



**GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA
RODOVIÁRIA DE SERGIPE – DER-SE**

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO COM MELHORAMENTOS DO SEGMENTO DA RODOVIA SE-339, TRECHO: CAPELA / ENTR. SE-230 (NOSSA SENHORA DAS DORES), COM EXTENSÃO DE 16,97 KM, NESTE ESTADO.

RELATÓRIO PARCIAL Nº 2 – PROJETO BÁSICO (ANTEPROJETO)

VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA DO PROJETO BÁSICO

Elaboração: RW – Engenheiros Consultores S/S
Processo: Nº 679/2023-COMPRAS.GOV-DER/SE
Edital: Tomada de Preços Nº 10/2023
Contrato: PJ-030/2023

DEZEMBRO / 2023

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com



APRESENTAÇÃO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com



APRESENTAÇÃO

A empresa RW - Engenheiros Consultores S/S apresenta o **RELATÓRIO PARCIAL Nº 02, Volume 3 – Memória Justificativa do Projeto Básico (Anteprojeto)**, referente à **Elaboração de Projeto Executivo de Engenharia para Restauração do Pavimento com Melhoramentos do Segmento da Rodovia SE-339, Trecho: Capela / Entr. SE-230 (Nossa Senhora das Dores), com Extensão de 16,97 Km, no Estado de Sergipe**, em decorrência do contrato, cujos principais elementos são fornecidos a seguir:

Empresa	: RW ENGENHEIROS CONSULTORES
Projeto	: Restauração do Pavimento com Melhoramentos
Rodovia	: SE-339
Trecho:	: Capela /Entr. SE-230(N.S. Das Dores)
Segmento	: Km 16,70 ao Km 33,67
Código do trecho	: PNV 339ESE040
Extensão contratual	: 16,97 km
Extensão projetada	: 16,96 km
Data da Assinatura do Contrato	: 27/10/2023
Data Ordem de Serviço	: 06/11/2023
Prazo de execução	: 120 dias corridos
Número do Edital	: Tomada de Preço Nº 10/2023
Número do Processo	: 679/2023-COMPRAS.GOV.DER/SE
Número do Contrato	: Nº PJ – 030/2023

O **PROJETO BÁSICO (ANTEPROJETO)** está sendo apresentado em 2 (duas) vias, contendo as seguintes informações a saber:

- Volume 1 – Relatório do Projeto Básico (Anteprojeto);
- Volume 2 – Projeto de Execução;
- **Volume 3 – Memória Justificativa do Projeto Básico (Anteprojeto);**
- Volume 3A – Relatório Básico de Avaliação Ambiental – RBAA;
- Volume 3B – Estudos Geotécnicos;
- Volume 4 – Orçamento Básico da Obra e Cronograma;



O Volume 3 – Memória Justificativa do Projeto Básico (Anteprojeto), que tem por finalidade dar uma visão geral da obra a ser executada, abordando seguintes tópicos:

- Mapa de Situação;
- Informativo do projeto
- Estudos de Tráfego;
- Estudos Topográficos;
- Estudos Geotécnicos;
- Estudos Hidrológicos;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Interseções e Acessos;
- Projeto de Travessias Urbanas;
- Projeto de Sinalização e Obras Complementares;
- Projeto de Recuperação e Controle Ambiental;
- Conclusão e Recomendação do Projeto;

Fortaleza, dezembro de 2023



RW – Engenheiros Consultores S/S

Eng. José Napoleão Santos de Oliveira

Sócio-Gerente – CREA 5633/D-CE



ÍNDICE



ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	3
ÍNDICE	5
1 - MAPA DE SITUAÇÃO	15
2 – INFORMATIVO DO PROJETO	17
2.1 – GENERALIDADES	17
2.2 – CARACTERÍSTICAS ATUAIS DA RODOVIA	17
2.3 – SOLUÇÕES GEOMETRICAS ADOTADAS NA RODOVIA.....	18
3 – ESTUDOS DE TRÁFEGO	23
3.1 – GENERALIDADES	23
3.2 – CONTAGEM DE TRÁFEGO	24
3.2.1 – INTRODUÇÃO.....	24
3.2.2 – CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA – PESQUISA DE CAMPO.....	24
3.2.3 – METODOLOGIA ADOTADA NA CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA	24
3.2.4 – RESULTADOS DAS PESQUISAS DE CAMPO.....	30
3.3 – FATORES DE CORREÇÃO DE SAZONALIDADE	37
3.3.1 – FATOR DE CORREÇÃO SEMANAL (FS).....	37
3.3.2 – FATOR DE CORREÇÃO MENSAL (FM).....	37
3.3.3 – FATOR DE CORREÇÃO ANUAL (FA)	37
3.4 – DETERMINAÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL - VMD.....	38
3.4.1 – VOLUME MÉDIO ANUAL CORRIGIDO PELOS FATORES.....	38
3.4.2 – PERÍODO DE PROJETO.....	38
3.4.3 – TAXA DE CRESCIMENTO	38
3.4.4 – PROJEÇÃO DO VMD	38
3.5 – DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”	45
3.5.1 – GENERALIDADES	45
3.5.2 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA.....	45
3.5.3 – CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO	46
3.5.4 – CÁLCULO DO NÚMERO “N”	46
3.6 – ESTUDOS DE CAPACIDADE DA RODOVIA	51

	7
3.6.1 – INTRODUÇÃO.....	51
3.6.2 – CAPACIDADE E CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIA DE PISTA SIMPLES	51
3.6.3 – NÍVEIS DE SERVIÇO	52
3.6.4 – NÍVEL DE SERVIÇO DA RODOVIA	52
4 – ESTUDO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO	54
4.1 – INTRODUÇÃO	54
4.2 – DIAGNÓSTICO E ANÁLISE.....	54
5 – ESTUDOS GEOLÓGICOS	57
5.1 – GEOLOGIA REGIONAL	57
5.2.1 – GEOLOGIA NO MUNICÍPIO DE CAPELA.....	57
5.2.2- GEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DAS DORES	58
5.3 – GEOMORFOLOGIA E RELEVO	60
5.3.1 – GEOMORFOLOGIA DOS MUNICÍPIOS.....	61
5.4 – GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	62
6 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS	65
6.1 – CARACTERIZAÇÃO DO REGIME CLIMÁTICO	65
6.1.1 – CLIMA.....	65
6.1.2 – REGIME DE CHUVAS	65
6.1.3 – EVAPORAÇÃO.....	66
6.1.4 – TEMPERATURA.....	68
6.1.5 – INSOLAÇÃO	69
6.1.6 – UMIDADE RELATIVA DO AR	70
6.2 – METODOLOGIA	71
6.2.1 – GENERALIDADES	71
6.2.2 – CONSIDERAÇÕES SOBRE AS BACIAS	71
6.3 – DETERMINAÇÃO DA CHUVA EFETIVA DE PROJETO.....	72
6.3.1 – SELEÇÃO DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DE INTERESSE	72
6.3.2 – TRATAMENTO ESTATÍSTICO	76
6.3.3 – CONSTRUÇÃO DAS CURVAS DE PRECIPITAÇÃO X TEMPO DE RECORRÊNCIA X DURAÇÃO.....	80
6.3.4 – DADOS HIDROLÓGICOS DAS BACIAS.....	87
6.3.5 – ESTUDOS DA RELAÇÃO CHUVA DEFLÚVIO.	90

6.4 – DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETOS PARA AS BACIAS COM ÁREA A>10 KM2.....	96
6.4.1 – EMPREGO DO MÉTODO DA CONVOLUÇÃO.....	96
6.4.2 – CONSTRUÇÃO DO HIETOGRAMA UNITÁRIO PARA CADA BACIA USANDO O PROCESSO DO SCS.....	96
6.4.3 – CÁLCULOS ELABORADOS	97
6.5 – DIAGNÓSTICO DA DRENAGEM EXISTENTE.....	97
6.5.1 – DRENAGEM SUPERFICIAL	97
6.5.2 – OBRAS DE ARTE CORRENTES.....	97
6.5.3 – OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....	98
7 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	100
7.1 – GENERALIDADES	100
7.2 – NORMAS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS NO LEVANTAMENTO..	100
7.3 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E BASE DE REFERÊNCIA	100
7.4 – SERVIÇOS EXECUTADOS	100
7.4.1 – OBTENÇÃO DE COTAS E COORDENADAS	101
7.4.2 – LEVANTAMENTO DA POLIGONAL ELETRÔNICA DE APOIO.....	106
7.4.3 – LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS.....	106
7.4.4 – LEVANTAMENTO CADASTRAL DA FAIXA DE DOMÍNIO	106
7.4.5 – LEVANTAMENTO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS.....	107
7.4.6 – COLOCAÇÃO DOS MARCOS DE RN'S E DE AMARRAÇÕES	107
7.5 - PROCESSAMENTO DOS DADOS DO LEVANTAMENTO	109
7.6 - APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	109
8 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS	111
8.1 – GENERALIDADES	111
8.2 – ESTUDO DO SUBLEITO E PAVIMENTO EXISTENTE	111
8.3 – ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA TERRAPLENAGEM	117
8.3.1 – EMPRÉSTIMOS	117
8.4 – ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO	118



8.4.1 – JAZIDAS.....	118
8.4.2 – AREAL.....	119
8.4.3 – PEDREIRAS.....	120
8.4.4 – MATERIAIS PARA BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES	120
8.5 – MISTURA BETUMINOSA PARA REVESTIMENTO	122
8.6 – FONTES D'ÁGUA	123
8.7 – LOCALIZAÇÃO DE CANTEIRO E ACAMPAMENTO	123
8.8 – CADASTRO DE DEFEITOS NO PAVIMENTO	124
8.8.1 – INTRODUÇÃO.....	124
8.8.2 – INVENTÁRIO DAS CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	124
8.8.3 – AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	124
8.9 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	125
9 – PROJETO BÁSICO GEOMÉTRICO	129
9.1 – INTRODUÇÃO	129
9.2 – ESTUDO DO TRAÇADO	129
9.2.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	129
9.2.2 – DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS.....	129
9.3 – PROJETO EM PLANTA	130
9.4 – PROJETO EM PERFIL.....	132
9.5 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO GEOMÉTRICO.....	132
10 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM	134
10.1 – INTRODUÇÃO	134
10.2 – ELEMENTOS DO PROJETO GEOMÉTRICO.....	134
10.3 – ELEMENTOS DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS	134
10.3.1 – ESTUDOS REALIZADOS	134
10.3.2 – OCORRÊNCIA DE SOLOS MOLES.....	135
10.3.3 – ÁREAS COM EXECUÇÃO DE TERRAPLENAGEM.....	135
10.3.4 – ESCALONAMENTO DE ATERRO E REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	135
10.4 – SEÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO	135
10.5 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	136



11 – PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM	139
11.1 – INTRODUÇÃO	139
11.2 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA DRENAGEM SUPERFICIAL	139
11.3 – METODOLOGIA DOS DIMENSIONAMENTOS DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM.....	140
11.3.1 – SARJETAS DE CORTE TRIANGULAR	141
11.3.2 – SARJETAS DE CORTE TRAPEZOIDAL.....	143
11.3.3 – BANQUETA DE ATERRO (MEIO-FIO)	144
11.3.4 – VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTE.....	146
11.3.5 – CALHAS DE DESCIDAS D'ÁGUAS EM ATERRO.....	146
11.3.6 – SAÍDAS D'ÁGUA EM CORTE	149
11.3.7 – ENTRADA PARA DESCIDAS D'ÁGUA.....	149
11.3.8 – DISSIPADORES DE ENERGIA	149
10.4 – DRENAGEM PROFUNDA.....	149
10.5 – OBRAS DE ARTE CORRENTES	150
11.5.1 – DETERMINAÇÃO DOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA SEÇÕES DE BUEIROS CIRCULARES.....	152
11.5.2 – VERIFICAÇÃO DAS OBRAS TRABALHANDO COMO ORIFÍCIO	154
10.5.3 – RELAÇÃO DOS BUEIROS PARA O TRECHO EM ESTUDO	156
11.6 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE DRENAGEM	157
12 – PROJETO BÁSICO DE PAVIMENTAÇÃO	159
12.1 – INTRODUÇÃO	159
12.2 – DIMENSÕES DA SEÇÃO TRANSVERSAL FINAL.....	159
12.3 – INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	160
12.3.1 – PROJETO GEOMÉTRICO	160
12.3.2 – ESTUDOS DE TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO “N”	161
12.3.3 – AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE	161
12.3.4 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS	162
12.4 – METODOLOGIA DO DIMENSIONAMENTO	163
12.4.1 – DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	163
12.4.2 – DETERMINAÇÃO DO TIPO DE REVESTIMENTO	164

	11
12.4.3 – COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL	165
12.5 – RESUMO DO DIMENSIONAMENTO	165
12.6 – CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	166
12.7 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	166
13 – PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS.....	169
13.1 – INTRODUÇÃO	169
13.2 – INTERSEÇÕES EXISTENTES E PROJETADAS	169
13.3 – ACESSOS SECUNDÁRIOS À VIA PRINCIPAL.....	169
13.4 – APRESENTAÇÃO	170
14 – PROJETO DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS	172
15 – PROJETO BÁSICO DE SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES	174
15.1 – INTRODUÇÃO	174
15.2 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO	174
15.2.1 – SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	174
15.2.2 – SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	180
15.3 – PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	183
15.4 – APRESENTAÇÃO	184
16 – PROJETO DE RECUPERAÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL	186
16.1 – INTRODUÇÃO	186
16.2 – MEDIDAS A SEREM ADOTADAS	186
16.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	187
17 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO DO PROJETO BÁSICO.....	189
18 – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO	192
18.1 – DOCUMENTO FOTOGRÁFICO (ANEXO 1)	192
ANEXOS.....	195



ANEXO 1 – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO	196
ANEXO 2 – TERMO DE REFERÊNCIA	198
ANEXO 3 - CONTRATO	199
ANEXO 4 – ORDEM DE SERVIÇO	200
ANEXO 5 - ART	201



1 – MAPA DE SITUAÇÃO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com

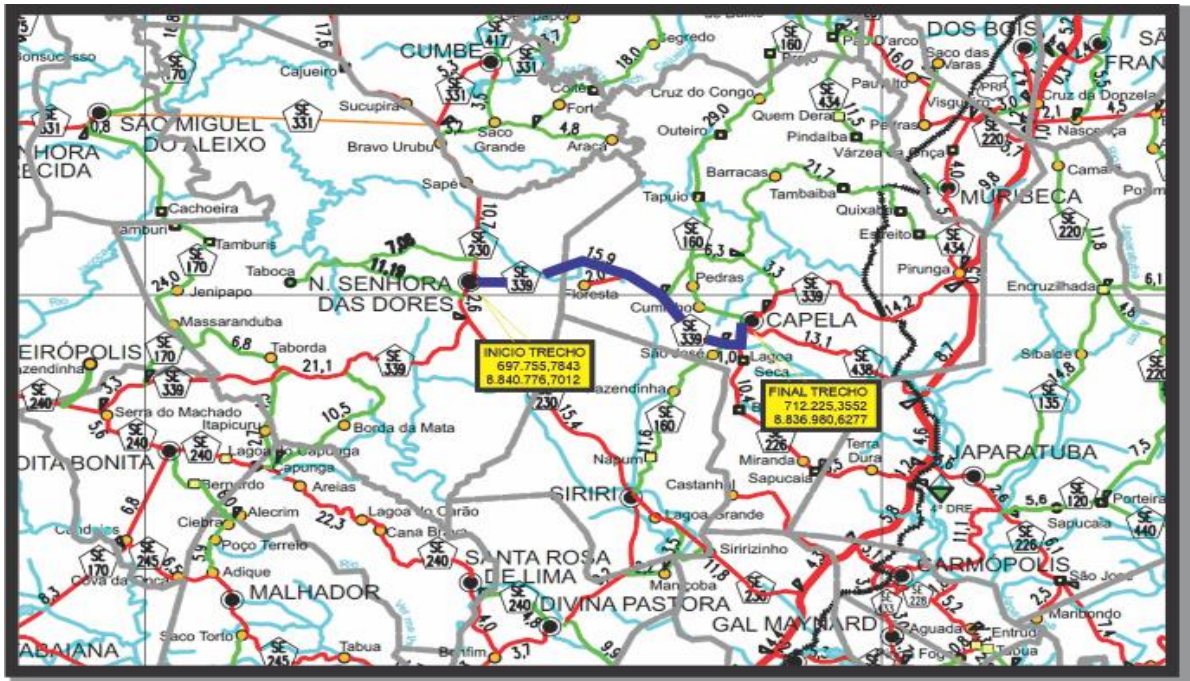


1 - MAPA DE SITUAÇÃO

DETALHE 1



DETALHE 2



RODOVIA: SE-339

TRECHO: CAPELA/ENTR. SE-230(N.S. DAS DORES) – EXT. 16,97 KM

2 – INFORMATIVO DO PROJETO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com



2 – INFORMATIVO DO PROJETO

2.1 – GENERALIDADES

O trecho em estudo **Capela / Entr. SE-230 (N.S. das Dores)**, com extensão aproximada de 12,80 km, é um segmento da Rodovia SE-339, que liga a duas Rodovias Rodovia Estaduais e de acesso a vários municípios da região. O percurso do trecho, se desenvolve nos municípios de Capela e Nossa Senhora das Dores, no estado de Sergipe.

O trecho tem seu início no entroncamento com a SE-339 (Capela), tendo como Coordenadas da Poligonal Topográfica, estaca zero (UTM – Sistema SIRGAS2000) os seguintes valores: E= 712.206,450 e N= 8.836.968,670. Seu final foi determinado no Entroncamento com a SE-230, estaca 848+10,00, onde as Coordenadas da Poligonal Topográfica (UTM – Sistema SIRGAS2000) foram as seguintes: E= 697.7568,570 e N= 8.840.781,480.

O acesso a partir de Aracaju, capital do Estado e é feito pelas rodovias pavimentadas BR-235, BR-101 e SE-206, passando pelos municípios de Nossa Senhora do Socorro e de Carmópolis, respectivamente, e depois se percorre pela SE-339 até o Km 16,70, num percurso total de aproximadamente 72,00 Km, até início do trecho.

2.2 – CARACTERÍSTICAS ATUAIS DA RODOVIA

O traçado da rodovia, segmento em estudo, se desenvolve em uma estrada pavimentada e revestida em CBUQ. Este traçado se localiza em uma região canavieira onde em uma época do ano, setembro a março, existe um grande movimento de caminhões transportando a safra anual de cana. Sua faixa de domínio é de 30,0 m, com 15,0 m para cada lado do eixo, sendo atualmente invadida com o avanço de cercas e muros dentro desta faixa.

A plataforma total encontrada varia entre 6,00 m e 7,00 m de largura, com segmentos em aterros e outros com cortes em solo.

A situação atual do segmento é a seguinte:

- Pista em CBUQ, se apresentando desgastado, com vários problemas, tipo fissuras, remendos, panelas, trincas diversas, dentre outros;
- Largura média da pista de rolagem com 6,00 m de largura;
- 11 curvas (0,65 curvas/km) ao longo do trecho, onde a maior parte desse segmento se desenvolve em tangente



- Drenagem superficial inexistente;
- Acostamento inexistente;
- Sinalização Horizontal e Vertical inexistente;
- Existem atualmente três interseções, sendo no início do trecho, no acesso a Usina e no final do trecho, com a SE-230.
- Faixa de Domínio não definida pelo avanço de cerca, muros e rede elétrica nas proximidades do bordo direito e esquerdo da via existente.

Durante a visita ao trecho observou-se, como já citado, que o mesmo tem hoje um revestimento bastante desgastado/deteriorado com muitos defeitos, sendo necessário através deste projeto a previsão de uma intervenção neste pavimento tipo restauração e melhoramento, com um novo revestimento e uma intervenção nas camadas inferiores do pavimento.

A drenagem superficial, inexistente, têm necessidade de sua implantação. Nos trechos urbanos será necessária uma verificação para possível implantação de uma drenagem urbana.

Quanto aos bueiros existentes, identificados um número de quatro, será necessário a verificação de sua capacidade hidráulica, bem como a possibilidade de elevação de aterro e correção de bocas ou corpo. Caso necessário, conforme a hidrologia, poderemos ter obras substituídas. Existe também um bueiro em área urbana que hoje está totalmente fechado, não permitindo passagem de águas.

A sinalização horizontal e a sinalização vertical deverão ser implantadas;

Foram identificados alguns acessos laterais locais, para os canaviais e usina, como também alguns povoados.

Existe ao longo desse segmento rede elétrica nas proximidades do bordo da estrada existente;

Com relação a seção da via será verificado, a partir do levantamento topográfico, a possibilidade de criarmos uma faixa de segurança ou acostamento para se ter uma melhoria na seção.

2.3 – SOLUÇÕES GEOMETRICAS ADOTADAS NA RODOVIA

A partir da análise do atual traçado, o projeto geométrico desenvolveu e apresentou as seguintes soluções para o trecho:

- Não Haverá mudança de traçado, sendo mantido o traçado atual;
- As interseções existentes no início e no final do trecho terão suas geometrias mantidas



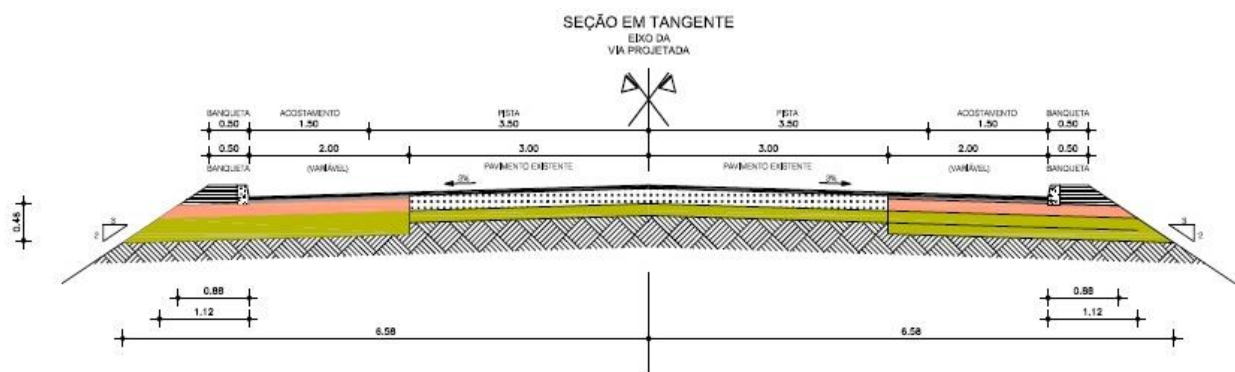
- A plataforma entre as estacas 0+0,00 e a estaca 773+0,00 terá uma seção total pavimentada de 10,00 m, sendo que 7,00 m será pista de rolamento e 1,50 m uma faixa de acostamento para cada lado;
- Entre a estaca 773+0,00 e a estaca 847+16,252, final do trecho, zona urbana de Nossa Senhora das Dores, a rodovia terá sua pista duplicada com um canteiro central

A seção projetada descrita passou a ter a seguinte característica geométrica, conforme mostrado a seguir:

TRECHO DE RODOVIA SINGELO – EST.0+ 0,00 A EST. 771+0,00 / EST. 842+0,00 A EST. 847+16,52

- Pista de Rolagem: 1 x 7,00 m
- Acostamento: 2 x 1,50 m
- Drenagem em Corte: 1,00 m
- Drenagem em Aterro: 0,50 m

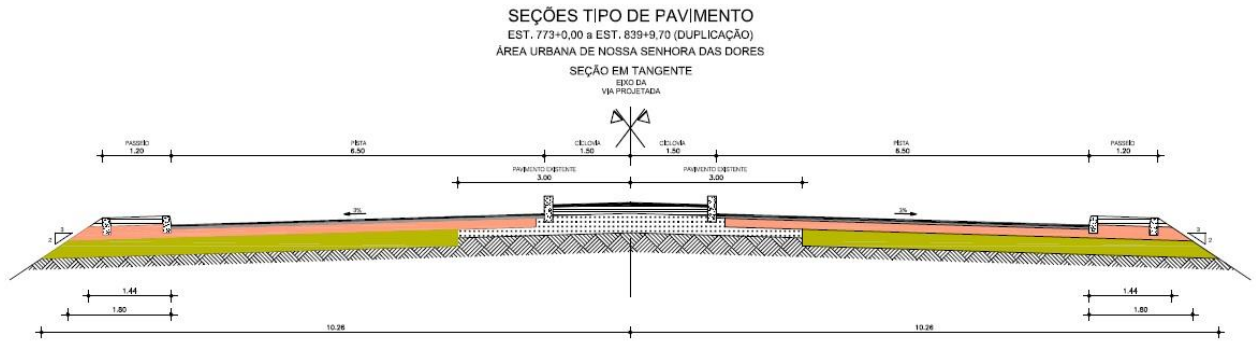
Figura 2.1 – Seção Tipo projetada - singela



TRECHO DE RODOVIA DUPLICADO – EST. 773+ 0,00 A EST. 839+9,70

- Pista de Rolagem: 2 x 6,50 m
- Canteiro central com ciclovia: 3,00 m
- Acostamento: 2 x 1,50 m
- Passeios laterais: 2 x 1,20 m
- Drenagem tipo urbana

Figura 2.2 – Seção Tipo projetada - duplicada



MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO

SE339-CaDo-Bas-Mapa de Localização

o



3 – ESTUDOS DE TRÁFEGO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com



3 – ESTUDOS DE TRÁFEGO

3.1 – GENERALIDADES

Os estudos de tráfego foram realizados com o objetivo de avaliar o volume atual existente e prognosticar o volume futuro e capacidade e níveis de serviço da rodovia. Nesses dois momentos deseja-se obter o número de operações destrutivas do eixo padrão “N”, que é o balizador do dimensionamento do pavimento, bem como o volume de tráfego que orienta o nível de serviços da via e é utilizado nos dimensionamentos dos retornos e interseções, quando existente.

Os estudos de tráfego foram desenvolvidos seguindo as orientações dos seguintes referenciais técnicos:

- Manual de Estudos de Tráfego – publicação DNER/IPR-723-2006;
- IS-201 Estudos de Tráfego em Rodovias (Área Rural) – publicação DNIT/IPR 726-2006;
- Diretrizes Básicas para a Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários / Instruções para Acompanhamento – IA-01: Estudos de Tráfego em Rodovias (Área Rural) – publicação DNIT/IPR-739-2010

Estes estudos foram elaborados tendo em vista analisar as condições da rodovia em estudo, com o intuito de determinar quantitativamente a capacidade da rodovia e subsidiar a formulação de medidas necessárias à melhoria de sua circulação ou das características de seu projeto.

O estudo foi desenvolvido atendendo as recomendações do termo de referência, adotando os procedimentos especificados pelo Highway Capacity Manual - HCM 2000.

Nos estudos de tráfego foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Contagem volumétrica e classificatória na Via;
- Determinação do tráfego atual e futuro;
- Avaliação da capacidade e níveis de serviço;
- Determinação do número “N” de operações do eixo padrão de 8,2t.



3.2 – CONTAGEM DE TRÁFEGO

3.2.1 – INTRODUÇÃO

Para a obtenção dos dados e elementos necessários a elaboração dos Estudos de Tráfego, que envolve capacidade, níveis de serviço e cálculo do número “N”, que irão subsidiar o desenvolvimento do projeto, foram executadas pesquisas de tráfego, durante um período de três dias, 24 horas / dia, em um posto situado próximo a cidade de Nossa Senhora das Dores. A contagem foi realizada considerando os dois sentidos de tráfego.

3.2.2 – CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA – PESQUISA DE CAMPO

As pesquisas de campo foram realizadas entre os dias 05/10 e 07/10/2023, zero hora de quinta-feira a 24:00h de sábado.

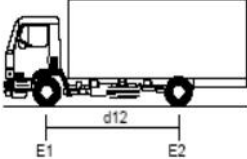
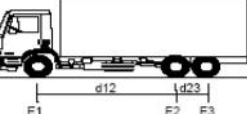
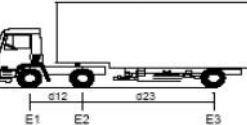
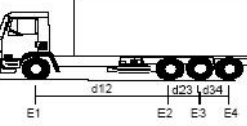
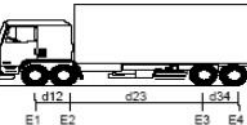
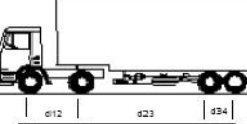
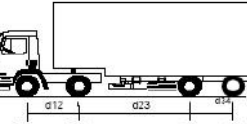
O posto instalado se trata de um posto de Contagem Volumétrica e Classificatória de Veículos cuja finalidade é caracterizar o tráfego no trecho e permitir a previsão futura do tráfego no mesmo.

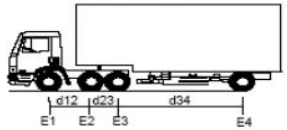
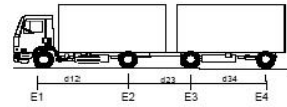
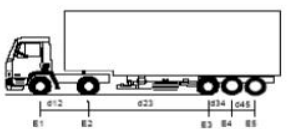
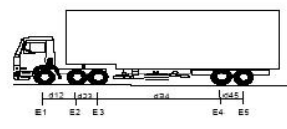
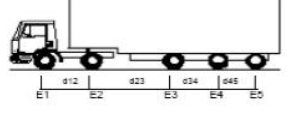
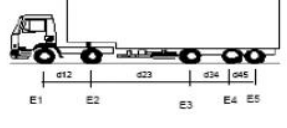
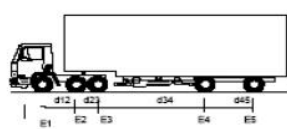
3.2.3 – METODOLOGIA ADOTADA NA CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA

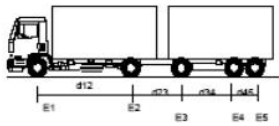
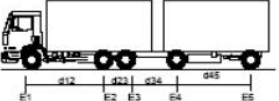
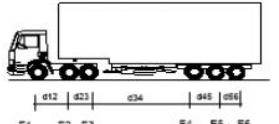

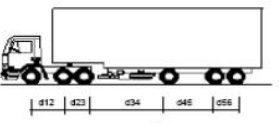
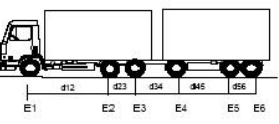
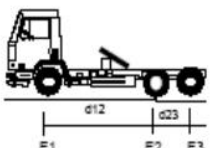
A Contagem Volumétrica Classificatória foi realizada por processo manual. Para o posto P-01 (único no trecho), no trecho, os veículos foram contados separadamente por sentido de tráfego utilizando formulário próprio (Figura 26 – Ficha de Contagem I – Manual de Estudo de Tráfego). As anotações foram efetuadas a cada hora. Para esta contagem, os veículos pesquisados foram classificados conforme a Figura 13 – Veículos Adotados na Classificação do DNIT, do Manual de Estudos de Tráfego. Esta figura está sendo apresentada a seguir.

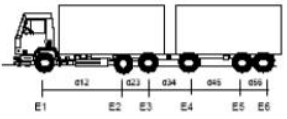
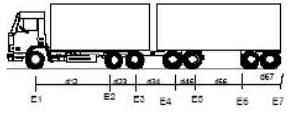
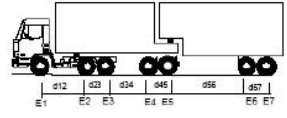
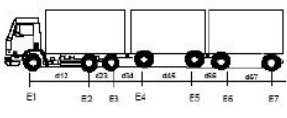
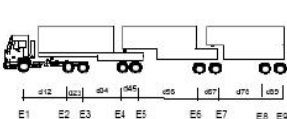
Estes veículos estão classificados em motos (M), veículos de passeio (P), utilitários (U), ônibus (O), caminhões simples, caminhões duplos, semi-reboques, reboques, romeu e julieta, bi trem, tri trem e rodotrem.



SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t d12 ≤ 3,50m	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TRUCADO E1 = ES, RS, CM = 6t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t d12 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t d12, d23 > 2,40m	2S1
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 6t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT; CM = 25,5t d12 > 2,40 1,20m < d23, d34 ≤ 2,40m	4C
	4	29(30,5)	CAMINHÃO DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais CED, CM = 12t E3E4 = TD, CM = 17t 1,20m < d34 ≤ 2,40m	4CD
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3E4 = TD, CM = 17t d12, d23 > 2,40m 1,20m < d34 ≤ 2,40m	2S2
	4	36(37,8)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34 > 2,40m	2I2

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d34 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40	3S1
	4	36(37,8)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10m d12, d23, d34 > 2,40m	2C2
	5	41,5(43,6)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD CM10t E3E4E5 = TT, CM 25,5t d12, d23 > 2,40m 1,20m d34, d45 ≤ 2,40m	2S3
	5	40(42)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM17t E4E5 = TD, CM 17t d12, d34 > 2,40m 1,20m < d23, d45 ≤ 2,40m	3S2
	5	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34, d45 > 2,40m	2I3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2J3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I2

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	5	43(45,2)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2C3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C2
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5E6 = TT, CM 25,5t d12, d34, > 2,40m 1,20m < d23, d45, d56 ≤ 2,40m	3S3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45, d56 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3J3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3C3
	6	19,5(20,5)	CAMINHÃO TRATOR E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD(6 pneus), CM 13,5t 1,20m < d23 ≤ 2,40m A CMT do conjunto vai variar conforme a capacidade do semi-reboque, no mínimo 10 ton até, no máximo o limite legal de 4r ton.	X

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	6	50(52,5)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3D3
	7	57(59,9)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	57(59,9)	BI TREM ARTICULADO(caminhão trator trucado + dois semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	63(66,2)	TREMINHÃO(caminhão trucado + dois reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t E7 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d56, d67 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3Q4
	9	74(77,7)	TRI TREM(caminhão trator trucado + três semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	9	74(77,7)	RODOTREM (caminhão trator trucado + dois semi reboques dom dolly) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6
	2	16(16,8)	ÔNIBUS E1 = ES, RS, CM 6t ou a capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ED, RD, CM 10t d12 ≤ 3,50m	2CB
	3	19,5(20,5)	ÔNIBUS TRUCADO E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t d12 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40m	3CB
	4	25,5(26,8)	ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais, carga máxima 12 ton E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t 1,20 < d34 ≤ 2,40m	4CB
	3	26(27,3)	ÔNIBUS URBANO ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t d12, d23 > 2,40m	2SB1
	4	36(37,8)	ÔNIBUS URBANO BI-ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34 > 2,40m	2IB2

3.2.4 – RESULTADOS DAS PESQUISAS DE CAMPO

O resultado da Contagem Volumétrica Classificatória está sendo apresentada nos quadros que serão apresentados a seguir, por dia e por sentido em ordem crescente dos dias



Quadro 3.2.1 a - Pesquisas de Tráfego Volumétrica / Classificatória

RODOVIA: SE-339 / SE		SUB-TRECHO: CAPELA / SE-339 - ENTR. SE-230 N. SENHORA DAS DORES										POSTO 01		Km: 16,97KM						
SEGMENTOS:															CÓD. PNV:					
DATA: 05/10/2023		DIA DA SEMANA: QUINTA FEIRA					SENTIDO: CAPELA - DORES													
Hora	Veiculos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	Total	Total	
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	Motos	Hora	Comercial
0 a 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	11	1
1 a 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	17	1
2 a 3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	15	21	5
3 a 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	14	23	9
4 a 5	25	25	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	48	111	13
5 a 6	32	28	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	45	113	8
6 a 7	76	28	8	0	5	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	47	184	33
7 a 8	78	27	7	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	48	182	29
8 a 9	74	25	7	0	6	6	2	0	0	0	0	0	0	0	2	6	2	65	195	31
9 a 10	73	24	8	0	9	5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	2	70	195	28
10 a 11	79	26	9	0	8	2	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	2	65	198	28
11 a 12	69	29	7	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	68	187	21
12 a 13	80	22	9	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	69	190	19
13 a 14	89	24	8	0	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	59	196	24
14 a 15	65	26	9	0	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	56	174	27
15 a 16	45	25	7	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	58	145	17
16 a 17	76	22	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	59	174	17
17 a 18	52	23	9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	77	169	17
18 a 19	60	15	9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	78	170	17
19 a 20	55	12	8	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	79	163	17
20 a 21	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49	79	1
21 a 22	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49	63	1
22 a 23	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	32	5
23 a 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	26	28	2
Total 24 horas	1058	396	118	0	108	51	4	0	0	3	0	0	0	0	8	21	58	1195	3020	371

Quadro 3.2.1 b - Pesquisas de Tráfego Volumétrica / Classificatória

RODOVIA: SE-339 / SE		SUB-TRECHO: CAPELA / SE-339 - ENTR. SE-230 N. SENHORA DAS DORES										POSTO 01			Km: 16,97KM					
SEGMENTOS:															CÓD. PNV:					
DATA: 05/10/2023		DIA DA SEMANA: QUINTA FEIRA					SENTIDO: DORES - CAPELA													
Hora	Veiculos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	Total	Total	
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	Motos	Hora	Comercial
0 a 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	35	44	9
1 a 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	41	49	8
2 a 3	1	4	1	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	30	53	18	
3 a 4	2	0	2	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	28	52	22
4 a 5	151	24	4	1	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	96	298	27
5 a 6	166	23	2	1	14	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	91	307	27
6 a 7	118	28	16	5	13	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5	6	94	288	48
7 a 8	140	54	14	0	10	10	0	0	0	0	0	2	0	1	0	4	4	98	337	45
8 a 9	144	42	14	8	14	11	1	0	0	0	0	3	0	0	0	5	5	100	347	61
9 a 10	145	49	15	5	10	11	0	0	0	1	0	2	0	0	1	2	9	112	362	56
10 a 11	149	54	17	1	11	9	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	8	135	389	51
11 a 12	125	44	14	1	11	8	1	0	0	1	0	2	0	0	0	2	6	145	360	46
12 a 13	180	31	17	1	10	11	1	0	0	1	0	3	0	0	0	1	4	142	402	49
13 a 14	170	36	23	1	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	124	387	57
14 a 15	124	36	20	1	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	112	329	57
15 a 16	116	40	36	1	15	9	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4	116	339	67
16 a 17	144	40	17	1	14	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	110	332	38
17 a 18	104	46	32	1	12	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	77	280	53
18 a 19	124	30	16	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	78	265	33
19 a 20	114	24	10	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	79	236	19
20 a 21	45	5	9	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	66	139	23
21 a 22	26	2	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	75	118	15
22 a 23	6	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	89	108	13
23 a 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	26	32	6
Total 24 horas	2294	612	284	30	207	110	5	0	0	5	0	19	0	2	1	30	155	2099	5853	848

Quadro 3.2.2 a - Pesquisas de Tráfego Volumétrica / Classificatória

RODOVIA:		SE-339 / SE		SUB-TRECHO:		CAPELA / SE-339 - ENTR. SE-230 N. SENHORA DAS DORES										POSTO 01		Km: 16,97KM		
SEGMENTOS:																CÓD. PNV:				
DATA:		06/10/2023		DIA DA SEMANA:		SEXTA FEIRA		SENTIDO: CAPELA - DORES												
Hora	Veiculos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	Total	Total	
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	Motos	Hora	Comercial
0 a 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	15	1
1 a 2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	18	27	9
2 a 3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	16	25	8
3 a 4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	22	37	8
4 a 5	98	15	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	52	178	13
5 a 6	74	16	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	90	200	20
6 a 7	56	19	5	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	112	205	18
7 a 8	65	21	7	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6	109	215	20
8 a 9	100	22	7	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	102	244	20
9 a 10	107	20	8	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	106	251	18
10 a 11	108	21	7	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6	109	256	18
11 a 12	125	18	7	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	114	276	19
12 a 13	132	19	9	0	1	4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4	1	125	298	22
13 a 14	162	14	8	0	2	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	119	314	19
14 a 15	125	11	9	0	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	143	294	15
15 a 16	132	10	7	0	1	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	142	301	17
16 a 17	101	11	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	163	286	11
17 a 18	106	14	9	0	1	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	112	250	18
18 a 19	100	15	5	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	225	10
19 a 20	95	12	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	78	196	11
20 a 21	32	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	45	95	4
21 a 22	19	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	46	83	2
22 a 23	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	28	33	3
23 a 24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25	28	2
Total 24 horas	1739	297	122	0	26	42	4	3	0	3	0	3	2	0	0	17	84	1990	4332	306

Quadro 3.2.2 b - Pesquisas de Tráfego Volumétrica / Classificatória

RODOVIA: SE-339 / SE		SUB-TRECHO: CAPELA / SE-339 - ENTR. SE-230 N. SENHORA DAS DORES										POSTO 01		Km: 16,97KM						
SEGMENTOS:															CÓD. PNV:					
DATA: 06/10/2023		DIA DA SEMANA: SEXTA FEIRA					SENTIDO: DORES - CAPELA													
Hora	Veiculos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	Total	Total	
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	Motos	Hora	Comercial
0 a 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	36	46	10
1 a 2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	42	52	9
2 a 3	2	3	2	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	33	56	18
3 a 4	3	5	2	1	7	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	7	31	64	25
4 a 5	114	21	3	1	9	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7	121	281	25
5 a 6	166	20	2	1	11	6	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	8	155	374	33
6 a 7	116	45	9	3	15	5	0	0	0	0	0	2	0	0	1	6	5	174	381	46
7 a 8	135	56	12	3	12	15	0	0	0	0	0	3	0	1	0	2	3	158	400	51
8 a 9	142	47	14	6	16	11	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	4	144	392	59
9 a 10	138	52	12	4	9	11	0	0	0	1	0	4	0	0	1	3	6	156	397	51
10 a 11	145	52	13	1	8	9	0	0	0	1	0	1	0	1	0	4	9	164	408	47
11 a 12	124	42	10	1	8	8	0	0	0	2	0	2	0	0	1	2	7	143	350	41
12 a 13	178	55	17	1	11	9	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	5	135	414	46
13 a 14	136	46	11	1	16	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	8	178	408	48
14 a 15	145	21	18	1	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	168	394	60
15 a 16	156	41	16	1	18	8	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3	114	360	49
16 a 17	130	42	15	1	25	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	6	108	333	53
17 a 18	98	56	12	1	12	7	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	7	126	322	42
18 a 19	114	55	4	2	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	113	315	33
19 a 20	100	19	5	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	85	221	17
20 a 21	39	1	1	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	78	137	19
21 a 22	14	2	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	74	104	14
22 a 23	6	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	87	104	11
23 a 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	22	28	6
Total 24 horas	2201	682	182	31	235	129	0	0	0	7	0	23	3	5	5	39	154	2645	6341	813

Quadro 3.2.3 a - Pesquisas de Tráfego Volumétrica / Classificatória

RODOVIA: SE-339 / SE		SUB-TRECHO: CAPELA / SE-339 - ENTR. SE-230 N. SENHORA DAS DORES											POSTO 01		Km: 16,97KM					
SEGMENTOS:																	CÓD. PNV:			
DATA: 07/10/2023		DIA DA SEMANA: SABADO					SENTIDO: CAPELA - DORES													
Hora	Veiculos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	Total	Total	
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	Motos	Hora	Comercial
0 a 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	12	1
1 a 2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	15	26	11
2 a 3	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14	29	14
3 a 4	1	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8	20	52	22
4 a 5	78	22	8	0	4	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	51	187	36
5 a 6	73	18	8	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	80	200	29
6 a 7	49	11	8	0	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	84	174	30
7 a 8	61	30	7	0	3	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	6	98	220	31
8 a 9	98	38	7	0	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	97	266	33
9 a 10	97	39	8	0	4	8	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	8	78	247	33
10 a 11	95	35	7	0	5	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	6	75	237	32
11 a 12	120	32	9	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	58	236	26
12 a 13	114	37	9	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	56	233	26
13 a 14	139	56	12	0	2	14	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	58	286	33
14 a 15	125	36	11	0	1	10	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	93	281	27
15 a 16	140	39	7	0	2	14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	66	272	27
16 a 17	97	29	11	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	91	245	28
17 a 18	98	28	9	0	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	90	247	31
18 a 19	97	26	12	0	4	10	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	95	252	34
19 a 20	95	15	10	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	78	206	18
20 a 21	32	17	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	45	109	15
21 a 22	19	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	46	96	19
22 a 23	2	1	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	28	45	14
23 a 24	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25	38	12
Total 24 horas	1631	531	202	0	62	147	2	3	2	4	4	3	0	0	0	36	117	1452	4196	582

Quadro 3.2.3 - Pesquisas de Tráfego Volumétrica / Classificatória

QUADRO 4.1-3b																				PESQUISAS DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA / CLASSIFICATÓRIA	
RODOVIA:		SE-339 / SE		SUB-TRECHO: CAPELA / SE-339 - ENTR. SE-230 N. SENHORA DAS DORES												POSTO 01		Km: 16,97KM			
SEGMENTOS:																		CÓD. PNV:			
DATA:		07/10/2023		DIA DA SEMANA: SABADO								SENTIDO: DORES - CAPELA									
Hora	Veiculos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	Total	Total		
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	Motos	Hora	Comercial	
0 a 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	45	9	
1 a 2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	42	59	13	
2 a 3	1	5	15	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	33	72	33	
3 a 4	3	6	12	0	9	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	8	31	75	35	
4 a 5	98	7	10	0	10	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	97	236	34	
5 a 6	135	11	16	0	6	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	65	246	35	
6 a 7	98	44	18	0	12	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	7	9	87	281	52	
7 a 8	97	52	15	0	7	6	0	0	0	0	0	1	3	0	0	2	3	77	263	37	
8 a 9	97	48	10	2	8	11	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	4	75	265	45	
9 a 10	96	50	10	1	10	11	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	6	93	283	44	
10 a 11	89	48	9	2	15	9	0	0	0	1	0	0	1	1	0	4	5	45	229	47	
11 a 12	84	66	12	6	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	98	294	46	
12 a 13	160	68	10	4	22	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5	88	364	48	
13 a 14	134	62	9	0	14	6	0	1	0	0	0	0	1	0	0	5	7	97	336	43	
14 a 15	141	58	20	0	18	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	8	65	324	60	
15 a 16	141	59	19	0	15	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	45	290	45	
16 a 17	100	57	13	0	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	34	233	42	
17 a 18	95	55	20	1	10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5	23	212	39	
18 a 19	114	40	9	0	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	50	237	33	
19 a 20	78	18	10	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	75	190	19	
20 a 21	48	4	14	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	78	159	29	
21 a 22	4	1	12	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	74	102	23	
22 a 23	8	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	87	114	19	
23 a 24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	22	33	11	
Total 24 horas	1821	763	276	17	215	100	0	2	0	2	0	6	14	2	2	40	165	1517	4942	841	

3.3 – FATORES DE CORREÇÃO DE SAZONALIDADE

Com a finalidade de corrigir os volumes de tráfego apurados nas pesquisas de campo, foram calculados os seguintes fatores:

- Fator de Correção Semanal (FS);
- Fator de Correção Mensal (FM);
- Fator de Correção Anual (FA).

3.3.1 – FATOR DE CORREÇÃO SEMANAL (FS)

O Fator de Correção Semanal corrige os volumes obtidos na contagem realizada, considerando-se o dia da semana do mês em que estas foram realizadas. Para o cálculo deste fator (FS) foi utilizada a contagem realizada no posto P-01, de 3 (três) dias e 24 (vinte e quatro) horas. O fator FS é obtido através da divisão do Volume medido pelo volume do dia.

$$FS = \text{VOL. MEDIDO} / \text{VOL. DIA}$$

O cálculo do FS – Fator de Correção Semanal é apresentado nos quadros a seguir

3.3.2 – FATOR DE CORREÇÃO MENSAL (FM)

O fator de Correção Mensal corrige os volumes obtidos na contagem realizada, considerando-se o mês em que estas foram realizadas.

Devido a inexistência de dados de tráfego mensais e anuais provenientes de uma série histórica completa e recente a rodovia envolvida neste estudo, será adotado o Fator de Correção Mensal FM = 1,00. A escolha deste valor não deve comprometer os resultados finais visto que normalmente a variação mensal não é superior a 5,0% sobre a parcela de tráfego obtida nas contagens de campo.

3.3.3 – FATOR DE CORREÇÃO ANUAL (FA)

O Fator de Correção Anual é aquele que permite a correção do efeito da sazonalidade ajustando os dados obtidos em campo, sendo o mesmo o produto dos fatores FS e FM. Neste caso em questão não foi adotado o fator de Expansão Diária visto as contagens realizadas serem de 24 horas.

A equação de cálculo do Fator de Correção Anual é a seguinte:

$$FA = FS \times FM$$



3.4 – DETERMINAÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL - VMD

3.4.1 – VOLUME MÉDIO ANUAL CORRIGIDO PELOS FATORES

Para a determinação da projeção do tráfego, será utilizado o Volume Médio Diário Anual Corrigido pelos fatores de expansão, já descritos anteriormente. Neste estudo foi corrigido o VMD atual para o posto de contagem adotado no trecho.

3.4.2 – PERÍODO DE PROJETO

O período de projeto foi fixado em 10 anos, conforme termos de referência, sendo definido o ano de 2024 como o ano de abertura ao tráfego e o ano de 2033 como ano horizonte do projeto.

3.4.3 – TAXA DE CRESCIMENTO

Para o trecho em questão, um segmento que deverá sofrer restauração, ligando segmentos também pavimentados e que não tem tráfego desviado visto que, o mesmo dará seguimento a via já implantada, não tendo contagens históricas que gerassem taxas de crescimento, foi adotado, conforme Manual de Estudo de Tráfego (DNIT – IPR 723) uma taxa de 3,0% aplicada para todos os tipos de veículos.

3.4.4 – PROJEÇÃO DO VMD

A partir da contagem realizada, com os volumes corrigidos, foi feita a projeção do tráfego para o período de projeto.

Para a obtenção da projeção do tráfego ano a ano foi aplicada a equação de crescimento linear (aritmético), apresentada a seguir:

$$\text{VMD}_n = \text{VMD}_0 \times (1 + i \times n)$$

Onde:

- VMD_n = Volume de tráfego final no ano “n”;
- VMD_0 = Volume de tráfego inicial, corrigido;
- i = Taxa de crescimento geométrico;
- n = Número de anos do período de projeto

Nos Quadros 3.4-1 – Cálculo do VMD (atual), sentido Capela / N. S. das Dores, 3.4-2 - Cálculo do VMD (atual), sentido N. S. das Dores / Capela, e 3.4-3 – Cálculo de Fator de Expansão Semanal, apresentamos o VMD atual corrigido pelos fatores e os fatores de correção no Quadro 3.5-3 - Taxa



de Crescimento e Projeção do Tráfego, apresentamos a projeção do tráfego para o período de projeto.



Quadro 3.4.1 – Cálculo do VMD

RODOVIA:	SE-339	SUB-TRECHO:	Capela / SE-230 (Nossa Senhora das Dores)										POSTO:	01	Km: 16,97					
		SEGMENTOS:											CÓD. PNV:							
		SENTIDO:	Capela - N.S. Dores																	
RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA POR SENTIDO																				
TIPO DE VEÍCULO		Veículos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	TOTAL	
CATEGORIA		Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		Motos
MEDIDO	SEG.																			
	TER.																			
	QUA.																			
	QUI.	1058	396	118	0	108	51	4	0	0	3	0	0	0	0	8	21	58	1195	3020
	SEX.	1739	297	122	0	26	42	4	3	0	3	0	3	2	0	0	17	84	1990	4332
	SAB.	1631	531	202	0	62	147	2	3	2	4	4	3	0	0	0	36	117	1452	4196
DOM.																				
TOTAL		4428	1224	442	0	196	240	10	6	2	10	4	6	2	0	8	74	259	4637	11548
VMD MEDIDO		1476	408	147	0	65	80	3	2	1	3	1	2	1	0	3	25	86	1546	3849
VALORES EXPANDIDOS PARA VMD MENSAL																				
TIPO DE VEÍCULO		Veículos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	TOTAL	
CATEGORIA		Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		Motos
MENSAL	SEG.																			0
	TER.																			0
	QUA.																			0
	QUI.	1138	426	127	0	116	55	4	0	0	3	0	0	0	0	9	23	62	1286	3249
	SEX.	1553	265	109	0	23	38	4	3	0	3	0	3	2	0	0	15	90	1777	3885
	SAB.	1716	559	213	0	65	155	2	3	2	4	4	3	0	0	0	38	126	1528	4414
DOM.																				0
TOTAL		4407	1250	449	0	204	248	10	6	2	10	4	6	2	0	9	76	278	4591	11548
MÉDIA		1469	417	150	0	68	83	3	2	1	3	1	2	1	0	3	25	93	1530	3851
VALORES EXPANDIDOS PARA VMD ANUAL																				
TIPO DE VEÍCULO		Veículos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	TOTAL	
CATEGORIA		Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		Motos
ANUAL	SEG.																			
	TER.																			
	QUA.																			
	QUI.	1138	426	127	0	116	55	4	0	0	3	0	0	0	0	9	23	62	1286	3249
	SEX.	1553	265	109	0	23	38	4	3	0	3	0	3	2	0	0	15	75	1777	3870
	SAB.	1716	559	213	0	65	155	2	3	2	4	4	3	0	0	0	38	123	1528	4415
DOM.																				
TOTAL		4407	1250	449	0	204	248	10	6	2	10	4	6	2	0	9	76	260	4591	11534
MÉDIA		1469	417	150	0	68	83	3	2	1	3	1	2	1	0	3	25	87	1530	3845

FATORES DE EXPANSÃO	VMD SEMANAL	VMD MENSAL	VMD ANUAL	RESUMO GERAL		
SEGUNDA				VEÍCULOS TIPO	VMD	%
TERÇA				PASSEIO	3416	91,78
QUARTA				COLETIVO	150	4,03
QUINTA	1,076	1,000	1,076	CARGA	156	4,19
SEXTA	0,893	1,000	0,893	TOTAL	3722	100,00
SÁBADO	1,052	1,000	1,052			
DOMINGO						



Quadro 3.4.2 – Cálculo do VMD

RODOVIA:	SE-339	SUB-TRECHO:	Capela / SE-230 (Nossa Senhora das Dores)										POSTO:	01	Km: 16,97					
		SEGMENTOS:											CÓD. PNV:							
		SENTIDO:	N. S. Dores - Capela																	
RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA POR SENTIDO																				
TIPO DE VEÍCULO	Veículos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	TOTAL		
CATEGORIA	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		Motos	
MEDIDO	SEG.																			
	TER.																			
	QUA.																			
	QUI.	2294	612	284	30	207	110	5	0	0	5	0	19	0	2	1	30	155	2099	5853
	SEX.	2201	682	182	32	235	129	0	0	0	7	0	23	3	5	5	39	154	2645	6342
	SAB.	1821	763	276	17	215	100	0	2	0	2	0	6	14	2	2	40	165	1517	4942
DOM.																				
TOTAL	6316	2057	742	79	657	339	5	2	0	14	0	48	17	9	8	109	474	6261	17137	
VMD MEDIDO	2105	686	247	26	219	113	2	1	0	5	0	16	6	3	3	36	158	2087	5713	
VALORES EXPANDIDOS PARA VMD MENSAL																				
TIPO DE VEÍCULO	Veículos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	TOTAL		
CATEGORIA	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		Motos	
MENSAL	SEG.																			
	TER.																			
	QUA.																			
	QUI.	2468	659	306	32	223	118	5	0	0	5	0	20	0	2	1	32	167	2259	6297
	SEX.	1965	609	163	29	210	115	0	0	0	6	0	21	3	4	4	35	166	2362	5692
	SAB.	1916	803	290	18	226	105	0	2	0	2	0	6	15	2	2	42	178	1596	5199
DOM.																				
TOTAL	6349	2071	759	79	659	338	5	2	0	13	0	47	18	8	7	109	511	6217	17188	
MÉDIA	2116	690	253	26	220	113	2	1	0	4	0	16	6	3	2	36	170	2072	5730	
VALORES EXPANDIDOS PARA VMD ANUAL																				
TIPO DE VEÍCULO	Veículos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	TOTAL		
CATEGORIA	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		Motos	
ANUAL	SEG.																			
	TER.																			
	QUA.																			
	QUI.	2468	659	306	32	223	118	5	0	0	5	0	20	0	2	1	32	167	2259	6297
	SEX.	1965	609	163	29	210	115	0	0	0	6	0	21	3	4	4	35	138	2362	5664
	SAB.	1916	803	290	18	226	105	0	2	0	2	0	6	15	2	2	42	174	1596	5199
DOM.																				
TOTAL	6349	2071	759	79	659	338	5	2	0	13	0	47	18	8	7	109	479	6217	17160	
MÉDIA	2116	690	253	26	220	113	2	1	0	4	0	16	6	3	2	36	160	2072	5720	

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
 CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com

FATORES DE EXPANSÃO	VMD SEMANAL	VMD MENSAL	VMD ANUAL	RESUMO GERAL		
SEGUNDA				VEÍCULOS TIPO	VMD	%
TERÇA				PASSEIO	4878	88,53
QUARTA				COLETIVO	279	5,06
QUINTA	1,076	1,000	1,076	CARGA	353	6,41
SEXTA	0,893	1,000	0,893	TOTAL	5510	100,00
SÁBADO	1,052	1,000	1,052			
DOMINGO						



Quadro 3.4.3 – Cálculo do VMD

RODOVIA:	SE-339	SUB-TRECHO:	Capela / SE-230 (Nossa Senhora das Dores)											POSTO:	01	Km: 16,97				
		SEGMENTOS:												CÓD. PNV:						
		SENTIDO:																		
RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																				
TIPO DE VEÍCULO	Veículos Leves		Ônibus		Caminhões			Semi-reboques					Reboques				Outros	TOTAL		
CATEGORIA	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		Motos	
MEDIDO	SEG.																			
	TER.																			
	QUA.																			
	QUI.	3352	1008	402	30	315	161	9	0	0	8	0	19	0	2	9	51	213	3294	8873
	SEX.	3940	979	304	32	261	171	4	3	0	10	0	26	5	5	5	56	238	4635	10674
	SAB.	3452	1294	478	17	277	247	2	5	2	6	4	9	14	2	2	76	282	2969	9138
DOM.																				
TOTAL		10744	3281	1184	79	853	579	15	8	2	24	4	54	19	9	16	183	733	10898	28685
VMD MEDIDO		3581	1094	395	26	284	193	5	3	1	8	1	18	6	3	5	61	244	3633	9561
FATORES DE EXPANSÃO SEMANAL		FS = VOL.MEDIA / VOL.DIA																		
SEMANA	SEG.																			
	TER.																			
	QUA.																			
	QUI.	1,078																		
	SEX.	0,896																		
	SAB.	1,046																		
DOM.																				

3.5 – DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

3.5.1 – GENERALIDADES

Os diversos métodos de dimensionamento de pavimento utilizam alguns parâmetros relativos ao tráfego. No caso de pavimentos rodoviários, o mais comumente utilizado é o chamado número “N”, definido como o número de repetições do eixo padrão de 8,2 tf aplicado ao período de projeto. A base de cálculo deste parâmetro é o Volume Médio Diário Anual de Veículos (VMDA), o Fator de Veículos (FV) da respectiva frota, Fator de pista e o Fator Climático Regional.

3.5.2 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA

Os Fatores de Equivalência de Carga (FEC), para cada tipo de eixo, foram calculados utilizando as expressões preconizadas pelos métodos originados da AASHTO e do USACE, que são mostradas nas Tabelas 3.5-1 – Fatores de Equivalência de Carga da AASHTO e 3.5-2 - Fatores de Equivalência de Carga da USACE.

TABELA 3.5-1 – FATORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA DA AASHTO	
TIPOS DE EIXO	EQUAÇÕES (P em tf)
Simplex de Rodagem Simplex	$FC = (P / 7,77)^{4,32}$
Simplex de Rodagem Dupla	$FC = (P / 817)^{4,32}$
Tandem Duplo (Rodagem Dupla)	$FC = (P / 15,08)^{4,14}$
Tandem Triplo (Rodagem Tripla)	$FC = (P / 22,95)^{4,22}$

FONTE – MANUAL DE ESTUDOS DE TRÁFEGO - DNIT

TABELA 3.5-2 – FATORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA DO USACE		
TIPOS DE EIXO	FAIXAS DE CARGA (t)	EQUAÇÕES (P em tf)
Dianteiro Simplex e Traseiro Simplex	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem Duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem Triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

FONTE – MANUAL DE ESTUDOS DE TRÁFEGO - DNIT



Nas tabelas apresentadas, FC representa o fator de carga por eixo e o P é o peso bruto total sobre o eixo.

O Fator de Carga (FC) baseia-se no fator de equivalência de operações, o qual relaciona o efeito da passagem de qualquer tipo de veículo com o efeito da passagem do veículo padrão.

No que diz respeito aos veículos que trafegam nas rodovias, a projetista adotou como veículos representativos aqueles definidos no Código de Trânsito Brasileiro - CTB, o que estabelece limites de dimensões e peso para veículos em trânsito livre.

3.5.3 – CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO

O Fator de Veículo é calculado considerando o somatório dos fatores de carga por eixo em cada tipo de veículo.

Os valores dos Fatores de Veículos Individuais – F_{vi}, foram determinados considerando-se 80% da frota comercial carregada de acordo com as cargas máximas previstas pela Lei da Balança (Lei Federal 7.408 de 25/11/85), sem a tolerância de 10,0% de peso bruto transmitido por eixo de veículos (Incluído pela Lei Federal 13.103 de 2 de março de 2015, Art. 16), respeitando-se o limite máximo de 5,0% para o Peso Bruto Total.

No Quadro 4.5-5 – Fator de Equivalência de Carga e Fator de Equivalência de Veículo, apresentamos o cálculo dos Fatores de Veículos que serão utilizados no cálculo do número “N”.

3.5.4 – CÁLCULO DO NÚMERO “N”

Para o cálculo do número “N” de Operações do Eixo-Padrão de 8,2 t, foi utilizado a fórmula preconizada no Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível, do DNIT, desenvolvida pelo Eng. Murilo Lopes de Souza. A fórmula para o cálculo do “N” para cada ano e por veículo é a seguinte:

$$N_i^k = 365 \times VMD_i \times FP \times FR \times FV_k$$

Onde:

N_i^k = Número equivalente de operações do eixo-padrão de 8,2 t para o ano “i” e veículo “k”;

VMD_i = Volume Médio Diário do tráfego comercial (ônibus e veículos de carga) para o ano “i”;

FP = Fator de pista, para rodovia simples de duplo sentido (FP = 0,50);

FR = Fator climático regional adotado FC = 1,0;

FV_k = Fator de veículo para cada tipo de veículo.

O fator de veículo, bem como o número "N" foi calculado para os dois métodos, AASHTO e USACE.

Para o cálculo do número "N" final para o período de projeto é feito o somatório dos N_i^k , conforme equação a seguir>

$$N = \sum_{i=1}^{i=n} N_i^k$$

Onde:

N = O número "N" de operações do eixo padrão para o período de projeto;

N_i^k = O número "N" de operações do eixo padrão para cada ano do projeto e cada veículo.

n = número de anos do projeto.

Apresentamos no Quadro 3.5-3 – Taxa de Crescimento e Projeção do Tráfego, a projeção do tráfego para cada ano do período de projeto, no Quadro 3.5-4 - Fatores de Veículos e Cálculos do Número "N", apresentamos, o número "N" para o período de projeto, 10 anos (de 2024 a 2033), de cujos valores encontrados foram:

$$N_{USACE} = 1,90 \times 10^7;$$

$$N_{AASHTO} = 5,82 \times 10^6.$$

Quadro 3.5.3 – Taxa de Crescimento e Projeção do Tráfego

RODOVIA:	SE-339																		
TRECHO:	Capela /SE-230 (Nossa Senhora das Dores)										POSTO: 1 - Km 16,97								
TAXA DE CRESCIMENTO (%)																			
TIPO DE VEÍCULO	VEÍCULO SIMPLES						SEMI-REBOQUE					REBOQUE					OUTROS		
	PASSEIO	ÔNIBUS	ÔNIBUS	CAM. LEVE	CAM. MEDIO	CAM. PESAD	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	MOTOS		
CATEGORIA		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4			
TAXA	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
PROJEÇÃO DO TRÁFEGO																			
TIPO DE VEÍCULO	VEÍCULO SIMPLES						SEMI-REBOQUE					REBOQUE					OUTROS	TOTAL	
	PASSEIO	ÔNIBUS	ÔNIBUS	CAM. LEVE	CAM. MEDIO	CAM. PESAD	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	MOTOS	TOTAL	
ANO	CATEG		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		-
2023		4.692	403	26	288	196	5	3	1	7	1	18	7	3	5	61	247	3.602	9.565
2024		4.833	415	27	297	202	5	3	1	7	1	19	7	3	5	63	254	3.710	9.852
2025		4.974	427	28	305	208	5	3	1	7	1	19	7	3	5	65	262	3.818	10.138
2026		5.114	439	28	314	214	5	3	1	8	1	20	8	3	5	66	269	3.926	10.424
2027		5.255	451	29	323	220	6	3	1	8	1	20	8	3	6	68	277	4.034	10.713
2028		5.396	463	30	331	225	6	3	1	8	1	21	8	3	6	70	284	4.142	10.998
2029		5.537	476	31	340	231	6	4	1	8	1	21	8	4	6	72	291	4.250	11.287
2030		5.677	488	31	348	237	6	4	1	8	1	22	8	4	6	74	299	4.358	11.572
2031		5.818	500	32	357	243	6	4	1	9	1	22	9	4	6	76	306	4.466	11.860
2032		5.959	512	33	366	249	6	4	1	9	1	23	9	4	6	77	314	4.575	12.148
2033		6.100	524	34	374	255	7	4	1	9	1	23	9	4	7	79	321	4.683	12.435
2034		6.240	536	35	383	261	7	4	1	9	1	24	9	4	7	81	329	4.791	12.722
2035		6.381	548	35	392	267	7	4	1	10	1	24	10	4	7	83	336	4.899	13.009
2036		6.522	560	36	400	272	7	4	1	10	1	25	10	4	7	85	343	5.007	13.294
2037		6.663	572	37	409	278	7	4	1	10	1	26	10	4	7	87	351	5.115	13.582
2038		6.803	584	38	418	284	7	4	1	10	1	26	10	4	7	88	358	5.223	13.866
2039		6.944	596	38	426	290	7	4	1	10	1	27	10	4	7	90	366	5.331	14.152



Quadro 3.5.4 – Fatores de Veículos e Cálculos do Número “N”

QUADRO 5.3 - CÁLCULO DO NÚMERO "N"																	
RODOVIA:		SE-339															
TRECHO:		Capela /SE-230 (Nossa Senhora das Dores)										POSTO: 1 - Km 16,97					
FATORES DE VEÍCULO																	
TIPO DE VEÍCULO	VEÍCULO SIMPLES						SEMI-REBOQUE					REBOQUE					OUTROS
	PASSEIO	ÔNIBUS	ÔNIBUS	CAM. LEVE	CAM. MEDIO	CAM. PESAD	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4	MOTOS
CATEGORIA	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3Q4		
AASHTO	0,000	2,178	1,576	2,178	1,576	1,528	4,093	3,491	3,426	2,890	2,824	6,009	5,342	5,342	4,806	9,238	
USACE	0,000	2,854	7,062	2,854	7,062	5,486	5,486	9,693	10,294	13,901	14,502	8,117	12,325	12,325	8,470	17,588	
CÁLCULO DO NÚMERO "N"																	
ANO	A.A.S.H.T.O			U.S.A.C.E													
	"N"		"N" ACUMULADO	"N"		"N" ACUMULADO											
2023																	
2024	8,6673E+05		8,6673E+05	1,6827E+06		1,6827E+06											
2025	8,9193E+05		1,7587E+06	1,7309E+06		3,4136E+06											
2026	4,6289E+05		2,2215E+06	1,7796E+06		5,1932E+06											
2027	4,7626E+05		2,6978E+06	1,8316E+06		7,0248E+06											
2028	4,8820E+05		3,1860E+06	1,8779E+06		8,9027E+06											
2029	5,0243E+05		3,6884E+06	1,9272E+06		1,0830E+07											
2030	5,1438E+05		4,2028E+06	1,9768E+06		1,2807E+07											
2031	5,2821E+05		4,7310E+06	2,0257E+06		1,4832E+07											
2032	5,3996E+05		5,2710E+06	2,0755E+06		1,6908E+07											
2033	5,5293E+05		5,8239E+06	2,1237E+06		1,9032E+07											
2034	5,6556E+05		6,3895E+06	2,1751E+06		2,1207E+07											
2035	5,7911E+05		6,9686E+06	2,2227E+06		2,3429E+07											
2036	5,9105E+05		7,5597E+06	2,2691E+06		2,5698E+07											
2037	6,0368E+05		8,1633E+06	2,3204E+06		2,8019E+07											
2038	6,1492E+05		8,7783E+06	2,3644E+06		3,0383E+07											
NOTAS:		1) TAXA DE CRESCIMENTO ADOTADA DE 3% 2) ADOTADO CRESCIMENTO LINEAR (EQUAÇÃO LINEAR) 3) FOI ADOTADO 80% DOS FATORES DE VEÍCULO MÁXIMO ADOTADOS NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA (CONFORME MANUAL DO DNIT)															

Quadro 3.5.3 – Fator de Equivalência de Carga e Fator de Equivalência de Veículo

CÁLCULO DE FATORES DE EQUIVALENCIA DE CARGAS									
AASHTO									
TIPOS DE EIXO		EQUAÇÕES (P em tf)							
SIMPLES DE RODAGEM SIMPLES		$FC=(P/7,77)^{4,32}$							
SIMPLES DE RODAGEM DUPLA		$FC=(P/8,17)^{4,32}$							
TANDEM DUPLO (RODAGEM DUPLA)		$FC=(P/15,08)^{4,14}$							
TANDEM TRIPLO (RODAGEM DUPLA)		$FC=(P/22,95)^{4,22}$							
USACE									
TIPOS DE EIXO		FAIXAS DE CARGAS	EQUAÇÕES (P em tf)						
DIANTEIRO SIMPLES E TRASEIRO SIMPLES		0 - 8	$FC=2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$						
		≥ 8	$FC=1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$						
TANDEM DUPLO (RODAGEM DUPLA)		0 - 11	$FC=1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$						
		≥ 11	$FC=1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$						
TANDEM TRIPLO (RODAGEM DUPLA)		0 - 18	$FC=8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$						
		≥ 18	$FC=1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$						
ESRS = EIXO SIMPLES DE RODAGEM SIMPLES (6t) ESRD = EIXO SIMPLES DE RODAGEM DUPLA (10t) ETD = EIXO TANDEM DUPLO (17t) ETT = EIXO TANDEM TRIPLO (25,5t)									
FATOR DE EQUIVALENCIA DE VEICULO									
		AASHTO			USACE				
		FV=							
2C=	1ESRS + 1ESRD (CAM. SIMPLES)	0,327	2,394	2,722	0,278	3,289	3,567		
3C=	1ESRS + 1ETD (CAM. TRUCADO)	0,327	1,642	1,970	0,278	8,549	8,827		
4C=	1ESRS + 1ETT (CAM. SIMPLES)	0,327	1,560	1,887	0,278	9,300	9,578		
2S1=	1ESRS + 1ESRD + 1ESRD (SEMI-REBOQUE)	0,327	2,394	2,394	5,116	0,278	3,289	3,289	6,857
2S2=	1ESRS + 1ESRD + 1ETD (SEMI-REBOQUE)	0,327	2,394	1,642	4,364	0,278	3,289	8,549	12,116
2S3=	1ESRS + 1ESRD + 1ETT (SEMI-REBOQUE)	0,327	2,394	1,560	4,282	0,278	3,289	9,300	12,867
3S2 =	1ESRS + 2ETD (SEMI-REBOQUE)	0,327	3,285		3,612	0,278	17,098		17,376
3S3=	1ESRS + 1ETD + 1ETT (REBOQUE)	0,327	1,642	1,560	3,530	0,278	8,549	9,300	18,127
2C2=	1ESRS + 3ESRD (REBOQUE)	0,327	7,183		7,511	0,278	9,868		10,146
2C3=	1ESRS + 2ESRD + 1ETD (REBOQUE)	0,327	4,789	1,560	6,676	0,278	6,579	8,549	15,406
3C2=	1ESRS + 2ESRD + 1ETD (REBOQUE)	0,327	4,789	1,560	6,676	0,278	6,579	8,549	15,406
3C3=	1ESRS + 1ESRD + 2ETD (REBOQUE)	0,327	2,394	3,285	6,007	0,278	1,702	8,607	10,587
3Q4 =	1ESRS + 1ETD + 4ESRD (TREMINHÃO)	0,327	1,642	9,578	11,547	0,278	8,549	13,158	21,985

3.6 – ESTUDOS DE CAPACIDADE DA RODOVIA

3.6.1 – INTRODUÇÃO

A metodologia adotada para a análise de capacidade e determinação do nível de serviço da via em questão seguiu os procedimentos do Highway Capacity Manual - HCM, edição de 2000, no seu capítulo 20, referente a rodovias rurais com duas faixas de tráfego, uma por sentido, abordagem também recomendada no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, edição de 2006.

Para efeito de análise de capacidade, o trecho em estudo pode ser classificado como uma via de Classe I, uma vez que esta rodovia consiste em uma ligação importante entre municípios e a ligação com outras rodovias da malha, conectando importantes vias geradoras de tráfego, se caracterizando como uma ligação de relevância. Para as rodovias de Classe I, o HCM estabelece que o nível de serviço deve ser determinado em função dos parâmetros percentual de tempo trafegando em pelotão e da velocidade média de viagem.

3.6.2 – CAPACIDADE E CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIA DE PISTA SIMPLES

A capacidade de uma rodovia de duas faixas e dois sentidos de tráfego é de no máximo 1.700 unidades de carros de passeio por hora (ucp/h), para cada sentido de tráfego, não excedendo 3.200 ucp/h para o conjunto dos dois sentidos, exceto trechos curtos, como túneis e pontes, onde pode atingir a 1.400 ucp/h.

Como uma rodovia não trafega apenas veículos de passeio é necessário à transformação dos veículos diversos em veículos de passeio, para tanto, deverá ser utilizado os fatores de equivalência conforme tabela apresentada a seguir.

FATORES DE EQUIVALENCIA EM CARROS DE PASSEIO						
TIPO DE VEÍCULO	VP	CO	SR/RE	M	B	SI
FATOR DE EQUIVALENCIA	1	1,5	2	1	0,5	1,1

FONTE: MANUAL DE ESTUDOS DE TRÁFEGO - DNIT

As rodovias pavimentadas com duas faixas e dois sentidos de tráfego, para análise de capacidade, são divididas em duas classes, a saber: Classe I e Classe II.

As rodovias Classe I são aquelas nas quais os motoristas esperam poder trafegar com velocidades relativamente elevadas, e compreende aquelas ligações de maior importância entre cidades e



rodovias arteriais principais conectando importantes vias geradoras de tráfego. Também são vias que constituem rotas de trabalho diário e ligações estaduais e federais de grande relevância.

As rodovias Classe II são aquelas nas quais os motoristas não esperam trafegar com velocidade elevada, e compreende as vias que funcionam como rotas de acesso às rodovias de Classe I ou servem como rodovias turísticas e recreacionais, não atuando como artérias principais. Também estão nessa classificação aquelas que passam por terreno de topografia acidentada.

3.6.3 – NÍVEIS DE SERVIÇO

As medidas que definem o nível de serviço para rodovias de pista simples são:

- Classe I: tempo gasto seguindo e velocidade média de viagem.
- Classe II: tempo gasto seguindo.'

Os critérios de níveis de serviço são aplicados para o pico de 15 minutos e para segmentos de extensão significativa.

O Manual de Estudos de Tráfego define os Níveis de Serviço de A à F. Na tabela a seguir ele enquadra a rodovia conforme o tempo seguindo e a velocidade média.

Enquadramento em Níveis de Serviço - Rodovias de Classe I		
Nível de Serviço (NS)	Tempo Seguindo (%)	Velocidade Média (km/h)
A	$t \leq 35$	$V \geq 90$
B	$35 < t < 50$	$80 < V < 90$
C	$50 < t < 65$	$70 < V < 80$
D	$65 < t < 80$	$60 < V < 70$
E	$t \geq 80$	$V \leq 60$

3.6.4 – NÍVEL DE SERVIÇO DA RODOVIA

Conforme os estudos de tráfego consultado, esta rodovia opera em nível de serviço "D". Como a intervenção na geometria será a transformação da seção de 8,00 m para 10,0 m, a mesma terá uma melhoria passando para um nível de serviço "C". Para uma maior melhoria no nível de serviço, precisaríamos de uma mudança na seção tipo da via passando a mesma de 8,00 m para uma seção de 12,20 m, ou seja, pista de 7,20 m e acostamentos de 2,50 m para cada lado.



4 – ESTUDO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará*

rwconsultores1343@gmail.com

4 – ESTUDO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO

4.1 – INTRODUÇÃO

O Estudo de Segurança de Trânsito tem por objetivo propor melhorias no tocante à segurança viária, com o intuito de mitigar os riscos e o número de acidentes no trecho rodoviário objeto desse estudo. Para tal, apresentamos um diagnóstico e a análise dos acidentes, de forma a identificar os pontos ou trechos críticos. Por fim, serão feitas propostas de melhorias por meio da engenharia de tráfego.

4.2 – DIAGNÓSTICO E ANÁLISE

O diagnóstico e a análise tiveram como subsídio dados de acidentes apresentados no site do DETRAN-SE. Conforme apresentado os acidentes acontecidos no ano de 2023, de janeiro a setembro, nas rodovias estaduais, foram 56, sendo que na SE-339 não apresentou nenhum acidente.

Isto apresentado não significa que não houve nenhum acidente nesta rodovia, podendo ter acontecido acidentes sem registro.

Observa-se que a **SE-339** não se configura como uma rodovia perigosa no Estado de Sergipe, porém, constatou-se “in loco” algumas deficiências no tocante à segurança viária:

- Falta de Sinalização Horizontal e Vertical;
- Trecho em curva sem placas;
- Placas soltas e oxidadas;
- Pavimento em estado de conservação ruim;
- Largura reduzida de pista; e
- Ausência de acostamento adequado em toda a sua extensão.

A partir da análise das condições atuais deste trecho da rodovia, propõe-se umas medidas de melhorias através de medidas de engenharia de tráfego.

- Recuperação de sinalização horizontal do eixo da via, dos bordos e das faixas de retenção e de pedestre;
- Sinalização vertical nas proximidades das curvas horizontais;
- Recuperação do pavimento;



- Adequação da largura da pista;
- Construção do acostamento de todo o trecho;
- Sinalização e regulamentação da velocidade nas proximidades das interseções e ao longo da via;
- Definição da faixa de segurança com colocação de cercas onde necessário.

5 – ESTUDOS GEOLÓGICOS

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará*

rwconsultores1343@gmail.com



5 – ESTUDOS GEOLÓGICOS

Os estudos geológicos foram desenvolvidos conforme preconiza a IS-202, sendo verificada a geologia local de onde se desenvolve o trecho em estudo.

5.1 – GEOLOGIA REGIONAL

O trecho **Capela / Entr. SE-230 (Nossa Senhora das Dores)** faz parte da Rodovia SE-336 e se desenvolve ligando os municípios de Capela (início do trecho), e de Nossa Senhora das Dores (final do trecho). O contexto geológico da região onde se desenvolve o traçado, é diversificado, e abrange as seguintes Formações, descritas a seguir:

5.2.1 – GEOLOGIA NO MUNICÍPIO DE CAPELA

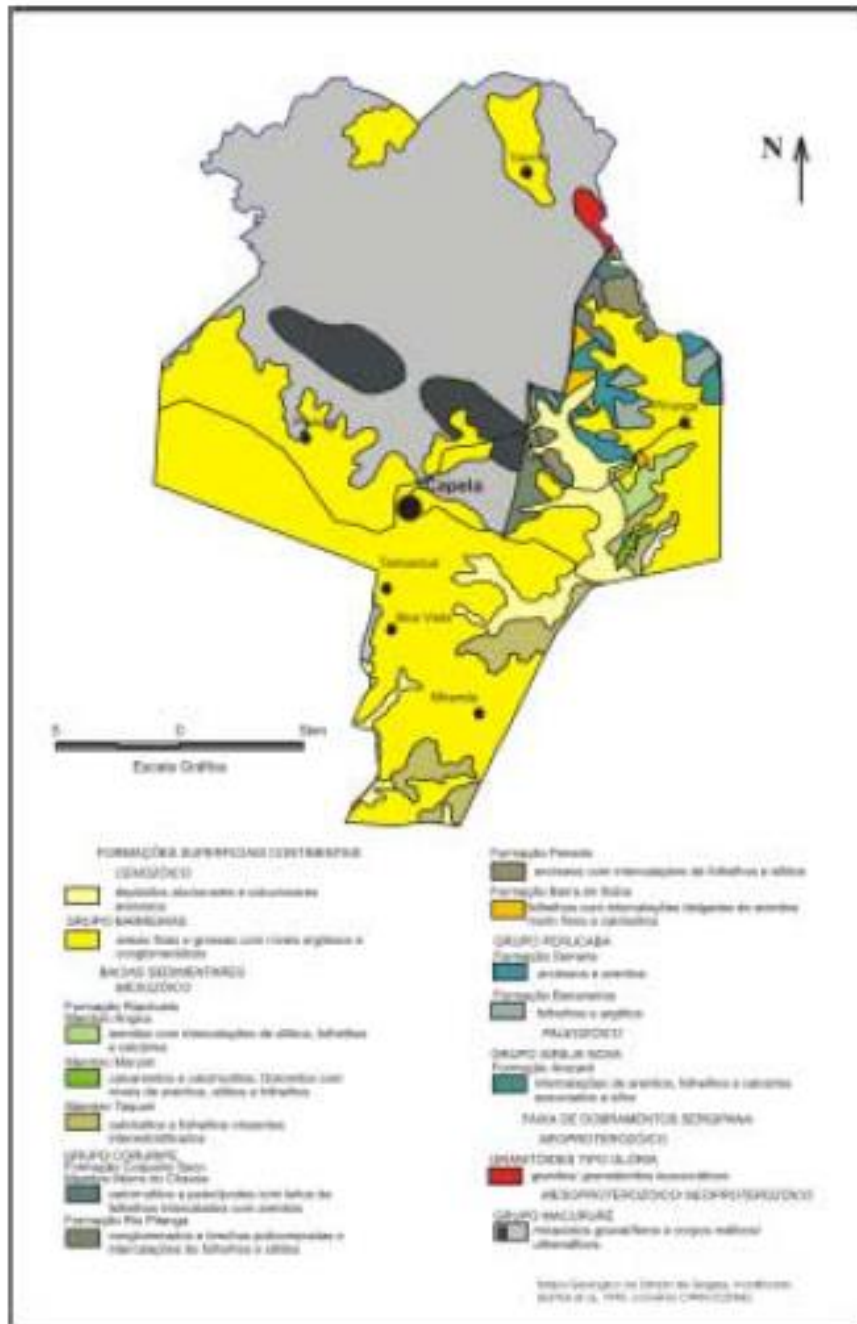
A geologia do município de Capela é variado e abrange as Formações Superficiais Cenozóicas, Unidades Mesozóicas e Paleozóicas da Bacia de Sergipe e Unidades Neoproterozóicas e Mesoproterozóicas da Faixa de Dobramentos Sergipana. Na porção centro-sul, predominam areias finas e grossas com níveis argilosos a conglomeráticos, representativos do Grupo Barreiras.

A leste afloram sedimentos dos grupos Sergipe (Formação Riachuelo), Coruripe (formações Coqueiro Seco, Rio Pitanga, Barra de Itiúba e Penedo), Perucaba (formações Serraria e Bananeiras), e o Grupo Igreja Nova (Formação Aracaré), representados por arenitos, siltitos, folhelhos, calcários, calcarenitos, calcirruditos, dolomitos, conglomerados, brechas, arcóseos, argilitos e calcários com silex associados. Na porção centro-norte, predominam micaxistos granatíferos e corpos máficos/ ultramáficos do Grupo Macururé, tendo associado no extremo nordeste um corpo de granitóide tipo Glória.

Apresentamos na Figura 5.1, a seguir, a geologia simplificada do município de Capela.



Figura 5.2.1 – Geologia Simplificada do Município de Capela



FONTE: DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE CAPELA - CPRM

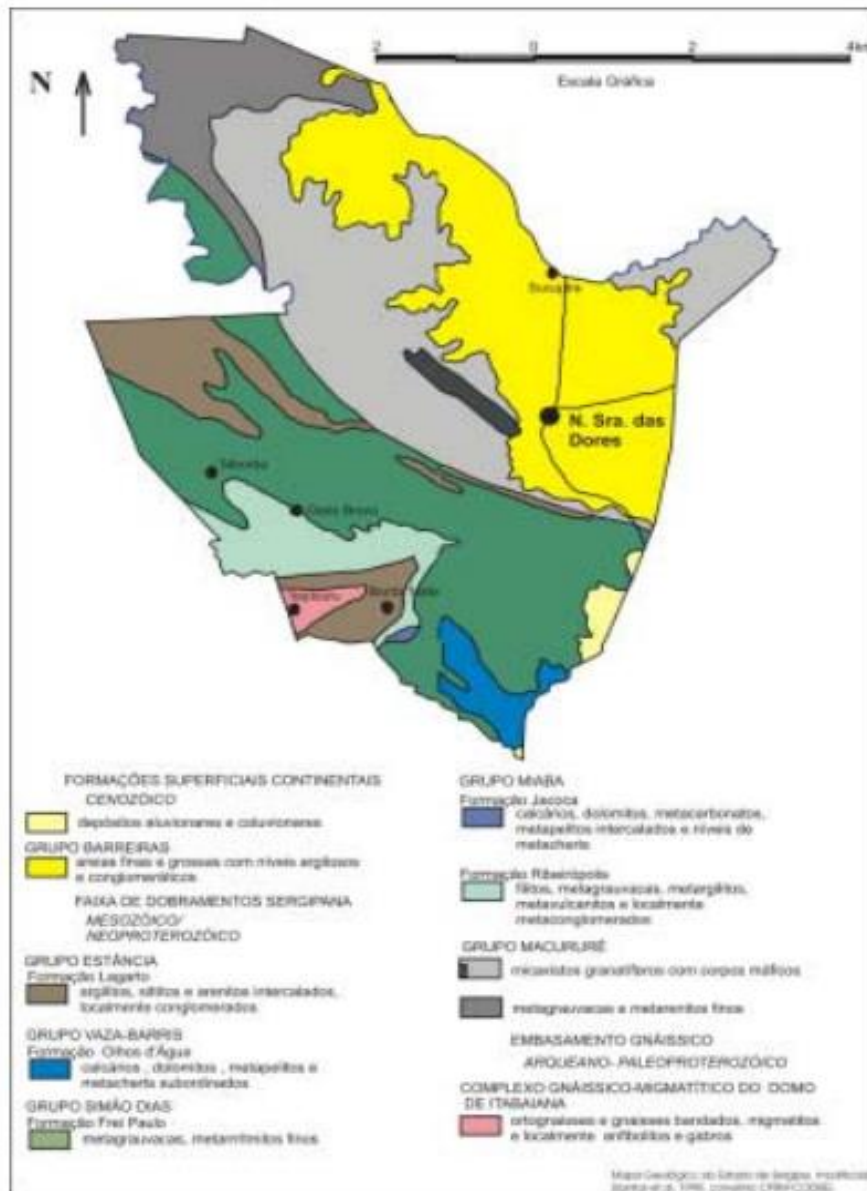
5.2.2- GEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DAS DORES

No contexto geológico do município de Nossa Senhora das Dores predominam micaxistos granatíferos, metagrauvas e metarenitos finos do Grupo Macururé; filitos, metagrauvas, metargilitos, metavulcanitos e metaconglomerados da Formação Ribeirópolis; metacarbonatos da



Formação Jacoca, (Grupo Miaba), metagrauvascas e metarrinitos da Formação Frei Paulo (Grupo Simão Dias), argilitos, siltitos e arenitos do Grupo Estância (Formação Lagarto) e areias finas e grossas com níveis argilosos a conglomeráticos do Grupo Barreiras. Ocupando pequenas áreas de terrenos, afloram calcários, dolomitos, metapelitos e metacherts (Formação Olhos D'Água) e ortognaisses, gnaisses, migmatitos, anfíbolitos e gabros do Complexo Gnáissico Migmatítico do Domo de Itabaiana, como observado na Figura 5.2, geologia simplificada do município de Nossa Senhora das Dores, apresentada a seguir:

Figura 5.2 – Geologia Simplificada do Município de Nossa Senhora das Dores

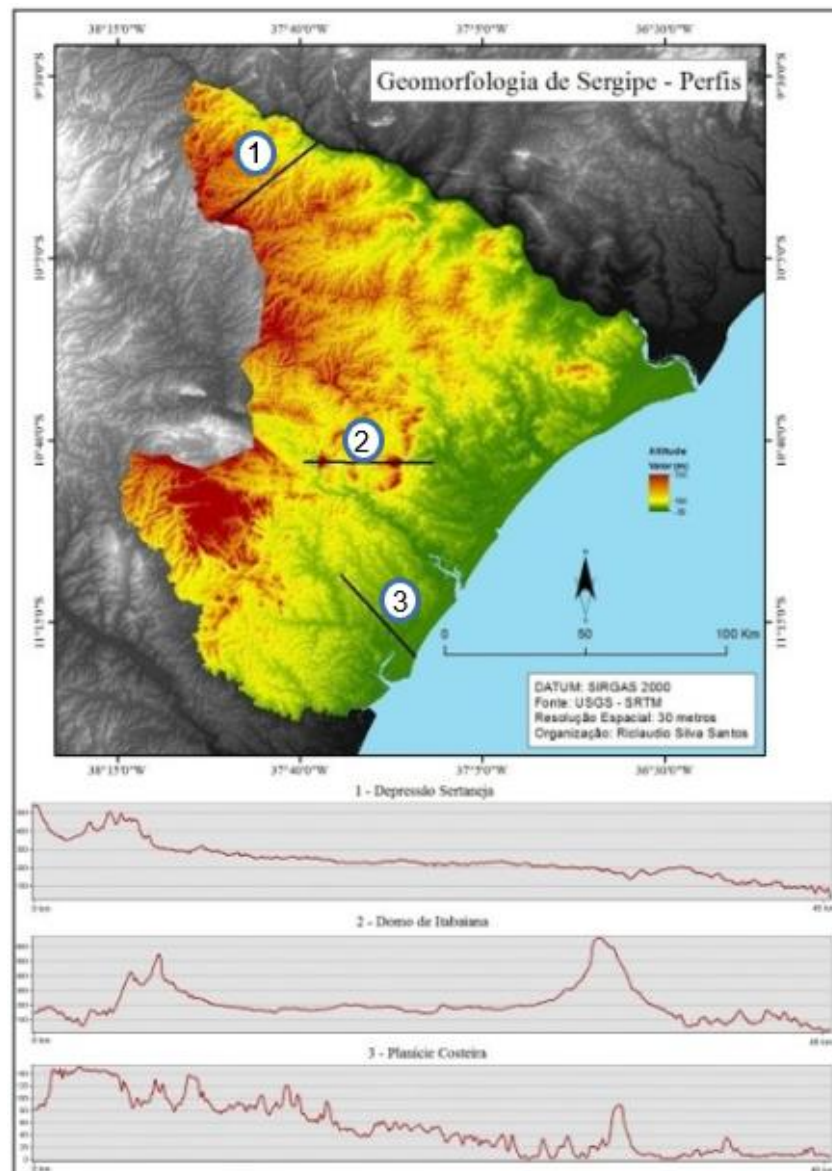


FONTE: DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DAS DORES - CPRM

5.3 – GEOMORFOLOGIA E RELEVO

De forma geral, o perfil que trata da Planície Costeira possui uma extensão de 40km, entre as coordenadas 37°32'5,651"W 11°6'5,597"S e 37°17'50,811"W 11°21'44,658"S, em direção sudeste. Inserido no contexto litorâneo, com precipitação média anual variando entre 1300mm e 1700mm. Na porção que está mais localizada no interior do continente, estão presentes os tabuleiros mais conservados, e conforme segue ao litoral temos os tabuleiros dissecados e os tabuleiros dissecados em colinas, com níveis de erosão que aumentam gradualmente. Nesta área temos principalmente a litologia Barreiras, formada de areias finas e grossas com níveis argilosos e conglomeráticos. Sobre essa litologia desenvolvem-se planossolos nátricos nas áreas mais planas no topo dos tabuleiros, juntamente com manchas de latossolos vermelho- amarelos. Tem-se ainda a presença de argissolos vermelho-amarelos, e neossolos flúvicos próximo às margens dos rios. A cobertura vegetal dessa região está relativamente conservada, apresentando áreas de solo exposto apenas próximo as ocupações urbanas. Por se tratar de um relevo mais íngreme, o que dificulta a aplicação das atividades agrícolas, as encostas apresentam em sua maioria uma vegetação natural arbórea, com exceção dos espaços ocupados para o plantio da cana-de-açúcar. Na faixa litorânea mais propriamente dita temos uma planície flúvio-marinha, com presença de gleissolos sálicos e espodossolos ferrihumilúvicos que se desenvolvem sobre os depósitos de pântanos e mangues atuais, com cobertura vegetal arbórea próxima às margens dos rios e arbustiva e herbácea sobre os terraços marinhos. Mais próximo a linha de costa as dunas são características marcantes desta paisagem. Tanto os depósitos eólicos continentais como os depósitos eólicos litorâneos atuais (ambos recentes), com pouca cobertura herbácea desenvolvendo-se sobre os neossolos quartzarênicos. Na figura a seguir é representada a geomorfologia do Estado de Sergipe, contendo os Perfis (1): Depressão Sertaneja, (2) Domo de Itabaiana, (3) Planície Costeira.

Figura 5.3 – Geomorfologia de Sergipe – Perfis



FONTE: GEOMORFOLOGIA DE SERGIPE: SEÇÕES-TIPO E REPRESENTAÇÃO DAS PAISAGENS, SANTOS, LIRA E SANTOS

5.3.1 – GEOMORFOLOGIA DOS MUNICÍPIOS

A Geomorfologia onde ligam os municípios de Capela e Nossa Senhora das dores, são semelhantes; com relevos dissecados e com colinas e tabuleiros, com aprofundamento de drenagem de muito fraca a fraca. Também é importante ressaltar que no município de Capela além dos relevos citados, também se tem predominância de cristas e no município de Nossa Senhora das Dores, possuem superfícies tabulares erosivas.

Com relação aos solos existentes na região, eles são do tipo Podzólicos vermelho amarelo equivalente Eutrófico e Latossolos vermelho amarelos. Porém, no município de Capela também foram encontrados Aluviais Eutróficos e Distróficos. Já no município de Nossa Senhora das Dores foram encontrados solos Litólicos Eutróficos, Distróficos e Podzólicos vermelho amarelo.

5.4 – GEOMORFOLOGIA LOCAL

A geologia local dos dados petrográficos e geoquímicos foram obtidos nas rochas dos corpos gabróico-graníticos dos municípios de Capela e Nossa Senhora das Dores, na área de desenvolvimento do empreendimento tem predominância de intrusivos no Domínio Macururé, Cinturão Sergipano.

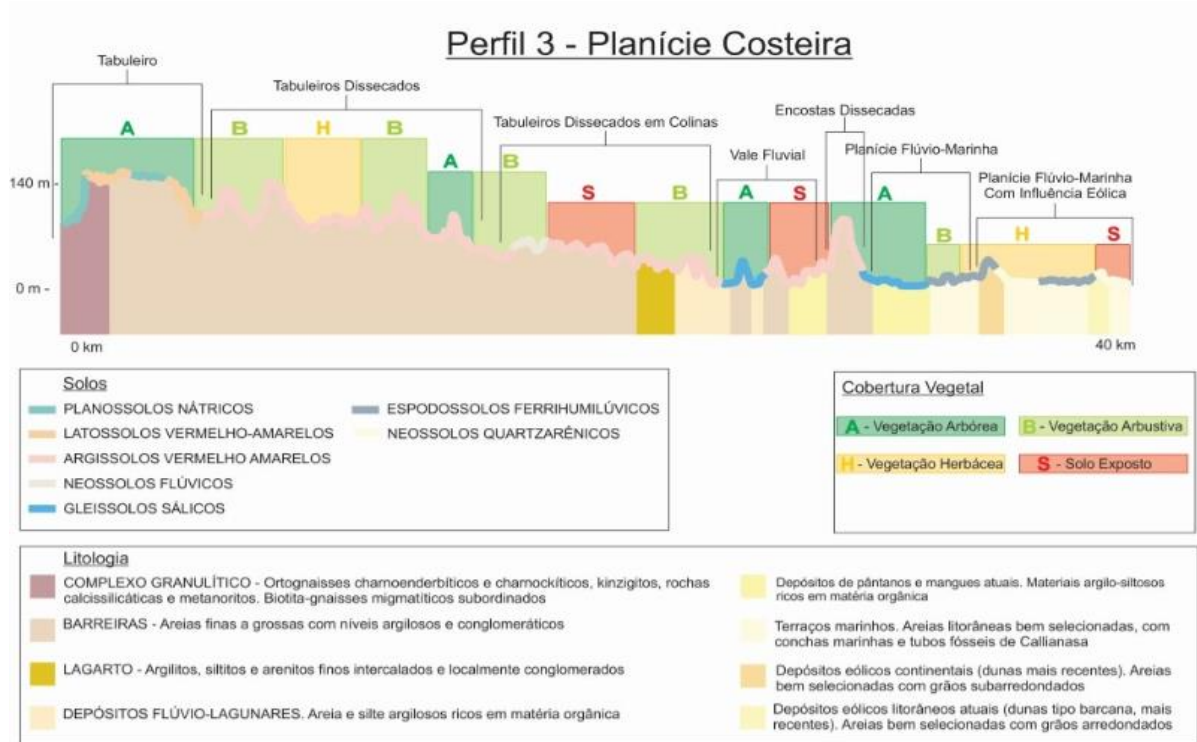
Com base na petrografia as rochas gabróicas e dioríticas apresentam granulometria fina a grossa, possuindo predominância de textura fanerítica e textura intergranular subordinada, com cristais inequigranulares e composição mineralógica composta essencialmente por anfibólio, piroxênio, epidoto, biotita, plagioclásio e quartzo, além de raros k-feldspatos, moscovitas e granadas. Apenas o quartzo registra evidências de deformação no estado sólido. Amostras de granitos apresentaram quartzo, k-feldspato, plagioclásio, biotita, muscovita, granada e anfibólio. A muscovita e biotita orientadas, além de quartzo recristalizado e textura granoblástica, evidenciam o processo de recristalização no estado sólido sofrido por essas rochas. Através dos estudos de geoquímica foram encontradas três associações litológicas: uma associação básica formada predominantemente por gabros, uma associação intermediária, com dioritos e uma associação ácida com granitos. Os gabros possuem afinidade geoquímica alcalina, enquanto os dioritos possuem afinidade cálcico-alcalina de alto-K e os granitos são compatíveis com as associações leucocráticas peraluminosas. As rochas intermediárias são rochas híbridas, geradas por processos de mistura com os extremos ácidos e por contaminação crustal.

As rochas básicas são as mais antigas do local, tendo possivelmente sido a sua intrusão a causadora da alteração na geoterma local e possibilitado a fusão crustal com geração das rochas graníticas.

Como o Trecho Capela / Entr. SE-230 (Nossa Senhora das Dores), da rodovia SE-339 se enquadra no Perfil 3 – no qual é referente a Planície Costeira, pode-se observar a seguir a geomorfologia, observando os solos e a litologia do perfil



Figura 5.4 – Geomorfologia de Sergipe – Perfil 3 – Planície Costeira



FONTE: GEOMORFOLOGIA DE SERGIPE: SEÇÕES-TIPO E REPRESENTAÇÃO DAS PAISAGENS, SANTOS, LIRA E SANTOS

6 – ESTUDOS HIDROLOGICOS

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com



6 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos conforme a IS-203, DNIT. A finalidade destes estudos foi a verificação das vazões afluentes a drenagem superficial e a drenagem dos talwegues.

6.1 – CARACTERIZAÇÃO DO REGIME CLIMÁTICO

6.1.1 – CLIMA

Os estudos tiveram como referência as instruções contidas na IS-203. Para a caracterização do clima da área do projeto, optou-se pela adoção dos dados provenientes da Estação Climatológica Aracajú e o Posto Pluviométrico Laranjeiras, que se localizam relativamente próxima à área do estudo e apresentam uma boa disponibilidade e qualidade de dados.

O regime pluviométrico da região é caracterizado pela heterogeneidade temporal, verificando-se uma concentração da precipitação no meio do ano, e uma variação em anos alternados de seus totais. Geralmente a estação chuvosa tem início no mês de abril e se prolonga até agosto. Os meses mais chuvoso é o de abril/agosto, que responde por 73,11% da precipitação anual.

A temperatura média anual oscila entre 25,10°C e 27,40°C, com o período dezembro/abril apresentando as mais altas temperaturas do ano. A umidade relativa média anual é de 75,90%, apresentando seus maiores valores no trimestre mais úmido (maio e julho), quando ultrapassa 77,0%.

A evapotranspiração anual, obtida com base na estação Aracajú, atinge aproximadamente 1.845,30mm, com o máximo de 180,8mm em março (estação seca) e o mínimo de 122,2mm em julho (estação chuvosa). A insolação média anual é da ordem de 2.861,2 horas, o que corresponderia em tese a aproximadamente 63,32% dos dias do ano com luz solar direta.

6.1.2 – REGIME DE CHUVAS

No presente trabalho foi considerado como característico das precipitações na região o posto pluviométrico Capela - 01037078 (1983-2022). Os dados da série histórica de pluviometria foram obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas no site da ANA – Agência Nacional de Águas (www.hidroweb.ana.gov.br). A partir da composição da série de precipitações mensais através deste posto, nos meses de abril à agosto este índice representa em torno de 73,11% da precipitação anual. A pluviometria média anual atinge 1.277,98 mm, podendo-se constatar desvios acentuados em torno desta média, em decorrência da distribuição irregular das chuvas. A distribuição das



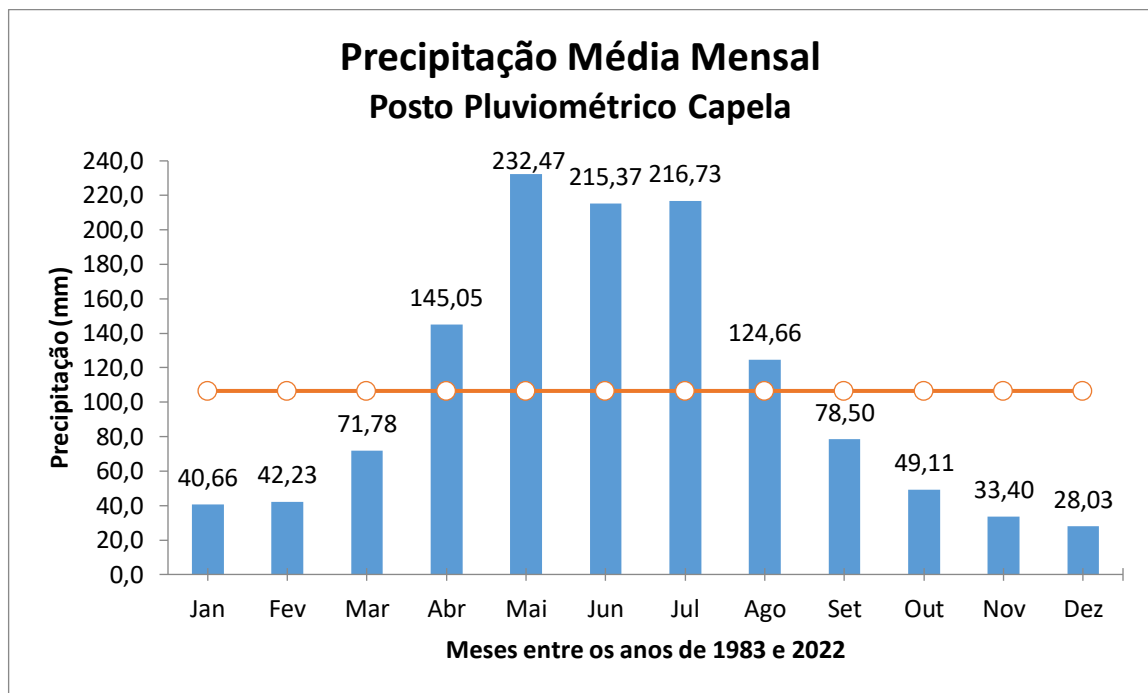
precipitações médias mensais no posto Capela (01037078) é mostrada no Quadro 6.1 e na Figura 6.1.

Quadro 6.1 - Precipitação média mensal na estação Laranjeiras (mm)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Posto Capela (01037078)	40,66	42,23	71,78	145,05	232,47	215,37	216,73	124,66	78,50	49,11	33,40	28,03	1.277,98

Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas, Sistema de Informações Hidrológicas (www.hidroweb.ana.gov.br).

Figura 6.1 – Precipitação média mensal no posto pluviométrico Açude Lagoinha (mm)



6.1.3 – EVAPORAÇÃO

No estado de Sergipe existem 3 estações climatológicas pertencem ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e à SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.

Os dados das estações pertencentes ao INMET estão disponíveis nas Normais Climatológicas (INMET, 2020), relativas ao período 1991-2020.

De um modo geral, estão em boas condições, com a maioria dos equipamentos em funcionamento até o ano de 2021.

Para o presente estudo utilizou-se a coleta de informações meteorológicas e climáticas da Estação Climatológica Aracajú (Aracajú-Se), pertencente ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, representativa do clima predominante da área do projeto, que se localiza relativamente próxima ao trecho de estudo e apresenta uma boa disponibilidade e qualidade de dados. Esta estação climatológica tem Latitude (S) 10°95' e Longitude (W.Grw.) 37°05', como sendo representativa da região em estudo, principalmente por apresentar as características da área do projeto no município de Capela.

Considerando a estação Aracajú (Aracajú-Se) da área em estudo, verifica-se que a bacia de contribuição se caracteriza por altas taxas de evapotranspiração potencial, o que acarreta perdas significativas.

A evapotranspiração potencial anual observada foi de 1.845,30mm distribuída ao longo dos meses segundo o **Quadro 6.2** e a **Figura 6.2**.

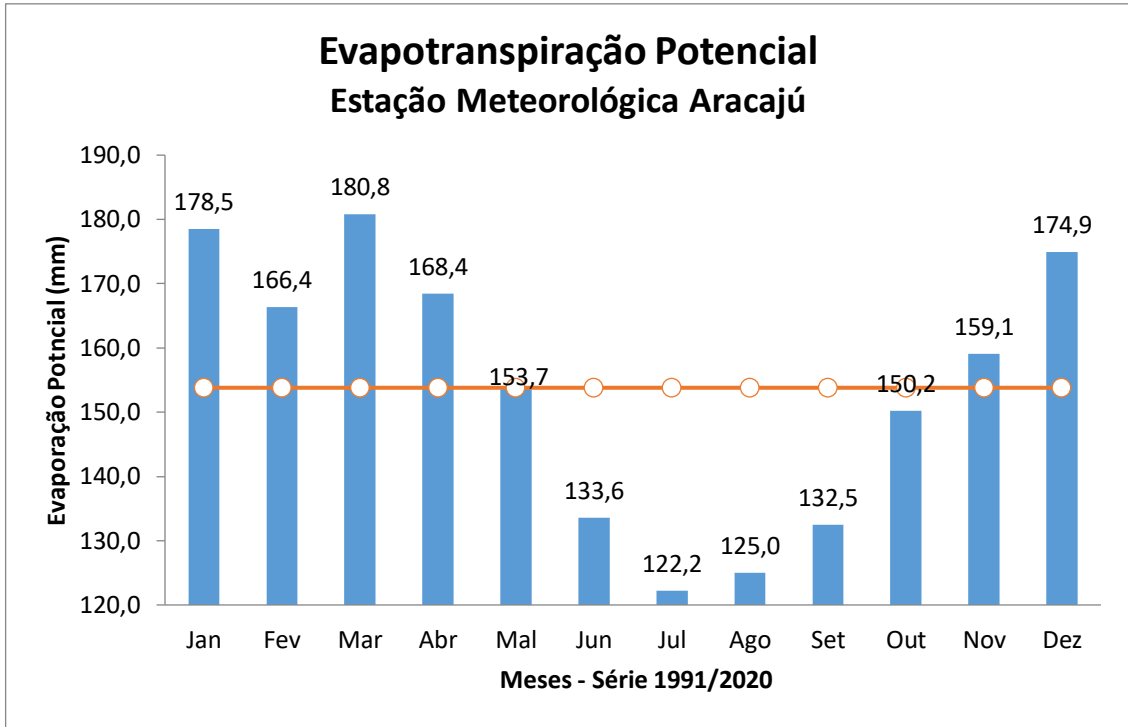
Quadro 6.2 - Evapotranspiração mensal média na Estação Aracajú, considerada característica da área em estudo (mm)

Estação	Entidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Aracajú	INMET	178,5	166,4	180,8	168,4	153,7	133,6	122,2	125,0	132,5	150,2	159,1	174,9	1.845,3

Na área do Projeto as taxas de evapotranspiração são elevadas praticamente o ano todo, sendo atenuada apenas no período de junho a setembro, quando fica em torno de 128,3mm. Já no período crítico, de dezembro até maio, as taxas de evaporação estão situadas, em média, em torno de 170,5 mm.



Figura 6.2 - Evapotranspiração Média Mensal na Estação Aracajú



Fonte: INMET (2020)

6.1.4 – TEMPERATURA

O comportamento da temperatura depende dos fatores geográficos (latitude, continentalidade e relevo) e dinâmicos (circulação atmosférica).

Na área do projeto as temperaturas se mantêm elevadas em mais da metade do ano, acima dos 28°C, considerando-se as temperaturas médias mensais. Assim, a amplitude térmica anual é de apenas 2,8°C, sendo os meses mais frios do ano de junho a agosto com temperatura média das mínimas de 25,10°C e sendo novembro e dezembro os meses mais quentes com temperatura média de 27,4°C.

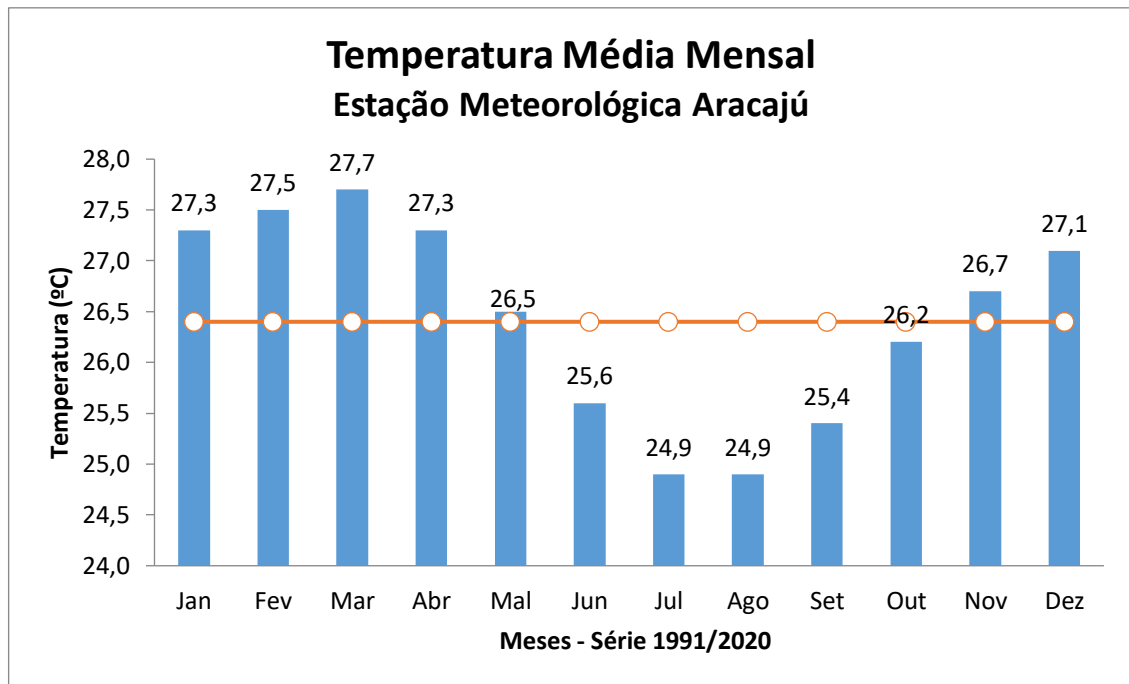
A temperatura anual média observada foi de 26,4°C com a distribuição anual apresentada o **Quadro 6.3** e a **Figura 6.3**, a seguir.

Quadro 6.3 – Temperatura mensal média na Estação Aracajú considerada característica da área em estudo (°C)

Estação	Entidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Aracajú	INMET	27,3	27,5	27,7	27,3	26,5	25,6	24,9	24,9	25,4	26,2	26,7	27,1	26,4



Figura 6.3 – Temperatura Média Mensal na Estação Aracajú



Fonte: INMET (2020)

6.1.5 – INSOLAÇÃO

De acordo com as informações da Estação Meteorológica Aracajú, a insolação média anual ultrapassa 2.861,2 horas de sol, o que corresponderia a uma duração média diária de quase 7,82 horas e em tese aproximadamente 63,32% dos dias do ano com luz solar direta.

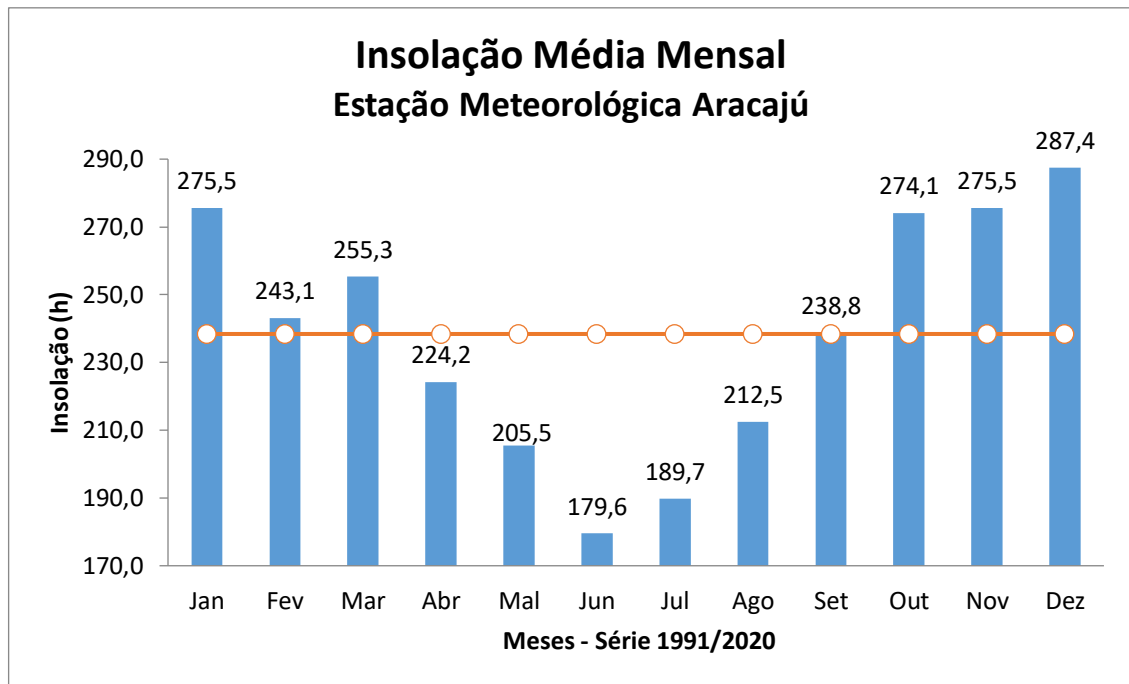
O mês de maior insolação média é dezembro, com 287,4 horas de sol, ou seja, 9,27 horas diárias.

O trimestre de maior insolação é o de dezembro/janeiro e o de menor insolação é o de maio/julho conforme indica o **Quadro 6.4** e a **Figura 6.4**, abaixo.

Quadro 6.4 – Insolação mensal média na Estação Climatológica de Aracajú (considerada característica da área em estudo)

Est.	Entid.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Aracajú	INMET	275,5	243,5	255,3	224,2	205,5	179,6	189,7	212,5	238,8	274,1	275,5	287,4	2.861,2

Figura 6.4 – Insolação Média Mensal na Estação Climatológica de Aracajú



Fonte: INMET (2020)

6.1.6 – UMIDADE RELATIVA DO AR

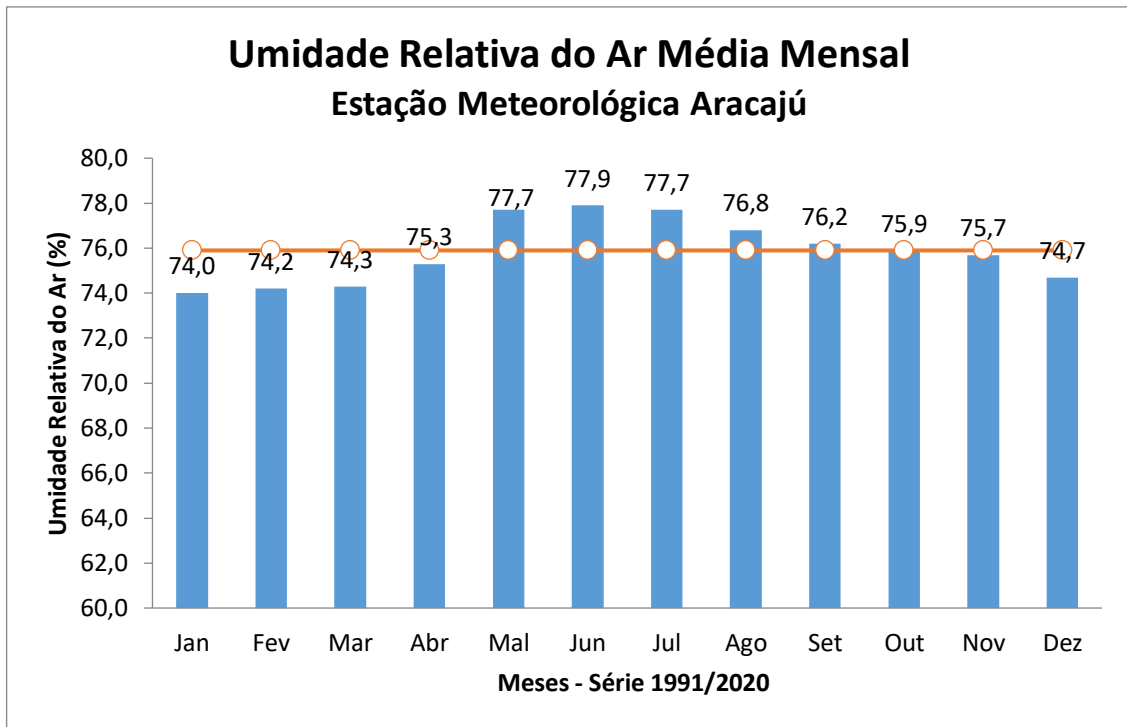
O Quadro 6.5 e a Figura 6.5, a seguir, apresentam as médias mensais da umidade relativa do ar, coletadas na Estação Meteorológica Aracajú, derivadas da série temporal de 1991-2020. Os índices situam-se entre o mínimo de 74,0% em novembro e o máximo de 77,9% em junho. A média anual para a série de dados disponíveis é de 75,9%, valor compatível com o clima da região em estudo.

Assim é que, nos meses mais chuvosos correspondem taxas mais altas, sendo menores os valores nos anos pluviometricamente mais deficientes.

Quadro 6.5 – Umidade Relativa do Ar - mensal média na Estação Meteorológica Aracajú (considerada característica da área em estudo)

Estação	Entidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Aracajú	INMET	74,0	74,2	74,3	75,3	77,7	77,9	77,7	76,8	76,2	75,9	75,7	74,7	75,9

Figura 6.5 – Umidade Relativa do Ar - Média Mensal na Estação Meteorológica Aracajú



Fonte: INMET (2020)

6.2 – METODOLOGIA

6.2.1 – GENERALIDADES

A metodologia adotada para a determinação da vazão de projeto das obras de drenagem transversal do Segmento SE-339, trecho: Capela / Entr. SE-230 (N.S. das Dores), será definida em função da área de drenagem da bacia hidrográfica. As vazões de projeto das obras de drenagem serão determinadas pelo método racional para bacias hidrográficas com áreas de drenagem inferiores a 4,0 km², nas bacias hidrográficas com áreas de drenagem entre 4,0 e 10,0 Km² usam-se o método racional corrigido e para as demais bacias hidrográficas, a vazão de projeto corresponderá à vazão de pico do hidrograma resultante da utilização de métodos baseados na teoria do Hidrograma Unitário - HU (por exemplo, do “Soil Conservation Service” (SCS)), considerando as respectivas características fisiográficas particulares de cada uma delas.

6.2.2 – CONSIDERAÇÕES SOBRE AS BACIAS

De acordo com as vistorias realizadas em campo ao longo da Rodovia em estudo, com o auxílio de bases planialtimétricas na escala 1:250.000 dos arquivos do TOPODATA – Banco de dados Geomorfométrico do Brasil, bem como as bases planialtimétricas na escala 1: 50.000 dos arquivos

do Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro, com o levantamento topográfico e o auxílio das imagens disponíveis no Google Earth e o software Global Mapper, será possível estabelecer e delimitar as bacias hidrográficas. Onde cada bacia hidrográfica, determinou-se a área de drenagem, o comprimento do talvegue, as cotas superiores e inferiores e o tempo de concentração. Ao todo foram identificadas 05 bacias que são interceptadas pelo traçado da rodovia.

6.3 – DETERMINAÇÃO DA CHUVA EFETIVA DE PROJETO

6.3.1 – SELEÇÃO DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DE INTERESSE

Com o traçado do Segmento da SE-339, Trecho: Capela / Entr.SE-230 (N. S. das Dores) foi possível localizar os postos pluviométricos representativos da região. O **Quadro 6.6** apresenta os postos pluviométricos de interesse, identificados pelo número da ANA (Agência Nacional das Águas), o nome, o município e a sua localização geográfica, além do respectivo período com disponibilidade de dados diários de precipitação.

Quadro 6.6 – Disponibilidade de dados pluviométricos na região de projeto

Código	Posto Pluviométrico	Município	Operadora	Período	Extensão (Anos)	Lat. (S)	Long. (W)
01037078	Capela	Capela	CPRM	1983/2022	40	10° 48'	37° 06'
01037009	Capela	Capela	SUDENE	1950/1998	49	10° 50'	37° 06'
01037065	José Bezerra	N. Sra. das Dores	INMET	1930/1935	05	10° 48'	37° 20'



Dados Estação

Código 1037078
Nome Estação CAPELA
Código Adicional
Bacia 5 - ATLÂNTICO,TRECHO LESTE
SubBacia 50 - RIOS VAZA BARRIS,ITAPICURU E .
Rio
Estado SERGIPE
Município CAPELA
Responsável ANA
Operadora CPRM
Latitude -10.4833
Longitude -37.0667
Altitude (m) 139
Área de Drenagem (Km²)

Dados Estação

Código 1037009
Nome Estação CAPELA
Código Adicional
Bacia 5 - ATLÂNTICO,TRECHO LESTE
SubBacia 50 - RIOS VAZA BARRIS,ITAPICURU E .
Rio
Estado SERGIPE
Município CAPELA
Responsável SUDENE
Operadora SUDENE
Latitude -10.5
Longitude -37.0667
Altitude (m) 148
Área de Drenagem (Km²)

Dados Estação

Código 1037065
Nome Estação JOSÉ BEZERRA
Código Adicional
Bacia 5 - ATLÂNTICO,TRECHO LESTE
SubBacia 50 - RIOS VAZA BARRIS,ITAPICURU E .
Rio
Estado SERGIPE
Município NOSSA SENHORA DAS DORES
Responsável INMET
Operadora INMET
Latitude -10.4833333333333
Longitude -37.2
Altitude (m) 180
Área de Drenagem (Km²)

Uma vez que o objetivo do estudo é a determinação das vazões de projeto das estruturas hidráulicas no local em que as bacias hidrográficas interceptam a Rodovia e tendo como critério básico a utilização da IS-203 (Estudos Hidrológicos), apresentando as tormentas com períodos de retorno (Tr) de 25 anos para dimensionamento, 50 anos para verificação e 100 anos para pontes, conforme a imagem a seguir:

Espécie	Período de recorrência (anos)
Drenagem superficial	5 a 10
Drenagem subsuperficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Foram considerados os seguintes critérios na seleção preliminar dos postos pluviométricos:

- Séries extensas de totais precipitados diários;
- Valores externos conservadores.

Com base nestes critérios, foi selecionado o posto pluviométrico Capela (01037078). O posto pluviométrico selecionados está realçado no **Quadro 6.6**.

As séries de totais precipitados deste posto pluviométrico que será utilizada nas análises de frequência de chuvas máximas foram obtidas dos bancos de dados dos sítios: hidroweb.ana.gov.br (Sistema de Informações Hidrológicas–ANA), apresentadas na planilha a seguir.



DETALHES DO POSTO PLUVIOMÉTRICO - TOTAL MENSAL
Posto: Capela - Município: Capela-SE Código da Estação: 01037078

Ano	Meses												Total Anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1983	5,50	99,40	93,10	28,20	31,60	44,30	80,30	98,70	9,60	26,70	8,00	23,40	548,80
1984	12,40	14,20	136,20	285,20	227,20	144,80	204,40	69,80	154,20	66,90	33,10	5,80	1.354,20
1985	46,30	94,80	93,20	413,90	135,40	201,90	261,50	172,30	112,30	7,00	77,30	22,00	1.637,90
1986	5,40	76,60	150,40	179,20	307,10	169,30	150,60	91,20	158,00	186,60	113,70	32,70	1.620,80
1987	62,00	28,70	65,40	107,30	85,80	254,20	196,10	216,90	8,80	7,70	22,00	0,00	1.054,90
1988	23,30	4,30	95,20	305,60	214,90	398,60	435,20	90,10	68,00	59,40	95,90	85,30	1.875,80
1989	20,10	39,30	162,60	328,60	491,30	214,50	332,40	98,80	213,30	88,30	17,60	152,80	2.159,60
1990	52,90	8,20	42,90	159,80	101,20	126,90	223,00	97,20	92,80	62,60	36,00	12,00	1.015,50
1991	57,00	2,60	34,30	70,00	425,20	173,10	96,00	177,10	25,00	15,10	15,20	0,10	1.090,70
1992	155,80	102,50	169,20	70,50	56,80	153,50	161,10	103,00	93,20	15,80	20,80	111,90	1.214,10
1993	6,30	6,40	6,20	59,10	154,20	217,80	94,00	78,70	19,80	155,40	16,50	13,20	827,60
1994	13,10	46,50	108,00	102,40	115,10	368,60	247,90	63,20	65,10	29,40	8,90	13,70	1.181,90
1995	1,70	6,30	21,10	105,10	239,50	290,10	193,70	128,50	50,90	6,90	79,70	0,40	1.123,90
1996	30,90	7,00	23,90	364,60	185,10	211,40	136,90	197,50	71,60	74,20	58,90	60,60	1.422,60
1997	51,00	39,00	124,80	154,40	256,40	223,40	147,10	161,50	5,70	1,70	8,10	9,80	1.182,90
1998	45,00	37,70	16,20	72,90	115,00	243,40	133,00	72,80	51,50	24,70	6,00	1,50	819,70
1999	3,60	9,40	16,10	45,40	321,00	185,30	182,80	91,10	102,60	149,90	112,50	44,60	1.264,30
2000	68,60	155,10	46,30	178,80	63,40	263,10	141,70	152,40	110,10	12,90	25,50	59,20	1.277,10
2001	34,50	5,60	34,30	83,00	59,70	272,80	194,90	226,20	43,00	130,50	43,80	62,50	1.190,80
2002	249,20	34,20	69,80	95,00	244,10	170,10	113,40	107,40	52,50	12,60	11,80	39,60	1.199,70
2003	38,20	37,90	52,40	52,50	133,40	101,50	158,40	118,00	46,70	133,80	198,20	4,70	1.075,70
2004	328,90	89,90	14,30	32,00	94,10	203,90	110,60	78,60	114,80	0,30	5,90	0,00	1.073,30
2005	17,30	5,10	82,10	73,30	196,00	15,60	145,90	93,20	0,40	0,00	0,00	1,00	629,90
2006	0,00	0,00	0,20	51,60	145,10	159,80	134,50	39,60	40,70	36,10	0,00	0,00	607,60
2007	0,00	70,10	78,80	226,20	264,10	64,10	110,00	76,00	42,60	11,90	0,90	4,80	949,50
2008	0,20	68,00	60,40	48,80	174,50	66,90	175,20	119,50	32,60	25,00	0,80	22,00	793,90
2009	1,50	59,30	0,00	21,60		238,50	182,60	239,20	90,20	15,70	2,50	7,40	858,50
2010	12,20	45,80	36,40	279,70				92,60	108,70	42,40	0,00	0,00	617,80
2011	50,90	96,00	111,80	75,70	174,90	8,20	250,00	46,50	20,80	48,90	0,00	2,20	885,90
2012	1,90	39,60	33,20	34,20	109,90	88,40	309,80	72,50	179,70	61,40	4,40	4,00	939,00
2013	32,90	7,10	0,00	151,70	162,00	192,00	266,50	169,00	37,00	151,80	30,00	19,70	1.219,70
2014	8,20	24,80	73,90	214,60	209,40	169,90	183,90	90,70	125,50	108,40	60,20	12,60	1.282,10
2015	3,30	65,50	34,20	51,60	242,10	171,00	0,40	169,10	27,60	25,60	1,50	15,30	807,20
2016				66,40	106,10	112,80	109,40	68,50	40,40	8,60	3,70	5,80	521,70
2017	3,50	5,90	24,70	111,60	433,80	408,90	540,60	317,70	512,90	27,30	14,40	9,80	2.411,10
2018	4,10	85,20	45,60	134,00	187,70	210,30	128,20	33,20	54,60	6,40	11,70	7,40	908,40
2019	19,30	42,40	82,60	87,70	81,40	382,60	645,50	218,70	39,20	15,00	4,10	3,80	1.622,30
2020	38,20	63,60	427,00	567,30	895,80	572,60	400,90	168,80	96,20	63,70	34,30	21,80	3.350,20
2021	47,80	19,60	54,50	229,00	917,40	221,90	528,00		0,00	32,90	34,50	193,70	2.279,30
2022	32,80	3,20	78,30	83,50	476,10	683,60	345,90	155,90	21,20	14,80	117,60	34,10	2.047,00

6.3.2 – TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A função distribuição de probabilidade (fdp), proposta por Emil J. Gumbel é uma distribuição assimétrica de dois parâmetros, que tem sido largamente utilizada em fenômenos hidrológicos para determinar valores extremos. Razão pela qual essa função foi adotada.

A probabilidade de um evento de chuva ou vazão ser ultrapassado é dada pela expressão:

$$P(Y \geq Y_0) = 1 - e^{-e^{-y}}$$

Onde,

P = Probabilidade de o evento Y_0 ser ultrapassado ou igualado;

Y = Evento Superior a Y_0 ;

Y_0 = Evento a ser ultrapassado;

e = Base dos logaritmos neperiano;

y = Variável reduzida que é em função do tamanho da amostra e do tempo de recorrência, TR, em anos.

Ven Te Chow provou que a maioria das funções frequência, aplicáveis à hidrologia, pode ser resolvida pela equação geral, mostrada a seguir:

$$P_{TR} = P_{méd} + \sigma \times k(N; TR)$$

Onde,

P_{TR} = Precipitação máxima para o tempo de recorrência TR;

$P_{méd}$ = Precipitação média da série de observação;

σ = Desvio padrão de série de observação;

$k(N; TR)$ Fator de frequência em função do tamanho da série N e do tempo de recorrência TR;

N = Número de anos de observação.

As expressões abaixo são utilizadas:



$$P_{méd} = \frac{\sum Pi}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (Pi - P_{méd})^2}{N-1}}$$

Organizando uma planilha com a coluna (1), denominada de ordem e representada pela letra m onde,

$$m = 1, 2, \dots, N$$

A coluna (2) é colocada os valores das precipitações máximas anual em ordem decrescente.

A coluna (3) é a probabilidade de ocorrência do evento, dada por $P = \frac{m}{N+1}$.

A coluna (4) é o tempo de recorrência do evento de ordem m dado por $TR = \frac{1}{P}$ em anos.

A coluna (5) é o valor da variável reduzida do evento de ordem m, que é dada pela expressão:

$$y = -LN(-LN(1 - \frac{1}{TR})).$$

A coluna (6) traz o valor médio da variável reduzida y_N , sendo obtida pela seguinte expressão:

$$y_N = \frac{\sum_{m=1}^{m=N} y_i}{N}.$$

A coluna (7) traz a diferença entre as colunas (5) e (6), ou seja, $y_m - y_n$.

A coluna (8) contém o quadrado da coluna (7), ou seja, $(y_m - y_n)^2$.

Dessa planilha obtém-se o desvio padrão da variável reduzida y, que é dada pela expressão a

$$\text{seguir: } S_N = \sqrt{\frac{\sum (Y_N - y_N)^2}{N-1}}.$$

Com os dados da planilha e os cálculos elaborados pode-se chegar às precipitações extremas para um determinado tempo de recorrência TR (anos) pela aplicação da forma de Ven Te Chow.

Nesse trabalho, foram determinadas as precipitações extremas para TR igual a 10, 25, 50 e 100 anos.

Para cada projeto de drenagem superficial usa-se TR=10anos, para obras de arte corrente usa-se TR=25 anos, para dimensionarmos um canal e TR=50anos na verificação como orifício e TR=100 anos para dimensionarmos obras d'artes específicas.



RESUMO DOS DADOS DE CHUVA BRUTA

DADOS PLUVIOMÉTRICOS									
CÓDIGO: 01037078		ESTAÇÃO: CAPELA				MUNICÍPIO: CAPELA-SE			
Ordem "m"	Precipitação máxima diária anual em ordem decrescente (mm)	Probabilidade acumulada $p = m/(n+1)$, $n=40$	Período de retorno $TR = 1/p$ (anos)	Y	Yn	Y-Yn	(Y-Yn) ²	Pi - Pm	(Pi - Pm) ²
1	213,50	0,024	41,00	3,701	0,544	3,16	9,97	125,23	15681,93
2	180,00	0,049	20,50	2,996	0,544	2,45	6,01	91,73	8413,93
3	147,10	0,073	13,67	2,577	0,544	2,03	4,14	58,83	3460,67
4	138,00	0,098	10,25	2,276	0,544	1,73	3,00	49,73	2472,82
5	132,80	0,122	8,20	2,040	0,544	1,50	2,24	44,53	1982,70
6	132,20	0,146	6,83	1,844	0,544	1,30	1,69	43,93	1929,63
7	130,40	0,171	5,86	1,676	0,544	1,13	1,28	42,13	1774,73
8	125,90	0,195	5,13	1,528	0,544	0,98	0,97	37,63	1415,83
9	125,40	0,220	4,56	1,395	0,544	0,85	0,72	37,13	1378,45
10	118,80	0,244	4,10	1,274	0,544	0,73	0,53	30,53	931,93
11	117,70	0,268	3,73	1,164	0,544	0,62	0,38	29,43	865,98
12	117,50	0,293	3,42	1,061	0,544	0,52	0,27	29,23	854,25
13	100,80	0,317	3,15	0,964	0,544	0,42	0,18	12,53	156,94
14	91,00	0,341	2,93	0,873	0,544	0,33	0,11	2,73	7,44
15	89,00	0,366	2,73	0,786	0,544	0,24	0,06	0,73	0,53
16	89,00	0,390	2,56	0,704	0,544	0,16	0,03	0,73	0,53
17	83,90	0,415	2,41	0,625	0,544	0,08	0,01	-4,37	19,12
18	83,20	0,439	2,28	0,548	0,544	0,00	0,00	-5,07	25,73
19	77,20	0,463	2,16	0,474	0,544	-0,07	0,00	-11,07	122,60
20	77,20	0,488	2,05	0,402	0,544	-0,14	0,02	-11,07	122,60
21	76,40	0,512	1,95	0,332	0,544	-0,21	0,04	-11,87	140,96
22	75,50	0,537	1,86	0,262	0,544	-0,28	0,08	-12,77	163,14
23	73,00	0,561	1,78	0,195	0,544	-0,35	0,12	-15,27	233,25
24	72,60	0,585	1,71	0,127	0,544	-0,42	0,17	-15,67	245,63
25	71,00	0,610	1,64	0,061	0,544	-0,48	0,23	-17,27	298,34
26	70,90	0,634	1,58	-0,006	0,544	-0,55	0,30	-17,37	301,80
27	68,20	0,659	1,52	-0,072	0,544	-0,62	0,38	-20,07	402,91
28	66,80	0,683	1,46	-0,139	0,544	-0,68	0,47	-21,47	461,07
29	65,20	0,707	1,41	-0,206	0,544	-0,75	0,56	-23,07	532,34
30	64,40	0,732	1,37	-0,274	0,544	-0,82	0,67	-23,87	569,90
31	59,20	0,756	1,32	-0,344	0,544	-0,89	0,79	-29,07	845,21
32	57,80	0,780	1,28	-0,416	0,544	-0,96	0,92	-30,47	928,57
33	52,60	0,805	1,24	-0,491	0,544	-1,03	1,07	-35,67	1272,53
34	51,50	0,829	1,21	-0,570	0,544	-1,11	1,24	-36,77	1352,22
35	45,60	0,854	1,17	-0,653	0,544	-1,20	1,43	-42,67	1820,94
36	40,60	0,878	1,14	-0,744	0,544	-1,29	1,66	-47,67	2272,67
37	39,90	0,902	1,11	-0,845	0,544	-1,39	1,93	-48,37	2339,90
38	39,80	0,927	1,08	-0,961	0,544	-1,50	2,26	-48,47	2349,58
39	36,80	0,951	1,05	-1,105	0,544	-1,65	2,72	-51,47	2649,42
40	32,50	0,976	1,03	-1,312	0,544	-1,86	3,44	-55,77	3110,57
SOMA	3.530,90			21,745			52,10		63.909,26

n

40

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
 CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com

MÉDIA(Pm) 88,27
S (mm) 40,48

S_y 1,156

C	ISOZONA
---	---------

TR	Y	K(N;TR)	P(TR)
5	1,500	0,827	121,77
10	2,250	1,477	148,05
15	2,674	1,843	162,87
25	3,199	2,297	181,25
50	3,902	2,905	205,89
100	4,600	3,510	230,34

P 24h	RELAÇÃO 1h/24h	P 1h	RELAÇÃO 6min/24h	P 6min
133,94	0,401	53,71	0,098	13,13
162,85	0,397	64,65	0,098	15,96
179,16	0,395	70,77	0,098	17,56
199,38	0,392	78,16	0,098	19,54
226,48	0,388	87,87	0,098	22,19
253,38	0,384	97,30	0,088	22,30

Com as informações acima obtém-se os valores de $k(55,10)$; $k(55,25)$; $k(55,50)$ e $k(55,100)$.

$$k(N, TR) = \frac{(y_{(TR)} - y_N)}{S_y}. \text{ Como já foi citado, } y_{(TR)} = -LN(-LN(1 - \frac{1}{TR})).$$

O quadro 6.7 a seguir mostra o cálculo dos valores de $k(N, TR)$.

Quadro 6.7 – Cálculos de $k(N, TR)$.

TR	N=40 anos de observação			
	Y _(TR)	Y _(N)	S _(y)	k(N, TR)
5 anos	1,500	0,544	1,156	0,827
10 anos	2,250	0,544	1,156	1,477
15 anos	2,674	0,544	1,156	1,843
25 anos	3,199	0,544	1,156	2,297
50 anos	3,902	0,544	1,156	2,905
100 anos	4,600	0,544	1,156	3,510

Com valores do quadro acima e da planilha já descrita obtém-se as precipitações extremas da chuva de 1 dia de duração para os tempos de recorrência TR, 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos.

$$P_{TR=5} = 121,77mm$$

$$P_{TR=10} = 148,05mm$$

$$P_{TR=15} = 162,87mm$$



$$P_{TR=25} = 181,25mm$$

$$P_{TR=50} = 205,89mm$$

$$P_{TR=100} = 230,34mm$$

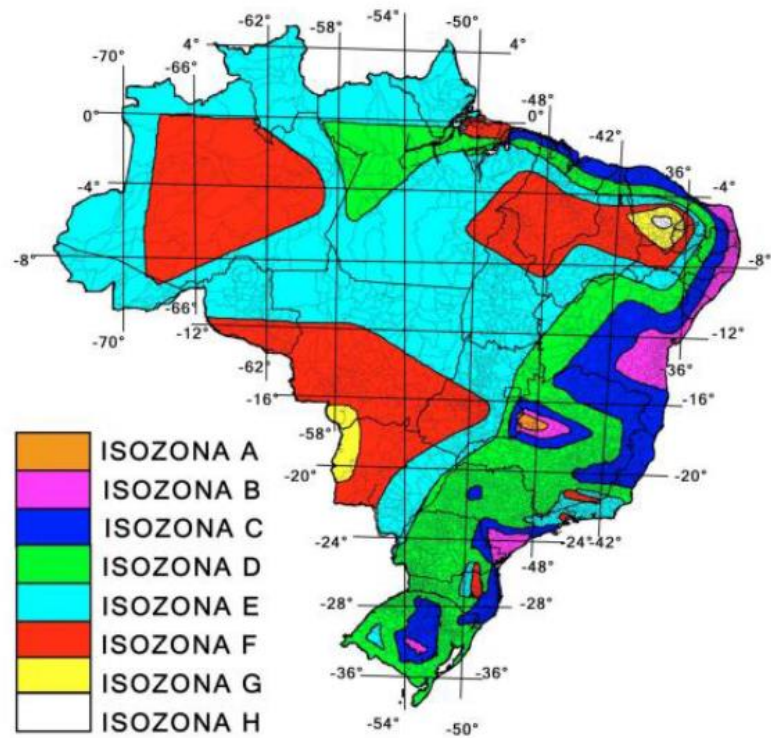
6.3.3 – CONSTRUÇÃO DAS CURVAS DE PRECIPITAÇÃO X TEMPO DE RECORRÊNCIA X DURAÇÃO

Para construção das curvas $P \times TR \times D$ foi adotado o Método das Isozonas desenvolvido pelo engenheiro Jaime Taborga Torrigo.

Esse método consiste em fazer uma delimitação das áreas de equivalência hidrológicas no Brasil, chamadas de Isozonas. Para o Prof. Jaime Taborga o nosso país possui oito regiões de semelhança hidrológicas que são as Isozonas denominadas de A, B, C, D, E, F, G e H.

A figura 7.6 a seguir, mostra mapa do Brasil e suas Isozonas. O trecho em estudo se encontra na **Isozona B**.

Figura 6.1 – Isozonas de Igual Duração



Fonte: Isozonas, Taborga (1974)

O Prof. Taborga criou uma tabela, que é mostrada mais adiante, que relaciona o tempo de recorrência, percentuais da chuva de 1hora com a chuva de 24horas e chuva de duração de 6min com a chuva de 24horas para cada Isozona.

Relação:		1h/24h										6min/24h	
Tr		5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5 ~ 50	100
ISOZONAS	A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	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	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
	H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Segundo Taborga, a transformação da chuva de durações de 1dia em uma chuva de 24horas de duração é dada pela seguinte expressão:

$$P_{24} = 1,1xP_{1dia}$$

Portanto, calcula-se:

Para TR=5anos $P_{(24,5)} = 133,94 \text{ mm}$

Para TR=10anos $P_{(24,10)} = 162,85 \text{ mm}$

Para TR=15anos $P_{(24,15)} = 179,16 \text{ mm}$

Para TR=25anos $P_{(24,25)} = 199,38\text{mm}$

Para TR=50anos $P_{(24,50)} = 226,48\text{mm}$

Para TR=100anos $P_{(24,100)} = 253,38\text{mm}$

Conhecidas as alturas das chuvas com a duração de 24horas, para os tempos de recorrência TR de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos, que são os usuais para os projetos rodoviários, e recorrendo-se ao trabalho do Prof. Taborga, verifica-se que o posto pluviométrico **código 01037078**, utilizado nesse trabalho está inserido na **isozona B**. Do mesmo trabalho do Prof. Taborga, foi construída uma tabela, relacionando para cada isozona o percentual da chuva de duração de 1hora com a chuva de 24horas de duração para os tempos de recorrência TR igual a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100, 1000 e 10000anos.

Da mesma forma foi definido o percentual de chuva com 6minutos de duração com a chuva de 24horas. Nesse caso para TR variando entre 05 e 50 anos o percentual tem um único valor em cada isozona, e para TR=100anos o percentual assume outro valor.

Na hipótese do Prof. Taborga usando um papel semilogaritmo as curvas de P_{xTRxD} são constituídas por dois segmentos de reta. O primeiro unindo o ponto com duração de 6min e 1hora e o outro unindo o ponto com 1hora e 24horas. Para durações com valores dentro desse domínio, tira-se o valor de precipitação procurada do gráfico.

A seguir são calculados os valores das precipitações brutas com a duração de 1hora e 6minutos.

Relação chuva de 1hora para 24horas.

Para TR=5anos

$$P_{1h} = 0,381xP_{24h} = 53,71\text{mm}$$



Para TR=10anos

$$P_{1h} = 0,378 \times P_{24h} = 64,65mm$$

Para TR=15anos

$$P_{1h} = 0,375 \times P_{24h} = 70,77mm$$

Para TR=25anos

$$P_{1h} = 0,373 \times P_{24h} = 78,16mm$$

Para TR=50anos

$$P_{1h} = 0,369 \times P_{24h} = 87,87mm$$

Para TR=100anos

$$P_{1h} = 0,366 \times P_{24h} = 97,30 mm$$

Relação chuva de 6 minutos para a chuva de 24 horas.

Para TR=5anos

$$P_{6min} = 0,084 \times P_{24h} = 13,13mm$$

Para TR=10anos

$$P_{6min} = 0,084 \times P_{24h} = 15,96mm$$

Para TR=15anos

$$P_{6min} = 0,084 \times P_{24h} = 17,56mm$$

Para TR=25anos

$$P_{6min} = 0,084 \times P_{24h} = 19,54mm$$

Para TR=50anos

$$P_{6min} = 0,084 \times P_{24h} = 22,19mm$$

Para TR=100anos

$$P_{6min} = 0,075 \times P_{24h} = 22,30mm$$



Com os valores das chuvas de 6 minutos, 1 hora e 24 horas de duração para os tempos de recorrência TR=5, 10, 15, 25, 50, e 100 anos constrói-se o gráfico P_xTRxD que é formado de dois segmentos de reta.

A Reta-01 com duração variando de 6 minutos a 60 minutos (1h) e a Reta-02 com duração variando de 60 minutos (1h) a 1440 minutos (24h).

Os valores dos pontos dessas retas, para os tempos de recorrência TR iguais a 10 anos, 25 anos, 50 anos e 100 anos, são mostrados a seguir:

$$\text{RETA – 01: } P_{(i)} = m_1 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + P_{(6\text{min})}; \quad m_1 = (P_{(60)} - P_{(6)}) / (\text{Log}(60) - \text{Log}(6))$$

Duração variando 6 min a 60 min.

Para TR = 5 anos

$$P_{(6\text{min})} = 13,13 \text{ mm}; P_{(60\text{min})} = 53,71 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$R-01 \rightarrow P_{(i)} = 40,58 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 13,13$$

Para TR = 10 anos

$$P_{(6\text{min})} = 15,96 \text{ mm}; P_{(60\text{min})} = 64,65 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$R-01 \rightarrow P_{(i)} = 48,69 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 15,96$$

Para TR = 15 anos

$$P_{(6\text{min})} = 17,56 \text{ mm}; P_{(60\text{min})} = 70,77 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$R-01 \rightarrow P_{(i)} = 53,21 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 17,56$$

Para TR = 25 anos

$$P_{(6\text{min})} = 19,54 \text{ mm}; P_{(60\text{min})} = 78,16 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$R-01 \rightarrow P_{(i)} = 58,62 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 19,54$$

Para TR = 50 anos

$$P_{(6\text{min})} = 22,19 \text{ mm}; P_{(60\text{min})} = 87,87 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$R-01 \rightarrow P_{(i)} = 65,68 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 22,19$$

Para TR = 100 anos

$$P_{(6\text{min})} = 22,30 \text{ mm}; P_{(60\text{min})} = 97,30 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$R-01 \rightarrow P_{(i)} = 75,00 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 22,30$$



RETA – 02: $P_{(i)} = m_2 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(60)) + P_{(60\text{min})}$; $m_2 = (P_{(1440)} - P_{(60)}) / (\text{Log}(1440) - \text{Log}(60))$

Para TR = 5 anos

$$P_{(60\text{min})} = 53,71 \text{ mm}; P_{(1440\text{min})} = 133,94 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$\text{R-02} \rightarrow P_{(i)} = 58,13 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 53,71$$

Para TR = 10 anos

$$P_{(60\text{min})} = 64,65 \text{ mm}; P_{(1440\text{min})} = 162,85 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$\text{R-02} \rightarrow P_{(i)} = 71,15 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 64,65$$

Para TR = 15 anos

$$P_{(60\text{min})} = 70,77 \text{ mm}; P_{(1440\text{min})} = 179,16 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$\text{R-02} \rightarrow P_{(i)} = 78,53 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 70,77$$

Para TR = 25 anos

$$P_{(60\text{min})} = 78,16 \text{ mm}; P_{(1440\text{min})} = 199,38 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$\text{R-02} \rightarrow P_{(i)} = 87,83 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 78,16$$

Para TR = 50 anos

$$P_{(60\text{min})} = 87,87 \text{ mm}; P_{(1440\text{min})} = 226,48 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$\text{R-02} \rightarrow P_{(i)} = 100,42 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 87,87$$

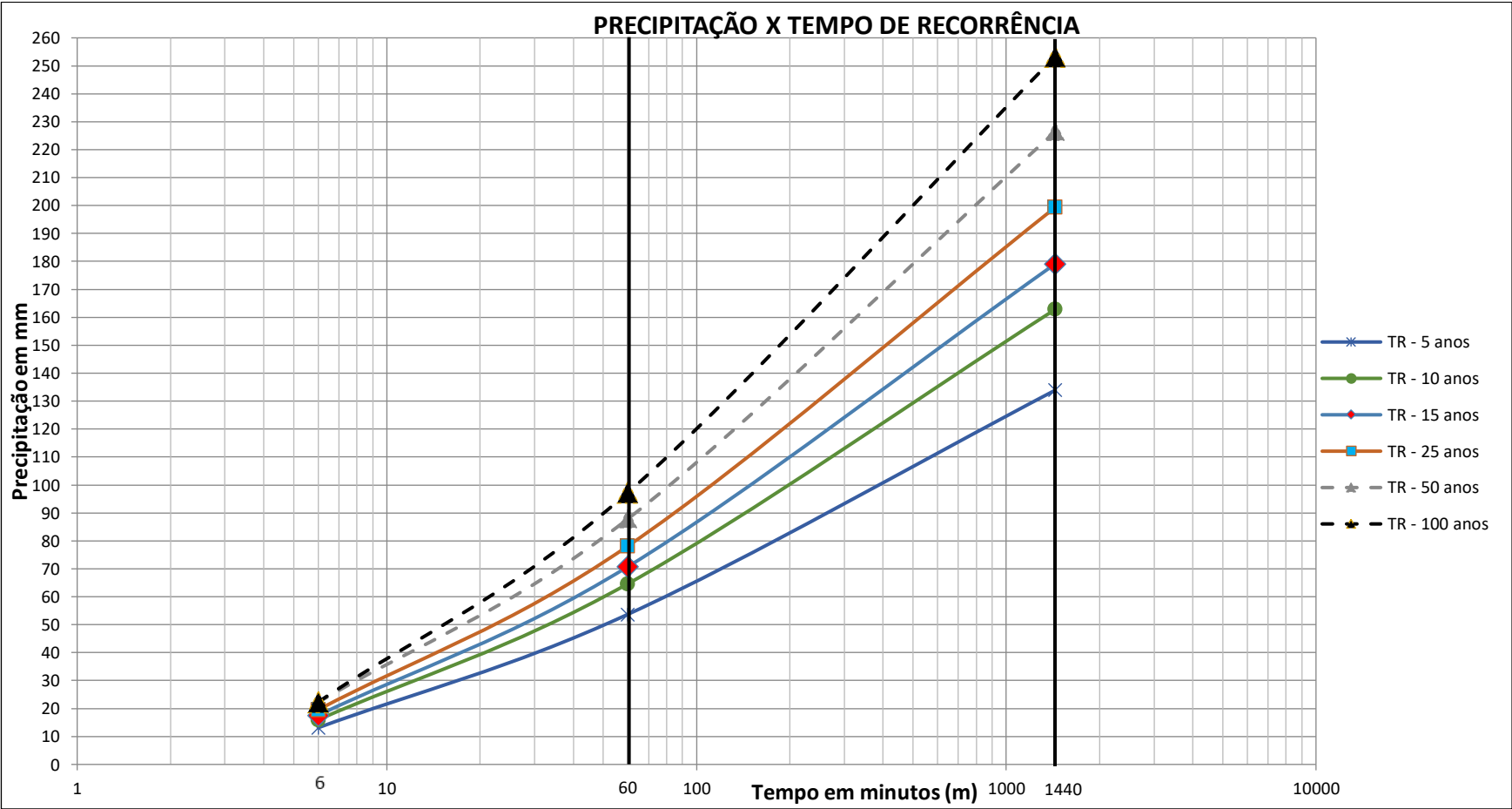
Para TR = 100 anos

$$P_{(60\text{min})} = 97,30 \text{ mm}; P_{(1440\text{min})} = 253,38 \text{ mm}; \text{ logo:}$$

$$\text{R-02} \rightarrow P_{(i)} = 113,08 \times (\text{Log}(D_i) - \text{Log}(6)) + 97,30$$

A seguir tem-se a representação gráfica das retas:

Gráfico: Precipitação X Tempo de Recorrência



6.3.4 – DADOS HIDROLÓGICOS DAS BACIAS.

Para as bacias é preciso determinar a altura de chuva bruta, individualizada para cada bacia estudada, e é obtida com cálculos, seguindo o seguinte roteiro:

- Determinar a duração do evento “T_c”;
- Definir o valor adimensional “CC”, para cada caso;
- Calcular o valor de D(min) para obter P(mm), chuva bruta.

A duração da chuva tem uma estreita relação com o tempo de concentração. Nesse trabalho a duração será adotada como 50% maior que o tempo de concentração.

Existem diversas expressões para calcular o tempo de concentração de uma bacia. Nesse trabalho, foi utilizada a fórmula modificada de KIRPICH, que é dada pela expressão abaixo:

$$T_c = 1,42x\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde,

T_c = tempo de concentração, em horas;

L = Comprimento do curso d’água, em Km;

H = desnível máximo, em m.

Obtido T_c, em horas, calcula-se a duração de chuva D, em minutos, pela expressão abaixo:

$$D_{(min)} = CCxT_cx60,$$

Onde CC é igual a um coeficiente adimensional para ajustar as velocidades ao método de KIRPICH modificado. Nos estudos desenvolvidos por Kirpich foi verificado que as velocidades das pequenas bacias são menores ou iguais a 4,0 km/h e nas grandes bacias $V \leq 4,8$ km/h

Conhecido D obtém-se P do gráfico $PxTRxD$. Note que P é a altura da chuva bruta.

Conhecido a chuva bruta no posto, o próximo passo é calcular a chuva uniforme sobre a bacia.

A seguir o **Quadro 6.8** apresentado contém 14 colunas que são descritas a seguir:

Coluna (1) – Número da bacia;

Coluna (2) – Estaca de referência da bacia;

Coluna (3) – Área da bacia, em km²;

Coluna (4) – Comprimento do talvegue, em km;

Coluna (5) – Desnível máximo;

Coluna (6) – Tempo de concentração, em horas;

Coluna (7) – Coeficiente de Correção adimensional, $CC \geq 1$;

Coluna (8) – Duração de chuva, em minutos;

Colunas (9, 10, 11, 12, 13 e 14) – Precipitação bruta no ponto para TR 5, 10, 15, 25, 50 e 100anos.6.3.4.1 – Bacias com Áreas Inferiores a 4 km².

Para essas bacias, será empregado o Método Racional que é dado pela expressão abaixo.

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = \frac{17 \times C \times P \times A}{CC \times D}$$

Onde,

Q = vazão no ponto estudado, m³/s;

C = Coeficiente de escoamento, adimensional, adotado 0,10, conforme tabela da Prefeitura de São Paulo, apresentada a seguir no quadro 5.8, desenvolvida pelo Prof. Paulo Wilken (1978);

P = Precipitação bruta, medida no pluviômetro, em mm;

A = Área da bacia contribuinte em Km²;

D = Duração da chuva, em min.

CC = Coeficiente adimensional majorador da Duração, para ajustar as velocidades de escoamento ao método de KIRPICH modificado. Nos estudos desenvolvidos por Kirpich foi verificado que as velocidades das pequenas bacias são menores ou iguais a 4,0 km/h

Quadro: 6.8 – Dados Hidrológicos das Bacias (Município de Capela-SE)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nº DA BACIA	ESTACA REFERENCIA	ÁREA (km ²)	L (km)	H (m)	Tc (h)	CC	D (min)	P (B; 5)	P (B; 10)	P (B; 15)	P (B; 25)	P (B; 50)	P (B; 100)
B-01	294 + 13,67	0,15	0,42	61,00	0,11	1,00	6,43	14,3	17,4	19,1	21,3	24,2	24,5
B-02	446 + 9,58	0,49	0,60	11,00	0,31	1,00	18,76	33,2	40,1	43,9	48,6	54,7	59,4
B-03	484 + 18,92	0,58	0,76	11,00	0,41	1,00	24,65	38,0	45,8	50,2	55,5	62,5	68,3
B-04	539 + 8,83	1,05	1,15	8,00	0,75	1,00	44,96	48,6	58,6	64,1	70,8	79,6	87,9
B-05	658 + 18,11	4,91	3,03	30,00	1,38	1,00	82,76	61,8	74,6	81,7	90,4	101,9	113,1

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
 CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com

6.3.5 – ESTUDOS DA RELAÇÃO CHUVA DEFLÚVIO.

A obtenção da resposta de um evento de chuva em uma determinada bacia é um deflúvio, ou seja, uma vazão.

Esses estudos são necessários para o dimensionamento das obras de drenagem, sejam elas banquetas, valetas, bueiros ou pontes.

As metodologias empregadas para cada caso serão descritas aqui.

6.3.5.1 – *Bacias com Áreas Inferiores a 4 km².*

Para essas bacias, será empregado o Método Racional que é dado pela expressão abaixo.

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = \frac{17 \times C \times P \times A}{CC \times D}$$

Onde,

Q = vazão no ponto estudado, m³/s;

C = Coeficiente de escoamento, adimensional, adotado 0,10, conforme tabela da Prefeitura de São Paulo, apresentada no quadro 6.9, desenvolvida pelo Prof. Paulo Wilken (1978);

P = Precipitação bruta, medida no pluviômetro, em mm;

A = Área da bacia contribuinte em Km²;

D = Duração da chuva, em min.

CC = Coeficiente adimensional majorador da Duração, para ajustar as velocidades de escoamento ao método de KIRPICH modificado. Nos estudos desenvolvidos por Kirpich foi verificado que as velocidades das pequenas bacias são menores ou iguais a 4,0 km/h

Quadro 6.9 – Valores de C adotadas pela Prefeitura São Paulo (Wilken, 1978).

Zonas	C
Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 - 0,95
Edificação não muito densa: Partes adjacentes ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção.	0,10 - 0,25
Matas, parques e campos de esportes: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	0,05 - 0,20

Após elaboração dos cálculos determinou-se as vazões afluentes às obras de artes correntes de cada bacia, que são apresentados no **Quadro 6.10**.

Quadro 6.10 – Vazões das Bacias com áreas inferiores a 4 km²

Restauração do Segmento da SE - 339, Trecho: Capela / Entr. SE – 230 (Nossa Sra. Das Dores no município de Capela)									
Nº DA BACIA	ÁREA (km ²)	CC	D (min)	P(BU;15)	P(BU;25)	P(BU;50)	C	Q.15 (m ³ /s) B?TC	Q.25 (m ³ /s) B?TC
B-01	0,15	1,00	6,43	19,14	21,29	24,15	0,10	0,76	0,84
B-02	0,49	1,00	18,76	43,90	48,56	54,71	0,10	1,93	2,14
B-03	0,58	1,00	24,65	50,21	55,51	62,50	0,10	2,01	2,22
B-04	1,05	1,00	44,96	64,10	70,81	79,64	0,10	2,54	2,81

6.3.5.2 – *Bacias com Áreas entre 4 Km² e 10 Km².*

Para essas bacias, será empregado o Método Racional Corrigido. O diferencial deste método para o racional puro é a introdução de um coeficiente de retardo “n”, tomando a equação a seguinte forma:

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = n \times \left(\frac{17 \times C \times P \times A}{CC \times D} \right)$$

Onde:

Q = vazão no ponto estudado, m³/s;

C = coeficiente de escoamento, adimensional, adotado 0,10, conforme tabela da Prefeitura de São Paulo, apresentada no quadro 6.8, desenvolvida pelo Prof. Paulo Wilken (1978);

P = precipitação bruta, medida no pluviômetro, em mm;

A = área da bacia contribuinte em km²;

D = duração da chuva, em min.;

n = coeficiente de retardo.

O coeficiente de retardo procura corrigir o fato do escoamento superficial sofrer um retardamento em relação ao início da precipitação. Se este fato fosse considerado no Método Racional, seria escolhida uma chuva mais longa e, conseqüentemente, com intensidade mais baixa. Com a aplicação do coeficiente de retardamento, que varia entre 0 e 1, procura-se uma compensação para este efeito, que não é considerado no Método Racional. O coeficiente de retardo é expresso pela seguinte expressão:

$$n = A^{-0,10}$$

Onde,

n = coeficiente de retardo

A = área da bacia contribuinte em Km²;

Nesse caso, **n = 0,85.**

Após elaboração dos cálculos para estas condições, determinou-se as vazões afluentes às obras de artes correntes (bueiros tubulares) de cada bacia, que são apresentados no quadro 6.11.



Quadro 6.11 – Vazão da Bacia com área superior a 4 km² inferiores a 10 km²

Restauração do Segmento da SE - 339, Trecho: Capela / Entr. SE – 230 (Nossa Sra. Das Dores no município de Capela)										
Nº DA BACIA	ÁREA (km ²)	CC	D (min)	P(BU;15)	P(BU;25)	P(BU;50)	C	n (Coef. Ret.)	Q.25 (m ³ /s) BDCC	Q.50 (m ³ /s) BDCC
B-05	4,91	1,00	82,76	81,74	90,43	101,90	0,10	0,85	7,78	8,77

6.3.5.3 – Bacias com Áreas Superiores a 10 Km².

Para essas bacias, serão utilizados os procedimentos do Hidrograma Unitário Sintético proposto pelo SCS – Soil Conservation Service, cuja sigla hoje é NRCS – National Resource Conservation Service.

Nesse método as bacias com área $A \leq 25 \text{ km}^2$ são admitidas quando as chuvas brutas estão distribuídas uniformemente sobre elas. Já, as bacias com áreas superiores a 25 km^2 é aplicado um fator redutor k , para transformar a chuva bruta no ponto analisado em chuva uniforme sobre a bacia considerada. O fator redutor k é calculado pela expressão abaixo:

$$K = 1 - (0,10x \log \frac{A}{A_0})$$

Onde,

K = é o valor do fator redutor da precipitação

A = Área da bacia em km^2

A_0 = Área do módulo de uniformidade igual a 25 km^2

Logo calculado K , obtém-se a chuva uniforme na bacia que é dada por:

$$P_{UNIFORME} = KxP_{PONTO}$$

6.3.5.4 – Determinação da Chuva Excedente

Para as bacias com área superior a 10 km^2 é preciso determinar a precipitação excedente, ou seja, aquela que escoar.

No trecho em estudo não foi encontrada nenhuma bacia que se enquadrasse nesta condição.

6.3.5.5 – Aplicação do Procedimento do SCS.

Para as bacias com áreas inferior ou igual a 10.0 Km², a vazão é calculada usando a precipitação bruta uniforme sobre a área.

Para as áreas superiores a 10.0 Km², deve-se usar um método que desconte da chuva bruta todas as perdas, obtendo-se, assim, a chuva efetiva, ou seja, aquela que produz escoamento superficial.

Nesse estudo foi feito a opção pelo método do SCS, conhecido como número de curva CN. CN é uma variável que depende do tipo do terreno da bacia, ou uso e ocupação da área. $CN \leq 100$.

Como pode ser visto no **Quadro 6.12** a seguir:

Quadro 6.12 – Número de Curva (CN) para Diferentes Condições do Complexo Hidrológico

Solo - Cobertura Vegetal					
Para Condição de Umidade Antecedente II (Média) E I _a = 0,2s					
Cobertura Vegetal	Condição de Retenção Superficial	Grupo Hidrológico do Solo			
		A	B	C	D
Terreno não Cultivado com Pouca Vegetação	Pobre	77	86	91	94
Terreno Cultivado	Pobre	72	81	88	91
	Boa	51	67	76	80
Pasto	Pobre	68	79	86	89
	Boa	39	61	74	80
Mata ou Bosque	Pobre	45	66	77	83
	Boa	25	55	70	77
Área Urbana	Pobre	74	80	87	90
	Boa	70	76	83	86

Fonte: IPR 715 - Manual de hidrologia básica - DNIT

Nesse quadro, os quatro grupos hidrológicos do solo são relacionados com a permeabilidade relativa das camadas inferiores, após um período prolongado de chuvas intensas, independentemente da cobertura vegetal, conforme descrito em seguida.

GRUPO A - Potencialidade mínima para formação de deflúvio superficial. Inclui areias em camadas espessas com muito pouco silte e argila e também loess profundo muito permeável.

GRUPO B - Principalmente solos arenosos menos espessos que no grupo A e loess menos profundo ou menos agregado que no grupo A, porém apresentam infiltração acima da média, após intenso umedecimento prévio.

GRUPO C - Compreende solos pouco profundos e solos contendo bastante argila e colóides, no entanto, menos que no grupo D. O grupo apresenta infiltração abaixo da média, após pré-saturação.

GRUPO D - Potencial máximo para formação do deflúvio superficial. O grupo inclui em sua maioria, argilas de alto valor de expansão, incluindo também alguns solos pouco profundos, com sub-horizontes quase impermeáveis, próximos da superfície. Qualquer tipo de solo em terreno plano, com fraca rede de drenagem, acaba enquadrando-se nesse grupo, após um período prolongado de chuvas que eleva o nível do lençol freático para a superfície.

Para região em estudo foi adotado:

- Cobertura vegetal: **Mata ou Bosque**;
- Condição de retenção superficial: **Boa**
- Grupo hidrológico do solo: **C**

Entrando no **quadro 6.12** com os dados acima, encontra-se $CN = 70$.

Inicialmente calcula-se o valor de armazenamento máximo S_D dado pela expressão abaixo:

$$S_D = \frac{25400 - 254 \times CN}{CN}, \text{ em mm}$$

Para região em estudo foi adotado $CN = 70$. Portanto,

$$S_D = \frac{25400 - 254 \times 70}{70} = 108,8 \text{ mm}$$

Em seguida, determina-se a chuva excedente pela expressão abaixo:

$$R = \frac{(P - I_A)^2}{(P - I_A) + S_D}, \text{ em mm}$$

P = Precipitação bruta para um dado TR (Tempo de recorrência)

I_A = Abstração inicial, em mm.

Normalmente adota-se $I_A = 0,20 \times S_D$, portanto, a fórmula da chuva excedente passa a ser:

$$R = \frac{(P - 0,20 \times S_D)^2}{P + 0,80 S_D}, \text{ em mm.}$$



Essa equação só pode ser aplicada se $P > 0,20$ SD.

6.4 – DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETOS PARA AS BACIAS COM ÁREA $A > 10$ KM²

6.4.1 – EMPREGO DO MÉTODO DA CONVOLUÇÃO

Segundo McCueu (1998), o processo segundo o qual a chuva de projeto e combinada a uma função de transferência para produzir o hidrograma do escoamento superficial é chamada de convolução.

Conceitualmente, convolução é o processo de multiplicação, translação do tempo e adição.

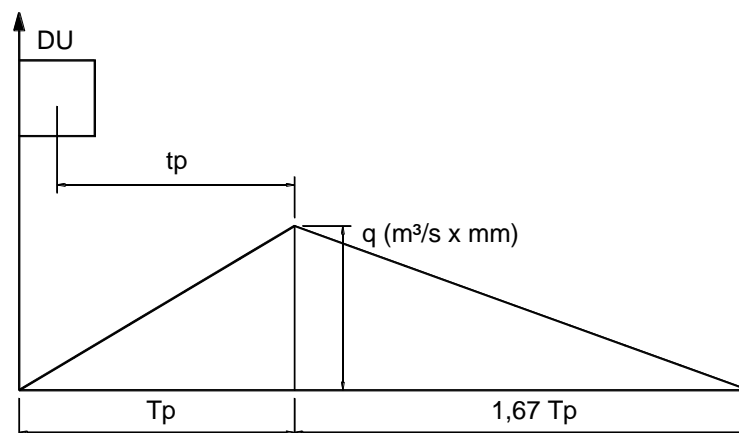
No processo dito convolução, as ordenadas do hidrograma unitário correspondentes a um incremento Δt de tempo V_i ($m^3/s \times mm$) é multiplicado pelo valor da chuva excedente do correspondente intervalo Δt do hietograma da chuva excedente. Para a aplicação do citado método é preciso que a discretização do tempo em ambos os gráficos seja feito com o mesmo valor de Δt .

6.4.2 – CONSTRUÇÃO DO HIETOGRAMA UNITÁRIO PARA CADA BACIA USANDO O PROCESSO DO SCS.

Para cada bacia, determina-se a duração de chuva usando o tempo de concentração t_c . No caso adotou-se $D_u = 0,6(t_c/5)$ em minutos.

Conhecido D (min) adota-se a duração unitária da chuva do HUT (Hidrograma Unitário Triangular) que é mostrado a seguir:

Figura 6.9 – Duração Unitária da Chuva do HUT



Costuma-se adotar a relação entre $T_p = 5 \times D_u$.

Visto o hidrograma unitário mostrado acima e conhecido os valores de D_u (min), área da bacia A (Km^2), a base do triângulo $t_B = 2,67 \times T_p$ (min) onde $T_p = 5 \times D_u$ é o tempo de pico do triângulo então pode calcular a vazão de pico do hidrograma unitário q_p com unidade em $(\frac{m^3}{sxmm})$.

A área do hidrograma é o volume de água acumulado na bacia em estudo com uma lâmina de 1 mm.

$$Q_p = \frac{Ar}{0,03 \times T_B}$$

Onde:

QP = descarga máxima, em m³/s por mm do deflúvio,

AR = área da bacia, em km²,

TB = base do fluviograma unitário, em minutos,

0,03 = coeficiente de compatibilização de unidades

6.4.3 – CÁLCULOS ELABORADOS

No trecho em estudo, nenhuma bacia teve suas vazões de projeto determinadas pelo emprego do método de convolução.

6.5 – DIAGNÓSTICO DA DRENAGEM EXISTENTE

6.5.1 – DRENAGEM SUPERFICIAL

Em função de ser uma rodovia antiga, verificou-se apenas resquícios da drenagem superficial implantada na ocasião da execução da rodovia. Esses resquícios estão em péssimas condições estruturais, necessitando de substituição/implantação.

Atualmente a drenagem superficial é praticamente inexistente, sendo necessária a implantação de uma nova drenagem.

6.5.2 – OBRAS DE ARTE CORRENTES

Foram identificadas diversas obras de arte correntes ao longo da rodovia durante visita técnica, como também a identificação de pontos baixos onde possivelmente será implantado este tipo de



obra. A relação dos bueiros existentes é apresentada no Quadro 6.13 a seguir, como também os locais a serem implantados novos bueiros, se necessário.

Quadro – 6.13 – Relação de Bueiros Existentes			
Estaca Geométrico	Tipo	Dim.	Observação
294+13,67	BSTC	Ø 1,00	Desativado
446+9,58	BDTC	Ø 1,00	Assoreado, alas e muros de testa danificado
484+18,92	BDTC	Ø 1,00	Muro de testa e alas danificados
539+8,83	BSTC	Ø 1,00	Assoreado e bocas danificados
658+18,11	BDTC	Ø 1,00	2 linhas do à montante e só 1 a jusante

Analisando de uma forma geral, verificamos que os bueiros, se encontram em um estado de manutenção já bem atrasados com calçadas e paredes sem argamassa, com problemas nas bocas. Em virtude disto, além da necessidade de limpeza, o ideal seria a substituição das bocas com problemas para poder atender adequadamente as necessidades preconizadas nos estudos hidrológicos.

6.5.3 – OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

Não existem obras de arte especiais no trecho em estudo.

7 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará*

rwconsultores1343@gmail.com

7 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

7.1 – GENERALIDADES

Os estudos topográficos foram desenvolvidos conforme a IS-205, DNIT. Estes estudos foram realizados com a finalidade de gerar uma planta planialtimétrica cadastral ao longo do traçado onde será elaborado o projeto de restauração e melhoramentos do trecho: **Capela / Entr. SE-230 (N.S. das Dores), PNV 339ESE040**, com extensão aproximada de 16,97 km.

7.2 – NORMAS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS NO LEVANTAMENTO

O levantamento planialtimétrico e cadastral teve como referência as instruções contidas nas IS-204 e IS-205 do DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes, e Normas da ABNT.

7.3 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E BASE DE REFERÊNCIA

Na realização dos trabalhos de campo foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Estação Total, MARCA GEODETIC;
- Acessórios da estação (prisma, bastões e baterias);
- GPS CHC Modelo X900U;

Receptor GNSS RTK.

As coordenadas foram obtidas por navegação a partir da estação geodésica do IBGE SEAJ (Código SAT 93314), situado em São Cristóvão-SE, com coordenadas UTM (SIRGAS 2000) mostradas a seguir:

MARCO IBGE SEAJ CÓDIGO 93314

E = 707.180,254;

N = 8.791.151,052.

ALTITUDE = 1,639 m

7.4 – SERVIÇOS EXECUTADOS

Para realização dos estudos topográficos foram executados os seguintes serviços.

- Obtenção de coordenadas e cotas;



- Levantamento da Poligonal Eletrônica de Apoio;
- Levantamento das Seções Transversais;
- Levantamento Cadastral de Benfeitorias e Obras d'artes;
- Colocação das Amarrações da Poligonal de Apoio e RN'.

7.4.1 – OBTENÇÃO DE COTAS E COORDENADAS

As coordenadas e as cotas foram obtidas através de navegação com a utilização de um receptor GNSS RTK e um GPS CHC Modelo X900U. Para a navegação foi utilizada como apoio a estação geodésica do IBGE SEAJ (Código SAT 93314), situado em São Cristóvão-SE, com coordenadas E = 707.180,254; N = 8.791.151,052, pertencente a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GNSS (RBMC). As coordenadas utilizadas utilizam o Sistema de Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) e têm como datum horizontal o sistema SIRGAS 2000. Para as cotas (elevação) foi utilizado o datum vertical Imituba (SC). O relatório da estação geodésica do IBGE está sendo apresentado ao final do capítulo.





Relatório de Estação Geodésica

Estação:	93314	Nome da Estação:	93314	Tipo:	Estação GPS
Município:	SÃO CRISTÓVÃO			UF:	SE
Última Visita:	15/04/2013	Situação Marco Principal:	BOM	Última Atualização:	17/07/2017
					Inscrição chapa: SAT 93314

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	10° 55' 46,67809" S	Altitude Normal(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	37° 06' 15,40042" W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	1,639	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	15/04/2013				
Data Cálculo	05/06/2013				
Sigma Latitude(m)	0,001				
Sigma Longitude(m)	0,001				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,008				
UTM(N)	8.791.151,052				
UTM(E)	707.180,254				
MC	-39				

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf

Localização

Na laje do prédio do Departamento de Engenharia Agrônômica, sobre o LabGTM - Laboratório de Geoprocessamento, Topografia e Modelagem da Universidade Federal de Sergipe, situada na Av. Marechal Rondon, s/n - Cidade Universitária Prof. José Aldísio de Campos, São Cristóvão - SE CEP: 49.100-000.

Descrição

Pilar de concreto com formato cilíndrico, medindo 1,50 m de altura, com diâmetro de 0,25 m, está assentado em uma base triangular. Possui no topo um dispositivo de centragem forçada, padrão IBGE.

Observação

Identificação da Estação da RBMC: SEAJ.

Foto(s):





RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
SEAJ - São Cristóvão

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
 Data: 16/04/2013
 Atualização: 29/05/2023 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: ARACAJU - SÃO CRISTÓVÃO
 Ident. da Estação: SEAJ
 Código SAT: [93314](#)
 Código Internacional: 41697M001

2. Informação sobre a localização

Cidade: São Cristóvão
 Estado: Sergipe

Informações Adicionais: Pilar de concreto com formato cilíndrico, medindo 1,50 m de altura, com diâmetro de 0,25 m, está assentado em uma base triangular. Possui no topo um dispositivo de centragem forçada, padrão IBGE. Na laje do prédio do Departamento de Engenharia Agrônômica, sobre o LabGTM - Laboratório de Geoprocessamento, Topografia e Modelagem da Universidade Federal de Sergipe, situada na Av. Marechal Rondon, s/n - Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, São Cristóvão - SE CEP: 49.100-000.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 10° 55' 46,67809"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 37° 06' 15,40042"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	1,639 m	Sigma:	0,008 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	4.995.143,8881 m	Sigma:	0,006 m
Y:	-3.778.383,9613 m	Sigma:	0,005 m
Z:	-1.201.364,9359 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	8.791.151,052 m		
UTM (E):	707.180,254 m		
MC:	-39		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
 Número de Série - 5750R51579
 Versão do Firmware - 5.60 (Principal)
 Atualização do Firmware - 29/05/2023 às 12:08 UTC

4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
 Número de Série - 5750R51579
 Versão do Firmware - 5.56 (Principal)
 Atualização do Firmware - 20/12/2022 às 16:49 UTC





RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
SEAJ - São Cristóvão

4.1.3	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5750R51579
	Versão do Firmware	- 5.52 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 20/10/2021 às 14:12 UTC
4.1.4	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5750R51579
	Versão do Firmware	- 5.50 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 07/05/2021 às 14:37 UTC
4.1.5	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5750R51579
	Versão do Firmware	- 5.45 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 04/06/2020 às 02:32 UTC
4.1.6	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5750R51579
	Versão do Firmware	- 5.44 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 03/01/2020 às 14:15 UTC
4.1.7	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5750R51579
	Versão do Firmware	- 5.43 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 24/10/2019 às 18:35 UTC
4.1.8	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5750R51579
	Versão do Firmware	- 5.42 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 30/08/2019 às 16:52 UTC
4.1.9	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5750R51579
	Versão do Firmware	- 5.37 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 19/10/2018 às 19:01 UTC
4.1.10	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5750R51579
	Versão do Firmware	- 5.33 (Principal)
	Data de Instalação	- 25/04/2018 às 12:08 UTC
4.1.11	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR8
	Número de Série	- 4923K35545
	Versão do Firmware	- 48.01 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 17/11/2017 às 13:00 UTC
	Data de Remoção	- 24/04/2018 às 13:35 UTC
4.1.12	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR8
	Número de Série	- 4923K35545
	Versão do Firmware	- 4.87 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 13/01/2015 às 18:59 UTC
4.1.13	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR8
	Número de Série	- 4923K35545
	Versão do Firmware	- 4.85 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 18/09/2014 às 15:00 UTC





RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
SEAJ - São Cristóvão

4.1.14 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR8
 Número de Série - 4923K35545
 Versão do Firmware - 4.70 (Principal)
 Data de Instalação - 16/04/2013 às 00:00 UTC

4.2. Antena

4.2.1 Tipo de Antena - ZEPHYR 3 GEODETIC (TRM115000.00)
 URL imagem - <ftp://ftp.igs.org/pub/station/general/antenna.gra>
 Número de Série - 1551129609
 Altura da Antena (m) - 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
 Data de Instalação - 25/04/2018 às 12:08 UTC

4.2.2 Tipo de Antena - GNSS CHOKE RING (TRM59800.00)
 URL imagem - http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/LoadImage?name=TRM59800_00%2BNONE.gif
 Número de Série - 4938353447
 Altura da Antena (m) - 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
 Data de Instalação - 13/10/2014 às 16:30 UTC
 Data de Remoção - 24/04/2018 às 13:35 UTC

4.2.3 Tipo de Antena - GNSS CHOKE RING (TRM59800.00)
 URL imagem - http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/LoadImage?name=TRM59800_00%2BNONE.gif
 Número de Série - 4951353668
 Altura da Antena (m) - 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
 Data de Instalação - 16/04/2013 às 00:00 UTC
 Data de Remoção - 13/10/2014 às 16:30 UTC

5. Informações Complementares

5.1. Para informações técnicas contatar:

Nome: IBGE/DGC/Coordenação de Geodésia
 Endereço: Av. República do Chile, 500 - 4º andar, Centro - Rio de Janeiro. CEP - 20031-170
 Telefone: (21) 2142-4935
 Home Page: www.ibge.gov.br

5.2. Para informações sobre comercialização e aquisição de dados contatar:

Nome: Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI/IBGE
 Endereço: Rua General Canabarro, 706, CEP 20271-201, Rio de Janeiro, RJ
 Telefone: 0800-721-8181
 Contato: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html>

5.3. Instituições participantes

A RBMC conta com o apoio das seguintes instituições:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-contiuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=parcerias>



7.4.2 – LEVANTAMENTO DA POLIGONAL ELETRÔNICA DE APOIO

Para elaborar os Projetos de Engenharia para a Restauração e Melhoramentos da pavimentação Asfáltica da **Rodovia SE-339, TRECHO: Capela / Entr. SE-230 (Nossa Senhora Das Dores)**, foi implantada uma poligonal eletrônica para cobrir todo o traçado da rodovia. Na implantação da poligonal eletrônica foi utilizado uma Estação Total marca GEODETIC.

A poligonal eletrônica foi estaqueada a cada 20,00 m ou a menor quando necessário, e os pontos locados foram materializados através de piquetes de madeira, acompanhados de suas respectivas estacas testemunhas, implantadas na lateral direita da via atual, com o número correspondente a respectiva estaca. Foram implantadas amarrações ao longo do trecho com coordenadas conhecidas para facilitar a verificação do eixo locado.

A poligonal do eixo principal, implantada próximo ao bordo da pista atual, têm seu início no pórtico de entrada na cidade de CAPELA, estaca zero, com coordenadas E = 712.2056,45 e N = 8.836.968,67. O ponto final, estaca 848+10,00, com coordenadas E = 697.758,57 e N = 8.840.781,48, no Entroncamento com a SE-230 (Em Nossa Senhora das Dores). Esta poligonal segue o atual traçado da rodovia existente. A extensão desta poligonal é de 16.950,00m, visto existir uma igualdade no estaqueamento (Est.293+0,00 = Est. 294+0,00).

Todos os pontos gerados em arquivo digital pelo GPS e pelas Estações Totais foram importados para o soft CIVIL 3D para manuseio e operação na elaboração do Projeto Executivo.

7.4.3 – LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS

Em todas as estações da poligonal eletrônica de apoio foram realizadas seções transversais com largura total de 30,00 m.

As seções transversais foram levantadas com estação total e teve-se o cuidado de levantar todos os pontos singulares tais como eixo da pista, bordos, offsets dos aterros/cortes, cerca e outros.

7.4.4 – LEVANTAMENTO CADASTRAL DA FAIXA DE DOMÍNIO

O levantamento cadastral da faixa de domínio foi executado por processo taqueométrico, registrando as benfeitorias existentes, cercas, cruzamentos e interseções com rodovias, talvegues transpostos, rede elétrica e telefônica, e demais interferências atingidas.

Na medida em que foi feito o levantamento das seções transversais aproveitou-se também para fazer o levantamento cadastral das obras d'artes correntes, que serão apresentadas nos capítulos

correspondentes. A listagem das obras de arte correntes é apresentada no presente volume no capítulo referente a ao Projeto de Drenagem, e no Volume 02, Projeto de Drenagem. As cercas são apresentadas no Volume 02, Projeto de Obras Complementares.

7.4.5 – LEVANTAMENTO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS

Foi executado o levantamento planialtimétrico cadastral das áreas referentes às interseções com a rodovia SE-339, e com os acessos laterais. A listagem dos Acessos e Vias é apresentada no Projeto de Interseções e Acessos e no Volume 02, Projeto de Interseções.

7.4.6 – COLOCAÇÃO DOS MARCOS DE RN'S E DE AMARRAÇÕES

Ao longo do traçado foram implantados marcos de referência de nível e marcos de amarração, conforme solicitado nos termos de referência. A relação dos marcos de RN's e de amarração será apresentado no Projeto Executivo, Volume 2 - Projeto Geométrico. Neste volume os marcos apresentam o seu número de ordem, as coordenadas UTM, datum SIRGAS 2000, e as cotas no datum IBGE, Imbituba, Santa Catarina.

Listagem de marcos de amarração e RN					
Nº	NOME	ESTACA DE REFERÊNCIA	ESTE (x)	NORTE (Y)	COTA (Z)
01	M00	0+0,00	712.247,28	8.837.001,20	163,461
02	M01	13+15,00	712.007,77	8.836.778,79	166,649
03	M02	44+10,00	711.381,17	8.836.756,44	169,064
04	M03	55+0,00	711.189,10	8.836.852,59	168,740
05	M04	65+10,00	711.022,92	8.836.972,36	170,226
06	M05	72+15,00	710.889,63	8.837.029,90	170,462
07	M06	112+5,00	710.109,88	8.837.152,39	171,285
08	M07	133+0,00	709.695,37	8.837.213,83	172,000
09	M08	139+0,00	709.586,81	8.837.268,45	171,664
10	M09	145+15,00	709.488,27	8.837.364,84	171,161
11	M10	150+0,00	709.445,16	8.837.435,07	170,862
12	M11	177+5,00	709.267,27	8.837.955,99	173,439
13	M12	215+10,00	708.845,17	8.838.596,52	174,431
14	M13	243+0,00	708.540,42	8.839.050,74	175,338
15	M14	263+0,00	708.309,79	8.839.381,83	179,903
16	M15	291+15,00	707.990,04	8.839.862,08	183,577
17	M16	315+5,00	707.624,00	8.840.128,13	183,124
18	M17	341+10,00	707.189,65	8.840.426,66	187,290
19	M18	364+0,00	706.821,92	8.840.683,85	186,742
20	M19	404+10,00	706.162,98	8.841.157,47	186,179
21	M20	423+0,00	705.821,70	8.841.304,00	184,851
22	M21	466+0,00	705.023,28	8.841.619,37	185,590
23	M22	505+10,00	704.296,15	8.841.921,99	184,438
24	M23	536+10,00	703.721,46	8.842.152,38	185,576
25	M24	550+0,00	703.463,01	8.842.070,04	186,310
26	M25	578+15,00	702.942,98	8.841.825,79	190,363
27	M26	597+10,00	702.603,82	8.841.674,22	191,940
28	M27	640+0,00	701.822,75	8.841.328,08	192,652
29	M28	647+15,00	701.670,74	8.841.309,25	191,680
30	M29	664+0,00	701.347,01	8.841.326,89	188,252
31	M30	672+5,00	701.188,06	8.841.296,47	193,710
32	M31	687+10,00	700.896,14	8.841.208,99	195,307
33	M32	714+0,00	700.388,46	8.841.079,24	197,040
34	M33	751+5,00	699.671,76	8.840.884,56	199,066
35	M34	777+10,00	699.171,50	8.840.742,84	200,292
36	M35	798+0,00	698.765,93	8.840.736,83	201,050
37	M36	818+0,00	698.366,53	8.840.760,91	201,292
38	M37	837+10,00	697.973,85	8.840.762,27	202,435
39	M38	845+15,00	697.813,58	8.840.777,88	202,457
OBS: 1) Marco M00 está situado a 52,00 m em linha reta da Est. 0+0,00					
2) Est. 293+0,00 = Est. 294+0,00 (igualdade de estacas)					

7.5 - PROCESSAMENTO DOS DADOS DO LEVANTAMENTO

Todos os pontos levantados no campo, com o equipamento eletrônico, são arquivados na estação total em forma de arquivo de texto com extensão .txt. Este arquivo é exportado para o “software” Civil da AUTODESK, que faz o processamento e gera o MD da superfície levantada, em arquivo com extensão dwg. De posse desses arquivos e usando as funções do soft, são desenvolvidos todos os projetos cujo produto seja desenhos

7.6 - APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos estão sendo apresentados no Volume 2 - Projeto de Execução, junto ao projeto geométrico onde são apresentados os marcos de amarração e RN's implantados, bueiros, sarjetas e banquetas e todo o cadastro levantado.



8 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará*

rwconsultores1343@gmail.com

8 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

8.1 – GENERALIDADES

Os estudos geotécnicos deverão subordinar-se ao que prescreve as normas e especificações do DNIT, IS-206, e os Termos de Referência, observando os aspectos referentes às legislações ambientais Federais e Estaduais durante todo o período do projeto e de seus eventuais estudos e as pesquisas realizadas em campo.

Os estudos geotécnicos foram realizados com a finalidade de conhecer as características do subleito e pavimento existentes, e estudar os materiais a serem empregados na restauração desse segmento da SE-339.

Os serviços geotécnicos consistiram na execução de sondagens e ensaios com o intuito de caracterizar o subleito e a disponibilidade de materiais da região para serem empregados na execução da Restauração desse segmento da SE-339, Trecho: Capela / Entr. SE-230 (Nossa Senhora das Dores), nos serviços de terraplenagem, pavimentação, drenagem, dentre outros, tendo como escopo básico as seguintes etapas:

- Estudo do Pavimento Existente e Subleito;
- Estudo de Empréstimos
- Estudo de Jazidas
- Estudo de Areais
- Estudo de Pedreiras
- Avaliação da Condição do Pavimento.

8.2 – ESTUDO DO SUBLEITO E PAVIMENTO EXISTENTE

Os estudos invasivos no pavimento existente e subleito consistiram na execução de abertura de poços a pá e picaretas espaçadas de 400 em 400 metros no trecho da SE-339, correspondente ao segmento existente e já pavimentado, com extensão aproximada de 16,97 km. Ao todo, foram executados 43 furos, com coleta de amostras, para realização de ensaios em laboratório. A sondagem foi realizada em uma profundidade de 1,05 m atravessando a camada do pavimento existente e do subleito. A partir da estaca 640+0,00 até o final do trecho, a profundidade foi de 0,75 m



Em cada furo executado foram cadastrados à estaca, o lado, a profundidade e a classificação tátil visual expedita para cada horizonte atravessado.

De cima para baixo, à medida que o furo era aberto foram tomados os seguintes cuidados:

- a) Determinação do tipo de material do subleito;
- b) Coletar material suficiente para realização dos ensaios de laboratório;
- c) Determinar a profundidade do furo realizado

Sobre as amostras do subleito foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria (por peneiramento);
- Limite de Liquidez;
- Limite de Plasticidade;
- Compactação (Proctor Normal);
- CBR.

Os ensaios acima foram realizados conforme os métodos preconizados nas normas do DNIT.

Da análise dos ensaios realizados sobre as 43 amostras verificamos o seguinte, em relação ao suporte (ISC/CBR):

Faixa de CBR	Quantidade
CBR ≤ 3%	0
3 < CBR ≤ 5	6
5 < CBR ≤ 8	24
8 < CBR ≤ 10	2
CBR > 10	11

No **Quadro 8.1**, a seguir, estão sendo apresentados os valores estatísticos do subleito do trecho total:

QUADRO 8.1 – VALORES ESTATÍSTICO DO SUBLEITO

PARÂMETROS	X _{MED}	X _{MIN}	X _{PROJ}	X _{MAX}
γ _{máx} (g/cm ³)	1,948	1,920	1,940	1,978
hot (%)	9,3	9,0	9,2	9,5
ISC (%)	9	5	8	14
Expansão (%)	0,57	0,33	0,52	0,81
Classificação (HBR)	A-4	A-4	A-4	A-4

Sobre as amostras do pavimento existente foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria (por peneiramento);
- Limite de Liquidez;
- Limite de Plasticidade;
- Compactação (Proctor Intermediário);
- CBR.

Os ensaios acima foram realizados conforme os métodos preconizados nas normas do DNIT.

Analisando os resultados das camadas do pavimento, verificamos que o mesmo tem uma espessura de 0,40 m com um único material. Este material se enquadra na faixa “D” do DNIT, porém existe alguns furos que a granulometria na peneira de 1” não passa 100%.

Da análise dos ensaios realizados sobre as 43 amostras verificamos o seguinte, em relação ao suporte (CBR):

Faixa de CBR	Quantidade
CBR ≤ 40%	0
40 < CBR ≤ 50	6
50 < CBR ≤ 60	13
60 < CBR ≤ 70	2
70 < CBR ≤ 80	16
CBR > 80	6

No **Quadro 8.2**, a seguir, estão sendo apresentados os valores estatísticos do pavimento, camada única, do trecho total:

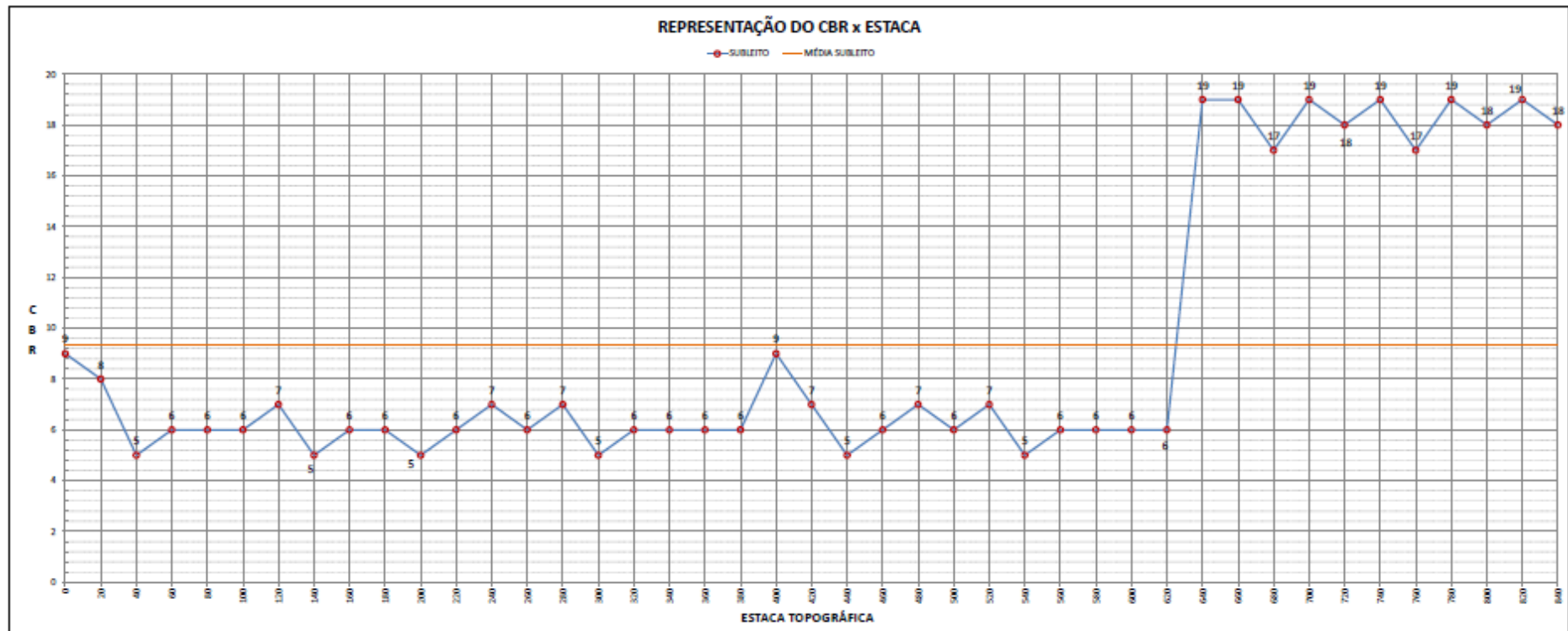


QUADRO 8.2 – VALORES ESTATÍSTICO

PARÂMETROS	X_{MED}	X_{MIN}	X_{PROJ}	X_{MAX}
γ _{máx} (g/cm ³)	2,159	2,150	2,156	2,169
hot (%)	8,8	8,5	8,7	9,0
ISC (%)	66	54	63	78
Expansão (%)	0,04	0,03	0,04	0,05
Classificação (HBR)	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4

Os resultados destes ensaios são apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

A seguir são apresentados o gráfico linear do subleito e do revestimento primário, respectivamente:

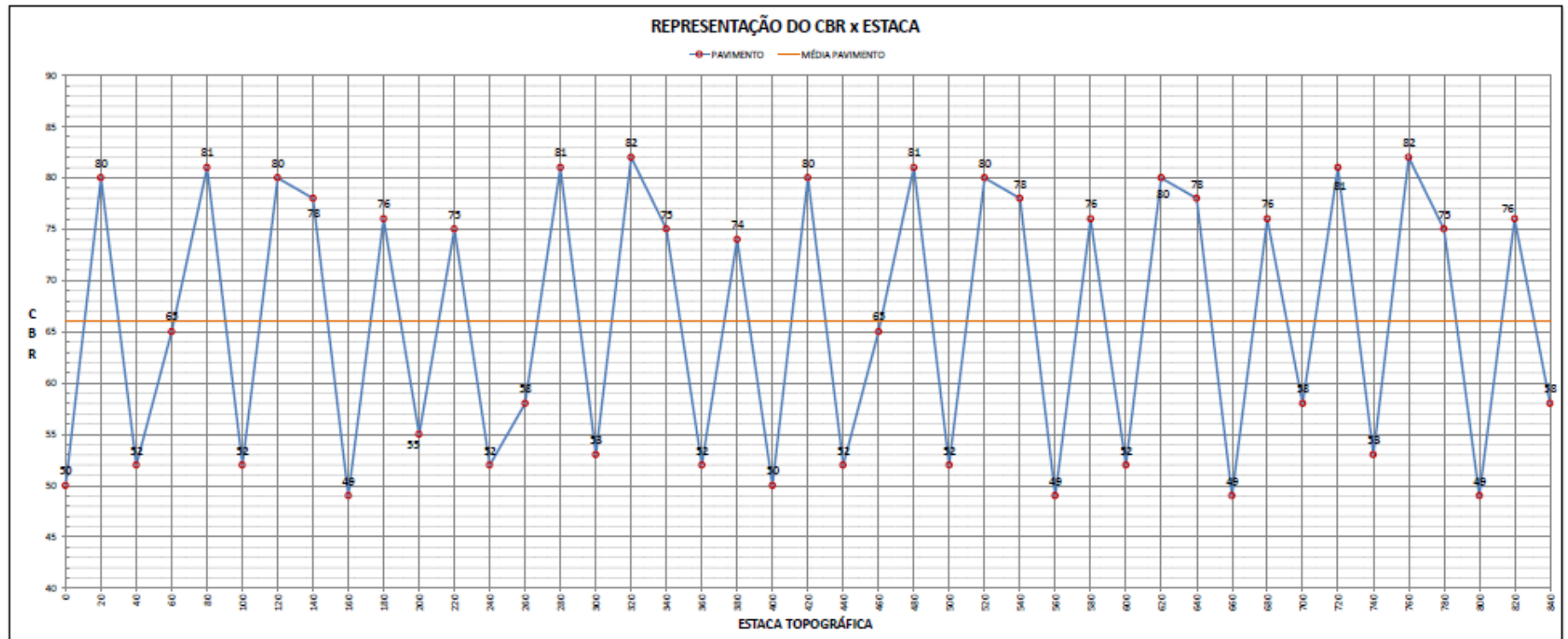


RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
 CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com



RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
 CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará

rwconsultores1343@gmail.com

8.3 – ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA TERRAPLENAGEM

8.3.1 – EMPRÉSTIMOS

Foi estudada uma caixa de empréstimo denominada Empréstimo E-01.

O empréstimo está localizado no Povoado Cuminho, zona rural, no município de Capela a 4,60 km da estaca 250+9,00 do final do trecho. Vale salientar que este empréstimo não é comercial e necessita da autorização do proprietário Eduardo e do órgão ambiental competente, necessitando do licenciamento desta ocorrência.

O quadro a seguir mostra as informações do empréstimo estudado.

QUADRO 8.3 – EMPRÉSTIMO E-01					
Nº	Município	Profundidade (m)	ESTACA	VOLUME UTILIZÁVEL (m ³)	DISTÂNCIA FIXA (m)
E-01	Capela	1,20	250+9,00	27.000,00	4.600,00

A caixa de empréstimo foi estudada através da execução de furos a pá e picareta numa malha quadrada de 50x50 m. Nos furos executados foram coletadas 16 amostras para execução dos ensaios abaixo relacionados.

- Granulometria (por peneiramento);
- Limite de Liquidez;
- Limite de Plasticidade;
- Compactação (Proctor Normal);
- CBR.

QUADRO 8.4 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – EMPRÉSTIMO							
Jazidas		Hótima (%)	D _{MÁX} (g/cm ³)	Expansão (%)	I.S.C. (%)	Classificação (HRB)	Observação
E-01	X _{MED}	11,00	1,985	0,11	39	A-1-b	Silte Areno Argiloso, Com Pedregulho Cor Vermelha
	X _{MÍN}	10,70	1,970	0,09	36	A-1-a	
	X _{PROJ}	10,90	1,980	0,11	38	A-1-b	
	X _{MÁX}	11,30	2,005	0,13	42	A-1-b	

Os ensaios acima foram realizados conforme os métodos preconizados nas normas do DNIT.

8.4 – ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO

Os estudos de materiais para pavimentação consistiram na localização e prospecção de uma jazida, **J-01** e um areal de rio, **AR-01**, e uma pedreira **P-01**.

8.4.1 – JAZIDAS

Para execução da Pavimentação foi estudada uma área denominada de J-01, ambas podem ser usadas nas camadas de sub-base e base, A jazida J-01 fica localizada no município de Laranjeiras na fazenda Bela Vista, distante 8,4 km da estaca inicial do trecho 0+0,00, possui área de 44.100,00m², profundidade média de exploração de 0,98 m e volume estimado de 43.218,00 m³.

O quadro a seguir mostra as informações da Jazida estudada:

QUADRO 8.5 – JAZIDA J-01							
Nº	LADO	ESTACA	MUNICÍPIO	DIST. FIXA (m)	PROF. (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME UTILIZÁVEL (m ³)
J-01	L.D.	0+0,00	Capela	8.400,00	0,98	44.100,00	43.218,00

Na execução desta ocorrência, foram estudados 64 furos a pá e picareta, em cada furo executado foi coletado uma amostra de solo, enviado ao laboratório de solos para realizações dos seguintes ensaios:

Sobre cada amostra coletada na jazida J-01 foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento
- Limite de Liquidez;
- Limite de Plasticidade;
- Compactação (Proctor Intermediário);
- CBR.

São apresentados no **Quadro 8.6** a seguir, o resumo das características técnicas da jazida.

QUADRO 8.6 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – JAZIDA							
Jazidas		Hótima (%)	D _{MÁX} (g/cm ³)	Expansão (%)	I.S.C. (%)	Classificação (HRB)	Observação
J-01	X _{MED}	8,1	2,081	0,16	44	A-1-a	Cascalho Silte Arenoso Cor Amarelado
	X _{MÁX}	7,6	2,080	0,08	42	A-1-a	
	X _{MIN}	8,0	2,080	0,14	44	A-1-a	
	X _{PROJ}	8,7	2,081	0,24	47	A-1-a	

Os ensaios acima foram realizados conforme os métodos preconizados nas normas do DNIT.

Os resultados desses ensaios são apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

8.4.2 – AREAL

Foi localizado no rio Sergipe, no município de Riachuelo, o areal A-01 distante 34,50 km da estaca 0+0,00 do projeto. Esse areal foi estudado avaliando o potencial de retirada do material, que foi estimado em 30.000,00 m³, dentro desse areal, foram coletadas cinco amostras de areia para realização de ensaios.

O quadro a seguir mostra as informações do Areal de Rio estudado:

QUADRO 8.7 – AREAL DE RIO – AR-01							
Nº	LADO	ESTACA	MUNICÍPIO	DIST. FIXA (m)	PROF. (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME UTILIZÁVEL (m ³)
AR-01	L.E.	0+0,00	Riachuelo	44.700,00	1,00	30.000,00	30.000,00

Sobre cada amostra coletada do areal AR-01, foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento;
- Equivalente de Areia.

Os ensaios acima foram realizados conforme os métodos nas normas do DNIT.

Os resultados desses ensaios são apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

8.4.3 – PEDREIRAS

Os problemas na identificação de pedreiras são decorrentes da obtenção da licença dos órgãos de exploração que hoje em dia, diferente de épocas antigas, há uma forte exigência dos órgãos ambientais, para atender os protocolos da lei.

Diante disso, o ideal é encontrar pedreiras em exploração, ou seja, comerciais, que já superou a fase de licenciamento, sendo assim foi indicada a pedreira denominada PEDREIRA RIO DAS PEDRAS, aqui denominada, P-01, situada no município de Itabaiana e distante 105,30 km para a estaca inicial 0+0,00 de topografia.

O quadro a seguir mostra as informações da Pedreira estudada:

QUADRO 8.8 – PEDREIRA – P-01							
Nº	LADO	ESTACA	MUNICÍPIO	DIST. FIXA (m)	PROF. (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME UTILIZÁVEL (m ³)
P-01	L.D.	0+0,00	Itabaiana	105.300,00	6,00	5.000,00	30.000,00

Os ensaios abaixo discriminados foram fornecidos pelo proprietário da Pedreira e foi elaborado pela empresa Sonda.

- Índice de Forma;
- Abrasão Los Angeles;
- Granulometria

Os ensaios acima foram realizados conforme os métodos preconizados nas normas do DNIT.

Os resultados desses ensaios são apresentados em **Anexo III**.

8.4.4 – MATERIAIS PARA BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES

Para base está sendo indicada uma brita na faixa “C” do DNIT, a ser adquirida na pedreira indicada no projeto, pedreira Rio das Pedras, pedreira de operação comercial, situada a 105,30 km do eixo da rodovia (Est. 0+0,00).

Antes do início das obras, deverão ser coletadas amostras da brita a ser utilizada e sobre as mesmas deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria (por peneiramento);
- Limite de Liquidez;
- Limite de Plasticidade;
- Compactação (Proctor Modificado – 55 golpes);
- CBR.

Os ensaios acima deverão ser realizados conforme os métodos preconizados nas normas do DNIT.

A brita indicada, brita graduada simples (BGS) deverá ter um CBR > 80%, atendendo a especificação DNIT-141/2010 ES – Pavimentação Base Estabilizada Granulometricamente.

Os agregados utilizados devem ser extraídos a partir de rocha sã, constituída por fragmentos duros limpos e duráveis. Suas partículas individuais devem ser resistentes e apresentar as seguintes características:

- Desgaste Los Angeles inferior a 55% (ABNT-NBR 6465 - DNER-ME 035/98);
- Equivalente de areia superior a 30% (ABNT-NBR 12052 – DNER-ME 054/97)

A granulometria da brita deve se enquadrar na faixa “C” das especificações conforme apresentado a seguir.

Base - Faixa “C” do DNIT - Granulometria		
Peneira (#)	% Em Peso Passando	Tolerância da Faixa de projeto
2”	-	-
1”	100	±7
3/8”	50 – 85	±7
Nº 4	35 – 65	±5
Nº 10	25 – 50	±5
Nº 40	15 – 30	±2
Nº 200	5 – 15	±2



8.5 – MISTURA BETUMINOSA PARA REVESTIMENTO

Para a camada de revestimento foi feito um estudo preliminar de traços de Concreto Betuminoso (CBUQ).

Os materiais utilizados foram: ligante CAP 50/70; agregado graúdo brita da pedreira P-01; agregado fino pó de pedra da pedreira P-01 e filler cimento. As misturas foram preparadas para ficar enquadrada na faixa B e na faixa C do DNIT. Os teores de CAP 50/70 utilizados foram de: na faixa B: 4,0%, 4,5%, 5,0%, 5,5% e 6,0% e na faixa C: 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0% e 6,5%, para cada teor adotado foram moldados três corpos de prova para serem rompidos. O método adotado foi o postulado por Bruce Marshall com 75 golpes por face que é a energia atualmente adotada pelo DNIT.

A pedreira P-01, a ser utilizada, tem nome fantasia RIO DAS PEDRAS, está situada a 105,30Km da estaca 0+0,00, na BR-235, final do trecho. Possui uma área de exploração e volume de exploração suficiente. Esta pedreira está sendo indicada para exploração de agregados para base (BGS), drenagem e nas obras civis.

A granulometria dos agregados da mistura para o ensaio betuminoso foi enquadrada na faixa “B” do DNIT, conforme a Norma DNIT 031/2004.

Após a realização dos ensaios obteve-se a composição final da mistura, faixa “B”, que é apresentada a seguir:

✓ Brita ¾”	28,50%;
✓ Brita ½”	28,50%;
✓ Pó de brita	36,10%;
✓ Filler	1,90%;
✓ Ligante	5,00%;

As características da mistura são as seguintes:

✓ Vazios	4,40%;
✓ RBV	72,00%;
✓ Estabilidade	826kg;
✓ Densidade	2,343g/cm ³ ;
✓ Fluência	3,50mm;

A granulometria dos agregados da mistura para o ensaio betuminoso foi enquadrada na faixa “C” do DNIT, conforme a Norma DNIT 031/2004.

Após a realização dos ensaios obteve-se a composição final da mistura, faixa “C”, que é apresentada a seguir:

✓ Brita ¾”	28,26%;
✓ Brita ½”	37,68%;
✓ Pó de brita	26,38%;
✓ Filler	1,88%;
✓ Ligante	5,80%;

As características da mistura são as seguintes:

✓ Vazios	3,50%;
✓ RBV	79,00%;
✓ Estabilidade	880kg;
✓ Densidade	2,338g/cm ³ ;
✓ Fluência	4,15mm;

Estas duas misturas serão utilizadas nas duas camadas de revestimento previstas no projeto de pavimentação.

Quando do início das obras o traço definitivo com os materiais que estarão sendo utilizados deverá ser apresentado a fiscalização. Este traço deverá atender as norma e especificações do DNIT e atender as faixas indicadas no projeto.

8.6 – FONTES D’ÁGUA

Para a execução das obras de terraplenagem e pavimentação, as águas a serem utilizadas serão definidas pelo construtor e pelo órgão responsável.

8.7 – LOCALIZAÇÃO DE CANTEIRO E ACAMPAMENTO

Para a execução das obras está sendo indicada a localização do acampamento e da usina, uma área, próxima à estaca Est.755+0,00 da topografia no lado esquerdo

8.8 – CADASTRO DE DEFEITOS NO PAVIMENTO

8.8.1 – INTRODUÇÃO

O cadastro de defeitos do pavimento se constituiu, inicialmente, no levantamento das condições da superfície do pavimento conforme a NORMA DNIT 007/2003 – PRO (Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semirrígidos), e posteriormente a avaliação objetiva da superfície do pavimento mediante a contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda, conforme a NORMA DNIT 006/2003 – PRO (Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – procedimento).

8.8.2 – INVENTÁRIO DAS CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

O inventário das condições da superfície do pavimento tem o objetivo de levantar as condições da superfície de subtrechos homogêneos avaliando o grau de degradação do mesmo. Inicialmente o trecho rodoviário é dividido em estações a cada 20,00m alternadas em relação ao eixo da pista, tendo sua área definida pela semi-pista no sentido transversal e 3,00m avante e 3,00m a ré da estaca da estação. Após, demarcada a área da estação é feito o levantamento dos defeitos existentes classificados conforme o Anexo E da NORMA DNIT 007/2003 – PRO, e preenchido na planilha Anexo B da NORMA DNIT 006/2003 – PRO. Acompanhando o levantamento dos defeitos, é feito a medida das trilhas de roda interna (TRI) e externa (TER), em milímetros, com a treliça padrão definida na NORMA DNIT 007/2003 – PRO e colocado os seus valores na mesma planilha Anexo B, citada anteriormente.

Apresentamos no **Anexo V**, Volume 3B – Estudos Geotécnicos, as planilhas referentes ao inventário das condições da superfície do pavimento.

8.8.3 – AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

A avaliação objetiva da superfície do pavimento é feita a partir do cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG). No cálculo do IGG o trecho é dividido em segmentos homogêneos onde na planilha de cálculo é lançado a frequência absoluta e relativa de cada defeito e das trilhas de rodas e calculado o IGI (Índice de Gravidade Individual) de cada defeito, para com sua soma obtermos o IGG por segmento homogêneo.

O trecho em questão foi considerado um segmento homogêneo único em função da extensão e do estado de conservação do mesmo.

Os defeitos mais frequentes encontrados são o desgaste, remendos, Trincas FC2 e FC3. Os valores calculados do IGG por segmento homogêneo possibilitaram conceituar o grau de deterioração atingido pelo pavimento.

Com a finalidade de conferir ao pavimento inventariado um conceito que retrate o grau de degradação atingido, é definida a correspondência apresentada na Tabela apresentada a seguir originada da NORMA DNIT 006/2003 – PRO.

Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

CONCEITOS	LIMITES
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Na análise do IGG de capela observamos o seu valor de 202 cujo número se enquadra na classificação de estado péssimo.

Apresentamos no **Anexo VI**, Volume 3B – Estudos Geotécnicos, as planilhas de cálculo referente ao Índice de Gravidade Global (IGG).

8.9 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Apresentamos nos diagramas lineares, a seguir, a localização dos empréstimos, das ocorrências, usina e acampamento.

No **Volume 3B – Estudos Geotécnicos**, apresentamos os resultados dos ensaios realizados sobre o subleito, pavimento, empréstimos e ocorrências. No **Volume 2 – Projeto de Execução**, apresentamos os croquis de localização dos empréstimos e das ocorrências para pavimentação, além do resumo dos ensaios.

DIAGRAMA UNIFILAR TERRAPLENAGEM

SE339-CaDo-Bas-PT-02-Unifilar_terrap



DIAGRAMA UNIFILAR DAS OCORRÊNCIAS

SE339-CaDo-Bas-PV-Unifilar_pav



9 – PROJETO BÁSICO GEOMÉTRICO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



9 – PROJETO BÁSICO GEOMÉTRICO

9.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto Geométrico foi elaborado orientando-se pelas diretrizes estabelecidas nos Termos de Referência, obedecendo os seguintes referenciais técnicos e normativos:

- Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER/IPR 706/1999);
- Manual de Projetos de Interseções ((DNIT/IPR 718/2005);
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço (DNIT/IPR 726/2006);
- IS-208 - Projeto Geométrico
- IS-208 - Projeto Geométrico para Projeto Executivo de Engenharia para Construção de Rodovias Vicinais
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Instruções para Apresentação de Relatório (DNIT/IPR 727/2006).

9.2 – ESTUDO DO TRAÇADO

9.2.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na elaboração da alternativa proposta desse projeto foi levado em consideração a geometria existente, buscando a melhor solução de encaixe na via atual, para evitar desapropriações e viabilizar economicamente a execução dessa obra.

9.2.2 – DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS

Analisando o traçado existente, segmento em estudo, se desenvolve em uma estrada pavimentada e revestida em CBUQ. Este traçado se localiza em uma região canavieira onde em uma época do ano, setembro a março, existe um grande movimento de caminhões transportando a safra anual de cana. Sua faixa de domínio é de 30,0 m, com 15,0 m para cada lado do eixo, sendo atualmente invadida com o avanço de cercas e muros dentro desta faixa.

A plataforma total encontrada varia entre 6,00 m e 7,00 m de largura, com segmentos em aterros e outros com cortes em solo. Este traçado horizontalmente possui 11 curvas ao longo do trecho, e como se trata de uma restauração com alargamento a geometria será mantida.



A partir de orientação do DER-SE, as soluções adotadas foram as seguintes descritas.

Para o trecho entre as estacas 0+0,00 e à estaca 773+0,00, o trecho sofrerá um alargamento, a partir do eixo central, passando a pista a ficar com 10,0 m de largura, sendo 7,00 m de pista de rolagem e dois acostamentos com 1,50 m, sendo inserida a drenagem onde necessário.

Para o trecho entre as estacas 773+0,00 e a estaca 847+16,252, área urbana de Nossa Senhora das Dores, o trecho sofrerá uma duplicação a partir do eixo central, passando a ter duas pistas com 6,50 m, tendo um canteiro central dividindo as pistas com 3,00 m de largura, canteiro este elevado com uma ciclovia em seu interior. Complementando a seção será implantado dois passeios laterais com 1,20 m de largura.

9.3 – PROJETO EM PLANTA

O trecho **Capela/Entr. SE-230 (N.S. das Dores)** é parte integrante da rodovia SE-339, de Acesso ao Município de Nossa Senhora das Dores, neste estado.

O Projeto que passamos a apresentar orientou-se pelas diretrizes estabelecidas nos Termos de Referência do Edital nele procuramos visualizar todos os problemas para os quais o projeto de engenharia se propõe a solucionar.

O trecho em questão foi desenvolvido em planta projetando um eixo principal, partindo do entroncamento com a SE-339 em Capela e finalizando na SE-230 em Nossa Senhora das Dores.

O eixo principal se desenvolve com seu início na estaca zero, situada no entroncamento com a SE-339 em Capela, com coordenadas E= 712.225,3552 e N= 8.836.980,6277 e à estaca final, estaca 847+16,252, com coordenadas E= 697.755,7843 e N= 8.840.776,7012, situada no município de Nossa Senhora das Dores. O traçado, em planta, segue o traçado existente, porém com melhorias em relação às interseções.

As características principais da rodovia são apresentadas no quadro a seguir.

TRECHO RURAL Est. 0+00 a Est773+0,00 / Est. 839+9,75 a Est. 847+16,252	
Rodovia	Acesso
Trecho	SE-226 (Km 32,23) – Acesso Via Povoado Miranda
Raio mínimo (ao longo da rodovia)	150,00 m
Tangente Máxima	2.341,272 m
Número de curvas	11 unid.
Desenvolvimento total	16.956,252 m
Rampa máxima	3,87%
Contra-rampa máxima	-4,04%
Velocidade de projeto	80 km/h
Velocidade de cruzeiro	80 km/h
Largura da pista	7,00 m
Acostamento	2 x 1,50 m
Drenagem em aterro (banqueta)	0,50 m
Drenagem em corte (sarjeta)	1,00 m
Faixa de domínio	2 x 15,0 m
TRAVESSIA URBANA – N.S. DAS DORES Rodovia Duplicada Est. 773+0,00 a Est. 839+9,70	
Largura da pista	2x6,50m
Canteiro Central / Ciclovía	3,00m
Passeios Laterais	2x1,20

O projeto em planta é apresentado na escala de 1:2.000 com indicação do eixo estaqueado de 20m em 20m, marcação da delimitação dos limites da plataforma, indicação da faixa de domínio, indicação das obras de artes correntes, indicação dos RN'S e amarrações.

Em todas as curvas serão destacados os pontos notáveis tais como PC, TS, SC, CS, ST. As curvas são apresentadas em planta, contendo todos os elementos necessários à sua restauração.

9.4 – PROJETO EM PERFIL

O projeto em perfil do trecho em estudo se trata de um greide de pavimentação, visto que o projeto é uma restauração. Este greide procurou corrigir o perfil atual, porém, sendo um greide o mais próximo possível de um greide colado.

O projeto em perfil é apresentado nas escalas 1:2.000 (Horizontal) e 1:200 (Vertical) mostrando o greide de terraplenagem e o terreno natural com indicação dessas cotas em grade existente no rodapé. No projeto são indicados os pontos de curvas e tangências verticais a cota do vértice da curva e a flecha máxima

9.5 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO GEOMÉTRICO

O projeto geométrico é apresentado no **Volume 2**, formato A-3, contendo todas as convenções e características necessárias a implantação da obra, e no **Volume 3D** (que será apresentado posteriormente), onde é apresentado o quadro denominado traçado onde aparece as coordenadas das estacas no Datum SIRGAS 2000, e a cota na estaca no Datum do IBGE.

10 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



10 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM

10.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido seguindo as orientações da IS-209 do DNIT versão 2007 e de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Terraplenagem (IS-12) do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/SE.

Para desenvolvimento desse projeto, foram usadas como subsídios as seguintes informações:

- Projeto Básico (Anteprojeto). Geométrico;
- Estudos Geotécnicos;
- Dimensões da Seção Transversal Acabada;
- Espessura do Pavimento.

10.2 – ELEMENTOS DO PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto geométrico é o elemento que informa o greide final acabado e o traçado em planta da via, com indicação das tangentes e curvas. Essas informações são importantes para construção dos elementos do projeto de terraplenagem, pois fornecem os dados de entrada para geração das notas de serviços e quadros de cubação.

10.3 – ELEMENTOS DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos constituem na obtenção de todas as informações que servem de subsídios para orientar os projetos geométricos e de terraplenagem. Pois os elementos obtidos desses estudos indicam as características dos solos da região: se há formações rochosas a serem vencidas, ocorrências de solos moles, ocorrências de alagados cortado pelo traçado, inclinações dos taludes de corte e aterros, materiais para construção, ocorrências de materiais pétreos e outras informações.

10.3.1 – ESTUDOS REALIZADOS

Na pista existente, como já citado no capítulo Estudos Geotécnicos, foram feitos estudos do subleito e pavimento, estudos invasivos, para determinar os valores do CBRproj., de onde permite determinar a espessura do pavimento e daí determinar a plataforma de terraplenagem.

Examinando os estudos geológicos e extraindo informações das visitas de campo, verifica-se que, o traçado da rodovia corta uma região de formação barreira composta de solos areno-argilosos



A partir destes elementos foram adotados os seguintes taludes:

Talude geral no traçado:

- Aterro: 1,5 (H): 1,0 (V)
- Corte: 1,0 (H): 1,0 (V)

10.3.2 – OCORRÊNCIA DE SOLOS MOLES

Não foram encontrados presença de solos moles ao longo do trecho. A região se desenvolve sobre solos da formação barreira.

10.3.3 – ÁREAS COM EXECUÇÃO DE TERRAPLENAGEM

Como o projeto se trata de uma restauração com alargamento, a terraplenagem será executada nos trechos alargados, ou seja, na complementação para atender a largura final da via alargada ou duplicada.

10.3.4 – ESCALONAMENTO DE ATERRO E REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Nos locais de alargamento com aterros maiores que 1,0 m, será necessário a execução de escalonamento no aterro existente para uma melhor ligação entre o aterro novo e o velho.

Já nos locais onde for necessário escavação para execução da complementação do pavimento, alargamento da seção ou duplicação, deverá ser executada a operação de regularização de subleito.

10.4 – SEÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO

Uma vez dimensionado o pavimento, esta terá influência sobre a seção de terraplenagem definindo a largura final da mesma. A seção de pavimentação, seção final da via, terá as seguintes dimensões:

PISTA SINGELA

- Pista de Rolamento: 1 x 7,00m
- Faixa de segurança: 2 x 1,50m
- Drenagem em Corte: 1,00m
- Drenagem em Aterro: 0,50m

PISTA DUPLICADA

- Pista de Rolagem: 2 x 6,50 m
- Canteiro central com ciclovia: 3,00 m
- Acostamento: 2 x 1,50 m



- Passeios laterais: 2 x 1,20 m
- Drenagem tipo urbana

As espessuras do pavimento nos diversos segmentos homogêneos são fundamentais para obtenção do greide de terraplenagem, subtraindo das cotas do projeto geométrico as espessuras H_i do pavimento e também as larguras das plataformas de terraplenagem que formam os elementos necessários para a obtenção das notas de serviços e quadros de cubação.

10.5 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Para compor o projeto de terraplenagem necessitamos das notas de serviço, do quadro de volumes, da distribuição dos materiais.

Com as informações do greide de terraplenagem e largura da plataforma e as cotas do terreno natural, foram obtidas as notas de serviços e quadros de volumes do trecho através do uso do software CIVIL 3D, da AUTODESK. Essas informações são apresentadas no **Volume 3C – Notas de Serviços e Memória de Cálculo de Volumes de Terraplenagem e/ou pavimentação**.

As notas de serviços de terraplenagem apresentam os elementos necessários à execução das seções transversais do projeto de restauração. Os elementos apresentados proporcionam condições de execução da restauração. A nota de serviço apresentada é de terraplenagem, contendo nas mesmas, cotas de terreno e projeto e cota vermelha no eixo, cotas no bordo e as distâncias de bordos.

Os volumes de terraplenagem foram obtidos a partir do cálculo dos volumes de corte e aterros para o eixo projetado.

Na planilha de cálculo de volumes estão sendo apresentados os volumes geométricos de corte e aterro, sendo apresentados os volumes parciais e os volumes acumulados.

Para efeito de transporte de solo, na planilha de demonstrativo de quantidades está sendo aplicado um fator de correção de volume de aterro de 1,20 (o que corresponde a um fator de “empolamento” de 20%)

A partir das ordenadas de Bruckner, gerados nos quadros de cubação e da localização das caixas de empréstimos, foi feita uma distribuição otimizada dos materiais que é mostrada no Volume 2 – Projeto de Execução, capítulo Projeto de Terraplenagem. Nessa planilha é indicada a origem e

destino dos materiais, distância média de transporte, volume envolvido em cada caso e classificação dos materiais.

O projeto básico de terraplenagem será apresentado nos **Volume 2 e Volume 3D**.

No **Volume 2 – Projeto Básico de Execução** serão apresentados os seguintes elementos:

- Desenhos das Seções Transversais Tipo;
- Plantas de localização dos empréstimos;
- Movimento de terra.

No **Volume 3C – Notas de Serviços e Memória de Cálculo de Volumes de Terraplenagem e/ou Pavimentação** são apresentadas as notas de serviços e os quadros de cubação. Este volume será apresentado em etapa posterior.



11 – PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



11 – PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM

11.1 – INTRODUÇÃO

O projeto de drenagem foi desenvolvido com a finalidade de apresentar os dispositivos responsáveis pelo escoamento das águas pluviais que atingem a rodovia e as águas dos cursos d'água perenes, ou não, cortados pelo traçado captando as águas e conduzindo-as, adequadamente, de modo a não comprometer os elementos do corpo estradal.

Os elementos de drenagem superficial, foram dimensionados com capacidade de atender às vazões de projeto, obtidas dos estudos hidrológicos, capítulo 5, deste relatório. Os estudos foram desenvolvidos obedecendo os seguintes elementos técnicos:

- Instrução de Serviço IS-210 – Projeto de drenagem;
- Instrução de Serviço IS-203 – Estudos hidrológicos;
- Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem - DNIT/IPR-715-2005;
- Manual de Drenagem de Rodovia - DNIT/IPR-724-2006.

Os dispositivos de drenagem adotados para o trecho foram agrupados da seguinte forma:

- Drenagem superficial;
- Drenagem de talwegues (obras de arte correntes – bueiros);
- Drenagem profunda;

Apresentamos, a seguir a metodologia adotada no dimensionamento hidráulico dos elementos de drenagem.

11.2 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA DRENAGEM SUPERFICIAL

O projeto de drenagem superficial visou posicionar os diversos dispositivos de coleta das águas superficiais que incidem na plataforma da estrada, conduzindo-as convenientemente para fora de seu corpo. Os dispositivos utilizados no projeto foram:

- Sarjetas;
- Meios-fios;
- Descidas d'água de aterro;
- Entrada para descidas d'água em aterro;
- Dissipadores de energia.

11.3 – METODOLOGIA DOS DIMENSIONAMENTOS DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM

Os elementos de drenagem superficial foram dimensionados com base nos resultados das descargas de projeto, considerando um tempo de retorno de 10 anos e um tempo de concentração de 5 minutos, elementos estes obtidos nos estudos hidrológicos. Com estas considerações e adotando a equação de precipitação, apresentada nos estudos hidrológicos, teremos uma precipitação $I = 145,20$ mm/h.

A capacidade teórica de vazão das sarjetas de corte, banquetas de aterro (meios-fios), e valetas de aterro, foi determinada através da equação de Chezy com o coeficiente de Manning, como mostra a equação abaixo:

$$Q = A \left(\frac{1}{n} \right) R_H^{2/3} \times I^{1/2}$$

Onde:

Q = a vazão em (m³/s);

A = é a área da seção (m²);

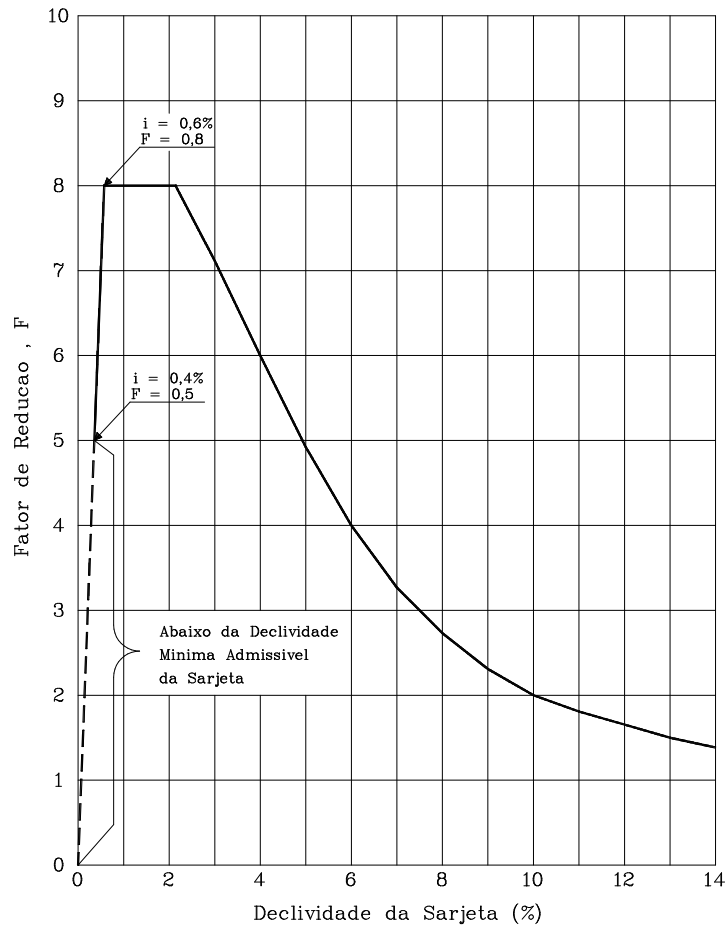
I = declividade longitudinal (m/m);

R_H = raio hidráulico (m);

n = coeficiente de rugosidade adotado varia conforme tipo de dispositivo e revestimento.

A descarga teórica obtida da expressão acima foi corrigida pelo fator F obtido, em função da declividade longitudinal, do **Gráfico 10.1**, a seguir:

Gráfico 10.1 – Fator de Redução da Capacidade de Escoamento da Sarjeta verificação da Suficiência das Obras Existentes



11.3.1 – SARJETAS DE CORTE TRIANGULAR

Adotou-se uma sarjeta tipo STC 125-27 de seção triangular com largura de 1,25 m e altura de 0,27 m, com inclinação para o lado do corte de 0,63(h):1(v) e para o lado da pista com inclinação de 4(h):1(v). Esta sarjeta será executada em concreto com espessura de 0,08 m. Para o cálculo da capacidade da vazão considerou-se a sarjeta funcionando com seção plena. As características hidráulicas para o cálculo da capacidade da sarjeta são as seguintes:

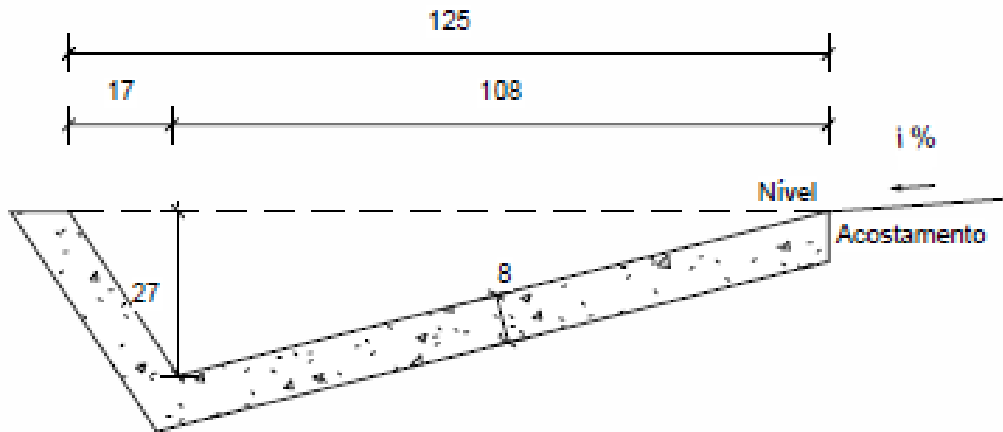
$n = 0,015$ (concreto com superfície de acabamento a desempenadeira);

$A = 0,17 \text{ m}^2$;

$R_H = 0,118 \text{ m}$

As sarjetas de corte terão a seção transversal conforme apresentada na **Figura 10.1** a seguir:

Figura 11.1 –Sarjeta de Corte Tipo STC 125-27 – L = 1,25m



Para o cálculo do comprimento crítico (L_{CRIT}) foi feita a relação entre a capacidade da sarjeta e a descarga por metro linear da plataforma e do talude de corte. Para a plataforma foi considerado 5,00 m nas tangentes e 10,00 m nas curvas, e a contribuição do talude foi considerada uma largura de 8,00 m. Ao final das sarjetas será implantado um dissipador de energia do tipo DES 02.

No quadro a seguir apresentamos a capacidade de vazão da sarjeta por metro e o comprimento crítico para diversas declividades.

QD-11.1 - CÁLCULO DE VAZÃO - SARJETAS STC 125-27								
DECLIV. LONG. i (%)	VAZÃO Q (m ³ /s)	Fator de Redução	VAZÃO ADMISSÍVEL Q_1 (m ³ /s)	VELOC. v (m/s)	DESCARGA TANGENTE (m ³ /s/m)	DESCARGA CURVA (m ³ /s/m)	COMPRIM. CRÍTICO L_{CRIT} (m) TANGENTE	COMPRIM. CRÍTICO L_{CRIT} (m) CURVA
0,30	0,1486	0,400	0,0594	0,3515	0,00036	0,00053	165,0000	112,0755
0,50	0,1919	0,700	0,1343	0,7947	0,00036	0,00053	373,0581	253,3979
1,00	0,2713	0,800	0,2171	1,2844	0,00036	0,00053	602,9529	409,5529
1,50	0,3323	0,800	0,2658	1,5731	0,00036	0,00053	738,4635	501,5978
2,00	0,3837	0,800	0,3070	1,8164	0,00036	0,00053	852,7041	579,1953
2,50	0,4290	0,775	0,3325	1,9673	0,00036	0,00053	923,5600	627,3237
3,00	0,4700	0,720	0,3384	2,0022	0,00036	0,00053	939,9105	638,4298
3,50	0,5076	0,665	0,3376	1,9974	0,00036	0,00053	937,6679	636,9065
4,00	0,5427	0,600	0,3256	1,9266	0,00036	0,00053	904,4293	614,3294
4,50	0,5756	0,550	0,3166	1,8732	0,00036	0,00053	879,3512	597,2951
5,00	0,6067	0,500	0,3034	1,7950	0,00036	0,00053	842,6523	572,3676

Para o cálculo da descarga, foi adotado um coeficiente de deflúvio de $C = 0,85$, para a via asfaltada, e $C = 0,60$, para os taludes. No cálculo final foi utilizada uma ponderação nos coeficientes de deflúvio, ficando $C = 0,73$ para os trechos tangentes, $C = 0,78$, para os trechos em curva, parte interna, e $C = 0,60$, nas curvas, parte externa.

11.3.2 – SARJETAS DE CORTE TRAPEZOIDAL

Adotou-se uma sarjeta tipo SZC 90-30 de seção trapezoidal com bases de 0,90 m e 0,30 m e altura de 0,30 m com inclinações das paredes de 1(h):1(v). Esta sarjeta será executada em concreto com espessura de 0,07 m. Para o cálculo da capacidade da vazão considerou-se a sarjeta funcionando com seção plena. As características hidráulicas para o cálculo da capacidade da sarjeta são as seguintes:

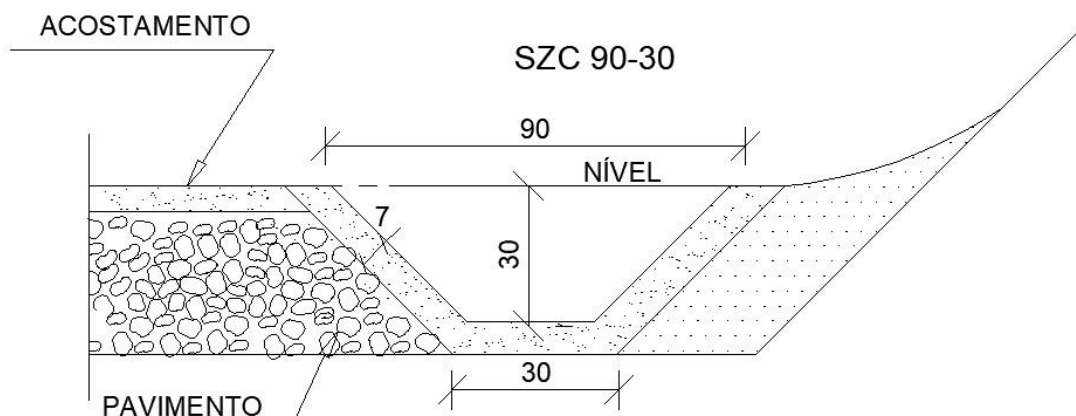
$n = 0,015$ (concreto com superfície de acabamento a desempenadeira);

$A = 0,18 \text{ m}^2$;

$R_H = 0,1579 \text{ m}$

As sarjetas de corte terão a seção transversal conforme apresentada na **Figura 10.2** a seguir:

Figura 11.2 – Sarjeta de Corte Tipo SZC 90-30



Para o cálculo do comprimento crítico (L_{CRIT}) foi feita a relação entre a capacidade da sarjeta e a descarga por metro linear da plataforma e do talude de corte. Para a plataforma foi considerado

5,00 m nas tangentes e 10,00 m nas curvas, e a contribuição do talude foi considerada uma largura de 8,00 m. Ao final das sarjetas será implantado um dissipador de energia do tipo DES 02.

No quadro a seguir apresentamos a capacidade de vazão da sarjeta por metro e o comprimento crítico para diversas declividades.

QD-11.2 - CÁLCULO DE VAZÃO - SARJETAS SZC 90-30								
DECLIV. LONG. i (%)	VAZÃO Q (m³/s)	Fator de Redução	VAZÃO ADMISSÍVEL Q ₁ (m³/s)	VELOC. v (m/s)	DESCARGA TANGENTE (m³/s/m)	DESCARGA CURVA (m³/s/m)	COMPRIM. CRÍTICO L _{CRIT} (m) TANGENTE	COMPRIM. CRÍTICO L _{CRIT} (m) CURVA
0,30	0,1911	0,400	0,0764	0,4244	0,00036	0,00053	212,2222	144,1509
0,50	0,2467	0,700	0,1727	0,9592	0,00036	0,00053	479,6114	325,7738
1,00	0,3488	0,800	0,2791	1,5503	0,00036	0,00053	775,1690	526,5299
1,50	0,4272	0,800	0,3418	1,8988	0,00036	0,00053	949,3843	644,8648
2,00	0,4933	0,800	0,3947	2,1925	0,00036	0,00053	1096,2545	744,6257
2,50	0,5515	0,775	0,4274	2,3747	0,00036	0,00053	1187,3483	806,5007
3,00	0,6042	0,720	0,4350	2,4167	0,00036	0,00053	1208,3689	820,7789
3,50	0,6526	0,665	0,4340	2,4110	0,00036	0,00053	1205,4858	818,8205
4,00	0,6977	0,600	0,4186	2,3255	0,00036	0,00053	1162,7535	789,7948
4,50	0,7400	0,550	0,4070	2,2610	0,00036	0,00053	1130,5125	767,8953
5,00	0,7800	0,500	0,3900	2,1667	0,00036	0,00053	1083,3316	735,8479

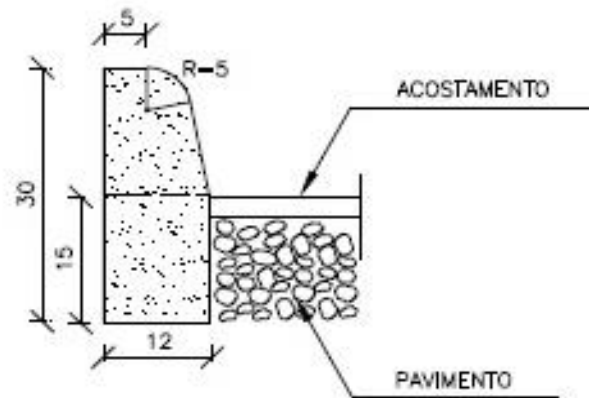
Para o cálculo da descarga, foi adotado um coeficiente de deflúvio de $C = 0,85$, para a via asfaltada, e $C = 0,60$, para os taludes. No cálculo final foi utilizada uma ponderação nos coeficientes de deflúvio, ficando $C = 0,73$ para os trechos tangentes, $C = 0,78$, para os trechos em curva, parte interna, e $C = 0,60$, nas curvas, parte externa.

11.3.3 – BANQUETA DE ATERRO (MEIO-FIO)

Adotou-se um meio-fio tipo MFC 05 com altura livre de 0,15 m. Esta banquetta será executada em concreto com espessura de base de 0,12 m e parte superior com 0,09 m com altura total de 0,30 m.

As banquetas de aterro (meio-fio), terão a seção transversal conforme apresentada na **Figura 11.3** a seguir:

Figura 11.3 – Banqueta de Aterro– Meio-fio MFC 05



Para o cálculo da capacidade da vazão considerou-se a banqueta inundando 2,50 m do acostamento, com uma lâmina de 0,075 m. As características hidráulicas para o cálculo da capacidade da sarjeta são as seguintes:

n – 0,016 (asfalto áspero);

A – 0,094 m²;

R – 0,036 m.

Para o cálculo do comprimento crítico (L_{CRIT}) foi feita a relação entre a capacidade da banqueta e a descarga por metro linear da plataforma. Para a plataforma foi considerado 5,00 m nas tangentes e 10,00 m nas curvas.

No quadro a seguir apresentamos a capacidade de vazão nos meios-fios por metro e o comprimento crítico para diversas inclinações.

QUADRO-11.3 - CÁLCULO DE VAZÃO - MEIO FIO - MFC 05										
DECLIV. LONG. i (%)	DECLIV. TRANSV. z (%)	VAZÃO Q (m ³ /s)	Fator de Redução	VAZÃO ADMISSIVEL Q_1 (m ³ /s)	VELOC. v (m/s)	LARGURA ALAGAM L (m)	VAZÃO AFLUENT. (m ³ /s/m) TANGENTE	VAZÃO AFLUENT. (m ³ /s/m) CURVA	COMPRIM. CRÍTICO L_{crit} (m) TANGENTE	COMPRIM. CRÍTICO L_{crit} (m) CURVA
0,30	3,0	0,0354	0,400	0,0142	0,1506	2,500	0,00017	0,00034	83,2979	41,6490
0,50	3,0	0,0457	0,700	0,0320	0,3403	2,500	0,00017	0,00034	188,1900	94,0950
1,00	3,0	0,0646	0,800	0,0517	0,5501	2,500	0,00017	0,00034	304,1611	152,0805
1,50	3,0	0,0792	0,800	0,0633	0,6737	2,500	0,00017	0,00034	372,5197	186,2598
2,00	3,0	0,0914	0,800	0,0731	0,7779	2,500	0,00017	0,00034	430,1487	215,0743

2,50	3,0	0,1022	0,775	0,0792	0,8426	2,500	0,00017	0,00034	465,8921	232,9460
3,00	3,0	0,1119	0,720	0,0806	0,8575	2,500	0,00017	0,00034	474,1402	237,0701
3,50	3,0	0,1209	0,665	0,0804	0,8554	2,500	0,00017	0,00034	473,0089	236,5044
4,00	3,0	0,1293	0,600	0,0776	0,8251	2,500	0,00017	0,00034	456,2416	228,1208
4,50	3,0	0,1371	0,550	0,0754	0,8022	2,500	0,00017	0,00034	443,5908	221,7954
5,00	3,0	0,1445	0,500	0,0723	0,7688	2,500	0,00017	0,00034	425,0780	212,5390

Para o cálculo da descarga, foi adotado um coeficiente de deflúvio de $C = 0,85$, para a via asfaltada.

11.3.4 – VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTE

São dispositivos destinados a interceptarem as águas que escoam pelo terreno à montante, impedindo-as de alcançarem o corpo estradal, nos segmentos em corte da rodovia. Localizam-se no mínimo a 3,0 m da crista do corte, e foram indicadas para implantação em terra nua ou revestidas em grama.

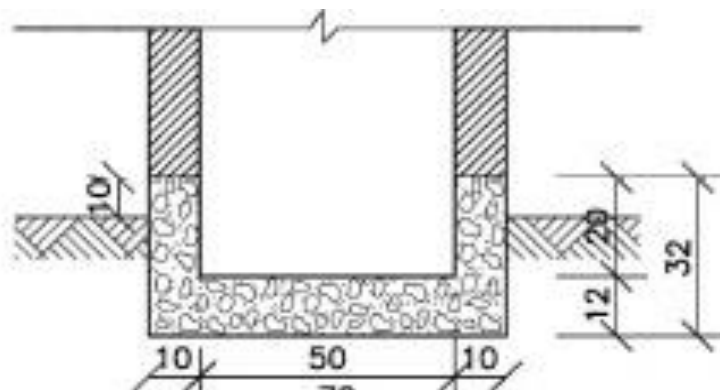
Neste projeto não foi adotado valetas de proteção de corte.

11.3.5 – CALHAS DE DESCIDAS D'ÁGUAS EM ATERRO

São dispositivos destinados a conduzir pelos taludes de aterro as águas precipitadas sobre a plataforma, coletadas pelos meios-fios.

As descidas d'água adotadas são do tipo DAR 03, descida d'água tipo rápido em concreto armado com seção retangular e medidas internas de 0,50 x 0,20 m e inclinação de 33° (a mesma do talude de aterro), conforme indicado na **Figura 11.4**

Figura 11.4 – Descida D'água Tipo Retangular – DAR 03

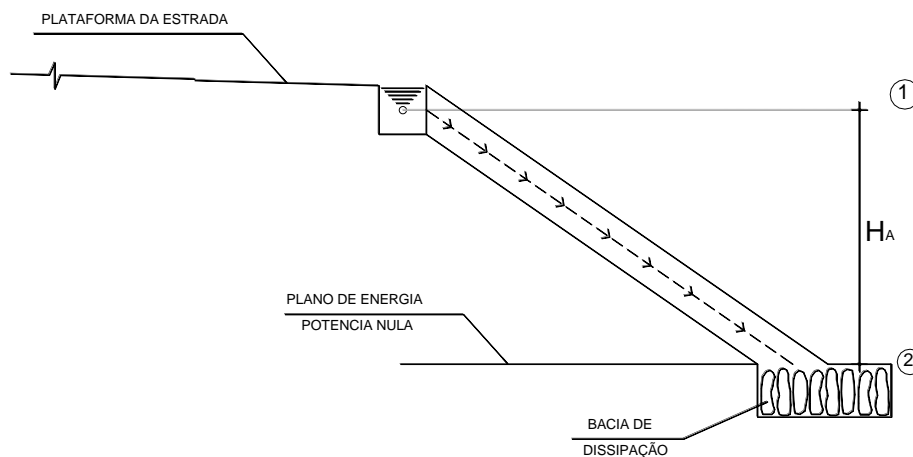


A velocidade da água no pé da descida foi determinada pelo teorema de Bernoulli, apresentado a seguir, onde se eliminou os termos referentes a pressão, pois em ambos os membros da equação esses valores são iguais à pressão atmosférica. Na aplicação do teorema foram desprezadas as perdas por atrito, justificada pelo pequeno comprimento da calha.

As vazões máximas das calhas de descida d'água foram determinadas assumindo a hipótese de que na entrada (V_1) igual a zero e a energia (Z_1) neste mesmo ponto igual a altura do aterro. No ponto dois, no pé do aterro, a velocidade (V_2) será diferente de zero e a energia potencial (Z_2).

Na figura a seguir mostramos as condições da descida d'água para cálculo.

Figura 11.5 – Calha de descida d'água



Seja H_A a altura do aterro, aplicando o Teorema de Bernoulli ao filete de água indicado pela linha pontilhada com setas, na figura acima, obtém-se:

$$P_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = P_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Considerando o plano de energia potencial nula contendo o ponto 2, verifica-se que:

$$P_1 = P_2 = P_{\text{atm}}$$

$$V_1 = 0,0$$

$$h_1 = H_A$$

$h_2 = 0,0\text{m}$

g = aceleração da gravidade igual a $9,81 \text{ m/s}^2$.

Portanto a equação acima se transforma para:

$$H_A = \frac{V_2^2}{2g} \therefore V_2 = \sqrt{2g + H_A} \left(\frac{m}{s}\right)$$

Conhecido V_2 obtém-se a vazão teórica da calha, usando a equação da continuidade.

$$Q = V \times A$$

Onde,

Q = Vazão máxima m^3/s

$V = V_2$ = Velocidade no ponto 2.

A = Seção Retangular da calha, perpendicular ao sentido do fluxo, em m^2 .

A vazão teórica deve ser multiplicada por um fator redutor k , para levar em consideração as perdas localizadas na entrada e por atrito do fluxo junto às paredes ao longo da calha. O valor de K será adotado igual a 0,40 para reduzir a velocidade. Portanto, a fórmula teórica passa a ser:

$Q = (K \times V) \times A$, conforme apresentado na tabela abaixo, utilizando a seção da **figura 10.5**:

Quadro 11.4 – Vazões na calha de descida d'água em função das alturas de aterro

H _A (m)	K	A ₁ (m ²)	V ₂ (m/S) TEÓRICA	V ₂ (m/S) CORRIGIDA	Q (m ³ /S)
1,00	0,40	0,15	4,43	1,77	0,27
2,00	0,40	0,15	6,26	2,50	0,38
3,00	0,40	0,15	7,67	3,07	0,46
4,00	0,40	0,15	8,85	3,54	0,53
5,00	0,40	0,15	9,90	3,96	0,59
6,00	0,40	0,15	10,84	4,34	0,65
7,00	0,40	0,15	11,71	4,69	0,70
8,00	0,40	0,15	12,52	5,01	0,75
9,00	0,40	0,15	13,28	5,31	0,80
10,00	0,40	0,15	14,00	5,60	0,84

11.3.6 – SAÍDAS D'ÁGUA EM CORTE

As saídas d'água em corte são o prolongamento das sarjetas, já fora do corte, destinadas a dirigir as águas captadas pelas sarjetas para fora do corpo estradal em um ponto de transição de corte para aterro.

11.3.7 – ENTRADA PARA DESCIDAS D'ÁGUA

As entradas para descidas d'água são dispositivos posicionados nos pontos em que são vencidos os comprimentos críticos dos meios-fios, ou onde posicionadas desde que menor que o comprimento crítico, e nos pontos baixos dos aterros, com a finalidade de dirigir as águas captadas pelos meios-fios para fora do corpo estradal. Foram projetadas as entradas para descida d'água em aterro tipos EDA-01 para rampas e EDA-02 para pontos baixos do greide.

11.3.8 – DISSIPADORES DE ENERGIA

Para evitar erosões nas extremidades das sarjetas, descidas d'água e saídas de valetas, serão projetados dissipadores do tipo DEB-01, aplicada em descidas d'água de aterro, DEB-02 e DEB-04, aplicáveis em sarjetas e valetas.

10.4 – DRENAGEM PROFUNDA

A drenagem profunda é projetada para evitar os problemas acarretados pela incidência das águas subterrâneas do lençol freático, que afetam a infra e superestrutura da rodovia.

Embora não se tenha detectado nas sondagens a ocorrência de lençol freático nos cortes ou a ocorrência de materiais com excesso de umidade, ou a existência de materiais rochosos, impermeáveis abaixo do greide projetado foram projetados drenos nos cortes.

Foram projetados Drenos Profundos para Cortes em Solo do tipo DPS-03, para coletar as águas dos cortes em solo. Eles serão construídos com material filtrante e tubo de polietileno perfurado tipo PEAD, diâmetro de 230 mm.

Os drenos deverão ter seu lançamento, na transição corte/aterro, defletir-se cerca de 45°, prolongando-se além do bordo da plataforma, de modo que o deságue se processe, no mínimo, a um metro do “off-set”. Para proteção na saída dos drenos, foram projetadas bocas de saída do tipo BSD-02.

10.5 – OBRAS DE ARTE CORRENTES

As obras de arte correntes, mais conhecidas como bueiros, tiveram a avaliação de suas vazões máxima determinadas pela análise do fluxo crítico.

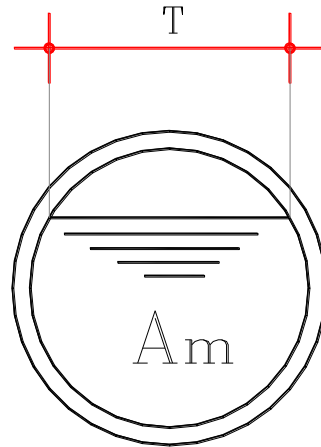
Froude determinou três possibilidades para um fluxo de água não pressurizado, ou seja, operando como canal. Ele criou o chamado número de Froude F_R dado pela expressão abaixo:

$$F_R = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

Onde, V é a velocidade média do fluxo, g a aceleração da gravidade e L o comprimento característico.

No caso de canais abertos, o comprimento característico é definido com o sendo a profundidade hidráulica D que é a relação entre a área molhada, perpendicular ao fluxo, dividido pelo tirante d'água. Ver figura 10.6 abaixo:

Figura 11.6 – Ilustração da profundidade crítica



$$D = \frac{A_m}{T}$$

Onde:

D = Profundidade hidráulica

A_m = Área molhada

T = Comprimento da superfície livre.

Examinando-se o valor do número de Froude de um fluxo pode-se ter $F_R=1$, $F_R<1$ e $F_R>1$.

Se $F_R=1$, tem-se o fluxo crítico, com vazão máxima e menor dissipação de energia específica. Porém esse regime é instável, não sendo recomendado dimensionar as obras com a declividade que gera o regime crítico.

Se $F_R>1$, tem-se o regime subcrítico, com vazões calculadas pela fórmula de Manning que serão menores que a vazão crítica e dependerá da declividade da obra. Esse regime que é caracterizado por ter $l < l_c$ é muito utilizado para os canais com grandes extensões. Deve-se verificar a velocidade mínima que deve ser maior que 0,60 m/s para evitar a sedimentação das partículas coloidais.

Se $F_R<1$, tem-se o regime supercrítico. Nesse caso $l > l_c$ e ao aumento da declividade faz apenas alterar a área e a lâmina de fluxo, pois não há aumento de vazão, já que este só cresce até a obra possuir declividade crítica. As obras tipos dos bueiros devem ser dimensionadas nesse regime, tendo o cuidado de controlar a velocidade máxima que não deve superar a 40m/s, para que haja desgaste prematuro da superfície de concreto que tem contato com a água.

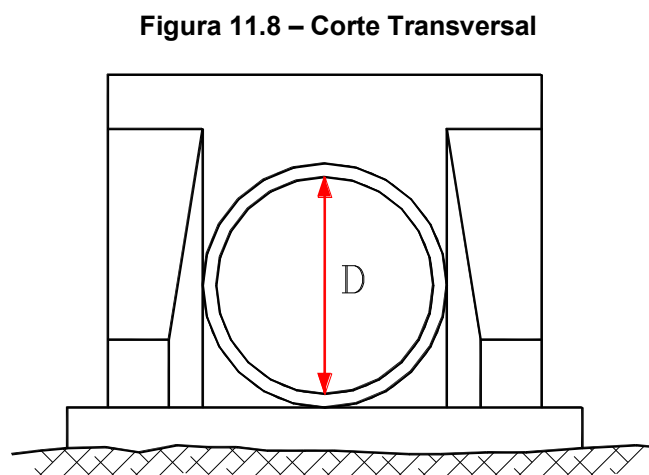
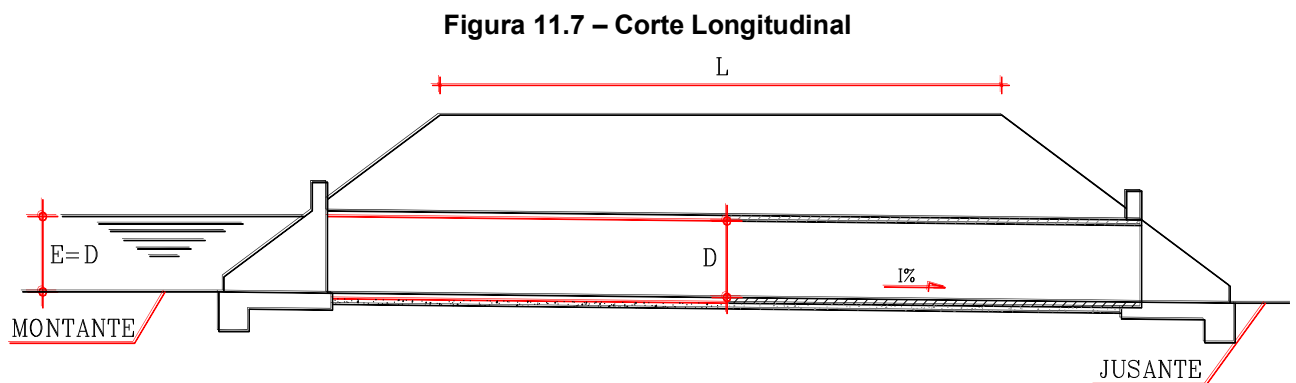
As obras do tipo bueiros tubulares de concreto ou do tipo capeado que são as mais usadas nos projetos rodoviários, devem ser dimensionadas da seguinte forma:

Primeiro passo – Dimensionar como canal, fluxo livre, para a vazão obtida para a chuva com TR = 15 anos, bueiros tubulares, e TR = 25 anos para bueiros celulares.

Segundo passo – Fazer a verificação da obra trabalhando como orifício para a vazão obtida para a chuva de TR = 25 anos para bueiros tubulares e TR = 50 anos para bueiros celulares.

11.5.1 – DETERMINAÇÃO DOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA SEÇÕES DE BUEIROS CIRCULARES

Seja um bueiro de seção circular com diâmetro D , ver figuras 11.7 e 11.8, a seguir:



Fazendo a altura de energia E (m), igual ao diâmetro do tubo, para garantir que não haja afogamento, e sabendo que a relação entre a altura de energia e a profundidade crítica é dada pela equação a seguir:

$$E = \frac{3}{2} \times dc \text{ ou } dc = \frac{3}{2} \times E$$

Onde, dc = profundidade crítica em m. Sendo $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e adotando $n = 0,015$, como recomenda o DNIT.

Aplicando as equações de Manning, da continuidade, obtém-se para os bueiros tubulares funcionando como canal, no regime crítico.

$$Q_c = 1,538 \times D^{2,5}, \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_c = 2,56 \times \sqrt{D}, \text{ m/s}$$

$$I_c = 32,82 \times \frac{n^2}{\sqrt[3]{D}}, \text{ em m/m}$$

Conhecendo Q_{25} dos estudos hidrológicos e aplicando-se as equações acima define-se a obra. Devem-se usar os diâmetros comerciais e não adotar bueiro tubular com mais de três linhas, ou seja, bueiro triplo. Deve-se adotar a declividade I um pouco maior que a declividade crítica para que a obra opere no regime supercrítico.

O DNIT preparou tabelas para bueiros operando como canal, com seções circulares e seções retangulares, contendo os elementos críticos, para as dimensões mais usuais. As tabelas para bueiros tubulares são apresentadas a seguir:

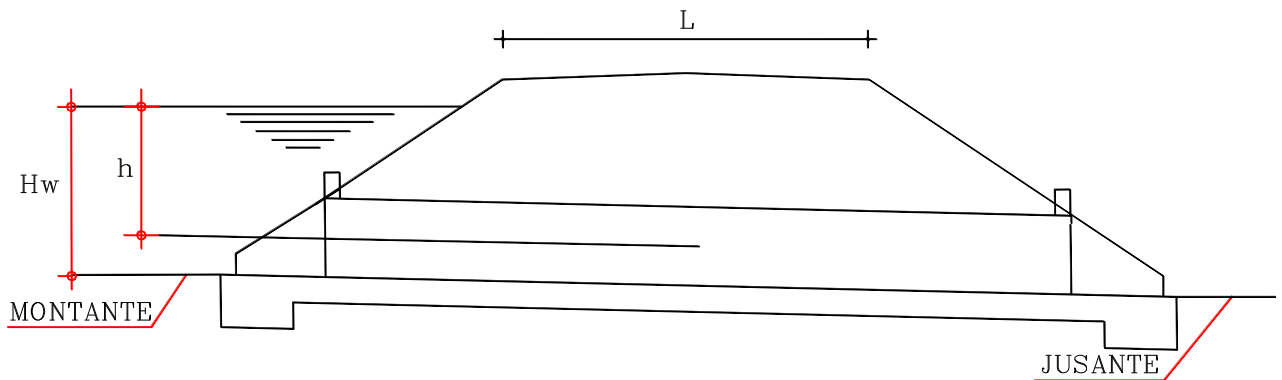
Quadro 11.5 – Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de concreto trabalhando como canal ($E_c = D$)

TIPO	DIÂMETRO (m ²)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSTC	0,60	0,22	0,43	1,98	0,88
BSTC	0,80	0,39	0,88	2,29	0,80
BSTC	1,00	0,60	1,53	2,56	0,74
BSTC	1,20	0,87	2,42	2,80	0,70
BSTC	1,50	1,35	4,22	3,14	0,65
BDTC	1,00	1,20	3,07	2,56	0,74
BDTC	1,20	1,73	4,84	2,80	0,70
BDTC	1,50	2,71	8,45	3,14	0,65
BTTC	1,00	1,81	4,60	2,56	0,74
BTTC	1,20	2,60	7,26	2,80	0,70
BTTC	1,50	4,06	12,67	3,14	0,65

11.5.2 – VERIFICAÇÃO DAS OBRAS TRABALHANDO COMO ORIFÍCIO

As obras correntes são dimensionadas hidráulicamente como canal, para a vazão com TR = 25 anos, bueiros tubulares, e verificada para a vazão com TR = 50 anos, para bueiros capeados, operando cargueada, ou seja, como orifício.

Figura 11.9 – Seção tipo longitudinal



Onde,

H_w = Carga total medida da geratriz inferior, no caso de bueiros circulares, ou da soleira no caso de bueiros capeados, em metros.

h = Carga total medida do eixo geométrico da seção.

Segundo estudos de Franzini e Finnemore (1997), se a carga hidráulica a montante da obra for $H_w \geq 1,2 \times D$ para bueiros tubulares ou $H_w \geq 1,2 \times H$ para bueiros de seção retangular, as obras estarão operando como orifício. Observa-se, que no caso de bueiro tubular, fazendo $H_w = 1,2 \times D$, tem-se:

$$H_w - h = 0,5 \times D;$$

$$1,2 \times D - h = 0,5 \times D.$$

$$h \geq 0,70 \times D$$

O mesmo raciocínio vale para os bueiros de seção retangular substituindo D por H , logo pode-se escrever que: $h \geq 0,70 \times H$

O Manual do DNIT, com edição de 2006, adotou $h(\text{min}) = 1,2 \times D$, ou seja, $H_w = 1,70 \times D$, para bueiros tubulares e $h(\text{min}) = 1,2 \times H$, ou seja, $H_w = 1,70 \times H$ para bueiros capeados.

Essas tabelas são mostradas mais adiante.

Para os bueiros trabalhando como orifício, a vazão depende somente da área e da carga h em relação ao centro da seção.

A vazão teórica é dada por $Q = A \times \sqrt{2 \times g \times h}$, considerando as perdas localizadas na entrada do bueiro e a contração da veia líquida, a vazão teórica deve ser multiplicada por um fator redutor C que varia entre 0,62 e 0,64, o DNIT adota $C = 0,63$. Desta forma a vazão como orifício é calculada pela expressão abaixo:

$$Q = 0,63 \times A \times \sqrt{2 \times g \times h}, \text{ em m}^3/\text{s}.$$

Onde,

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$h =$ carga hidráulica em m

$A =$ área da seção da obra, m^2 .

A seguir são apresentadas as tabelas preparadas pelo DNIT para bueiros tubulares.

Quadro 10.6 – Vazão, velocidade e carga hidráulica de bueiros tubulares trabalhando como orifício com $c = 0,63$

TIPO	DIÂMETRO (m)	h = D		h = 1,5 D		h = 2D	
		Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)
BSTC OU BSTM	0,60	0,61	2,16	0,75	2,65	0,86	3,06
	0,80	1,25	2,50	1,54	3,06	1,77	3,53
	1,00	2,19	2,79	2,68	3,42	3,10	3,95
	1,10	2,78	2,93	3,41	3,58	3,93	4,14
	1,20	3,46	3,06	4,23	3,74	4,89	4,32
	1,30	4,22	3,18	5,17	3,90	5,97	4,50
	1,40	5,08	3,30	6,23	4,04	7,19	4,67
	1,50	6,04	3,42	7,40	4,19	8,54	4,83
	1,60	7,10	3,53	8,69	4,32	10,04	4,99
	1,70	8,26	3,64	10,12	4,46	11,68	5,14
	1,80	9,53	3,74	11,67	4,58	13,48	5,29
1,90	10,91	3,85	13,36	4,71	15,43	5,44	
2,00	12,40	3,95	15,19	4,83	17,54	5,58	
BDTC OU BDTM	0,80	2,38	2,50	2,92	3,06	3,37	3,53
	1,00	4,38	2,79	5,37	3,42	6,20	3,95
	1,10	5,56	2,93	6,81	3,58	7,87	4,14
	1,20	6,92	3,06	8,47	3,74	9,78	4,32
	1,30	8,45	3,18	10,35	3,90	11,95	4,50
	1,40	10,17	3,30	12,45	4,04	14,38	4,67
	1,50	12,08	3,42	14,80	4,18	17,08	4,83
	1,60	14,20	3,53	17,39	4,32	20,08	4,99
	1,70	16,52	3,64	20,23	4,46	23,36	5,14
	1,80	19,06	3,74	23,34	4,58	26,95	5,25
	1,90	21,81	3,85	26,72	4,71	30,85	5,44
2,00	24,80	3,95	30,37	4,83	35,07	5,58	
BTTC OU BTTM	1,00	6,58	2,79	8,05	3,42	9,30	3,95
	1,10	8,35	2,93	10,22	3,58	11,80	4,14
	1,20	10,37	3,06	12,70	3,74	14,67	4,32
	1,30	12,67	3,18	15,52	3,90	17,92	4,50
	1,40	15,25	3,30	18,68	4,04	21,57	4,67
	1,50	18,12	3,42	22,19	4,18	25,63	4,83
	1,60	21,29	3,53	26,08	4,32	30,11	4,99
	1,70	24,78	3,64	30,35	4,46	35,04	5,14
	1,80	28,59	3,74	35,01	4,58	40,43	5,29
	1,90	32,72	3,85	40,08	4,71	46,28	5,44
	2,00	37,20	3,95	45,56	4,83	52,61	5,58

10.5.3 – RELAÇÃO DOS BUEIROS PARA O TRECHO EM ESTUDO

Para o trecho em estudo, é apresentada a seguir, em forma de planilha, a relação dos bueiros.

Quadro 11.7 – Relação dos Bueiros

Nº	BACIA	Qp (m³/s) Calcul. (TR=15 anos)	Qp (m³/s) Calcul. (TR=25 anos)	Qp (m³/s) Calcul. (TR=50 anos)	ESTACA DE PROJETO	TIPO DE OBRA (EXISTENTE)	TIPO DE OBRA (IMPLANTAR)	Qp (m³/s) Adm. (Canal)	Qp (m³/s) Adm. (Orifício)	OBSERVAÇÃO
1	B-01	0,76	0,84	-	294+13,67	BSTC Ø 1,00	-	1,53	2,19	Limpeza / Reconstrução das bocas
2	B-02	1,93	2,14	-	446+1,58	BDTC Ø 1,00	-	3,07	4,38	Limpeza / Reconstrução das bocas
3	B-03	2,01	2,22	-	484+18,92	BDTC Ø 1,00	-	3,07	4,38	Limpeza / Reconstrução das bocas
4	B-04	2,54	2,81	-	539+8,83	BSTC Ø 1,00	BDTC Ø 1,00	3,07	4,38	Substituição
5	B-05	-	7,78	8,77	658+5,13	BDTC Ø 0,80	BDCC 1,5x1,5	14,10	23,07	Substituição

11.6 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE DRENAGEM

Os elementos construtivos do projeto de drenagem estão sendo apresentados no **Volume 2 – Projeto de Execução (Básico)**.

12 – PROJETO BÁSICO DE PAVIMENTAÇÃO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



12 – PROJETO BÁSICO DE PAVIMENTAÇÃO

12.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi elaborado de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação – Pavimentos Flexíveis (IS-14) contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/SE e IS – 211 / IS – 212.

O trecho em estudo, **Capela / Entr. SE-230 (N.S. das Dores)**, com extensão aproximada de 16,97 Km, é parte integrante da Rodovia SE-339. O percurso do trecho se desenvolve nos municípios de Capela e de Nossa Senhora das Dores.

12.2 – DIMENSÕES DA SEÇÃO TRANSVERSAL FINAL

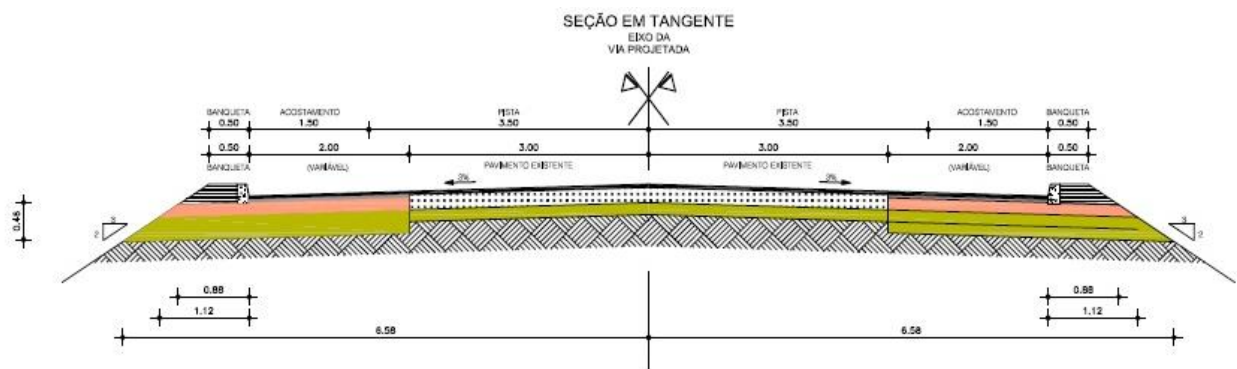
Para o trecho em estudo, conforme orientação do DER-SE, já citado anteriormente, o trecho terá duas seções geométricas adotadas ao longo do traçado.

TRECHO DE RODOVIA SINGELO – EST.0+ 0,00 A EST. 771+0,00 / EST. 842+0,00 A EST. 847+16,52

Pista de Rolagem: 1 x 7,00 m

- Acostamento: 2 x 1,50 m
- Drenagem em Corte: 1,00 m
- Drenagem em Aterro: 0,50 m

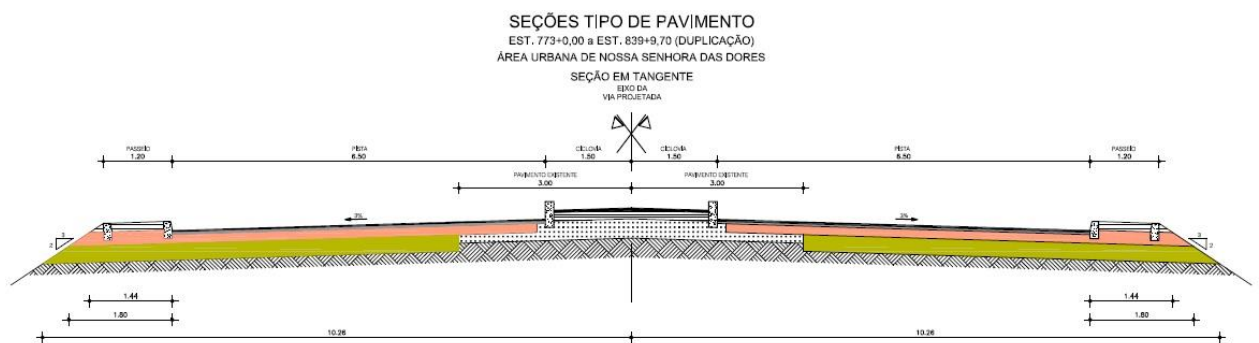
Figura 12.1 – Seção Tipo projetada - singela



TRECHO DE RODOVIA DUPLICADO – EST.773+ 0,00 A EST. 847+16,232

- Pista de Rolagem: 2 x 6,50 m
- Canteiro central com ciclovia: 3,00 m
- Acostamento: 2 x 1,50 m
- Passeios laterais: 2 x 1,20 m
- Drenagem tipo urbana

Figura 12.2 – Seção Tipo projetada - duplicada



12.3 – INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

No desenvolvimento do projeto de pavimentação os subsídios foram oriundos dos seguintes elementos:

- Projeto Geométrico;
- Estudos de Tráfego e Cálculo do Número “N”;
- Avaliação das condições de superfície
- Estudos Geotécnicos;

12.3.1 – PROJETO GEOMÉTRICO

Do projeto geométrico foram extraídas todas as informações dos locais de pista conforme caixa licitada, locais de acessos laterais e das interseções.

12.3.2 – ESTUDOS DE TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO “N”

Os estudos de tráfego, desenvolvidos no Capítulo 3, tiveram a finalidade de fornecer o número “N” repetições de operação do eixo padrão de 8,20tf pelos métodos da AASHTO, para dimensionar reforço betuminoso, e U.S.A.C.E para dimensionar pelo método da resistência. Este número foi calculado para um período de projeto de 10 anos, tomando como ano de abertura 2024. No quadro a seguir apresentamos as condições consideradas dos estudos de tráfego para o dimensionamento.

Ano de abertura	2024
Ano projeto	2033
Período de projeto	10 anos
Número “N” (AASHTO)	$5,82 \times 10^6$
Número “N” (USACE)	$1,90 \times 10^7$

12.3.3 – AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE

a) Análise das Condições de Superfície

A partir da avaliação objetiva do pavimento foi calculado o IGG, onde em função das condições do mesmo foi considerado um segmento único. Desta análise verificou-se que os resultados do mesmo classificam o mesmo como ruim, mostrando que às condições do pavimento estava sofrível, com bastante trincas, painelas e outros defeitos que mostravam um grande desgaste, o que leva a necessidade de uma intervenção.

b) Análise da Avaliação Estrutural

As camadas terrosas do pavimento investigado nas explorações de campo indicam que há uma camada única de material com espessura variável representando uma base/sub-base e um aterro/subleito. Examinando os resultados dos ensaios realizados, verificamos que a camada de pavimento não atende a característica de base e de sub-base com um $CBR_{\text{medio}} = 66\%$.

O subleito estudado apresentou um $CBR = 6\%$, predominantemente. Em função disto o dimensionamento adotou este CBR no dimensionamento do pavimento.

c) Solução Adotada para a Pavimentação

Baseado nas informações dos estudos realizados, bem como em viagens de inspeção, podemos analisar que o trecho apresenta o pavimento em estado precário, com muitas trincas e remendos.

Diante do exposto, as soluções adotadas foram as seguintes:

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 0+0,00 E ESTACA 773+0,00

Neste trecho, a parte central, na largura de 6,00 m, deverá ser executada a reestabilização do pavimento com adição de 30% de brita e a execução de um revestimento em CBUQ com 8,0 cm de espessura. A complementação para o alargamento da plataforma deverá ser executada as camadas do pavimento base, sub-base e revestimento.

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 773+0,00 E ESTACA 847+16,252

Neste trecho de duplicação, as camadas do pavimento e o revestimento deverão ser executadas.

12.3.4 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos, constante no capítulo 7 desse relatório, permitiram tomar todas as decisões com respeito ao tipo de dimensionamento e dos materiais a serem utilizados.

Com base nos estudos geotécnicos foi possível concluir que todo o dimensionamento será feito pelo método da resistência, uma vez que a base da pista existente não atende ao CBR solicitado. Também dos estudos geotécnicos foi obtido o valor do CBR do subleito, cujo valor médio encontrado foi de CBR = 6%, que foi utilizado no dimensionamento.

Apresentamos a seguir a solução para implantação do pavimento da rodovia que será aplicado na pista principal e nas interseções que terão alterações:

- a) Sub-base – escarificação e incorporação do revestimento, homogeneização e compactação do pavimento existente na espessura de 29,0 cm;
- b) Base – em brita graduada simples (BGS) com espessura de 15,0 cm;
- c) Revestimento – Concreto Betuminoso (CBUQ) com espessura de 8,0 cm da seguinte forma:
 - 1ª camada - CBUQ faixa "B" com 4,0 cm de espessura (Biden)
 - 2ª camada - CBUQ faixa "C" com 4,0 cm de espessura (rolamento);

12.4 – METODOLOGIA DO DIMENSIONAMENTO

12.4.1 – DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para o dimensionamento das camadas do pavimento foi utilizado o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis adaptado pelo Eng. Murilo Lopes de Souza e adotado pelo DNIT (DNER), com a adoção do período de projeto de 10 anos e ano de abertura da via em 2023.

Esse método necessita como dados de entrada do Índice de Suporte do Subleito e do número “N” de repetição do eixo padrão de 8,2tf.

Esse método consiste em resolver inequações que garantam a proteção de uma determinada camada com suporte “m”. Resumidamente as inequações são mostradas abaixo:

➤ **Critério da Resistência**

INEQUAÇÃO 01

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq h_{20}$$

Onde:

R = Espessura do pavimento

K_R = Coeficiente estrutural do pavimento

B = Espessura da base

K_B = Coeficiente estrutura da base

h_{20} = Altura que protege a sub-base em termos de solo granular.

INEQUAÇÃO 02

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + SB \cdot K_{SB} \geq h_m$$

Onde:

R = Espessura do revestimento;

K_R = Coeficiente estrutural do revestimento;

B = Espessura da base;

K_B = Coeficiente estrutural da base;

SB = Espessura da sub-base

K_{SB} = Coeficiente estrutural da sub-base

h_m = Altura que protege um subleito com CBR = m.

As alturas h_{20} e h_m são obtidas do ábaco $h_i \times N$, apresentado no “Método de Projeto de Pavimento Flexível” (DNER – 1981) onde:

h_i = Altura que protege uma camada de CBR i

N = Número de repetição do eixo padrão.

As alturas h_{20} e h_m também podem ser obtidas da equação:

$$H = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$

Onde:

H = Altura que protege uma camada de CBR _{i} ;

N = Número de repetição do eixo padrão;

CBR = Índice de Suporte utilizado (subleito, subbase, etc).

A partir do número “ N ” e dos valores do subleito, foi feito o dimensionamento do pavimento usando a equação citada anteriormente, cujos resultados são mostrados no quadro apresentados no final do capítulo.

12.4.2 – DETERMINAÇÃO DO TIPO DE REVESTIMENTO

Para determinação do tipo e espessura do revestimento, é necessária a definição do número “ N ” de operações do eixo padrão de 8,2 t. Do estudo de tráfego foi calculado para o período de projeto um $N = 6,44 \times 10^6$.

A partir do volume “Método de Projeto de Pavimento Flexível” (DNER), Tabela 7, verificamos os tipos e espessuras de revestimento conforme o número “ N ”, quadro este apresentado a seguir:

N	Espessura Mínima do Revestimento
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5,0 cm de espessura

$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

A partir da tabela 7, verificamos que para o trecho em questão o revestimento indicado é um concreto betuminoso (CBUQ) com espessura de 10,0 cm, porém como estamos no limite inferior foi adotado 8,0 cm.

12.4.3 – COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Para os diferentes materiais construtivos do pavimento, os coeficientes de equivalência estrutural, conforme Tabela 6 do volume “Método de Projeto de Pavimento Flexível” (DNER), são os seguintes:

Componentes do Pavimento	Coefficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00

12.5 – RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento verificou-se o menor valor do Índice de Suporte dos segmentos homogêneos, ISC = 6,0%, e adotou-se este valor.

A partir do número “N” da U.S.A.C.E e dos valores de CBR do subleito, foi feito o dimensionamento do pavimento, conforme o Método citado e apresentado em forma de planilha no final do capítulo.

12.6 – CONCEPÇÃO DO PROJETO

O projeto teve como premissa básica a restauração da via, que aproveitará o pavimento existente como base com adição de brita e implantará um novo revestimento. Nas complementações serão executadas as camadas do pavimento. Apresentamos a seguir as características da solução adotada.

Esta concepção foi baseada no dimensionamento estrutural do pavimento apresentado no item anterior. Ela consistirá na execução das seguintes etapas:

Na parte central da via onde será executada a reestabilização, a mesma será com 15,0 cm de espessura e adição de 30% de brita.

Nos alargamentos e na duplicação a solução será a seguinte:

- a) Sub-base em solo estabilizado granulometricamente com espessura de 29,0 cm;
- b) Base em Brita graduada simples (BGS) com espessura de 15,0 cm, CBR > 80%;
- c) Aplicação da imprimação da base em toda a pista;
- d) No revestimento – Concreto Betuminoso (CBUQ) com espessura de 8,0 cm da seguinte forma:
 - 1ª camada - CBUQ faixa "B" com 4,0 cm de espessura (Biden)
 - 2ª camada - CBUQ faixa "C" com 4,0 cm de espessura (rolamento).

12.7 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação é apresentado no **Volume 2** contendo os seguintes elementos:

- ✓ Seções Tipo de Pavimentação;
- ✓ Diagrama Unifilar com o Dimensionamento do pavimento;
- ✓ Diagrama Unifilar contendo as Fontes de Materiais;
- ✓ Croquis individuais de localização das ocorrências;

Quadro 12.1 – Dimensionamento do Pavimento

PLANILHA DE CÁLCULO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL

RODOVIA: SE-339

ISC SUBLEITO

TRECHO: Capela / Entr. SE-230 (N. S. das Dores)

Projeto= 6%

SUB-TRECHO:

Núm. N = 1,90E+07

Revestimento: TIPO - CBUQ
ESPESS. - 8,00

COEFICIENTES

$$K_R = 2$$

$$K_B = 1$$

$$K_{SB} = 1$$

CÁLCULO DE H_{20} ($H = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$)			CÁLCULO DE H_n ($H = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$)			
CBR =	20		CBR =	6		
$H_{20} =$	29,04513		$H_n =$	59,66983		
$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$			$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S \geq h_n$			
R	H_{20}	B	R	B	H_n	h_{20} (SB)
8	29,05	13,05	8	15,00	59,67	28,67
		15,00				29,00

NOTA: PAVIMENTO DIMENSIONADO

- 1) Trecho pavimentado com as três camadas
- 2a) Revestimento: Pista em CBUQ com e=8,0 cm
- 2b) Camada de rolamento (superior) em CBUQ FAIXA "C" e = 4,0 cm
- 2c) Camada de biden (inferior) em CBUQ FAIXA "B" e = 4,0 cm
- 3) Base: em brita graduada simples faixa "C" com CBR > 80% - e = 15 cm
- 4) Sub-base: em solo estabilizado com CBR > 20% - e = 29 cm
- 5) espessura total do pavimento/revestimento - e = 52 cm

13 – PROJETO BÁSICO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



13 – PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS

13.1 – INTRODUÇÃO

O projeto de interseções e acessos foi desenvolvido complementarmente ao projeto geométrico, e foi elaborado orientando-se pelas diretrizes estabelecidas nos Termos de Referência, obedecendo os seguintes referenciais técnicos e normativos:

- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço (DNIT/IPR 726/2006);
 - IS-213 – Projeto de Interseções, Retornos e Acessos
- Manual de Pavimentação (DNIT/IPR 718/2005).

13.2 – INTERSEÇÕES EXISTENTES E PROJETADAS

Serão mantidas as seguintes interseções:

- Entr. SE-160 (Rodovia Luiz de Melo Barreto Filho), no município de Capela no início do trecho.
- Interseção com Acesso a usina Nova Campo Lindo Agroindustrial. A geometria será mantida parcialmente. Será acrescido uma faixa de conversão a esquerda.
- Entr. SE-230 (N.S.das Dores) – terá sua geometria preservada.

As interseções serão readequadas com o seguinte formato:

- Apresenta uma gota central, com faixas de aceleração e desaceleração e faixa de espera no lado oposto.

A solução de pavimentação da interseção será a mesma da pavimentação projetada no trecho principal.

13.3 – ACESSOS SECUNDÁRIOS À VIA PRINCIPAL

Foram localizados 15 acessos no trecho **Capela / Entr. SE-230 (N. S. das Dores)**, cujas localizações são mostradas no Quadro 13.02.1 a seguir:



Quadro 13.02.1 – Relação dos Acessos Secundários à Via Principal

LISTA DOS ACESSOS LATERAIS					
LADO ESQUERDO			LADO DIREITO		
ITEM	ESTACA	SEÇÃO-L(m)	ITEM	ESTACA	SEÇÃO-L(m)
1	50+0,00	8,00 (RUA)	1	49+15,00	6,00 (RUA)
2	52+2,00	6,00 (RUA)	2	52+0,00	6,00 (RUA)
3	100+8,00	6,00	3	178+0,00	6,00
4	154+5,00	6,00	4	198+0,00	6,00
5	541+10,00	6,00	5	251+15,00	6,00
6			6	268+0,00	6,00
7			7	293+10,00	6,00
8			8	361+10,00	6,00
9			9	387+0,00	6,00
10			10	538+0,00	6,00

Para os acessos e limpa rodas, apresentados no quadro acima, será adotada uma solução semelhante da via principal, ou seja:

- Sub-base – solo estabilizado granulometricamente sem mistura na espessura de 29,0 cm,
- Base – em brita graduada simples (BGS) com espessura de 15,0 cm; CBR > 80%;
- Aplicação da imprimação da base em toda a pista;
- Revestimento – Concreto Betuminoso (CBUQ) com espessura de 8,0 cm da seguinte forma:
 - 1ª camada - CBUQ faixa "B" com 4,0 cm de espessura (Biden)
 - 2ª camada - CBUQ faixa "C" com 4,0 cm de espessura (rolamento).

13.4 – APRESENTAÇÃO

O projeto de interseções e acessos é apresentado no **Volume 2**. Alguns dispositivos de projeto serão apresentados no capítulo de sinalização.

14 – PROJETO BÁSICO DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



14 – PROJETO DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS

O trecho em estudo **Capela / Entr. SE-230 (N.S. das Dores)** que faz parte da SE-339, não apresenta obras de arte especiais ao longo do traçado.



15 – PROJETO BÁSICO DE SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



15 – PROJETO BÁSICO DE SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES

15.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Sinalização, composto pelas sinalizações horizontal e vertical foi desenvolvido a partir da análise dos projetos geométricos, e de interseção, retornos e acessos. Tem por finalidade fornecer aos usuários da via informações que permitam aos mesmos adotarem um comportamento adequado que leve a aumentar a segurança e fluidez da via, além do ordenamento adequado do fluxo.

Este projeto foi desenvolvido em conformidade com as prescrições contidas nas publicações:

- Manual de Sinalização Rodoviário (DNIT/IPR -743/2010)
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço (DNIT/IPR 726/2006);
 - ✓ IS-215 – Projeto de Sinalização
- Guia Prático – Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-LEGAL (2015);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação (CONTRAN / DENATRAN - 2007);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II – Sinalização Vertical de Advertência (CONTRAN / DENATRAN - 2007);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume III – Sinalização Vertical Indicativa (CONTRAN / DENATRAN - 2014);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal (CONTRAN / DENATRAN - 2007);

15.2 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO

15.2.1 – SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal é o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicadas sobre o revestimento do pavimento, obedecendo ao projeto com o intuito de atender às condições de segurança e conforto do usuário.

Marcas Longitudinais

De acordo com a sua utilização, as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

- Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO);
- Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido (LMS);
- Linha de bordo (LBO);
- Linha de continuidade (LCO).

• Linhas de Divisão de Fluxos Opostos (LFO)

São as linhas que separam os movimentos veiculares de sentidos opostos e indicam os trechos da via em que a ultrapassagem é permitida ou proibida. Estas linhas terão a largura de 0,15 m, pois a velocidade diretriz é de 80 km/h.

- Linhas simples contínua (LFO-1)

Divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos. Sua cor é amarela e a largura de 0,15 m ($v = 80$ km/h).

- Linhas simples seccionada (LFO-2)

Divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos. Sua cor é amarela e a largura de 0,15 m ($v = 80$ km/h). A cadência desta linha é de 1:3, sendo 4,0 m (quatro) de pintura e 12,0 m (doze) de espaçamento. No caso de aproximação de faixa de ultrapassagem proibida a cadência passa para 1:1 sendo 4,0 m (quatro) de pintura e 4,0 m (quatro) de espaçamento. Isto deve ser em uma extensão de 152,00 m.

- Linhas dupla contínua (LFO-3)

Divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos. Sua cor é amarela e a largura de 0,15 m ($v = 80$ km/h), com espaçamento entre elas de 0,10 m.

- Linhas dupla contínua/tracejada (LFO-4)

Divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem, a transposição e os deslocamentos laterais

são proibidos ou permitidos para cada sentido. Sua cor é amarela e a largura de 0,15 m ($v = 80$ km/h), com espaçamento entre elas de 0,10 m. O lado com linha descontínua deve ter uma cadência de 1:1 sendo 4,0 m (quatro) de pintura e 4,0 m (quatro) de espaçamento.

• Linhas de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido (LMS)

Estas linhas separam os movimentos veiculares de mesmo sentido e regulamentam a ultrapassagem e a transposição. São subdivididas nos seguintes tipos:

- Linhas Simples Contínuas (LMS-1);
- Linhas de Divisão de Fluxo de Mesmo Sentido (LMS-2);

Para o projeto em questão serão adotadas apenas as linhas tipo LMS-2.

- Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido (LMS-2)

Ordena fluxos de mesmo sentido de circulação, delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito e indicando os trechos em que a ultrapassagem e a transposição são permitidas. Sua cor é branca e a largura de 0,15 m ($v = 80$ km/h).

• Linha de Bordo (LBO)

São linhas que delimitam, através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais, separando a faixa de rolamento do acostamento ou faixa de segurança. Sua cor é branca e a largura de 0,15 m ($v = 80$ km/h). Sua aplicação se dá a 0,20 m do bordo da faixa de rolamento.

• Linha de Continuidade (LCO)

Esta linha dá continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos longos ou em curvas. Sua cor pode ser branca ou amarela, conforme o local de aplicação. A largura da faixa é de 0,15 m ($v = 80$ km/h). Sua cadência é de 1:1 sendo 2,0 m (dois) de pintura e 2,0 m (dois) de espaçamento. No projeto em questão a cor que está sendo utilizada é a branca, visto que à mesma foi utilizada nos "tapes" da interseção e na interrupção da linha de bordo nos acessos laterais.

Marcas de Canalização

As Marcas de Canalização são utilizadas para orientar e regulamentar os fluxos de veículos em uma via, direcionando-os de modo a propiciar maior segurança e melhor desempenho, em situações que exijam uma reorganização de seu caminhamento natural

Possuem a característica de transmitir ao condutor uma mensagem de fácil entendimento quanto ao percurso a ser seguido, tais como:

- Acessos;
- Interseções em rotatórias, etc.

As Marcas de Canalização são constituídas pela Linha de Canalização e pelo Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável, sendo este aplicado sempre em conjunto com a linha.

• **Linha de Canalização (LCA)**

A linha de canalização delimita o pavimento reservado à circulação de veículos, orientando os fluxos de tráfego por motivos de segurança e fluidez.

Estas linhas são de cor branca, quando direciona fluxo de mesmo sentido; e amarela, quando direciona fluxo de sentido oposto.

As linhas de canalização, nas áreas de aproximação de obstáculos, serão contínuas com 0,15m de largura, delimitando áreas não trafegáveis (áreas neutras), sendo preenchidas por linhas diagonais, formando as áreas zebradas.

• **Zebrado de Preenchimento da Área de Pavimento não Utilizável (ZPA)**

O zebrado (ZPA) destaca a área interna às linhas de canalização, reforçando a ideia de área não utilizável para a circulação de veículos, além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via.

Este zebrado deve ter à cor branca, quando direciona fluxos de mesmo sentido; e amarela, quando direciona fluxos de sentidos opostos.

As áreas zebradas serão executadas obedecendo a razão; 0,40 m de linhas demarcados com inclinação de 45º (quarenta e cinco graus) em relação a linha de canalização, para 1,20 m de espaçamento.



Inscrições no Pavimento

As inscrições no pavimento se apresentam como setas, símbolos ou legendas, aplicados sobre as faixas ou sobre a pista de rolamento, como objetivo de advertir, orientar e complementar a regulamentação do tráfego.

Foram empregados setas e símbolos para controle e uso das faixas de rolamento, indicando os movimentos permitidos na pista. Sua localização, tipos e características estão apresentadas no linear de sinalização da rodovia, sendo dimensionadas para $V = 60$ km/h.

Materiais a Utilizar

Os materiais a serem utilizados deverão obedecer ao que estabelece os Termos de Referência no tocante à tinta para sinalização horizontal rodoviária, tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em água (EM – 276/2000), com espessura de 0,5 mm e tempo de duração de 36 meses (VMD < 5.000 veic.), além dos critérios a serem adotados para aceitação e rejeição.

Na execução de marcas, faixas e símbolos na sinalização ostensiva e interseção, a pintura será manual com a utilização de material à base de resina acrílica emulsionada em água (EM – 276/2000), com espessura de 0,5 mm e tempo de duração de 36 meses (VMD < 5.000 veic.).

As cores empregadas na demarcação das marcas viárias no Projeto da Sinalização Horizontal são Branco-neve e Amarelo-médio (tabela 3, EM-276/2000). O Branco-neve será usado nas demarcações de Linha de Borda de Pista e Linhas de Canalização (interseção), e o amarelo-médio nas demarcações de Linha de Proibição de Ultrapassagem; Linhas de divisão de fluxo oposto e Linhas de Canalização.

As demarcações deverão ser complementadas pela adição de microesferas de vidro retro refletivo, classificadas em “premix” (tipo IB), conforme Especificação DNER-EM 373/2000.

A fim de garantir perfeito alinhamento e excelente configuração geométrica na demarcação das faixas, deverá ser executada a pré-demarcação da pintura a ser executada.

O procedimento para avaliação da retrorrefletividade deverá atender o descrito na ABNT NBR 14723 - Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade.



A retrorefletividade inicial e residual mínima para sinalização definitiva, deverá atender ao previsto no Programa BR-LEGAL, conforme descrito no quadro a seguir.

TINTA	RETROREFLETIVIDADE	
	INICIAL	RESIDUAL
COR AMARELA	150 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	80 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²
COR BRANCA	250 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	100 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²

Dispositivos Auxiliares da Sinalização Horizontal

Os dispositivos auxiliares na sinalização horizontal se compõem das tachas e tachões, empregados com vistas a alertar sobre perigos iminentes, na extensão total da rodovia e nas interseções, no caso dos tachões em lugares estratégicos, possibilitando à noite, ou em condições adversas de tempo, a prévia percepção das suas sinuosidades, ondulações e direções a serem tomadas.

No projeto previu-se a implantação destes dispositivos nos bordos, eixo, nas transições de largura da pista, nas linhas de canalização e nas linhas externas de confinamento das faixas de aceleração e desaceleração, conforme as disposições apresentadas no quadro abaixo.

Linhas de Borda	Tachas bidirecionais brancas com elementos refletores brancos/vermelhos, e espaçamento entre tachas de 8,00 m (curva ou trecho sinuoso), espaçamento entre tachas de 16,00 m (tangente), e espaçamento entre tachas de 4,00 m antecedendo obstáculos ou obras de arte.
Linhas de Eixo	Tachas bidirecionais amarelas com elementos refletores amarelos, trechos tangentes com cadência de 4,00x4,00 m, espaçamentos entre tachas de 8,00 m, trechos tangentes com cadência de 4,00x12,00 m, espaçamento entre tachas de 16,00 m, para trechos em curva 01 unid. a cada 8,00 m, e espaçamento entre tachas de 4,00 m antecedendo obstáculos ou obras de arte.
Linha de Canalização	Tachões bidirecionais amarelos ou monodirecionais brancos com elementos refletores e espaçados de 1,00 m.
Linha Externa de Confinamento das Faixas de Aceleração e Desaceleração	Tachas monodirecionais brancas com elementos refletores brancos e espaçados de 8,00 m.

As tachas deverão ser tipo III, corpo tipo B, ter dimensões aproximadas de 10,0 cm x 10,0 cm e a altura deverá ser de 1,90 cm, com pino de fixação em aço de Ø 1/2" (NBR 14636). Os tachões deverão ser do tipo I, deverão apresentar dimensões aproximadas de 25,0 cm x 15,0 cm e uma altura aproximada de 5,0 cm, com pinos de fixação em aço de Ø 1/2" (NBR 15576). Todos os procedimentos para implantação desses dispositivos deverão obedecer a seus projetos tipo. Sinais de Indicação; Dispositivos de Canalização; Dispositivos Luminosos; Dispositivos de Controle de Trânsito.

15.2.2 – SINALIZAÇÃO VERTICAL

Sinalização vertical é um conjunto de legendas ou símbolos com o objetivo de advertir, regulamentar ou indicar a forma correta e segura do uso da via pelos veículos e pedestres, visando o contexto e a segurança do usuário e melhor fluxo do tráfego. A sinalização vertical engloba placas, painéis, marcos quilométricos e etc.

A posição e as dimensões das placas foram estabelecidas em função da velocidade de operação considerada de 80 km/h.

A sinalização vertical é composta pelas placas regulamentares, de advertência, indicativas e educativas.

- **Sinais de regulamentação**

As Placas Regulamentares, consideradas prioritárias nas alças das interseções e no trecho principal, tem como objetivo a informação ao usuário das limitações, restrições e proibições que regulam o uso da rodovia, e cuja violação constitui infração. Para aplicação ao longo da via, as placas circulares serão de diâmetro igual a 1000 mm e cor vermelha. As exceções são as placas de parada obrigatória, octogonal de lado 414 mm e a placa de dê a preferência, triangular de lado 1000 mm. Para a interseção, ao longo da SE-339, as placas circulares terão diâmetro igual a 1000 mm e cor vermelha.

- **Sinais de advertência**

As Placas de Advertência, colocadas nas laterais da rodovia e em alças têm a finalidade de alertar o usuário sobre a existência e a natureza de condições potencialmente perigosas na rodovia ou junto a mesma. São placas de lados quadradas de dimensões de 1000 mm e cor amarela.

- **Sinais de indicação**

As placas indicativas têm por finalidade orientar e informar o usuário, ao longo do seu deslocamento pela rodovia, sobre a localização de rodovias transversais, retornos, localidades, acessos, cursos d'água, divisas interestaduais, intermunicipais e outras informações de interesse geral. São placas retangulares de dimensões variadas em função da quantidade de informações nela contida. Para se definir o tamanho a ser adotado para estas placas, levou-se em consideração, além da quantidade de informações nela contida, a velocidade de aproximação de 80 km/h, o que estabeleceu uma altura de $h = 0,15$ m para as letras a serem adotadas, para a rodovia. Com as alturas das letras definidas e de posse da tabela de diagramação contida no Manual do DENATRAN, determinou-se a dimensão das placas a serem aplicadas, somando-se as larguras das letras com os espaçamentos, considerando-se a distância de uma palavra a outra igual a altura da maiúscula e adotando-se o espaço entre duas linhas igual a $3/5$ (três quintos) da altura média das letras. Estas placas têm a cor verde.

- **Sinais de educação**



As Placas Educativas têm a finalidade principal de educar os usuários numa melhor utilização da via. São placas retangulares de dimensões variadas em função da quantidade de informações nela contida. Para se definir o tamanho a ser adotado para estas placas, levou-se em consideração, além da quantidade de informações nela contida, a velocidade de aproximação de 80 km/h, o que estabeleceu uma altura de $h = 0,15$ m para as letras a serem adotadas, para a rodovia. Com as alturas das letras definidas e de posse da tabela de diagramação contida no Manual do DENATRAN, determinou-se a dimensão das placas a serem aplicadas, somando-se as larguras das letras com os espaçamentos, considerando-se a distância de uma palavra a outra igual a altura da maiúscula e adotando-se o espaço entre duas linhas igual a $3/5$ (três quintos) da altura média das letras. Estas placas têm a cor branca.

- **Sinais de serviços auxiliares**

As placas auxiliares têm a finalidade de indicar aos usuários da via onde poderão encontrar os serviços indicados, bem como orientar a direção e identificação dos mesmos. Também são utilizadas para indicação de limites. São placas retangulares de cor azul.

Confecção das Placas

- **Material das placas**

As placas serão confeccionadas em chapas planas de aço zincado nº 16, atendendo a NBR 11904. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliester), ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140°C.

- **Preparação das placas**

Para se obter pintura adequada é essencial a preparação da superfície metálica, de forma a livrá-la de impurezas e protegê-la contra oxidação. Para isso, devem ser adotadas às seguintes operações:

Decapagem;

Fosfatização;

Uma camada “wash-primer”;

Uma camada “Primer” (acabamento);

Uma camada de tinta de acabamento.



O verso da placa deverá ser pintado com esmalte sintético na cor preta fosca.

- **Refletorização das placas**

As placas deverão ser confeccionadas com película retrorrefletiva tipo III, conforme NBR 14644 (fundo, letra, algarismos, tarjas, orlas, etc.).

- **Sustentação das placas**

Os suportes de sustentação deverão ser de seção quadrada com 0,076 m (3") de lado e altura variada, em madeira de lei, e receber tratamento preservativo na base até 0,75 m de altura. As travessas serão de 0,03 m x 0,05 m.

Os suportes serão pintados de branco e as travessas de preto.

Os parafusos serão do tipo "francês", zincado de 4"x 5/16" ou similares. Como proteção adicional serão colocados ilhoses de borracha especial nos furos das placas ("Grommeets") ou ilhoses de alumínio assentados sobre arruelas de fibra.

15.3 – PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O projeto das obras complementares foi focado no projeto das cercas delimitadoras da faixa de domínio, dentre outros especificados.

A cerca indicada no projeto é constituída por estacas e mourões de madeira com seis fios de arame farpado.

As estacas e mourões serão de seção circular, em madeira de lei.

Os mourões e estacas deverão ter leves ranhuras horizontais de 1,0cm de largura, na face de contato com os fios de arame farpado, separadas de 0,30m (6 fios), a partir de 0,10m da extremidade superior.

As estacas serão de seção circular de 10cm de diâmetro e comprimento de 2,30m, e os mourões terão 15cm de diâmetro e 2,50m de altura.

A execução das cercas deverá obedecer às especificações do DNIT e do DER/SE.

O trecho projetado já possui cerca delimitadora de terreno, porém não estão atendendo a faixa de domínio. A faixa de domínio é de 15,0 m para cada lado a partir do eixo.



Com isto, está sendo previsto a implantação de cerca delimitadora da faixa de domínio ao longo da rodovia. Com isto, as cercas existentes serão removidas.

15.4 – APRESENTAÇÃO

O projeto de sinalização e obras complementares está sendo apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**.



16 – PROJETO DE RECUPERAÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*

16 – PROJETO DE RECUPERAÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL

16.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de execução de obras rodoviárias a serem executadas na rodovia SE-339 referente ao trecho **Capela/ Entr. SE-230 (N.S. das Dores)**, com extensão aproximada de 16,97 km, foi desenvolvido de acordo com as Instruções de Serviços Ambientais, constantes das Especificações Complementares para Controle de Impactos Ambientais em Obras Rodoviárias do DNIT e DER/SE.

Este trabalho está em consonância com toda legislação ambiental brasileira nos seus três níveis federal, estadual e municipal, de acordo com as exigências das Instruções de Serviços (IS – 207 e IS – 246) do DNIT e com o Termo de Referência do DER/SE

16.2 – MEDIDAS A SEREM ADOTADAS

As medidas a serem adotadas aplicam-se aos seguintes serviços:

- Proteção vegetal;
- Manutenção e recuperação das jazidas de solos, areais e pedreiras;
- Manutenção e recuperação de áreas destruídas para o Canteiro de Obras;
- Preservação dos Cursos d'água.

a) Proteção Vegetal

A proteção vegetal será executada nas áreas objeto de fornecimento de materiais para melhoramentos e pavimentos da rodovia, caminhos de serviços e canteiro de obras, após as devidas utilizações por parte da Executante.

Não foi projetada a proteção vegetal dos taludes de cortes e aterros, tendo em vista o sistema de drenagem projetado, que impede erosões, sendo que a proteção vegetal ocorrerá de forma natural, pela invasão dos taludes por gramíneas e leguminosas nativas das margens da rodovia.

b) Manutenção e Recuperação das Jazidas de Solo e Arais

A utilização destas áreas deverá obedecer às seguintes instruções:

- b.1) Desvio das Águas de Superfície
- b.2) Remoção da Cobertura Vegetal



b.3) Remoção da Camada Fértil e Estocagem

b.4) Estéril e/ou Rejeitos

b.5) Considerações sobre o Método de Recuperação

c) Manutenção e Recuperação das áreas de Pedreiras

c.1) Impactos Resultantes da Exploração

c.2) Medidas Mitigadoras

d) Manutenção e Recuperação do Caminho de Serviço

Sempre que necessário, deverão ser implantadas as obras de drenagem para evitar a interrupção dos caminhos de serviços, conseqüentemente, retardar o fornecimento de materiais para a terraplenagem e pavimentação.

e) Manutenção e Recuperação da Área destinada para o canteiro de Obras

e.1) Impactos Resultantes da Implantação do Canteiro de Obras e das Instalações Industriais

e.2) Medidas Mitigadoras

16.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se analisar os impactos provocados pelo empreendimento, verifica-se que os impactos positivos do mesmo superam os negativos para a região, especialmente em termos de desenvolvimento socioeconômico.

No entanto, ressalta-se a necessidade da adoção das medidas propostas para minimizar os impactos negativos sobre o meio físico, biótico e antrópico. Em se tratando de uma obra, dentro de uma programação mais abrangente de estudo, deve-se adotar as medidas mitigadoras recomendadas, para garantir que a mesma alcance os seus benefícios, com menores danos possíveis ao meio ambiente.

17 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO DO PROJETO BÁSICO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



17 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO DO PROJETO BÁSICO

Da análise do trecho **Capela / Entr. SE-230 (N.S. das Dores)**, com extensão aproximada de 16,97 km, conclui-se que esta restauração trará uma revitalização para a região do entorno da mesma.

Dos elementos realizados, pode-se concluir que as recomendações do PROJETO BÁSICO referente à pavimentação, conforme o dimensionamento, se implantado trará uma melhoria significativa para o tráfego gerando um maior conforto ao usuário. Com relação à sinalização, ela dará proteção ao tráfego e a população lindeira. Os demais elementos previstos, principalmente as soluções de geometria da rodovia, drenagem, e a sinalização, trarão uma enorme revitalização para o trecho **Capela / Entr. SE-230 (N.S. das Dores)**, considerando um horizonte de projeto de 10 anos.

A recomendação é que esses dispositivos propostos para serem implantados tenham sua sugestão acatada, pois trará mais conforto e segurança tanto para os usuários da rodovia como, também, a população lindeira a esta.

Nos projetos em desenvolvimento será dimensionado e considerado o seguinte:

- GEOMETRIA / INTERSEÇÕES

O traçado existente será mantido, conforme orientação do DER-SE, e as interseções com a SE-160 (Capela) e a Interseção com a SE-230 (N.S. Das Dores) terão sua geometria preservada. Já a interseção com acesso a usina, a sua geometria será mantida parcialmente e será acrescida uma faixa de conversão à esquerda.

DRENAGEM

Será verificada toda a drenagem de talvegue com uma verificação hidrológica e sua situação física sendo previsto melhorias principalmente nas bocas /cabeças

Será implantada toda a drenagem de superfície e também drenos profundos nos cortes.

TERRAPLENAGEM

Como o projeto se trata de uma restauração com alargamento, a terraplenagem será executada nos trechos alargados, ou seja, na complementação para atender a largura final da via alargada ou duplicada.

PAVIMENTAÇÃO



O pavimento será restaurado com a execução de uma camada de base e uma camada de revestimento.

SINALIZAÇÃO

Toda sinalização horizontal e vertical será projetada para execução

OBRAS DE ARTE ESPECIAL

Não existem obras de arte especiais ao longo do trecho



18 – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*

18 – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO

18.1 – DOCUMENTO FOTOGRÁFICO (ANEXO 1)

No documentário fotográfico, apresentado no ANEXO I – Documentário Fotográfico, estão sendo apresentadas as peculiaridades diversas do trecho, desde a estaca inicial até a estaca final, enfatizando as atuais condições do pavimento, em avançado estado de destruição.



19 – DOCUMENTOS DO PROJETO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*

19–DOCUMENTOS DO PROJETO (ANEXOS)

TERMO DE REFERÊNCIA (ANEXO 2)

CONTRATO (ANEXO 3)

ORDEM DE SERVIÇO (ANEXO 4)

ART (ANEXO 5)



ANEXOS

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com

ANEXO 1 – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA

*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará
rwconsultores1343@gmail.com*



DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO
SE339-CaDo-Bas-Doc_Fotográfico



ANEXO 2 – TERMO DE REFERÊNCIA

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará*

rwconsultores1343@gmail.com

ANEXO 3 - CONTRATO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará*

rwconsultores1343@gmail.com

ANEXO 4 – ORDEM DE SERVIÇO

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará*

rwconsultores1343@gmail.com

ANEXO 5 - ART

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S LTDA



*Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 906 / Cep: 60.150-160 - Aldeota
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará*

rwconsultores1343@gmail.com