE 110	404.592,580	9.117.795,290	366,216	366,22	293° 20' 37"								1519 + 01,20		
EE 111	404.522,950	9.117.825,340	75,838	75,84	293° 20' 37"								1522 + 17,03		
EE 112	404.326,230	9.117.910,240	214,259	214,26	293° 20' 39"								1533 + 11,29		
EE 113	404.255,890	9.117.940,600	76,612	76,61	293° 20' 46"								1537 + 07,91		
EE 114	404.107,520	9.118.004,650	161,605	161,60	293° 20' 58"								1545 + 09,51		
EE 115	403.895,510	9.118.096,210	230,936	230,94	293° 21' 29"								1557 + 00,45		
EE 116	403.778,290	9.118.146,820	127,679	127,68	293° 21' 09"								1563 + 08,12		
EE 117	403.649,600	9.118.202,360	140,164	140,16	293° 20' 39"								1570 + 08,29		

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
EE 118	403.575,210	9.118.234,450	81,016	81,02	293° 20' 04"							1574 + 09,30			
EE 119	403.398,500	9.118.310,650	192,439	192,44	293° 19' 36"							1584 + 01,74			
EE 120	403.261,060	9.118.369,890	149,663	149,66	293° 19' 03"							1591 + 11,41			
EE 121	402.838,410	9.118.551,950	460,194	460,19	293° 18' 16"							1614 + 11,60			
EE 122	402.691,420	9.118.615,220	160,029	160,03	293° 17' 20"							1622 + 11,63			
EE 123	402.579,000	9.118.663,580	122,380	122,38	293° 16' 34"							1628 + 14,01			
EE 124	402.213,690	9.118.820,470	397,575	397,57	293° 14' 32"							1648 + 11,59			
EE 125	402.158,360	9.118.844,200	60,204	60,20	293° 12' 49"							1651 + 11,79			
EE 126	401.737,670	9.119.024,270	457,608	457,61	293° 10' 22"							1674 + 09,40			
EE 127	401.615,000	9.119.076,710	133,409	133,41	293° 08' 47"							1681 + 02,81			
EE 128	401.402,500	9.119.167,390	231,039	231,04	293° 06' 34"							1692 + 13,85			
EE 129	401.238,570	9.119.237,210	178,179	178,18	293° 04' 12"							1701 + 12,02			
EE 130	401.126,320	9.119.284,940	121,976	121,98	293° 02' 09"							1707 + 14,00			
EE 131	400.566,620	9.119.523,200	608,302	608,30	293° 03' 33"							1738 + 02,30			
EE 132	400.262,510	9.119.652,820	330,582	330,58	293° 05' 07"							1754 + 12,89			
EE 133	399.925,360	9.119.796,590	366,524	366,52	293° 05' 42"							1772 + 19,41			
EE 134	399.650,920	9.119.913,830	298,433	298,43	293° 07' 56"							1787 + 17,84			
EE 135	399.493,090	9.119.981,390	171,682	171,68	293° 10' 26"							1796 + 09,52			
EE 136	399.171,110	9.120.119,510	350,354	350,35	293° 13' 05"							1813 + 19,88			
EE 137	398.813,050	9.120.273,200	389,651	389,65	293° 13' 50"							1833 + 09,53			
EE 138	398.562,090	9.120.380,930	273,106	273,11	293° 13' 57"							1847 + 02,64			
EE 139	397.975,250	9.120.632,830	638,619	638,62	293° 13' 53"							1879 + 01,25			
EE 140	397.423,990	9.120.869,470	599,905	599,91	293° 13' 57"							1909 + 01,16			
EE 141	396.831,320	9.121.123,850	644,955	644,95	293° 13' 47"							1941 + 06,11			
EE 142	396.298,050	9.121.352,750	580,321	580,32	293° 13' 52"							1970 + 06,44			
EE 143	395.939,990	9.121.506,450	389,655	389,65	293° 13' 55"							1989 + 16,09			
EE 144	395.742,360	9.121.591,300	215,075	215,07	293° 14' 09"							2000 + 11,16			
EE 145	395.244,100	9.121.805,220	542,241	542,24	293° 14' 08"							2027 + 13,41			

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
EE 146	394.783,750	9.122.002,880	500,991	500,99	293° 14' 14"							2052 + 14,40			
EE 147	394.265,780	9.122.225,280	563,697	563,70	293° 14' 14"							2080 + 18,09			
EE 148	393.962,770	9.122.355,390	329,763	329,76	293° 14' 18"							2097 + 07,86			
EE 149	393.437,850	9.122.580,800	571,271	571,27	293° 14' 23"							2125 + 19,13			
EE 150	392.874,220	9.122.822,810	613,390	613,39	293° 14' 16"							2156 + 12,52			
EE 151	392.465,990	9.122.998,100	444,273	444,27	293° 14' 18"							2178 + 16,79			
PI 02	390.931,540	9.123.656,980	1.669,920	595,04	293° 14' 16"	24° 15' 55"	E	5.000,00		2.117,53	1.074,88	2208 + 11,83			2314 + 09,36
EE 475	389.436,020	9.123.630,140	1.495,760	420,88	268° 58' 22"							2335 + 10,24			
EE 476	388.766,390	9.123.618,100	669,738	669,74	268° 58' 12"							2368 + 19,98			
EE 477	388.250,330	9.123.608,810	516,144	516,14	268° 58' 08"							2394 + 16,13			
EE 478	387.729,980	9.123.599,460	520,434	520,43	268° 58' 15"							2420 + 16,56			
EE 479	387.192,710	9.123.589,800	537,357	537,36	268° 58' 12"							2447 + 13,92			
EE 480	386.778,930	9.123.582,340	413,847	413,85	268° 58' 02"							2468 + 07,76			
EE 481	386.491,780	9.123.577,130	287,197	287,20	268° 57' 38"							2482 + 14,96			
EE 482	386.009,112	9.123.568,411	482,747	482,75	268° 57' 55"							2506 + 17,71			
EE 483	385.732,468	9.123.563,406	276,689	276,69	268° 57' 49"							2520 + 14,40			
EE 484	385.501,311	9.123.559,221	231,195	231,19	268° 57' 47"							2532 + 05,59			
EE 485	385.172,038	9.123.553,255	329,327	329,33	268° 57' 44"							2548 + 14,92			
EE 486	384.570,176	9.123.542,338	601,961	601,96	268° 57' 40"							2578 + 16,88			
EE 487	384.023,162	9.123.532,395	547,104	547,10	268° 57' 32"							2606 + 03,98			
EE 488	383.515,356	9.123.523,143	507,890	507,89	268° 57' 23"							2631 + 11,87			
EE 489	382.934,014	9.123.512,547	581,439	581,44	268° 57' 21"							2660 + 13,31			
EE 490	382.499,707	9.123.504,623	434,379	434,38	268° 57' 18"							2682 + 07,69			
EE 491	381.992,889	9.123.495,383	506,902	506,90	268° 57' 20"							2707 + 14,59			
EE 492	381.756,976	9.123.491,081	235,952	235,95	268° 57' 20"							2719 + 10,55			
EE 493	381.568,340	9.123.487,640	188,667	188,67	268° 57' 18"							2728 + 19,21			
EE 494	381.235,505	9.123.481,568	332,890	332,89	268° 57' 18"							2745 + 12,10			
EE 495	380.681,839	9.123.471,441	553,759	553,76	268° 57' 08"							2773 + 05,86			

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovias: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS				
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC	
EE 496	380.094,426	9.123.460,664	587,512	587,51	268° 56' 57"								2802 + 13,37			
EE 497	379.611,491	9.123.451,804	483,016	483,02	268° 56' 57"								2826 + 16,39			
EE 498	378.924,503	9.123.439,191	687,104	687,10	268° 56' 54"								2861 + 03,49			
EE 499	378.407,728	9.123.429,706	516,862	516,86	268° 56' 55"								2887 + 00,36			
EE 500	377.875,817	9.123.419,947	532,001	532,00	268° 56' 57"								2913 + 12,36			
EE 501	377.173,095	9.123.407,110	702,839	702,84	268° 57' 13"								2948 + 15,20			
EE 502	376.996,952	9.123.403,894	176,172	176,17	268° 57' 15"								2957 + 11,37			
EE 503	376.597,440	9.123.396,316	399,584	399,58	268° 54' 49"								2977 + 10,95			
PI 03	375.656,853	9.123.378,800	940,750	186,24	268° 55' 60"	17° 09' 46"	D	5.000,00		1.497,71	754,51		2986 + 17,20			3061 + 14,91
EE 508	374.680,674	9.123.660,479	1.016,006	261,50	286° 05' 45"								3074 + 16,41			
EE 509	374.207,420	9.123.797,078	492,573	492,57	286° 06' 01"								3099 + 08,98			
EE 510	373.921,765	9.123.879,389	297,277	297,28	286° 04' 28"								3114 + 06,26			
EE 511	373.799,432	9.123.914,544	127,284	127,28	286° 01' 60"								3120 + 13,54			
EE 512	373.619,096	9.123.966,261	187,606	187,61	286° 00' 08"								3130 + 01,15			
EE 513	373.254,002	9.124.070,773	379,758	379,76	285° 58' 28"								3149 + 00,91			
EE 514	372.721,992	9.124.223,039	553,371	553,37	285° 58' 18"								3176 + 14,28			
EE 515	372.575,172	9.124.265,086	152,723	152,72	285° 58' 51"								3184 + 07,00			
EE 516	372.217,098	9.124.367,390	372,401	372,40	285° 56' 42"								3202 + 19,40			
EE 517	371.961,903	9.124.440,340	265,417	265,42	285° 57' 12"								3216 + 04,82			
EE 518	371.477,806	9.124.578,962	503,553	503,55	285° 58' 46"								3241 + 08,37			
EE 519	370.983,157	9.124.720,626	514,536	514,54	285° 58' 53"								3267 + 02,91			
EE 520	370.456,917	9.124.871,102	547,331	547,33	285° 57' 28"								3294 + 10,24			
EE 521	369.942,028	9.125.018,296	535,515	535,52	285° 57' 14"								3321 + 05,75			
EE 522	369.170,384	9.125.238,752	802,519	802,52	285° 56' 41"								3361 + 08,27			
EE 523	368.991,734	9.125.289,699	185,772	185,77	285° 55' 01"								3370 + 14,05			
EE 524	368.782,073	9.125.349,490	218,020	218,02	285° 55' 03"								3381 + 12,07			
EE 525	367.998,678	9.125.572,507	814,521	814,52	285° 53' 26"								3422 + 06,59			
EE 526	367.769,924	9.125.637,366	237,771	237,77	285° 49' 48"								3434 + 04,36			

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS				
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC	
EE 527	367.344,934	9.125.757,769	441,717	441,72	285° 49' 05"								3456 + 06,07			
EE 528	366.832,555	9.125.902,781	532,505	532,50	285° 48' 09"									3482 + 18,58		
EE 529	366.669,693	9.125.948,847	169,251	169,25	285° 47' 37"									3491 + 07,83		
EE 530	366.148,911	9.126.095,900	541,145	541,15	285° 46' 06"									3518 + 08,97		
EE 531	365.648,197	9.126.237,087	520,239	520,24	285° 44' 50"									3544 + 09,21		
EE 532	365.234,497	9.126.353,226	429,693	429,69	285° 40' 53"									3565 + 18,91		
EE 533	364.510,389	9.126.556,988	752,230	752,23	285° 42' 60"									3603 + 11,14		
EE 534	364.127,937	9.126.664,755	397,346	397,35	285° 44' 13"									3623 + 08,48		
EE 535	363.655,309	9.126.798,186	491,102	491,10	285° 45' 56"									3647 + 19,59		
EE 536	363.256,655	9.126.910,832	414,263	414,26	285° 46' 43"									3668 + 13,85		
EE 537	363.135,862	9.126.944,964	125,523	125,52	285° 46' 43"									3674 + 19,37		
EE 538	362.806,265	9.127.038,107	342,505	342,51	285° 46' 49"									3692 + 01,88		
EE 539	362.554,812	9.127.109,191	261,307	261,31	285° 47' 08"									3705 + 03,18		
EE 540	362.262,955	9.127.191,709	303,299	303,30	285° 47' 15"									3720 + 06,48		
EE 541	361.996,840	9.127.266,948	276,547	276,55	285° 47' 14"									3734 + 03,03		
EE 542	361.515,940	9.127.402,462	499,628	499,63	285° 44' 15"									3759 + 02,66		
EE 543	361.192,881	9.127.493,300	335,587	335,59	285° 42' 18"									3775 + 18,24		
EE 544	360.642,160	9.127.648,144	572,076	572,08	285° 42' 16"									3804 + 10,32		
EE 545	360.363,938	9.127.726,371	289,010	289,01	285° 42' 16"									3818 + 19,33		
EE 546	360.179,398	9.127.778,258	191,696	191,70	285° 42' 16"									3828 + 11,03		
EE 547	359.767,298	9.127.894,135	428,081	428,08	285° 42' 19"									3849 + 19,11		
EE 548	359.459,011	9.127.980,831	320,245	320,24	285° 42' 26"									3865 + 19,35		
PI 04	358.353,943	9.128.291,626	1.147,942	362,14	285° 42' 31"	55° 17' 50"	D	1.500,00		1.447,67	785,80			3884 + 01,50		3956 + 09,17
EE 675	358.012,504	9.129.283,538	1.049,032	263,23	341° 00' 20"									3969 + 12,40		
EE 676	357.837,364	9.129.792,433	538,189	538,19	341° 00' 32"									3996 + 10,59		
EE 677	357.724,263	9.130.121,052	347,538	347,54	341° 00' 29"									4013 + 18,13		
EE 678	357.553,090	9.130.618,461	526,038	526,04	341° 00' 37"									4040 + 04,17		
EE 679	357.360,779	9.131.177,327	591,029	591,03	341° 00' 41"									4069 + 15,20		

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÊRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
EE 680	357.198,092	9.131.650,151	500,029	500,03	341° 00' 47"							4094 + 15,22			
EE 681	357.012,646	9.132.189,143	570,002	570,00	341° 00' 50"							4123 + 05,23			
EE 682	356.880,034	9.132.574,545	407,579	407,58	341° 00' 45"							4143 + 12,81			
EE 683	356.737,450	9.132.988,590	437,908	437,91	340° 59' 53"							4165 + 10,71			
EE 684	356.564,630	9.133.490,400	530,735	530,74	340° 59' 48"							4192 + 01,45			
EE 685	356.385,630	9.134.010,100	549,663	549,66	340° 59' 42"							4219 + 11,11			
EE 686	356.251,330	9.134.399,970	412,353	412,35	340° 59' 34"							4240 + 03,47			
EE 687	356.101,730	9.134.834,210	459,287	459,29	340° 59' 27"							4263 + 02,75			
EE 688	356.015,310	9.135.085,070	265,328	265,33	340° 59' 30"							4276 + 08,08			
EE 689	355.893,770	9.135.437,880	373,158	373,16	340° 59' 30"							4295 + 01,24			
EE 690	355.762,750	9.135.818,120	402,180	402,18	340° 59' 15"							4315 + 03,42			
EE 691	355.686,900	9.136.038,230	232,812	232,81	340° 59' 10"							4326 + 16,23			
EE 692	355.600,850	9.136.287,940	264,121	264,12	340° 59' 10"							4340 + 00,35			
EE 693	355.459,410	9.136.698,250	434,004	434,00	340° 58' 49"							4361 + 14,36			
EE 694	355.385,180	9.136.913,600	227,784	227,78	340° 58' 53"							4373 + 02,14			
EE 695	355.201,170	9.137.447,480	564,701	564,70	340° 58' 58"							4401 + 06,84			
EE 696	355.110,570	9.137.710,270	277,969	277,97	340° 58' 40"							4415 + 04,81			
EE 697	354.928,570	9.138.238,240	558,459	558,46	340° 58' 49"							4443 + 03,27			
EE 698	354.850,250	9.138.465,490	240,368	240,37	340° 59' 02"							4455 + 03,64			
EE 699	354.673,900	9.138.977,200	541,245	541,25	340° 59' 05"							4482 + 04,88			
EE 700	354.551,310	9.139.332,980	376,308	376,31	340° 59' 16"							4501 + 01,19			
EE 701	354.461,890	9.139.592,500	274,493	274,49	340° 59' 18"							4514 + 15,68			
EE 702	354.361,420	9.139.884,100	308,423	308,42	340° 59' 20"							4530 + 04,11			
EE 703	354.195,060	9.140.367,040	510,790	510,79	340° 59' 34"							4555 + 14,90			
EE 704	354.133,590	9.140.545,490	188,740	188,74	340° 59' 35"							4565 + 03,64			
EE 705	354.011,500	9.140.899,970	374,916	374,92	340° 59' 43"							4583 + 18,55			
EE 706	353.829,410	9.141.428,720	559,226	559,23	340° 59' 51"							4611 + 17,78			
EE 707	353.655,880	9.141.932,660	532,980	532,98	340° 59' 57"							4638 + 10,76			

CÁLCULO DO ESTAQUEAMENTO DA FERROVIA - LINHA GERAL e PÉRA FERROVIÁRIA

Ferrovia: TRANSNORDESTINA

Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)

Lote: 3

LINHA GERAL e PÉRA FERROVIÁRIA

PI	COORDENADAS		PI a PI (m)	IT (m)	AZ (° ' ")	AC (° ' ")	LADO (E/D)	RAIO (m)	Lc (m)	Dc (m)	Tg (m)	ELEMENTOS DAS CURVAS			
	E	N										TE/PC	EC	CE	ET/EC
EE 708	353.473,720	9.142.461,700	559,523	559,52	341° 00' 02"							4666 + 10,28			
EE 709	353.382,400	9.142.726,960	280,539	280,54	341° 00' 12"							4680 + 10,82			
EE 710	353.213,350	9.143.218,000	519,325	519,32	341° 00' 11"							4706 + 10,15			
EE 711	353.090,310	9.143.575,440	378,024	378,02	341° 00' 19"							4725 + 08,17			
EE 712	353.006,910	9.143.817,710	256,223	256,22	341° 00' 16"							4738 + 04,39			
EE 713	352.904,510	9.144.115,220	314,639	314,64	341° 00' 26"							4753 + 19,03			
EE 714	352.740,020	9.144.593,140	505,435	505,43	341° 00' 28"							4779 + 04,47			
PI 05	352.522,582	9.145.224,958	668,187	461,54	341° 00' 34"	97° 50' 28"	E	180,14		307,62	206,65	4802 + 06,01			4817 + 13,62
PI 06	352.099,051	9.145.010,723	474,632	0,00	243° 10' 06"	112° 10' 54"	E	180,14		352,70	267,98	4817 + 13,62			4835 + 06,33
PI 07	352.775,110	9.144.423,306	895,608	542,99	130° 59' 13"	30° 07' 26"	D	314,50		165,35	84,63	4862 + 09,32			4870 + 14,67
PI 08	353.126,556	9.143.396,193	1.085,576	963,72	161° 06' 39"	14° 08' 42"	E	300,00		74,06	37,22	4918 + 18,39			4922 + 12,45
PI 09	353.172,028	9.143.326,264	83,413	20,19	146° 57' 57"	9° 54' 22"	D	300,00		51,87	26,00	4923 + 12,65			4926 + 04,51
Final	353.192,919	9.143.277,353	53,186	27,19	156° 52' 18"							4927 + 11,70			

Ferrovía: TRANSNORDESTINA
 Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)
 Lote: 3

RELATÓRIO ALTIMÉTRICO

ESTACA	ELEMENTO	COTA	EXT. EM CURVAS (m)	EXT. EM RAMPA (m)	DECLIV. RAMPA (%)
TRIÂNGULO DE REVERSÃO - RAMO A					
-11,87		389,064			
0+18,236	PCV-02	388,306		505,11	-0,150
45+18,236	PTV-02	392,131	900		
50	V01	392,949		81,76	1,000
TRIÂNGULO DE REVERSÃO - RAMO B					
-4,293	PIB-1	388,671			
21+00,000	PCV02	389,399		728,29	0,100
46+00,00	PTV02	392,149	500		
50	V01	392,949		80,00	1,000
LINHA GERAL, PÊRA FERROVIÁRIA					
50	V01	392,949			
226+3,380	PCV02	428,183		3.523,38	1,000
266+3,380	PTV02	429,783	800		
292+11,050	PCV03	426,616		527,67	-0,600
312+11,050	PTV03	425,416	400		
437+15,590	PCV04	425,416		2.504,54	0,000
467+15,590	PTV04	427,793	600		
491+7,960	PCV05	431,535		472,37	0,792
531+7,960	PTV05	432,304	800		
680+18,990	PCV06	414,358		2.991,03	-0,600
720+18,990	PTV06	414,358	800		
736+5,188	PCV07	416,195		306,20	0,600
776+5,188	PTV07	416,195	800		
891+15,130	PCV08	402,336		2.309,94	-0,600
931+15,130	PTV08	403,936	800		
1120+19,240	PCV09	441,777		3.784,11	1,000
1160+19,240	PTV09	443,377	800		
1334+6,300	PCV10	422,575		3.467,06	-0,600
1374+6,300	PTV10	424,175	800		
1448+5,250	PCV11	438,964		1.478,95	1,000
1463+5,250	PTV11	440,464	300		
1594+13,530	PCV12	440,464		2.628,28	0,000
1604+13,530	PTV12	439,864	200		
1781+13,020	PCV13	418,627		3.539,49	-0,600
1821+13,020	PTV13	418,827	800		
2016+10,840	PCV14	444,163		3.897,82	0,650
2056+10,840	PTV14	444,363	800		
2089+5,000	PCV15	440,438		654,16	-0,600
2129+5,000	PTV15	442,168	800		

Ferrovía: TRANSNORDESTINA
 Trecho: Parnamirim - Araripina (PE)
 Lote: 3

RELATÓRIO ALTIMÉTRICO

ESTACA	ELEMENTO	COTA	EXT. EM CURVAS (m)	EXT. EM RAMPA (m)	DECLIV. RAMPA (%)
2190+3,997	PCV16	454,752		1.219,00	1,032
2230+3,997	PTV16	456,575	800		
2312+7,175	PCV17	447,098		1.643,18	-0,577
2352+7,175	PTV17	443,991	800		
2481+1,340	PCV18	438,842		2.574,16	-0,200
2516+1,340	PTV18	439,874	700		
2540+7,480	PCV19	442,279		486,14	0,495
2550+7,480	PTV19	442,774	200		
2681+19,360	PCV20	442,774		2.631,88	0,000
2691+19,360	PTV20	442,174	200		
2750+12,130	PCV21	435,138		1.172,77	-0,600
2790+12,130	PTV21	434,738	800		
2888+19,100	PCV22	444,573		1.966,97	0,500
2928+19,100	PTV22	447,813	800		
3000+7,470	PCV23	452,24		1.428,37	0,310
3040+7,470	PTV23	454,28	800		
3206+10,010	PCV24	460,927		3.322,54	0,200
3246+10,010	PTV24	464,588	800		
3429+15,770	PCV25	490,805		3.665,76	0,715
3469+15,770	PTV25	491,266	800		
3507+17,090	PCV26	486,698		761,32	-0,600
3527+17,090	PTV26	485,498	400		
3652+19,680	PCV27	485,498		2.502,59	0,000
3672+19,680	PTV27	486,698	400		
3726+14,930	PCV28	493,15		1.075,25	0,600
3766+14,930	PTV28	493,95	800		
3890+17,020	PCV29	484,021		2.482,09	-0,400
3930+17,020	PTV29	483,221	800		
4044+0,410	PCV30	487,748		2.263,39	0,200
4084+0,410	PTV30	490,348	800		
4162+9,050	PCV31	497,407		1.568,64	0,450
4202+9,050	PTV31	498,007	800		
4214+12,830	PCV32	497,276		243,78	-0,300
4254+12,830	PTV32	497,276	800		
4566+5,690	PCV33	515,975		6.232,86	0,300
4606+5,690	PTV33	516,375	800		
4617+18,920	PCV34	515,908		233,23	-0,200
4657+18,920	PTV34	518,672	800		
4688	PCV35	524,027		601,08	0,891
4708	PTV35	525,809	400		
4927+11,690	V36	525,809		4.391,69	0,000



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



4.2. PROJETO DE TERRAPLENAGEM



4.2. PROJETO DE 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-laço será executado com material drenante, substituindo a camada drenante.

A seção transversal tipo dos encontros dos viadutos 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.

As seções transversais tipo de terraplenagem estão apresentadas as no Volume 2 – Projeto de Execução.



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:

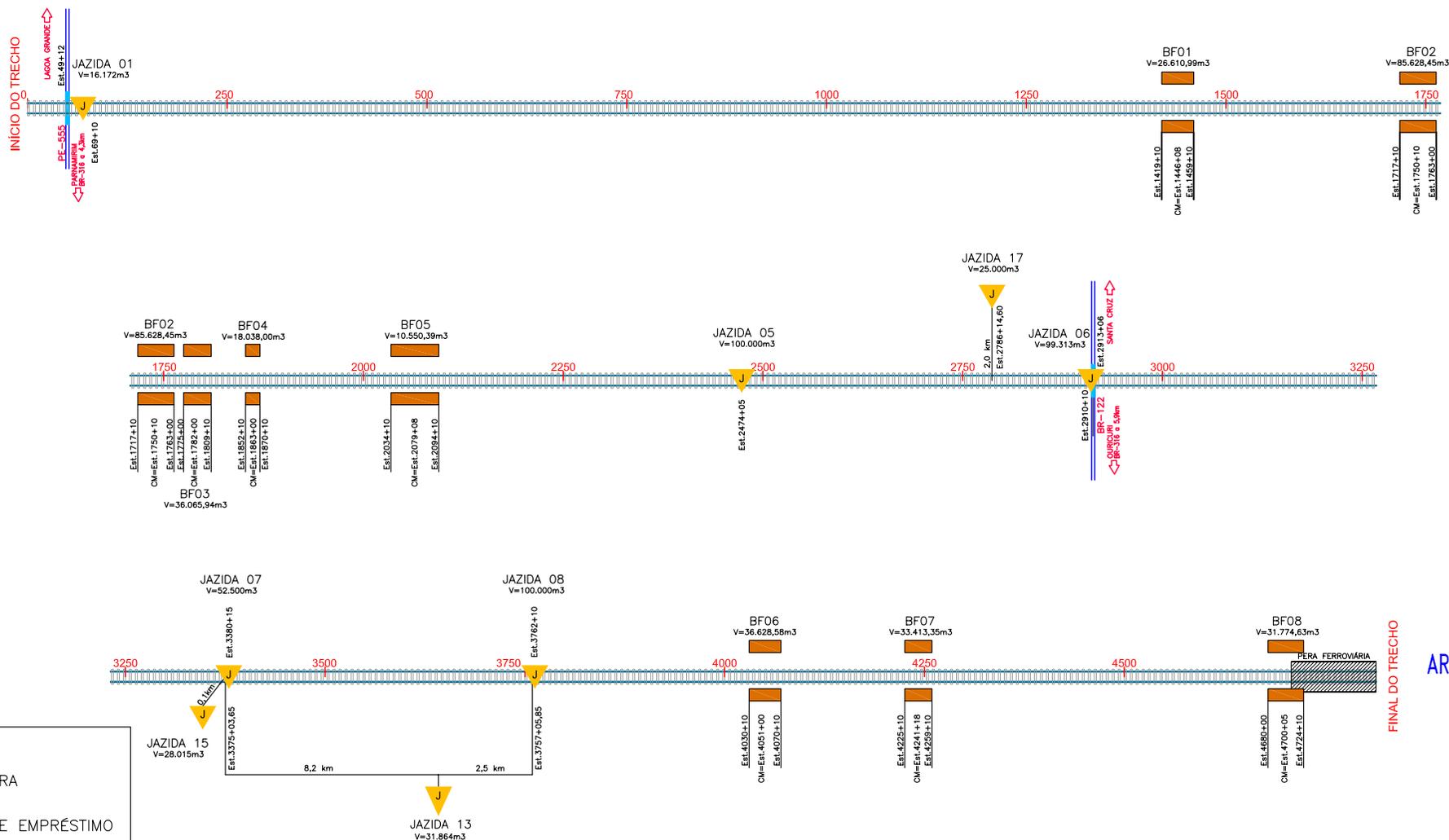
Jazida	Estaca (CM)	Distância Morta (km)	Lado	Volume utilizado na terraplenagem da Ferrovia (m³)
Jazida 01	69+10	0,0	Esq./Dir.	16.172
Jazida 05	2474+05	0,0	Esq./Dir.	100.000
Jazida 06 (Lixão)	2910+10	0,0	Esq./Dir.	99.313
Jazida 07	3380+15	0,0	Esq./Dir.	52.500
Jazida 08	3762+10	0,0	Esq./Dir.	100.000
Jazida 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
					280.710,33

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

PARNAMIRIM



LEGENDA:

-  BOTA-FORA
-  JAZIDA DE EMPRÉSTIMO

1	Projeto Executivo		04/10/07	JB	CM		M.T.	DEPARTAMENTO DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	D.P.P
	0	Emissão inicial		06/10/06	JB				
Revisão		Descrição		Data	Aprov.	Aut.	ESCALAS:	Ferrovia: Transnordestina	
Aprovação		ECOPLAN DNIT	Autorização	ECOPLAN DNIT			-	Trecho : Parnamirim – Araripina (112,6 km)	
Elaboração: Pedro Coutinho		Verificação: Valter Bochi	Revisão 1	Referência Ecoplan: -			DATA: Out/06	Lote : 3	
								<p>PROJETO DE TERRAPLENAGEM</p> <p>DIAGRAMA LINEAR DE BOTA-FORA E EMPRÉSTIMOS</p>	<p>FOLHA/TOTAL</p> <p>TER-09</p>

ARARIPINA





4.2.4 RESUMO DOS QUANTITATIVOS DE TERRAPLENAGEM

Apresenta-se abaixo os quadros resumos do movimento de terra e suas respectivas distâncias de transporte:

Aterro:

Serviço	Volume (m ³)
Compactação de aterros a 95% proctor normal	1.471.054,14
Compactação de aterros a 100% proctor normal	366.442,51
Compactação de camada final de aterro em rocha	55.168,35
Construção de Corpo de Aterro em Rocha	2.286.897,91
Compactação de material de "bota-fora"	277.388,40
Total	4.456.951,31

Corte:

Serviço	Volume de Corte Geométrico (m ³)			
	1a CAT.	2a CAT.	3a CAT.	Total
Esc. Carga e Transporte até 50 m	25.279,42	5.516,40	1.131,74	31.927,56
Esc. Carga e Transporte DMT 50 a 200 m	11.785,84	2.359,36	21.510,94	35.656,14
Esc. Carga e Transporte DMT 200 a 400 m	47.242,61	5.655,42	41.613,97	94.512,00
Esc. Carga e Transporte DMT 400 a 600 m	105.434,86	12.646,41	92.058,27	210.139,54
Esc. Carga e Transporte DMT 600 a 800 m	188.541,89	12.036,32	30.918,43	231.496,64
Esc. Carga e Transporte DMT 800 a 1000 m	78.620,94	4.889,66	110.334,69	193.845,29
Esc. Carga e Transporte DMT 1000 a 1200 m	93.398,99	1.387,59	293.084,89	387.871,47
Esc. Carga e Transporte DMT 1200 a 1400 m	80.055,30	9.686,76	216.268,27	306.010,33
Esc. Carga e Transporte DMT 1400 a 1600 m	82.907,30	3.738,77	251.515,22	338.161,29
Esc. Carga e Transporte DMT 1600 a 1800 m	55.047,98	14.846,74	53.959,77	123.854,49
Esc. Carga e Transporte DMT 1800 a 2000 m	143.456,84	0,00	18.037,99	161.494,83
Esc. Carga e Transporte DMT 2000 a 3000 m	440.051,14	60.263,88	672.716,80	1.173.031,82
Esc. Carga e Transporte DMT 3000 a 5000 m	886.377,36	51.426,98	326.945,95	1.264.750,29
Total	2.238.200,47	184.454,29	2.130.096,93	4.552.751,69

Em alguns locais a distância média de transporte atingiu valor superior à máxima das faixas destinada pelo DNIT, de 5.000 m para materiais de 1ª e 2ª categoria e de 1.200 para de 3ª categoria. Nestes casos, foram calculadas o momento de transporte (ton x km), considerando as distâncias de transporte excedentes e seus respectivos volumes e pesos. As densidades usadas foram de 1,8 ton/m³ para os materiais de 1ª e 2ª categoria e 2,5 ton/m³ para 3ª categoria. Os momentos de transporte foram:

- 882.867 ton/m³ para materiais de 1ª e 2ª categoria;
- 5.332.358 ton/m³ para materiais de 3ª categoria;



Segue abaixo quadro do resumo do movimento de terras por origem e destino.

TRECHO	Volume de Corte Geométrico (m³)			
	1a CAT.	2a CAT.	3a CAT.	TOTAL
Triângulo de Reversão - Ramo A	13.719,2	2.670,5	23.214,3	39.603,9
Triângulo de Reversão - Ramo B	25.774,8	5.619,8	37.103,8	68.498,5
Linha Geral, Pêra e Pátios de Cruz.	1.745.471,6	176.163,6	2.069.778,9	3.991.414,2
Rodovia PE-555	319,5	0,0	0,0	319,5
Rodovia BR-122	50,5	0,0	0,0	50,5
Empréstimo de Jazidas	452.864,5	0,0	0,0	452.864,5
Total	2.238.200,1	184.453,9	2.130.097,0	4.552.751,0

TRECHO	Volume de Corte Equivalente (m³)			
	1a CAT.	2a CAT.	3a CAT.	TOTAL
Triângulo de Reversão - Ramo A	10.975,4	2.322,1	27.310,9	40.608,4
Triângulo de Reversão - Ramo B	20.619,9	4.886,8	43.651,6	69.158,2
Linha Geral, Pêra e Pátios de Cruz.	1.396.377,3	153.185,8	2.435.034,0	3.984.597,1
Rodovia PE-555	255,6	0,0	0,0	255,6
Rodovia BR-122	40,4	0,0	0,0	40,4
Empréstimo de Jazidas	362.291,6	0,0	0,0	362.291,6
Total	1.790.560,1	160.394,7	2.505.996,5	4.456.951,3

TRECHO	Volume de Aterro Geométrico (m³)			
	1a CAT.	2a CAT.	3a CAT.	TOTAL
Triângulo de Reversão - Ramo A	31.071,6	4.873,4	15.949,0	51.893,9
Triângulo de Reversão - Ramo B	3.847,2	8,9	0,0	3.856,1
Linha Geral, Pêra e Pátios de Cruz.	1.584.102,3	136.239,2	2.231.295,4	3.951.636,8
Rodovia PE-555	20.585,2	4.468,0	85.732,5	110.785,7
Rodovia BR-122	26.126,7	5.606,3	7.758,0	39.491,0
Compensação Lateral	20.223,4	344,6	1.331,5	21.899,4
Bota-Fora	104.603,7	8.854,6	163.930,1	277.388,4
Total	1.790.560,0	160.395,0	2.505.996,3	4.456.951,3

Os volumes anteriormente apresentados encontram-se no quadro de quantidades, bem como no Orçamento, majorados em 10%, prevendo-se desta maneira uma folga para eventuais adaptações.



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.

No desenvolvimento do trabalho foram utilizados os seguintes elementos para o projeto de drenagem em questão:

- Levantamentos topográficos dos talvegues por onde ocorrem os escoamentos;
- Projeto geométrico da ferrovia;
- Estudos hidrológicos e geotécnicos;
- Manual de drenagem de rodovias do DNIT – 1990;
- Álbum-tipo de drenagem do DNIT – 2006.

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 talvegues 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 (i_c) 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.

Para as declividades dos bueiros (i) superiores a declividade crítica (i_c), o que caracteriza o regime supercrítico, a vazão admissível foi calculada para i_c , sendo verificada a velocidade de escoamento para esta situação. No caso das declividades dos bueiros (i) inferiores a declividade crítica (i_c), o que caracteriza o regime subcrítico, a vazão admissível foi calculada para i , sendo também verificada a sua velocidade de escoamento e comparada com a velocidade mínima de 0,80 m/s, estipulada para que não ocorra sedimentação de material no bueiro.

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.

4.3.2.1 Bueiros trabalhando como canal

As obras foram dimensionadas operando como canal, conforme a metodologia exposta a seguir.

Canal no Regime Crítico ($E_c = D$) para Bueiros Tubulares

a) Vazão Crítica

$$\text{Bueiro Simples: } Q_1 = 1,533 D^{2,5}$$

$$\text{Bueiro Duplo: } Q_2 = 2 \times 1,533 D^{2,5}$$

$$\text{Bueiro Triplo: } Q_3 = 3 \times 1,533 D^{2,5}$$

b) Velocidade crítica: $V = 2,56 \sqrt{D}$

c) Declividade crítica: $I_c = \frac{0,739}{\sqrt[3]{D}}$ (%) $n = 0,015$ (coeficiente de rugosidade)



Canal no Regime Crítico ($E_c = D$) para Bueiros Celulares

a) Vazão Crítica

$$\text{Bueiro Simples: } Q_1 = 1,705 B \times H^{1,5}$$

$$\text{Bueiro Duplo: } Q_2 = 2 \times 1,705 B \times H^{1,5}$$

$$\text{Bueiro Triplo: } Q_3 = 3 \times 1,705 B \times H^{1,5}$$

b) Velocidade Crítica: $V = 2,56 \sqrt{H}$

c) Declividade Crítica: $I_c = \frac{0,0585}{\sqrt[3]{H}} \left(3 + \frac{4H}{B} \right)^{4/3}$ (%) onde

$n = 0,015$ (coeficiente de rugosidade)

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.

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

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*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. Os parâmetros hidráulicos obtidos através da cota de enchente máxima estão relacionados a seguir para o coeficiente de rugosidade de projeto igual a 0,070.

- Área Molhada total = 99,90 m²;
- Perímetro Molhado = 32,09 m;
- RH = 3,11 m;
- Velocidade de escoamento = 1,55 m/s;
- Capacidade hidráulica = 155,14 m³/s.

O “free-board” resultante calculado através da cota de enchente máxima (100 anos) para o coeficiente de rugosidade de projeto de 0,070 é 8,52 m. Para a determinação das cotas da cheia de projeto submetemos a cota da lâmina de água na seção da ponte a variações na sua altura até que a capacidade hidráulica da seção atinja a vazão de projeto para o tempo de recorrência de 100 anos. A simulação hidráulica para as diferentes rugosidades verificadas está apresentada a seguir.

Cota NA (m)	Área molhada (m ²)	Perímetro molhado (m)	Raio Hidráulico Efetivo (m)	Velocidade de escoamento (m/s)	n	Vazão Efetiva (m ³ /s)
400,379	63,31	28,98	2,18	2,45	0,035	155,30
402,316	99,90	32,09	3,11	1,55	0,070	155,14
403,793	127,21	34,42	3,70	1,22	0,100	155,06



4.3.3.2 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. Os parâmetros hidráulicos obtidos através da cota de enchente máxima estão relacionados a seguir para o coeficiente de rugosidade de projeto igual a 0,070.

- Área Molhada total = 327,04 m²;
- Perímetro Molhado = 83,56 m;
- RH = 3,75 m;
- Velocidade de escoamento = 1,34 m/s;
- Capacidade hidráulica = 418,90 m³/s.

O “free-board” resultante calculado através da cota de enchente máxima (100 anos) para o coeficiente de rugosidade de projeto de 0,070 é 2,20 m.

Para a determinação das cotas da cheia de projeto submetemos a cota da lâmina de água na seção da ponte a variações na sua altura até que a capacidade hidráulica da seção atinja a vazão de projeto para o tempo de recorrência de 100 anos. A simulação hidráulica para as diferentes rugosidades verificadas está apresentada a seguir.

Cota NA (m)	Área molhada (m ²)	Área de Pilar (m ²)	Perímetro molhado (m)	Raio Hidráulico Efetivo (m)	Velocidade de escoamento (m/s)	n	Vazão Efetiva (m ³ /s)
395,560	212,52	8,82	80,45	2,53	2,06	0,035	418,78
397,118	327,04	13,49	83,56	3,75	1,34	0,070	418,90
398,541	409,36	16,85	85,80	4,57	1,07	0,100	418,91

4.3.3.3 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. Os parâmetros hidráulicos obtidos através da cota de enchente máxima estão relacionados a seguir para o coeficiente de rugosidade de projeto igual a 0,070.

- Área Molhada total = 807,51 m² ;
- Perímetro Molhado = 134,68 m;
- RH = 5,70 m;
- Velocidade de escoamento = 1,71 m/s ;
- Capacidade hidráulica = 1310,23 m³/s

O “free-board” resultante calculado através da cota de enchente máxima (100 anos) para o coeficiente de rugosidade de projeto de 0,070 é 7,49 m.

Para a determinação das cotas da cheia de projeto submetemos a cota da lâmina de água na seção da ponte a variações na sua altura até que a capacidade hidráulica da seção atinja a vazão de projeto para o tempo de recorrência de 100 anos. A simulação hidráulica para as diferentes rugosidades verificadas está apresentada a seguir.

Cota NA (m)	Área molhada (m ²)	Área de Pilar (m ²)	Perímetro molhado (m)	Raio Hidráulico Efetivo (m)	Velocidade de escoamento (m/s)	n	Vazão Efetiva (m ³ /s)
407,641	525,56	25,84	130,11	3,84	2,62	0,035	1310,19
409,924	807,51	39,53	134,68	5,70	1,71	0,070	1310,23
411,563	1009,927	49,37	137,96	6,96	1,36	0,100	1310,52

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. Os parâmetros hidráulicos obtidos através da cota de enchente máxima estão relacionados a seguir para o coeficiente de rugosidade de projeto igual a 0,070.



- Área Molhada total = 367,08 m²;
- Perímetro Molhado = 82,76 m;
- RH = 4,26 m;
- Velocidade de escoamento = 1,59 m/s;
- Capacidade hidráulica = 560,49 m³/s

O “free-board” resultante calculado através da cota de enchente máxima (100 anos) para o coeficiente de rugosidade de projeto de 0,070 é 1,47 m.

Para a determinação das cotas da cheia de projeto submetemos a cota da lâmina de água na seção da ponte a variações na sua altura até que a capacidade hidráulica da seção atinja a vazão de projeto para o tempo de recorrência de 100 anos. A simulação hidráulica para as diferentes rugosidades verificadas está apresentada a seguir.

Cota NA (m)	Área molhada (m ²)	Área de Pilar (m ²)	Perímetro molhado (m)	Raio Hidráulico Efetivo (m)	Velocidade de escoamento (m/s)	n	Vazão Efetiva (m ³ /s)
428,714	238,02	9,65	79,25	2,88	2,45	0,035	560,57
430,470	367,08	14,92	82,76	4,26	1,59	0,070	560,49
431,735	460,06	18,71	85,29	5,17	1,27	0,100	560,20

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 banquetas;
- Valeta de proteção de corte;
- Valeta de proteção de aterro;



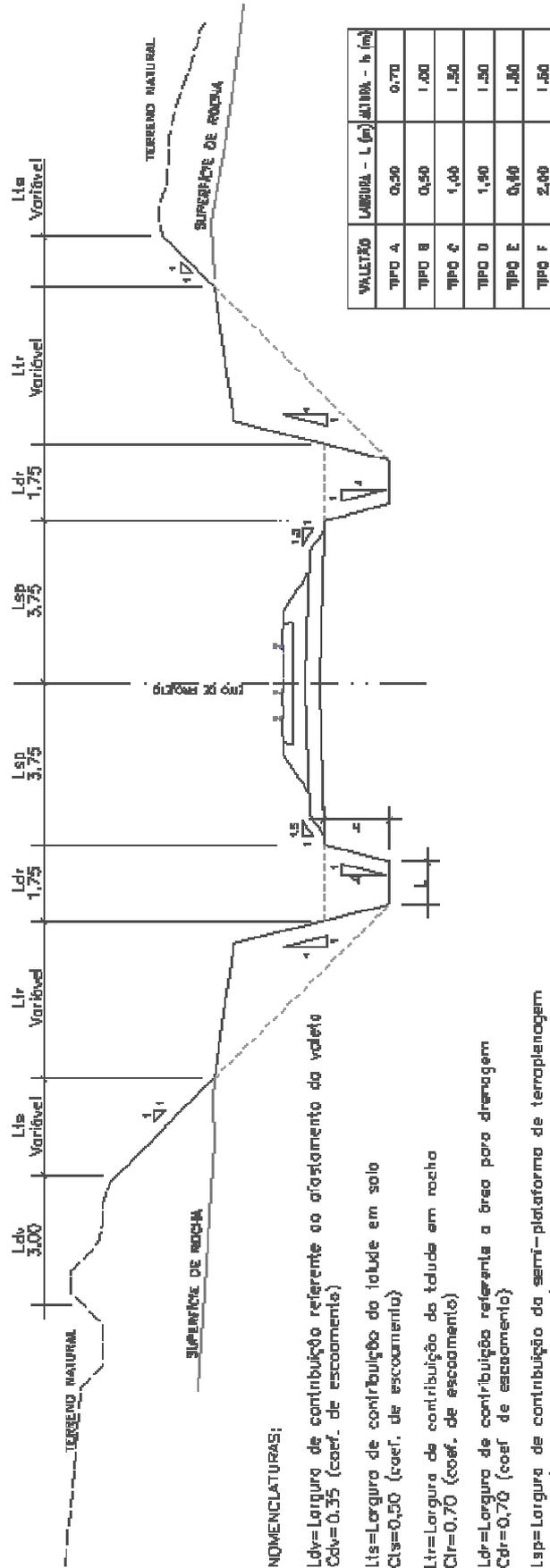
- Descidas d'água em degrau;
- Dissipadores de energia;
- Meio-fio Sarjeta.

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.

A seguir apresenta-se o detalhamento geométrico das valetas e valetões e as larguras de contribuição consideradas para o cálculo do comprimento crítico.

LARGURAS DE CONTRIBUIÇÃO CONSIDERADAS PARA O CÁLCULO DO COMPRIMENTO CRÍTICO



NOMENCLATURAS:

- Ldv=Largura de contribuição referente ao afastamento da valleta
- Cdv=0,35 (coef. de escoamento)
- Lts=Largura de contribuição do talude em solo
- Cts=0,50 (coef. de escoamento)
- Ltr=Largura de contribuição do talude em rocha
- Ctr=0,70 (coef. de escoamento)
- Ldr=Largura de contribuição referente a área para drenagem
- Cdr=0,70 (coef. de escoamento)
- Lsp=Largura de contribuição da semi-plataforma de terraplenagem
- Csp=0,60 (coef. de escoamento)



Do dimensionamento hidráulico:

A vazão das valetas e valetões é Q_s , apresentada como função de sua declividade longitudinal, igual à rampa da ferrovia.

Valeta Tipo A:

- Área de seção de vazão = 0,4725 m²
- Perímetro molhado = 1,9431 m
- Raio Hidráulico = 0,2432 m
- Velocidade de escoamento

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot i^{1/2},$$

onde

$n = 0,035$, coeficiente de rugosidade adimensional (rocha baseada na seção do projeto)

$V =$ velocidade de escoamento em m/s

$i =$ declividade longitudinal em m/m

$$V = 11,1311 i^{1/2}$$

Valeta Tipo B:

- Área de seção de vazão = 0,7500 m²
- Perímetro molhado = 2,5616 m
- Raio Hidráulico = 0,2928 m
- Velocidade de escoamento

$n = 0,035$, coeficiente de rugosidade adimensional (rocha baseada na seção do projeto)

$$V = 12,5981 i^{1/2}$$



Valetão Tipo C:

- Área de seção de vazão = 2,0625 m²
- Perímetro molhado = 4,0923 m
- Raio Hidráulico = 0,5040 m
- Velocidade de escoamento

n = 0,035, coeficiente de rugosidade adimensional (rocha baseada na seção do projeto)

$$V = 18,0945 i^{1/2}$$

Valetão Tipo D:

- Área de seção de vazão = 2,8125 m²
- Perímetro molhado = 4,5923 m
- Raio Hidráulico = 0,6124 m
- Velocidade de escoamento

n = 0,035, coeficiente de rugosidade adimensional (rocha baseada na seção do projeto)

$$V = 20,6050 i^{1/2}$$

Valetão Tipo E:

- Área de seção de vazão = 3,0000 m²
- Perímetro molhado = 4,7426 m
- Raio Hidráulico = 0,6326 m
- Velocidade de escoamento

n = 0,025, coeficiente de rugosidade adimensional (canal aberto com grama curta e pouca vegetação)



$$V = 29,4755 i^{1/2}$$

Valetão Tipo F:

- Área de seção de vazão = 5,25000 m²
- Perímetro molhado = 6,2426 m
- Raio Hidráulico = 0,8401 m
- Velocidade de escoamento

n = 0,025, coeficiente de rugosidade adimensional (canal aberto com grama curta e pouca vegetação)

$$V = 35,6386 i^{1/2}$$

(2) A capacidade de escoamento da seção de vazão é obtida pela equação da continuidade, a seguir:

$$Q_s = V.A$$

Para declividade longitudinal inferior a máxima ($i < i_{máx}$)

Valeta Tipo A:

$$Q_s = 5,2595 i^{1/2}$$

Valeta Tipo B:

$$Q_s = 9,4486 i^{1/2}$$

Valetão Tipo C:

$$Q_s = 37,3200 i^{1/2}$$

Valetão Tipo D:

$$Q_s = 57,9514 i^{1/2}$$

Valetão Tipo E:

$$Q_s = 88,4264 i^{1/2}$$



Valetão Tipo F:

$$Q_s = 187,1026 i^{1/2}$$

(3) Vazão de contribuição:

$$\text{Considerando: } Q = \frac{2,78 \cdot c \cdot h \cdot A}{t_c}$$

Onde:

Q=vazão de contribuição em m³/s;

$c_{dv} = 0,35$ (coeficiente de escoamento superficial para área de terreno natural com inclinação superior a 1% e inferior a 5%)

$c_{ts} = 0,50$ (coeficiente de escoamento superficial para área do talude de corte em solo)

$c_{tr} = 0,70$ (coeficiente de escoamento superficial para área do talude de corte em rocha)

$c_{dr} = 0,70$ (coeficiente de escoamento superficial para área reservada a drenagem dos cortes)

$c_{sp} = 0,60$ (coeficiente de escoamento superficial para área da semi-plataforma de terraplenagem, que será imprimada)

c = média ponderada dos coeficientes de escoamento

TR = 25 anos (tempo de recorrência)

$t_d = t_c = 12 \text{ min} = 0,20 \text{ h}$ (tempo de duração da chuva)

h = 3,3299 cm (altura da precipitação para $t_c = 12 \text{ min}$)

A = área de contribuição (km²)

(4) Área de contribuição:

$$A = (L_{dv} + L_{ts} + L_{tr} + L_{dr} + L_{sp}) d$$

L_{dv} = Largura de contribuição referente ao afastamento da valeta=3,00m.



L_{ts} = Largura de contribuição do talude em solo (variável conforme a altura do corte).

L_{tr} = Largura de contribuição do talude em rocha (variável conforme a altura do corte).

L_{dr} = Largura de contribuição referente a área para drenagem=1,75m.

L_{sp} = Largura de contribuição da semi-plataforma de terraplenagem=3,75m para a linha geral.

d = comprimento crítico

(5) Coeficiente de escoamento:

Sendo a média ponderada

$$C = \frac{(c_{dv} L_{dv}) + (C_{ts} L_{ts}) + (C_{tr} L_{tr}) + (C_{dr} L_{dr}) + (C_{sp} L_{sp})}{L_{dv} + L_{ts} + L_{tr} + L_{dr} + L_{sp}}$$

(6) Cálculo da vazão de contribuição:

$$Q_c = 4,6248 \times 10^{-5} d (4,53 + 0,70 L_{tr} + 0,5 L_{ts})$$

Alguns segmentos de valetões canalizaram as águas superficiais de pequenos talwegues. Estas vazões adicionais foram somadas a vazão de contribuição apresentada acima. Na equação do comprimento crítico as vazões adicionais foram denominadas de Q_{c1} , Q_{c2} , Q_{c3} ...

(7) Para o cálculo do comprimento crítico, considera-se:

$$Q_s = Q_c$$



Logo:

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.

(1) Do dimensionamento hidráulico para a sarjeta:

A vazão da sarjeta é Q_s , apresentada como função de sua declividade longitudinal, igual à rampa da ferrovia.

SZC 02:

- Área de seção de vazão = 0,0800 m²
- Perímetro molhado = 0,7657 m
- Raio Hidráulico = 0,1045 m



– Velocidade de escoamento

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot i^{1/2},$$

onde

$n = 0,015$, coeficiente de rugosidade adimensional (revestimento em concreto)

V = velocidade de escoamento em m/s

i = declividade longitudinal em m/m

$$V = 14,7889 i^{1/2}$$

(2) A capacidade de escoamento da seção de vazão é obtida pela equação da continuidade, a seguir:

$$Q_s = V \cdot A$$

Para declividade longitudinal inferior a máxima ($i < i_{\text{máx}}$)

$$Q_s = 1,1831 i^{1/2}$$

(3) Vazão de contribuição:

$$\text{Considerando: } Q = \frac{2,78 \cdot c \cdot h \cdot A}{t_c}$$

Onde:

Q = vazão de contribuição em m^3/s ;

$c_{bt} = 0,35$ (coeficiente de escoamento superficial para área de terreno natural com inclinação superior a 1% e inferior a 5%)

$c_{ts} = 0,50$ (coeficiente de escoamento superficial para área do talude de aterro em solo)

$c_{sp} = 0,60$ (coeficiente de escoamento superficial para área da semi-plataforma de terraplenagem, que será imprimada)

c = média ponderada dos coeficientes de escoamento



TR = 25 anos (tempo de recorrência)

td = tc = 12 min = 0,20 h (tempo de duração da chuva)

h = 3,3299 cm (altura da precipitação para tc = 12 min)

A = área de contribuição (km²)

(4) Área de contribuição:

$$A = (L_{bt} + L_{ts} + L_{sp}) d$$

L_{bt} = Largura de contribuição referente à banquetta de terraplenagem=3,00m.

L_{ts} = Largura de contribuição do talude de aterro em solo =15,00m.

L_{sp} = Largura de contribuição da semi-plataforma de terraplenagem=3,75m para a linha geral.

d = comprimento crítico

(5) Coeficiente de escoamento:

Sendo a média ponderada

$$C = \frac{(c_{bt} L_{bt}) + (C_{ts} L_{ts}) + (C_{sp} L_{sp})}{L_{bt} + L_{ts} + L_{sp}}$$

(6) Cálculo da vazão de contribuição:

$$Qc = 4,995 \times 10^{-4} d$$

(7) Para o cálculo do comprimento crítico, considera-se:

$$Qs = Qc$$



Logo:

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 prevêem-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.

(1) Do dimensionamento hidráulico para a valeta:

A vazão da valeta é Q_s , apresentada como função de sua declividade longitudinal, igual ao perfil do terreno na linha do off-set de terraplenagem.

VPC 03:

- Área de seção de vazão = 0,39 m²
- Perímetro molhado = 1,849 m



- Raio Hidráulico = 0,211 m
- Velocidade de escoamento

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot i^{1/2},$$

onde

$n = 0,015$, coeficiente de rugosidade adimensional (revestimento em concreto)

$V =$ velocidade de escoamento em m/s

$i =$ declividade longitudinal em m/m

$$V = 23,63 \cdot i^{1/2}$$

VPC 04:

- Área de seção de vazão = 0,27 m²
- Perímetro molhado = 1,445 m
- Raio Hidráulico = 0,187 m
- Velocidade de escoamento

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot i^{1/2},$$

onde:

$n = 0,015$, coeficiente de rugosidade adimensional (revestimento em concreto)

$V =$ velocidade de escoamento em m/s

$i =$ declividade longitudinal em m/m

$$V = 21,80 \cdot i^{1/2}$$

(2) A capacidade de escoamento da seção de vazão é obtida pela equação da continuidade, a seguir:

$$Q_s = V \cdot A$$



Para declividade longitudinal inferior a máxima ($i < i_{\text{máx}}$)

VPC 03:

$$Q_s = 9,22 i^{1/2}$$

VPC 04:

$$Q_s = 5,89 i^{1/2}$$

(3) Cálculo da vazão de contribuição:

$$\text{Considerando: } Q = \frac{2,78 \cdot c \cdot h \cdot A}{t_c}$$

Onde:

Q = vazão de contribuição em m^3/s ;

$c = 0,30$ (coeficiente de escoamento superficial para área de terreno natural com inclinação inferior a 1%)

$TR = 25$ anos (tempo de recorrência)

$t_d = t_c = 12$ min = 0,20 h (tempo de duração da chuva)

$h = 3,3299$ cm (altura da precipitação para $t_c = 12$ min)

A = área de contribuição (km^2). Esta área varia conforme a parcela da bacia hidrográfica que contribui para a valeta de proteção de corte ou aterro. Para determinar esta área foram analisados individualmente os segmentos das valetas de proteção.

$$Q_c = 13,875 A$$

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.

(2) Do dimensionamento hidráulico para a valeta:

A vazão da valeta é Q_s , apresentada como função de sua declividade longitudinal, igual ao perfil do terreno na linha do off-set de terraplenagem.

VPA 03:

- Área de seção de vazão = 0,39 m²
- Perímetro molhado = 1,849 m
- Raio Hidráulico = 0,211 m
- Velocidade de escoamento

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot i^{1/2},$$

onde

$n = 0,015$, coeficiente de rugosidade adimensional (revestimento em concreto)

$V =$ velocidade de escoamento em m/s

$i =$ declividade longitudinal em m/m

$$V = 23,63 \cdot i^{1/2}$$

VPA 04:

- Área de seção de vazão = 0,27 m²
- Perímetro molhado = 1,445 m
- Raio Hidráulico = 0,187 m
- Velocidade de escoamento

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot i^{1/2},$$

onde

$n = 0,015$, coeficiente de rugosidade adimensional (revestimento em concreto)

$V =$ velocidade de escoamento em m/s

$i =$ declividade longitudinal em m/m

$$V = 21,80 \cdot i^{1/2}$$

(2) A capacidade de escoamento da seção de vazão é obtida pela equação da continuidade, a seguir:

$$Q_s = V \cdot A$$

Para declividade longitudinal inferior a máxima ($i < i_{\text{máx}}$)

VPA 03:

$$Q_s = 9,22 \cdot i^{1/2}$$

VPA 04:

$$Q_s = 5,89 \cdot i^{1/2}$$

(3) Cálculo da vazão de contribuição:



$$\text{Considerando: } Q = \frac{2,78 \cdot c \cdot h \cdot A}{t_c}$$

Onde:

Q=vazão de contribuição em m³/s;

c = 0,30 (coeficiente de escoamento superficial para área de terreno natural com inclinação inferior a 1%)

TR = 25 anos (tempo de recorrência)

td = tc = 12 min = 0,20 h (tempo de duração da chuva)

h = 3,3299 cm (altura da precipitação para tc = 12 min)

A = área de contribuição (km²). Esta área varia conforme a parcela da bacia hidrográfica que contribui para a valeta de proteção de corte ou aterro. Para determinar esta área foram analisados individualmente os segmentos das valetas de proteção.

$$Q_c = 13,875 A$$

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 talvegues 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.

O dreno longitudinal profundo que será projetado é do tipo DPS-08 com vala de seção retangular de 1,50 m de profundidade com tubo de concreto \varnothing 0,20 m, furos \varnothing 3/8", com enchimento de brita (1/2" a 2 1/2"), e manta sintética envolvente. Serão implantados sempre no lado montante da ferrovia e nas seguintes situações: devem ser instalados nos trechos em corte, nos terrenos planos que apresentam lençol freático próximo do subleito, bem como nas áreas eventualmente saturadas próximas ao pé dos taludes.

O dreno longitudinal raso que será projetado é do tipo DPR-02 com vala de seção retangular de 0,50 m de profundidade com tubo de concreto \varnothing 0,20 m, furos \varnothing 3/8", com enchimento de brita (1/2" a 2 1/2"), e manta sintética envolvente. Serão implantados nos cortes em rocha da ferrovia.

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.

4.3.5.3 Metodologia de Dimensionamento

O dimensionamento dos drenos constou de:

- * Cálculo da descarga de projeto;
- * Determinação da seção de vazão;
- * Determinação do comprimento crítico.

a) Cálculo da Descarga de Projeto

A vazão de contribuição por metro linear de dreno foi determinada levando em consideração a Lei de Darcy, expressa por:

$$Q = K \cdot A \cdot I$$

Onde:

Q = descarga no meio poroso, igual a descarga de projeto;

K = coeficiente de permeabilidade;

A = área normal à direção do fluxo d'água no meio poroso; e

I = gradiente hidráulico.

b) Determinação da Seção de Vazão

Como os drenos profundos projetados são constituídos por tubos, face a grande diferença de vazão deste e do material drenante do



preenchimento da vala, esta última parcela foi desprezada. Dessa forma a vazão considerada para o dreno foi a definida no dimensionamento do tubo.

A vazão foi estabelecida, considerando-o como canal trabalhando a uma relação $\frac{h}{D} = 0,50$ através da fórmula de Hazen-Williams, onde:

$$Q = 0,2785 C D^{2,63} i^{0,54}$$

Sendo:

Q = vazão, igual ao dobro da descarga de projeto em virtude da conveniência do tubo trabalhar a meia seção (m³/s);

D = diâmetro, em m;

i = declividade do terreno, em m/m; e

C = coeficiente que depende da natureza da superfície interna do tubo, adimensional.

c) Comprimento Crítico

O comprimento crítico será determinado considerando a expressão:

$$L = \frac{Q}{q}$$

Onde:

L = comprimento crítico, em m;

Q = vazão admissível do dreno, em m³/s; e

q = vazão de contribuição por metro linear de dreno, em m³/s/m.

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 Araripina 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. DIMENSIONAMENTO DA SUPERESTRUTURA

Para o dimensionamento da superestrutura foram utilizados índices físicos e fórmulas matemáticas, consagrados pelo uso e pela comprovação de seus resultados nos meios ferroviários:

- Fórmula de Eukelon: $\sigma_{adm} = \frac{0,006 \cdot E_d}{1 + 0,7 \cdot \log(N)}$;

onde:

- σ_{adm} → pressão admissível na plataforma, em kgf/cm²;
- E_d → módulo dinâmico de elasticidade (Eisenmann) → $E_d = 100 \cdot \text{CBR}$;
- CBR → Califórnia Bearing Ratio → Índice de Suporte Califórnia;
- N → número de ciclos de solicitação da via, que, para 7 MTPA, seu valor é de $1,0 \times 10^6$

- Fórmula de Talbot: $h \geq \frac{57,87 \cdot P_m}{\sigma_{adm}} \cdot 0,8$;

onde:

- h → é a soma das alturas de lastro, sublastro e reforço de subleito;
- P_m → pressão exercida sobre o lastro, em kgf/cm²



- Fórmula de Schramm, para o coeficiente de distribuição (CD) das pressões nas diferentes camadas, de diversas granulometrias, tomando-se como referência o lastro. No caso de lastro de pedra bem bitolada, o ângulo $\alpha = 40^\circ$, no sublastro, com boa percentagem de material fino e pequena angularidade, o valor de $\alpha = 36^\circ$ e para o reforço de subleito, com material mais fino e sem angularidade, o valor de $\alpha = 30^\circ$. Portanto, os valores de CD serão os seguintes: para o lastro $CD = 1$; para o sublastro $CD = \text{tg } 36^\circ / \text{tg } 40^\circ = 0,866$; para a substituição do solo inadequado $CD = \text{tg } 30^\circ / \text{tg } 36^\circ = 0,688$. Esses coeficientes são usados para determinar o valor das alturas das camadas do sublastro e da substituição do solo inadequado.
- Coeficiente de impacto (fórmula da AREMA adaptada ao sistema métrico): $K = 1 + 0,53 \cdot V / D$, sendo:
 - $K \rightarrow$ coeficiente de impacto
 - $V \rightarrow$ velocidade em Km/h
 - $D \rightarrow$ diâmetro da roda em cm
 - Os valores encontrados por esta fórmula são menores que o que recomenda a AREMA, após 1980, que é $K = 2$, devido as variações de carga, irregularidades da linha e no material rodante. Portanto, o coeficiente adotado foi igual a 2.
- Linha de influência dos momentos fletores: $M = (P_d \cdot L / 4) \cdot e^{-(X/L)} \cdot (\cos X/L - \text{sen } X/L)$, onde:
 - $P_d \rightarrow$ carga dinâmica da roda em kgf;
 - $L \rightarrow$ comprimento do apoio elástico em cm;
 - $X / L \rightarrow$ fase em radianos.

Verificação da resistência do trilho: $\sigma_{\text{máx}} < \sigma_{\text{adm}} \rightarrow$ a tensão máxima de flexão do trilho não pode ser maior que tensão admissível. $\sigma_{\text{máx}} = M_{\text{máx}} / W_p$, onde W_p é o módulo de resistência do patim em cm^3 .

Segundo a AREMA, a tensão admissível, σ_{adm} , no patim é determinado levando-se em conta os seguintes fatores de influência, que contribuem para a diminuição do limite de escoamento do trilho. São eles: flexão lateral = 20%, condições de via = 25%, desgastes e corrosão = 15%, superelevação não compensada = 15%, esforço de temperatura



1.406kgf/cm². Portanto, para um trilho com limite de escoamento de 5.800 kgf/cm² (aço carbono) a tensão admissível será de $(5.800 - 1406) / (1,2 \times 1,25 \times 1,15 \times 1,15) = 2.215 \text{ kgf/cm}^2$.

No Volume 2 – Projeto de Execução são apresentados desenhos das seções transversais da superestrutura.

4.4.2.1. 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	ESPESS. 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



4.4.2.2. 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	
93 + 2	115 + 14	452	104 + 8,0	J1	70 + 6	0,0	0,68	736	500,48	
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	8.484
466 + 12	477 + 13	221	472 + 2,5	J2	620 + 3	0,0	2,96	360	1.065,60	
514 + 2	528 + 10	288	521 + 6,0	J2	620 + 3	0,0	1,98	469	928,62	
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	
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	12.550
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	
2.301 + 8	2.450 + 5	2.977	2.375 + 16,5	J18	1.931 + 0	1,9	10,80	4.850	52.380,00	14.644
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	
2.871 + 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	18.899
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		75.725						119.192	818.122,43	119.192
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	2,682	1.014
P1	147	26 + 9	47 + 0	411	36 + 15	670	2,206	1.478
TRIANGULO DE REVERSAO - RAMO B								
P1	147	-16 + 0	-11 + 2	102	-14 + 11	166	3,231	536
P1	147	5 + 7	24 + 4	377	14 + 16	614	2,645	1.624
P1	147	29 + 1	47 + 0	359	38 + 1	585	2,180	1.275
LINHA GERAL								
P1	147	47 + 0	70 + 6	466	58 + 13	759	1,767	1.341
P1	147	82 + 18	93 + 3	205	87 + 21	334	1,180	394
P1	147	115 + 14	153 + 4	750	134 + 9	1.222	0,251	307
P1	147	187 + 16	316 + 5	2569	251 + 21	4.185	2,101	8.791
P1	147	450 + 1	466 + 12	331	458 + 7	539	6,227	3.356
P1	147	477 + 13	514 + 2	729	495 + 18	1.188	6,978	8.289
P1	147	528 + 10	569 + 12	822	548 + 21	1.339	8,041	10.767
P1	147	574 + 8	581 + 16	148	577 + 22	241	8,622	2.078
P1	147	620 + 3	680 + 9	1206	650 + 6	1.965	10,066	19.780
P1	147	728 + 10	806 + 10	1560	767 + 10	2.541	12,410	31.534
P1	147	833 + 10	843 + 5	195	838 + 8	318	13,828	4.397
P1	147	873 + 18	883 + 18	200	878 + 18	326	14,638	4.772
P1	147	894 + 15	897 + 17	62	895 + 26	101	14,986	1.514
P1	147	944 + 9	953 + 9	180	948 + 19	293	16,039	4.699
P1	147	968 + 11	977 + 12	181	972 + 22	295	16,522	4.874
P1	147	1.005 + 7	1.027 + 10	443	1.016 + 9	722	17,389	12.554
P1	147	1.031 + 12	1.122 + 5	1813	1.076 + 19	2.953	18,599	54.921
P1	147	1.170 + 13	1.183 + 4	251	1.176 + 19	409	20,599	8.425
P1	147	1.192 + 14	1.208 + 8	314	1.200 + 11	512	21,071	10.788
P1	147	1.232 + 3	1.299 + 2	1339	1.265 + 13	2.181	22,373	48.794
P1	147	1.460 + 5	1.512 + 17	1052	1.486 + 11	1.714	26,791	45.920
P1	147	1.526 + 18	1.579 + 5	1047	1.552 + 22	1.706	28,122	47.975
P1	147	1.616 + 13	1.634 + 8	355	1.625 + 11	578	29,571	17.092
P1	147	1.638 + 0	1.664 + 10	530	1.651 + 5	863	30,085	25.963
P1	147	1.667 + 13	1.688 + 1	408	1.677 + 17	665	30,617	20.360
P1	147	1.696 + 18	1.717 + 14	416	1.706 + 26	678	31,206	21.158
P1	147	1.809 + 18	1.851 + 19	841	1.830 + 19	1.370	33,679	46.140
P1	147	1.871 + 10	1.885 + 3	273	1.878 + 7	445	34,627	15.409
P1	147	1.895 + 9	1.921 + 19	530	1.908 + 14	863	35,234	30.407
P1	147	1.925 + 12	2.029 + 16	2084	1.977 + 14	3.395	36,614	124.305
P1	147	2.095 + 19	2.097 + 9	30	2.096 + 14	49	38,994	1.911
P1	147	2.139 + 4	2.188 + 6	982	2.163 + 15	1.600	40,335	64.536
P1	147	2.255 + 6	2.301 + 8	922	2.278 + 7	1.502	42,627	64.026
P1	147	2.450 + 5	2.455 + 9	104	2.452 + 17	169	46,117	7.794
P1	147	2.463 + 12	2.473 + 18	206	2.468 + 15	336	46,435	15.602
P1	147	2.705 + 6	2.706 + 4	18	2.705 + 15	29	51,175	1.484
P1	147	2.796 + 4	2.829 + 19	675	2.812 + 22	1.100	53,322	58.654
P1	147	2.832 + 14	2.871 + 18	784	2.851 + 26	1.277	54,106	69.093
P1	147	3.009 + 0	3.028 + 7	387	3.018 + 14	630	57,434	36.183
P1	147	3.360 + 6	3.404 + 7	881	3.382 + 7	1.435	64,707	92.854
P1	147	3.443 + 17	3.521 + 18	1561	3.482 + 18	2.543	66,718	169.663
P1	147	3.642 + 16	3.697 + 15	1099	3.669 + 26	1.790	70,466	126.133
P1	147	3.713 + 7	3.757 + 11	884	3.735 + 9	1.440	71,769	103.347
P1	147	4.001 + 10	4.010 + 4	174	4.005 + 17	283	77,177	21.841
		Total		31.488		51.296		1.476.152
							DMT Ponderada	28,78



4.4.2.3. 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.

4.4.2.4. TRILHOS

O trilho utilizado foi UIC 60, soldados. A classificação, métodos construtivos de colocação estão detalhados nas especificações técnicas no Volume 1 – Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência.

4.4.2.5. 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.

Suas especificações estão detalhadas no item Especificações Técnicas e Métodos Construtivos

4.4.3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Encontram-se no Volume 1 – Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência, 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.

4.4.4. MEMORIA DE CÁLCULO E VERIFICAÇÃO

4.4.5.1. DADOS DE ENTRADA

- Carga máxima por eixo = 32,5t;
- Bitola = 1,60m;
- Limite de escoamento do trilho = 5.800 kgf/cm²;
- Momento de inércia do trilho UIC 60 = 3055 cm⁴;
- Momento resistente do trilho UIC 60 = 335,5 cm³;



- Largura do boleto do trilho UIC 60 = 7,43cm;
- Módulo de elasticidade do trilho = 2.150.000 kgf/cm²;
- Coeficiente de segurança à flexão lateral = 1,2;
- Coeficiente de segurança às condições de via = 1,25;
- Coeficiente de segurança ao desgaste à corrosão = 1,15;
- Coeficiente de segurança à superelevação não compensada = 1,15;
- Coeficiente de impacto = 2;
- Esforço devido à temperatura = 1.406 kgf/cm²;
- Comprimento do dormente de concreto monobloco = 2,80m;
- Largura do dormente monobloco na base = 28,5cm;
- Altura do dormente monobloco = 24cm;
- Módulo de elasticidade da via = 140kgf/cm²;
- Taxa de dormentes = 1.667/km;
- Distância entre dormentes = 60cm;
- Distância entre eixos do material rodante, situação mais desfavorável = 1,70m, vagão de minério ref. HAT;
- Ângulo de distribuição dos esforços no lastro = 40°;
- Ângulo de distribuição dos esforços no sublastro = 36°;
- Ângulo de distribuição dos esforços no subleito = 30°;
- Densidade de tráfego = 7 milhões de toneladas anuais;
- Número de ciclos para esta densidade de tráfego = 1.000.000;
- Altura de lastro adotada = 30cm;
- CBR da substituição do solo inadequado = será calculado para um CBR variando de 3 a 10;
- CBR do subleito = 3.



4.4.5.2. CÁLCULO DOS ESFORÇOS NO TRILHO

- Tensão admissível máxima no trilho = $(5800 - 1406)/1,2/1,25/1,15/1,15 = 2.215 \text{ kgf/cm}^2$
- Carga dinâmica da roda Pd = coeficiente de impacto x carga na roda = $2 \times 32500 / 2 = 32500 \text{ kgf}$
- Distância do ponto de carregamento até onde o momento fletor se anula = $42,532 \times (3055 / 140)^{0,25} = 92\text{cm}$
- Largura de apoio transversal do dormente = $280 - (160+7,43) = 113\text{cm}$
- Área de apoio transversal do dormente = $113 \times 28,5 = 3.208,25\text{cm}^2$
- Largura de apoio longitudinal fictícia = $3208,25 / 60 = 53,5\text{cm}$
- Coeficiente de lastro de Wincler = $2 \times 60 \times 140 / 28,5 / 280 = 2,105\text{kgf/cm}^2$
- Comprimento da elástica = $(4 \times 2150000 \times 3055 / (59,4 \times 1,895))^{0,25} = 123,6\text{cm}$
- Momento fletor no ponto zero de apoio da roda no trilho = $32500 \times 123,6 / 4 = 1.004.258\text{kgcm}$
- Momento fletor distante a 1,70m = $32500 \times 123,6 / 4 \times e^{-170/123,6} \times (\cos 170/123,6 - \text{sen } 170/123,6) = -199.705\text{kgcm}$
- Momento fletor distante a 3,40m = $32500 \times 123,6 / 4 \times e^{-340/123,6} \times (\cos 170/123,6 - \text{sen } 170/123,6) = -83.749\text{kgcm}$
- Momento fletor final = $1.004.258 - 199.705 - 83.749 = 720.804\text{kgcm}$
- Tensão máxima do trilho = $720.804 / 335,5 = 2.148\text{kgf/cm}^2$
- Verifica-se que a tensão máxima no trilho é menor que a tensão admissível máxima no trilho
- $2.148\text{kgf/cm}^2 < 2.215\text{kgf/cm}^2$, portanto, o trilho UIC 60 satisfaz a premissa inicial de sua escolha.



- Deflexão máxima no ponto zero de apoio da roda no trilho
 $= 32500 / 2 / 59,4 / 123,6 = 1,16\text{cm}$
- Deflexão no ponto distante 1,70m = $32500 / 2 / 59,4 / 123,6 \times e^{-170/123,6} \times (\cos 170/123,6 + \sin 170/123,6) = 0,35\text{cm}$
- Deflexão no ponto distante 3,40m = $32500 / 2 / 59,4 / 123,6 \times e^{-340/123,6} \times (\cos 340/123,6 + \sin 340/123,6) = 0,04\text{cm}$
- Deflexão total = $1,16 + 0,35 - 0,04 = 1,47\text{cm}$
- Reação no dormente = $1,47 \times 140 \times 54 = 12.383 \text{ kgf}$
- Pressão no lastro = $11.113 / 3.208,25 = 3,86 \text{ kgf/cm}^2$

4.4.5.3.

CÁLCULO DO ESFORÇO NO DORMENTE

- Carga de reação uniformemente distribuída no dormente
 $= 3.208,25 / 113 = 28,5\text{kgf/cm}$
- Momento fletor no apoio do dormente = $28,5 \times 1132 / 8 = 45.144 \text{ kgfcm}$
- Momento de inércia na seção do dormente de concreto =
 $213 / 36 \times (212 + 4 \times 21 \times 28,5 + 28,52) / (21 + 28,5) = 28.293,8 \text{ cm}^4$
- Momento resistente na seção do dormente de concreto =
 $28293,8 \times 3 \times (21+28,5) / 24 / (21+2 \times 28,5) = 2.244,46\text{cm}^3$
- Tensão máxima no apoio do dormente = $45144 / 2244,46 = 20,1 \text{ kgf/cm}^2$.
- Como o f_{ck} do concreto é maior que 400kgf/cm^2 , o dormente de concreto monobloco satisfaz a premissa inicial de sua escolha.

4.4.5.4.

CÁLCULO DA ALTURA DO SUBLASTRO E DA SUBSTITUIÇÃO DO SOLO INADEQUADO

- Coeficiente de distribuição para o sublastro = $\text{tg } 36^\circ / \text{tg } 40^\circ = 0,866$;



- Coeficiente de distribuição para o substituição do solo inadequado = $\text{tg } 30^\circ / \text{tg } 40^\circ = 0,688$;
- Tensão admissível no subleito = $0,006 \times 3 \times 100 / (1 + 0,7 \times \log 1.000.000) = 0,35 \text{kgf/cm}^2$;
- Altura total do lastro + sublastro + substituição do solo inadequado > $(53,87 \times 3,86 / 0,35)^{0,8} = 167 \text{cm}$;
- Tensão admissível no subleito = $0,006 \times \text{CBR}_{\text{subleito}} \times 100 / (1 + 0,7 \times \log 1.000.000) = \rho_{\text{adm subleito}} \text{ em kgf/cm}^2$;
- Altura do lastro + sublastro > $(53,87 \times 3,47 / \rho_{\text{adm subleito}})^{0,8} = h_{\text{lastro + sublastro}} \text{ em cm}$;
- Altura do sublastro > $(h_{\text{lastro + sublastro}} - 30) \times 0,866 = h_{\text{sublastro}} \text{ em cm}$;
- Altura da substituição do solo inadequado > $(167 - h_{\text{sublastro}}) \times 0,688 = h_{\text{subleito}}$;

CBR	σ_{adm}	h_{tot}	Espessura Equivalente			Espessura Adotada		
			h_l	h_{sl}	h_{rs}	h_l	h_{sl}	h_{ssi}
3	0,346	146	30	26	90	30	25	60
4	0,462	116	30	26	60	30	25	40
5	0,577	97	30	26	41	30	25	30
6	0,692	84	30	26	28	30	25	20
7	0,808	74	30	26	18	30	25	15
8	0,923	66	30	26	10	30	25	15
9	1,038	61	30	26	5	30	25	15
10	1,154	56	30	26	0	30	25	0

h_l – espessura do lastro (cm)

h_{sl} – espessura do sublastro (cm)

h_{ssi} – espessura da substituição de solos inadequados (cm)



4.4.5.5 CÁLCULO DO ESFORÇO TRANSVERSAL DIRIGIDO PARA O INTERIOR DA CURVA DE RAIOS 180 M NA PERA FERROVIÁRIA

Quando os vagões de uma composição têm comprimento apreciável e circulam numa curva de pequeno raio, o esforço trator do primeiro veículo origina um esforço transversal na via, dirigido para o interior da curva cujo valor é dado pela seguinte expressão:

$$E = 2 \cdot E_{TR} \cdot \cos \frac{\partial}{2}$$

onde:

E é o esforço transversal

E_{TR} é o esforço total do primeiro vagão

$$\cos \frac{\partial}{2} = \frac{\frac{m}{2} + n}{\sqrt{(r+f)^2 + \left(\frac{m}{2} + n\right)^2}}$$

onde:

m e n são dados do vagão que no nosso caso - vagão

Hopper:

$$m = 17,96 \text{ m}$$

$$n = 1,70 \text{ m}$$

$$f = \frac{1}{2} \left(2 \cdot r - \sqrt{4 \cdot r^2 - m^2} \right)$$

$$f = \frac{1}{2} \left(2 \cdot 180 - \sqrt{4 \cdot 180^2 - 14,96^2} \right) = 0,155485$$

$$\cos \frac{\partial}{2} = 0,05098$$

logo

$$E = 2 \cdot E_{TR} \cdot \cos \frac{\partial}{2} = 2 \cdot 0,05098 \cdot E_{TR} = 0,102 \cdot E_{TR}$$

O valor do esforço trator no primeiro vagão é dado pela seguinte expressão:



$$E_{TR} = n_{vag\tilde{a}o} \cdot P_{vag\tilde{a}o} \cdot (R'_n + R'_c + R'_r + R'_i)$$

em que:

$n_{vag\tilde{a}o}$ é o número de vagões da composição, no nosso caso $n=110$

$P_{vag\tilde{a}o}$ é o peso total de um vagão (carga + tara) que no nosso caso vale:

$$P_{vag\tilde{a}o} = 100 \text{ t} + 30 \text{ t} = 130 \text{ t}$$

R'_n é a resistência normal dada pela expressão:

$$R'_n = 1,3 + \frac{29}{w} + 0,045 \cdot V + \frac{0,0005 \cdot A \cdot V^2}{w \cdot n}$$

que no caso da pãra ferroviária em que a ferrovia tem $V=0$ fica:

$$R'_n = 1,3 + \frac{29}{w}$$

onde w é o peso de cada eixo do vagão (em toneladas curtas) e R'_n em libras/toneladas curtas.

Como cada vagão tem 4 eixos, cada eixo pesa $130/4 = 32,5$ t e sendo $1 \text{ t} = 1,1 \text{ ton curtas}$, tem-se $w = 32,5 \cdot 1,1 = 35,75 \text{ ton curtas}$, então:

$$R'_n = 1,3 + \frac{29}{35,75} = 2,111 \text{ lb/ton}$$

como $\text{lb/ton} = 0,50 \text{ kg/t}$

$$R'_n = 2,111 \cdot 0,5 = 1,06 \text{ kg/t}$$

R'_c é a resistência devido a curva.

$$R'_c = \frac{500 \cdot b}{r}$$

onde b é a bitola, ou seja $b=1,60 \text{ m}$

$$R'_c = \frac{500 \cdot 1,60}{180} = 4,44$$

R'_r é a resistência devido à rampa = $10 \cdot i$



no caso da pêra ferroviária $i = 0$, logo $R'_r = 0$

R'_i é a resistência de inércia (ou reserva de potência)

no caso da curva da pêra o trem já se encontraria em movimento, então $R'_i = 0$

O resultado final fica:

$$E = 0,102 \cdot E_{TR} = 0,102 \cdot 78.650 = 8.022 \text{ kg}$$



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	

4.5.1 CONCRETO PROTENDIDO

A escolha da utilização do concreto protendido para as obras-de-arte especiais deve-se fundamentalmente aos ensinamentos do professor e engenheiro Walter Pfeil, o qual no livro Concreto Protendido, diz o que segue abaixo e com especial atenção no item 4 que fala das vantagens técnicas da utilização do concreto protendido no sentido de garantir a qualidade e durabilidade das obras.



1 - Definição de protensão

A protensão pode ser definida como o artifício de introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões, de modo a melhorar sua resistência ou seu comportamento, sob ação de diversas solicitações.

2 - Protensão aplicada ao concreto.

O artifício de protensão tem uma importância particular no caso do concreto, pelas seguintes razões:

- a) O concreto é um dos materiais de construção mais importantes. Os ingredientes necessários à confecção do concreto (cimento, areia, pedra e água) são disponíveis a baixo custo em todas as regiões habitadas da Terra.
- b) O concreto tem boa resistência à compressão. Resistências da ordem de 200Kgf/cm² (20MPa) a 500Kgf/cm² (50MPa) são utilizadas nas obras.
- c) O concreto tem pequena resistência à tração, da ordem de 10% de resistência à compressão. Além de pequena, a resistência à tração do concreto é pouco confiável. De fato, quando o concreto não é bem executado, a retração do mesmo pode provocar fissuras, que eliminam a resistência à tração do concreto, antes mesmo de atuar qualquer solicitação. Devido a essa natureza aleatória da resistência a tração do concreto, ela é geralmente desprezada nos cálculos.

Sendo o concreto um material de propriedades tão diferentes a compressão e a tração, o seu comportamento pode ser melhorado aplicando-se compressão prévia (isto é, protensão) nas regiões onde as solicitações produzem tensões de tração.

A utilização de aços de elevada resistência, como armaduras de concreto armado, fica limitada pela fissuração do concreto. De fato, como os diferentes tipos de aço têm aproximadamente o mesmo módulo de elasticidade, o emprego de aços com tensões de tração elevadas implica grande alongamento dos mesmos, o que, por sua vez, ocasiona fissuras muito abertas. A abertura exagerada das fissuras reduz a proteção das armaduras contra corrosão, e é indesejável esteticamente.

O artifício da protensão, aplicado ao concreto, consiste em introduzir na viga esforços prévios que reduzam ou anulem as tensões de tração no concreto sob ação das solicitações em serviço. Nessas condições



minimiza-se a importância da fissuração como condição determinante de dimensionamento da viga.

A protensão do concreto é realizada, na prática, por meio de cabos de aço de alta resistência, tracionados e ancorados no próprio concreto. O artifício da protensão desloca a faixa de trabalho do concreto para o âmbito das compressões, onde o material é mais eficiente. Com a protensão, aplicam-se tensões de compressão nas partes da seção tracionadas pelas solicitações dos carregamentos. Desse modo, pela manipulação das tensões internas, pode-se obter a contribuição da área total da seção da viga para a inércia da mesma.

Sob ação de cargas, uma viga protendida sofre flexão, alterando-se as tensões de compressão aplicadas previamente. Quando a carga é retirada, a viga volta à sua posição original e as tensões prévias são restabelecidas.

Se as tensões de tração provocadas pelas cargas forem inferiores às tensões prévias de compressão, a seção continuará comprimida, não sofrendo fissuração.

Sob ação de cargas mais elevadas, as tensões de tração ultrapassam as tensões prévias, de modo que o concreto fica tracionado e fissura. Retirando-se a carga, a protensão provoca o fechamento das fissuras.

3 - Sentido econômico de concreto protendido.

As resistências de concreto, utilizadas em concreto protendido, são duas a três vezes maiores que as utilizadas em concreto armado. Os aços utilizados nos cabos de protensão têm resistência três a cinco vezes superiores às dos aços usuais do concreto armado.

O sentido econômico do concreto protendido consiste no fato de que os aumentos percentuais de preço são muito inferiores aos acréscimos de resistência utilizáveis, tanto para o concreto como para o aço de protensão.

4 - Vantagens técnicas do concreto protendido.

Em relação ao concreto armado, o concreto protendido apresenta as seguintes vantagens:

- a) Reduz as tensões de tração provocadas pela flexão e pelos esforços cortantes.
- b) Reduz a incidência de fissuras.



- c) Reduz as quantidades necessárias de concreto e de aço, devido ao emprego eficiente de materiais de maior resistência.
- d) Permite vencer vãos maiores que o concreto armado convencional; para o mesmo vão, permite reduzir a altura necessária da viga.
- e) Facilita o emprego generalizado de pré-moldagem, uma vez que a protensão elimina a fissuração durante o transporte das peças.
- f) Durante a operação de protensão, o concreto e o aço são submetidos a tensões em geral superiores às que poderão ocorrer na viga sujeita às cargas de serviço. A operação de protensão constituído, neste caso, uma espécie de prova de carga da viga.

Uma das vantagens mais importantes do concreto protendido é a da alínea d acima. Para ilustrá-la pode-se criar o fato de que as pontes com vigas retas de concreto armado têm seu vão livre limitado a 30m ou 40m, enquanto as pontes com vigas protendidas já atingiram vãos de 250m.



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 usa-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:

4.6.4.4.1 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

As que informam sobre dispositivos de natureza regulamentar, tais como: limite de velocidade, apite, parada obrigatória e outras.

- Placas de advertência

As que chamam a atenção para a existência e natureza de condições que exijam cautela, tais como: as indicativas de passagens de nível, trabalho na via permanente e outras.

- Placas de indicação

As que contêm outras informações julgadas de utilidade para a condução dos trens, tais como: limites urbanos, placas de estação e outras.

4.6.4.4.2 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.

Na planta S-39 do Volume 2 – Projeto de Execução, são mostrados esses tipos de placas (também chamadas de “bandeiras”).

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 especificações para confecção das placas, suportes, fixação, proteção, etc., estão caracterizados nas plantas S-38, S-40 À S-54, S-61, S-64 apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução.

Constituem-se em recomendações básicas, podendo ser alterada conforme as disponibilidades locais, mas sempre no sentido de maior vantagem estrutural.

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 conforme mostrado nas plantas S-55 e S-56 do Volume 2 – Projeto de Execução.

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 Arite 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.

A placa aqui referida está caracterizada na planta S-52, Volume 2 – Projeto de Execução, que faz parte integrante deste Projeto.

Cessado o motivo da anulação, a placa metálica deverá ser retirada.

4.6.4.10 FISCALIZAÇÃO

A responsabilidade de fiscalização do correto cumprimento e implantação da presente Instrução ficarão a cargo do responsável pela operação dos trens.

4.6.5 DESCRIÇÃO DAS PLACAS

4.6.5.1. PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

Designação: R-1

- Nome: Velocidade máxima autorizada (VMA)
- Significação: Velocidade máxima autorizada para todos os trens em Km/h
- Inscrição: Número indicando a VMA para o trecho.
- Vide planta S-40 – Volume 2 – Projeto de Execução.

Designação: R-2

- Nome: Pare
- Significação: Parada obrigatória junto à placa.
- Inscrição: PARE
- Vide planta S-40 – Volume 2 – Projeto de Execução.



Designação: R-3

- Nome: Apito
- Significação: Recomendação genérica para operação de apito, buzina ou sirene, onde houver necessidade de aviso acústico de aproximação de um veículo ferroviário.
- Inscrição: A palavra APITE.
- Vide planta S-41 – Volume 2 – Projeto de Execução.

4.6.5.2. **PLACAS DE ADVERTÊNCIA**

Designação: A-1

- Nome: Cruzamento com rodovia
- Significação: Cruzamento em nível de ferrovia com uma rodovia, rua ou passagem de veículo não ferroviário.
- Inscrição: PN a 200 m.
- Vide planta S-41 – Volume 2 – Projeto de Execução.

Designação: A-2

- Nome: Homens trabalhando
- Significação: Trecho em obras, restrição de velocidade de acordo com o regulamento.
- Inscrição: Homens trabalhando.
- Vide planta S-42 – Volume 2 – Projeto de Execução.

Designação: A-3

- Nome: Velocidade Restrita a 200m
- Significação: O maquinista deverá prosseguir em



velocidade restrita a partir da distância indicada.

- Inscrição: VELOCIDADE RESTRITA a 200 m.
- Vide planta S-42 – Volume 2 – Projeto de Execução.

Designação: A-4

- Nome: Ponte
- Significação: Alertar ao maquinista a existência de ponte à distância indicada.
- Inscrição: Ponte a 200 m.
- Vide planta S-43 – Volume 2 – Projeto de Execução.

4.6.5.3. PLACAS DE INDICAÇÃO

Designação: I – 1

- Nome : Desvio
- Significação : Alertar ao maquinista a existência de desvio à frente
- Inscrição: Letra D
- Vide planta S-43 – Volume 2 – Projeto de Execução.

Designação: I – 2

- Nome : Estação
- Significação : Alertar ao maquinista a existência de Estação à frente
- Inscrição: Estação a 1 km
- Vide planta S-44 – Volume 2 – Projeto de Execução.



Designação: Nenhuma

- Nome : Placa de Anulação Temporária
- Significação : Alertar ao maquinista que a placa anterior temporariamente está desativada.
- Inscrição: Nenhuma
- Vide planta S-44 – Volume 2 – Projeto de Execução.

Designação: Nenhuma

- Nome : Placa Estação
- Significação : Indicar ao maquinista a chegada ao Pátio da Estação
- Inscrição:
 - Verso :
 - Limite de Pátio
 - Nome da Estação
 - km
 - Anverso:
 - Saindo de
 - Nome da Estação
 - km
- Vide planta S-49 – Volume 2 – Projeto de Execução.

Designação: Nenhuma

- Nome : Placa de Instalações
- Significação : Alertar ao maquinista a existência de Instalações Ferroviária `frente



- Inscrição: Nenhuma
- Vide planta S-45 – Volume 2 – Projeto de Execução.

4.6.6 PROTEÇÃO DE PASSAGEM DE NÍVEL

4.6.6.1 OBJETIVO

Resguardar a integridade física das composições ferroviárias e/ou rodoviárias, bem como de terceiros onde houver necessidade de cruzamento em nível entre a ferrovia e rodovia, tanto em zona rural como urbana.

4.6.6.2 TIPO PROJETADO

Tendo em vista o fim que se destina a ferrovia em questão, onde será preponderante a velocidade, optou-se, no Projeto, de eliminar todas as Passagens de Nível, substituindo-as por passagens inferiores, em concreto armado, de modo a preservar a velocidade dos trens e a segurança na circulação. A única exceção é a passagem em nível da estaca 30 do Ramo B, que destina ao uso exclusivo da CFN para acesso ao interior do Triângulo de Reversão. De qualquer modo, apresentamos Equipamento de proteção composto de placas de aviso de cruzamento com via férrea, sem sinal luminoso sem campainha e sem cancela.

4.6.6.2.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

A placa de sinalização, o poste tubular metálico e base de concreto, são mostrados nas plantas S-53 e S-54 do Volume 2 – Projeto de Execução, com as suas características e detalhes construtivos.

A placa será de chapa metálica e deve ser devidamente protegida contra corrosão, antes da aplicação do material refletivo ou da pintura do fundo com tinta sintética (não usar tintas à base de óleo).

4.6.6.2.2 LOCALIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO

A Placa deverá ser colocada nos dois lados da ferrovia, a uma distância de no mínimo de 3,60 m do eixo da linha, sempre dentro da faixa de domínio, conforme mostrado nas plantas S-55 E S-56 do Volume 2 – Projeto de Execução.



4.6.6.2.3 EMPREGO DO TIPO PROJETADO

A Placa projetada, dentro da concepção deste Projeto não será usada nas passagens em nível de importância secundária, tais como, cruzamento com estradas vicinais em zonas rurais ou ruas de reduzido tráfego de veículos e pedestres.

Constitui a sinalização mínima a ser empregada em toda e qualquer passagem em nível, se um dia implantada.

4.6.7 SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA DA PE-555 E BR-122

O Projeto de Sinalização Rodoviária 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 aspersão de microesferas de vidro, com 0,6 mm de espessura e com vida útil mínima de 3 anos.

Linhas Laterais Demarcadoras dos Bordos da Pista de Rolamento

Estão localizadas ao longo do trecho e distantes 10 cm das bordas da pista de rolamento. Serão pintadas na cor branca, com tinta refletiva com 10 cm de largura. As linhas serão contínuas.

Linhas Demarcadoras de Faixas de Tráfego

Estão posicionadas ao longo do eixo projetado com 10 cm de largura, delimitando as faixas de tráfego. Normalmente se apresentam em cadência 4,00 x 12,00 (4,00 m pintados com interrupções de 12,00 m), pintadas na cor amarela.

Em casos específicos, a 152 m antes do início e após o término de faixas amarelas contínuas (descritas no item seguinte), passam a desenvolver-se em cadência 4,00 x 4,00 (4,00 m pintados, com interrupções de 4,00 m).

Linhas de Proibição e Ultrapassagem

Estão posicionadas nos locais de ultrapassagem proibida, com 10 cm de largura (acessos, trechos sem visibilidade, travessias urbanas, etc.). Foram definidas em função da distância de visibilidade de ultrapassagem. Os detalhes gráficos de execução referentes às linhas de proibição de ultrapassagem encontram-se apresentados nas pranchas do Volume 2 - Projeto de Execução.

Linhas Complementares de Proibição de Ultrapassagem

Complementando as proibições de ultrapassagem, serão executadas linhas tracejadas em cadência de 4,00 x 4,00 (4,00 m pintados com interrupções de 4,00 m), na cor amarela e com 10 cm de largura.



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).

Sinais de Regulamentação

As placas de Regulamentação tem por finalidade informar os usuários da rodovia as limitações e restrições que regem o uso da mesma. Deverão ser executadas da seguinte maneira:

- Placas Circulares: Fundo: Branco revestido com película refletiva grau técnico.

Símbolo e letras: Preto não refletivo (tipo scotchcal).

Tarja e Orla: Vermelho revestido com película refletiva grau técnico.

Dimensões: $\varnothing = 1,00$ m

$\varnothing = 0,50$ m

Sinais de Advertência

Os sinais de advertência avisam da existência e natureza de condições potencialmente perigosas ao longo da rodovia ou em suas adjacências. Deverão ser executadas da seguinte maneira:

- Placas Quadradas: Fundo Amarelo revestido com película refletiva grau técnico.

Símbolos, letras e borda interna: Preto não refletivo (tipo Scotchcal).

Dimensões: L = 1,00 m

Sinais de Indicação

Os sinais tem a finalidade de guiar o usuário no curso do seu deslocamento e fornecer detalhes que possam ser úteis, tais como informações de distâncias ou chegadas a localidades e acessos, etc. Podem



ser utilizadas associadas com placas de advertência e regulamentação, estas inseridas dentro da placa de indicação. Estas placas deverão ser executadas da seguinte maneira :

- Fundo: Azul revestido com película refletiva grau técnico.

Letras ou setas: Branco revestido com película refletiva grau técnico.

Quadro interno: Fundo: Branco grau técnico.

Símbolos: Preto não refletivo (tipo Scotchcal).

Dimensões: 3,50 m x 2,00 m

- Suportes: Executados em madeira de lei pintado.

Dispositivos auxiliares de percurso - Delineadores

Os Dispositivos Auxiliares de Percurso têm a finalidade básica de orientar o percurso dos usuários, complementando a sua percepção ao se aproximarem de situações de situações potenciais de risco e contribuindo para delas alertá-los, razão pela qual possuem as mesmas cores dos Sinais de Advertência: fundo amarelo e símbolos pretos.

São posicionados lateralmente à via, em série de 3 delineadores, sendo aplicados nas aproximações dos viadutos.

Dimensões: 0,50 m x 0,52 m

- Suportes: Executados em madeira de lei pintado.

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.



O detalhamento das placas a serem usadas durante a interferência das obras de construção dos viadutos rodoviários estão apresentados na planta S-64 do Volume 2 – Projeto de Execução

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.

As plantas S-01 à S-37 se referem à Planta Baixa de Sinalização Ferroviária da linha geral e da Pêra Ferroviária, e as S-66 à e S-68 referem-se as Notas de Serviços da linha geral, viadutos rodoviário e de obras.



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 ár. Ø<0,15m (m²)	Área de regularização e comp. do sub-leito (m²)	Revestimento Primário					
ESTACA			Acesso a PI (m)	Extensão (m)	LADO			Volume (m³)	Origem			Dist. de Transp. (km)	Momento (m³.km)
INICIAL	FINAL	CENTRO DE MASSA							Jazida	Estaca Centro de Massa	Dist. Morta (km)		
49 + 14,8	62 + 4,9	55 + 19,85		271	dir.	1.897	1.897	250,00	J01	69 + 10,0		0,270	68
281 + 2,7	331 + 0,0	306 + 1,3	22,10	1.040	dir.	7.281	7.281	959,49	J02	622 + 10,0		6,329	6.073
282 + 0,1	331 + 0,0	306 + 10,1	23,30	1.023	esq.	7.163	7.163	943,99	J02	622 + 10,0		6,320	5.966
522 + 19,5	553 + 1,4	538 + 0,5	17,20	640	esq.	4.481	4.481	590,58	J02	622 + 10,0		1,690	998
522 + 20,0	551 + 13,3	537 + 6,6	17,30	612	dir.	4.286	4.286	564,85	J02	622 + 10,0		1,703	962
703 + 15,5	709 + 19,8	706 + 17,6	36,20	181	dir.	1.268	1.268	167,16	J02	622 + 10,0		1,688	282
704 + 6,6	710 + 0,3	707 + 3,5	36,30	170	esq.	1.192	1.192	157,10	J02	622 + 10,0		1,693	266
890 + 0,0	899 + 15,7	894 + 17,8	15,20	231	dir.	1.618	1.618	213,28	J02	622 + 10,0		5,448	1.162
890 + 0,0	899 + 4,7	894 + 12,3	16,20	221	esq.	1.548	1.548	204,06	J02	622 + 10,0		5,442	1.110
937 + 4,0	965 + 15,4	951 + 9,7	19,20	612	esq.	4.285	4.285	564,75	J02	622 + 10,0		6,580	3.716
937 + 18,2	961 + 18,4	949 + 18,3	20,20	522	dir.	3.655	3.655	481,73	J02	622 + 10,0		6,548	3.154
1.216 + 19,9	1.223 + 12,9	1.220 + 6,4	13,20	147	dir.	1.030	1.030	135,79	J03	1.416 + 10,0		3,924	533
1.217 + 0,1	1.224 + 18,3	1.220 + 19,2	17,00	196	esq.	1.372	1.372	180,81	J03	1.416 + 10,0		3,911	707
1.380 + 8,0	1.424 + 0,0	1.402 + 4,0	16,30	909	dir.	6.365	6.365	838,83	J03	1.416 + 10,0		0,286	240
1.424 + 0,1	1.462 + 17,6	1.443 + 8,8	16,30	816	esq.	5.714	5.714	753,04	J03	1.416 + 10,0		0,539	406
1.590 + 19,8	1.604 + 15,5	1.597 + 17,7	36,20	333	esq.	2.332	2.332	307,38	J19	1.602 + 19,8	0,500	0,602	185
1.591 + 0,4	1.601 + 1,2	1.596 + 0,8	37,20	259	dir.	1.814	1.814	239,11	J19	1.602 + 19,8	0,500	0,639	153
1.782 + 14,0	1.789 + 19,7	1.786 + 6,8	23,30	169	esq.	1.185	1.185	156,18	J04	1.936 + 10,0		3,003	469
1.785 + 18,7	1.789 + 19,8	1.787 + 19,3	26,80	109	dir.	762	762	100,37	J04	1.936 + 10,0		2,971	298
1.892 + 0,0	1.930 + 16,4	1.911 + 8,2	13,30	810	dir.	5.672	5.672	747,50	J04	1.936 + 10,0		0,502	375
1.892 + 0,1	1.932 + 2,7	1.912 + 1,4	13,20	836	esq.	5.853	5.853	771,39	J04	1.936 + 10,0		0,489	377
2.052 + 10,5	2.106 + 0,0	2.079 + 5,2	13,20	1.103	dir.	7.722	7.722	1.017,70	J04	1.936 + 10,0		2,855	2.906
2.053 + 14,6	2.105 + 19,8	2.079 + 17,2	13,30	1.079	esq.	7.555	7.555	995,65	J04	1.936 + 10,0		2,867	2.855
2.210 + 3,3	2.313 + 16,8	2.262 + 0,1	13,30	2.113	dir.	14.793	14.793	1.949,52	J05	2.474 + 5,0		4,245	8.276
2.210 + 10,4	2.318 + 15,9	2.264 + 13,2	13,20	2.192	esq.	15.345	15.345	2.022,30	J05	2.474 + 5,0		4,192	8.477
2.399 + 12,7	2.471 + 15,0	2.435 + 13,9	13,20	1.476	esq.	10.333	10.333	1.361,79	J05	2.474 + 5,0		0,771	1.050
2.439 + 19,9	2.471 + 4,3	2.455 + 12,1	13,30	658	dir.	4.608	4.608	607,28	J05	2.474 + 5,0		0,373	227
2.679 + 16,4	2.738 + 20,0	2.709 + 8,2	22,40	1.226	dir.	8.585	8.585	1.131,35	J17	2.786 + 14,6	2,000	3,546	4.012
2.702 + 0,3	2.739 + 0,0	2.720 + 10,2	22,40	782	esq.	5.477	5.477	721,76	J17	2.786 + 14,6	2,000	3,324	2.399
2.784 + 19,9	2.787 + 2,9	2.786 + 1,4	18,20	81	dir.	568	568	74,91	J17	2.786 + 14,6	2,000	2,013	151
2.785 + 0,1	2.809 + 19,1	2.797 + 9,6	18,30	538	esq.	3.768	3.768	496,58	J17	2.786 + 14,6	2,000	2,215	1.100
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	13,20	264	dir.	1.849	1.849	243,72	J16	3.075 + 1,5	1,900	2,526	616
3.110 + 0,2	3.183 + 15,4	3.146 + 17,8	13,30	1.509	esq.	10.565	10.565	1.392,33	J16	3.075 + 1,5	1,900	3,336	4.645
3.254 + 19,1	3.280 + 0,0	3.267 + 9,5	13,20	534	dir.	3.739	3.739	492,80	J15	3.375 + 3,7	0,100	2,254	1.111
3.255 + 9,3	3.279 + 19,7	3.267 + 14,5	13,20	524	esq.	3.669	3.669	483,57	J15	3.375 + 3,7	0,100	2,249	1.088
3.353 + 0,0	3.371 + 15,8	3.362 + 7,9	15,30	412	dir.	2.886	2.886	380,35	J15	3.375 + 3,7	0,100	0,356	135
3.353 + 0,0	3.377 + 4,4	3.365 + 2,2	13,30	518	esq.	3.628	3.628	478,13	J15	3.375 + 3,7	0,100	0,302	144
3.554 + 0,0	3.566 + 10,1	3.560 + 5,1	34,30	305	dir.	2.137	2.137	281,64	J14	3.565 + 16,3	3,200	3,311	933
3.554 + 0,0	3.564 + 19,1	3.559 + 9,5	21,30	261	esq.	1.829	1.829	241,05	J14	3.565 + 16,3	3,200	3,327	802
4.057 + 0,0	4.077 + 15,4	4.067 + 7,7	13,20	449	dir.	3.144	3.144	414,39	J09	4.071 + 0,0		0,072	30
4.057 + 0,0	4.078 + 17,2	4.067 + 18,6	13,20	471	esq.	3.298	3.298	434,68	J09	4.071 + 0,0		0,061	27
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	13,20	1.272	dir.	8.905	8.905	1.173,60	J12	4.309 + 9,8	5,700	6,311	7.407
4.370 + 6,7	4.378 + 0,0	4.374 + 3,4	17,30	191	dir.	1.339	1.339	176,47	J10	4.689 + 10,0		6,307	1.113
4.370 + 12,1	4.378 + 0,0	4.374 + 6,0	16,20	184	esq.	1.289	1.289	169,92	J10	4.689 + 10,0		6,304	1.071
4.500 + 18,0	4.556 + 2,3	4.528 + 10,1	13,10	1.138	dir.	7.967	7.967	1.049,90	J10	4.689 + 10,0		3,220	3.381
4.501 + 9,1	4.556 + 0,7	4.528 + 14,9	13,10	1.125	esq.	7.876	7.876	1.037,90	J10	4.689 + 10,0		3,215	3.337
4.709 + 1,0	4.887 + 9,1	4.798 + 5,1	21,20	913	esq.	6.392	6.392	842,43	J10	4.689 + 10,0		2,175	1.832
4.709 + 1,7	4.744 + 2,2	4.726 + 11,9	24,20	876	dir.	6.133	6.133	808,29	J10	4.689 + 10,0		0,742	600
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
Ac. ao Triângulo de Reversão		42 + 15,0		525	esq.	3.675	3.675	484,31	J01	69 + 10,0		0,535	259
Ac. BR-316 - Pêra Ferroviária		4.795 + 0,0		2.279	dir.	15.953	15.953	2.102,38	J10	4.689 + 10,0		3,425	7.200
TOTAL				37.224		260.565	260.565	34.338,73				2,96	101.591



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.

Infra-estrutura Operacional

Em reuniões havidas durante a fase de elaboração dos projetos, ficou definido que o planejamento, a localização, o detalhamento e projeto das obras de acesso ao interior da pêra ferroviária ficariam a cargo da Companhia Ferroviária do Nordeste – CFN em decorrência de estudos necessários ao atendimento dos aspectos operacionais da pêra ferrovia, inclusive com o posicionamento definitivo de todos os equipamentos previstos da infra-estrutura operacional.

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)		
		Aguilha		Aguilha		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. Enleivamento e Hidrossemeadura

O enleivamento será aplicado nos taludes de aterro e corte em solo de todo trecho em questão, e nos bota-foras de solo (alargamento dos taludes de aterro). A hidrossemeadura será aplicada nas áreas de empréstimos (jazidas).

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.

4.9.3. Porteiras

Serão implantadas porteiras de madeira junto às cercas de fechamento das estradas laterais com as passagens inferiores. Segue abaixo localização e quantidades das porteiras de madeira:

Passagem Inferior	Estaca	Porteira (unid.)	
		Lado Esquerdo	Lado Direito
PI-01	0331+00	2	2
PI-02	0431+00	2	2
PI-03	0523+00	2	2
PI-04	0710+00	2	2
PI-05	0890+00	2	2
PI-06	0959+00	2	2
PI-07	1217+00	2	2
PI-08	1424+00	2	2
PI-09	1591+00	2	2
PI-10	1789+00	2	2
PI-11	1892+00	2	2
PI-12	2106+00	2	2
PI-13	2226+00	2	2
PI-14	2440+00	2	2
PI-15	2532+00	2	2
PI-16	2739+00	2	2
PI-17	2785+00	2	2



Passagem Inferior	Estaca	Porteira (unid.)	
		Lado Esquerdo	Lado Direito
PI-18	3110+00	2	2
PI-19	3280+00	2	2
PI-20	3353+00	2	2
PI-21	3554+00	2	2
PI-22	4057+00	2	2
PI-23	4248+00	2	2
PI-24	4378+00	2	2
PI-25	4537+00	2	2
PI-26	4709+00	2	2
Sub-total		52	52
Sub-total		104	

Os detalhes técnicos e localização tipo das porteiros encontram-se apresentados no Projeto de Obras Complementares, Volume 2 – Projeto de Execução.

4.9.4. Defensas

Serão utilizados defensas metálicas semi-maleáveis nas cabeceiras dos viaduto 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.



4.10. 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 circunscreve 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. PROJETO DE INTERFERÊNCIAS



4.11 PROJETO DE INTERFERÊNCIAS

4.11.1. 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 80 cm. 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 20 cm acima da geratriz superior da tubulação seja realizado com compactação hidráulica com areia envolvida em uma manta sintética.

A localização e os detalhes técnicos desta interferência estão detalhados no Volume 2 – Projeto de Execução, Projeto de Interferência.

4.11.2. Transposição do Rio São Francisco e Canal do Sertão

A Ferrovia Transnordestina, lote 3, tem interferências com os seguintes projetos:

- Transposição do Rio São Francisco, Eixo Norte – Trecho 6, no Ramal do Entremontes, cruzando a ferrovia na estaca 110+19,82, coordenada Este 429.122,324, Norte 9.104.633,962.
- Canal do Sertão, Trecho CPXXIII, entre a Travessia Especial de Talvegue CCR3 e Reservatório Capané, cruzando a ferrovia na estaca 3.944+15,18, coordenada Este 358.191,256, Norte 9.128.820,213.

Nestes locais, deverão ser realizados projetos de interferências pelos responsáveis dos respectivos projetos.

As localizações destas interferências estão detalhadas no Volume 2 – Projeto de Execução, Projeto de Interferência.



4.12. COMPONENTE AMBIENTAL



4.12 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-Arariquina.

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-Arariquina, 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 – PASVFP;
- 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.

A seguir apresentamos o quadro de quantidades das áreas de recuperação ambiental:



QUADRO RESUMO AMBIENTAL								
DISCRIMINAÇÃO		INÍCIO (EST+M)	FIM (EST+M)	ÁREA SUPERFICIAL (m²)	BIOMANTA (m²)	HIDROSSE-MEADURA (m²)	ENLEIVAMENTO (m²)	MUDAS (UNID)
TALUDES DE CORTE E ATERRO	Linha Geral, Pêra Ferroviária, Patios de Cruz.	47+00	4927+11	2.232.159			1.994.362	
	Triângulo de Reversão - Ramo A	-25+13	47+00	27.791			26.431	
	Triângulo de Reversão - Ramo B	-16+11	47+00	21.541			23.576	
	Rodovia PE-555	08+00	40+00	22.323			20.267	
	Rodovia BR-122	03+00	34+00	14.661			14.300	
	Sub-total Taludes				2.318.475			2.078.936
JAZIDAS	Jazida 01	69+10 e 0 km de distância do eixo		31.500		31.500		
	Jazida 02	622+10 e 0 km de distância do eixo		21.600		21.600		
	Jazida 03	1416+10 e 0 km de distância do eixo		21.600		21.600		
	Jazida 04	1936+10 e 0 km de distância do eixo		21.600		21.600		
	Jazida 05	2473+10 e 0 km de distância do eixo		29.725		29.725		
	Jazida 06 (Lixão)	2910+10 e 0 km de distância do eixo		25.626		25.626		
	Jazida 07	3379+10 e 0 km de distância do eixo		28.000		28.000		
	Jazida 08	3762+10 e 0 km de distância do eixo		26.325		26.325		
	Jazida 09	4072+10 e 0 km de distância do eixo		21.600		21.600		
	Jazida 10	4689+10 e 0 km de distância do eixo		21.600		21.600		
	Jazida 11 - Lagoa do Espírito Santo (Trindade)	4501+02 e 6,4 km de distância do eixo		60.000		60.000		
	Jazida 12 - Barra de São Pedro	4078+08 e 5,4 km de distância do eixo		40.000		40.000		
	Jazida 13 - Lagoa Comprida	3757+05 e 2,5 km de distância do eixo		50.000		50.000		
	Jazida 14 - Saco do Minador (Corredor)	3565+16 e 3,2 km de distância do eixo		40.000		40.000		
	Jazida 15 - Sítio do Papagaio	3375+03 e 0,1 km de distância do eixo		32.000		32.000		
	Jazida 16 - São Bento	3075+01 e 1,9 km de distância do eixo		30.000		30.000		
	Jazida 17 - Patos (Estrada da Extrema)	2786+14 e 2,0 km de distância do eixo		60.025		60.025		
	Jazida 18 - (BR-316 km 99+500)	1931+11 e 1,9 km de distância do eixo		40.000		40.000		
	Jazida 19 - Prop. Ivan Lino Leão	1602+19 e 0,5 km de distância do eixo		40.000		40.000		
Sub-total Jazidas				641.201		641.201		
BOTA-FORA	Bota-fora 01	1419+10	1459+10	7.840	7.840		7.840	
	Bota-fora 02	1717+10	1763+10	9.623	9.623		9.623	
	Bota-fora 03	1775+00	1809+10	6.299	6.299		6.299	
	Bota-fora 04	1852+10	1870+10	3.286	3.286		3.286	
	Bota-fora 05	2034+10	2094+10	10.955	10.955		10.955	
	Bota-fora 06	4030+10	4070+10	13.719			13.719	
	Bota-fora 07	4225+10	4259+10	11.662			11.662	
	Bota-fora 08	4680+00	4724+10	4.861			4.861	
	Sub-total Bota-fora				68.245	38.003		68.245
PONTES	Ponte Sobre o Riacho da Favela	696+11	697+16	15.700		15.700		628
	Ponte Sobre o Riacho da Garça	914+05	918+00	10.600		10.600		424
	Ponte Sobre o Riacho da Volta	1765+19	1772+04	14.600		14.600		584
	Ponte sobre o Riacho Capim Grosso	2755+15	2759+10	8.660		8.660		347
	Sub-total Pontes				49.560		49.560	
CANTEIRO DE OBRAS E USINA DE ASFALTO		140+00 e 0,1 km de distância do eixo		5.000		5.000		
TOTAL				3.082.481	38.003	695.761	2.147.181	1.983