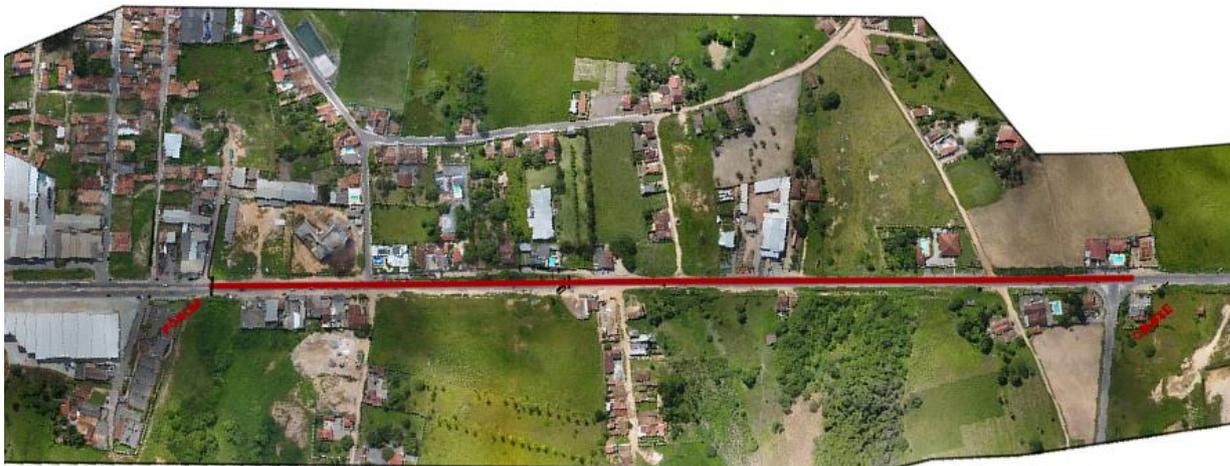


ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO PARA O COMPLEMENTO DA  
DUPLICAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA SE-270, EM LAGARTO/SE



<p>Contratada:</p>  <p><b>MÉTRICA</b> Engenharia</p>	<p>Objeto:</p> <p>ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO PARA O COMPLEMENTO DA DUPLICAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA SE-270, DO SEGMENTO DO TRECHO URBANO DO CORPO DE BOMBEIROS ATÉ O FÓRUM DA CIDADE DE LAGARTO, PNV 270 ESE 0110, COM EXTENSÃO APROXIMADA DE 1,10 KM, NESTE ESTADO</p> <p>Volume:</p> <p>VOL. 01 – DOCUMENTOS PARA LICITAÇÃO</p>	
<p>Fase do projeto:</p> <p><b>EXECUTIVO</b></p>	<p>Contrato:</p> <p>CT: 020/2022</p>	<p>Emissão:</p> <p>OUTUBRO/2022</p>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
	DA CODIFICAÇÃO DE DOCUMENTOS E DESENHOS DO PROJETO .....	7
	ELEMENTOS FORNECIDOS PELA CONTRATANTE .....	8
<b>2</b>	<b>MAPA DE LOCALIZAÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>ART</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDOS REALIZADOS</b> .....	<b>12</b>
4.1	LEVANTAMENTO CADASTRAL DO PAVIMENTO EXISTENTE .....	13
4.2	INTRODUÇÃO.....	13
4.3	CARCATERIZAÇÃO.....	13
4.4	ESTUDO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO.....	14
4.4.1	INTRODUÇÃO.....	14
4.5	SINALIZAÇÃO .....	15
4.6	ESTUDO DE TRÁFEGO .....	16
4.7	INTRODUÇÃO.....	16
4.8	CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO .....	16
4.9	PROJEÇÃO DO TRÁFEGO.....	17
4.10	METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO NÚMERO N .....	18
4.11	CONTAGEM DO TRÁFEGO (VMD) .....	25
4.1	DETERMINAÇÃO DE N.....	28
4.2	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO .....	31
4.3	INTRODUÇÃO.....	31
4.4	METODOLOGIA.....	31
4.5	ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	32
4.6	OBJETIVO .....	32
4.7	COLETA DE DADOS.....	32
4.8	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA .....	32
4.9	REGIME PLUVIOMÉTRICO DA REGIÃO .....	33
4.10	ESTUDOS DAS CHUVAS INTENSAS .....	37
4.10.1	VALORES DE FREQUÊNCIA – INTENSIDADE – DURAÇÃO .....	37
4.10.2	ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES .....	42
4.10.3	CONVERSÃO DA CHUVA DE 1 DIA PARA CHUVA DE 24 HORAS .....	43
4.10.4	MÉTODO DAS ISOZONAS .....	44

4.10.5	RELAÇÃO ALTURA DE CHUVA X TEMPO DE DURAÇÃO .....	45
4.10.6	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA .....	45
4.10.7	CÁLCULO DAS DESCARGAS DE PROJETO.....	49
4.10.8	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	49
4.10.9	CLASSIFICAÇÃO DAS BACIAS POR ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO .....	49
4.10.10	DESCARGAS DE PICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	49
4.10.11	TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	57
4.11	ESTUDO DO TRAÇADO .....	58
4.12	INTRODUÇÃO.....	58
4.13	CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL E TÉCNICA .....	58
4.14	DIRETRIZES ESTUDADAS. ....	59
4.15	ALINHAMENTOS HORIZONTAL E VERTICAL.....	59
4.16	SEÇÃO TIPO.....	59
4.17	AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PAVIMENTO EXISTENTE.....	60
<b>5</b>	<b>PROJETOS ELABORADOS .....</b>	<b>64</b>
5.1	PROJETO GEOMÉTRICO .....	65
5.1.1	INTRODUÇÃO.....	65
5.1.2	PROJETO EM PERFIL.....	66
5.1.3	APRESENTAÇÃO .....	66
5.2	PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS D'ARTE CORRENTES.....	67
5.2.1	INTRODUÇÃO.....	67
5.2.2	DESCRIÇÃO DO PROJETO .....	67
5.2.2.1	DRENAGEM SUPERFICIAL.....	67
5.2.2.2	OBRAS DE ARTE CORRENTES .....	69
5.2.3	APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	72
5.3	PROJETO URBANÍSTICO .....	72
5.3.1	OBJETIVO DA INTERVENÇÃO .....	72
5.3.2	CONCEPÇÃO DO PROJETO .....	72
5.4	PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....	73
5.5	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	73
5.10.2	- PAVIMENTO FLEXÍVEL .....	74
5.6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	77
5.6.1	INTRODUÇÃO.....	77
5.6.2	PROJETO BÁSICO DA SINALIZAÇÃO.....	77

5.6.3	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	77
5.6.4	FAIXAS DELIMITADORAS DE TRÂNSITO.....	78
5.6.5	FAIXAS DELIMITADORAS DE BORDO .....	78
5.6.6	LINHAS DE TRAVESSIA DE PEDESTRE .....	78
5.6.7	INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO .....	79
5.6.8	MATERIAIS UTILIZADOS .....	79
5.6.9	SINALIZAÇÃO VERTICAL .....	79
5.6.10	DIMENSÕES DAS PLACAS.....	80
5.6.11	MATERIAIS UTILIZADOS .....	80
5.6.12	SINALIZAÇÃO DE OBRAS .....	81
5.6.13	APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	81
5.6.14	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	82
5.6.15	SINALIZAÇÃO VERTICAL .....	82
5.6.16	SINALIZAÇÃO DE OBRAS .....	82
<b>6</b>	<b>COMPONENTE AMBIENTAL.....</b>	<b>83</b>
6.1	INTRODUÇÃO.....	84
6.2	CADASTRAMENTO DO PASSIVO AMBIENTAL.....	84
6.3	MEIO FÍSICO.....	86
6.3.1	ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS .....	86
6.3.2	TIPOS DE SOLOS.....	87
6.3.3	VEGETAÇÃO .....	88
6.3.4	CLIMA .....	90
6.3.5	MEIO ANTRÓPICO.....	91

## 1 APRESENTAÇÃO

A Métrica Engenharia LTDA, apresenta ao Departamento Estadual de Infraestrutura Rodoviária de Sergipe - DER/SE, o Relatório Final – Projeto Executivo, referente ao contrato da PJ-020/2022, cujo objeto é a “elaboração de projeto executivo para o complemento da duplicação da pavimentação da rodovia SE-270, do segmento do trecho urbano do corpo de bombeiros até o fórum da cidade de Lagarto, neste estado”.

Este relatório é referente fase final destinado ao município de Lagarto/SE, com extensão do trecho aproximada de 1,10 Km.

Os elementos que caracterizam este contrato são:

<b>Objeto:</b>	<b>Elaboração de projeto executivo para o complemento da duplicação da pavimentação da rodovia SE-270, do segmento do trecho urbano do corpo de bombeiros até o fórum da cidade de Lagarto, PNV 270 ESE 0110, com extensão aproximada de 1,10 km, neste estado</b>
<b>Local:</b>	<b>Lagarto</b>
<b>Tomada de Preço:</b>	002/2022
<b>Contrato:</b>	PJ Nº. 020/2022
<b>Ordem de Serviço (OS):</b>	Nº 20/2022
<b>Data da OS:</b>	06/06/2022
<b>Regime de Execução:</b>	Empreitada por Preço Global
<b>Cronograma:</b>	120 dias
<b>Vigência do Contrato:</b>	240 dias

## ORGANIZAÇÃO DOS VOLUMES

Os estudos deste contrato encontram-se assim dispostos:

- **Volume 1: Documentos para Licitação**
- Volume 2: Projeto para Execução
- Volume 3: Memória Justificativa
- Volume 3A: Estudos Geotécnicos
- Volume 3C: Notas de Serviço e Memória de Cálculo de Volumes de Terraplenagem e/ou pavimentação
- Volume 3D: Relatório Ambiental
- Volume 3E: Projeto de Iluminação
- Volume 3F: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)
- Volume 4: Orçamento da Obra
- Volume 5: Plano de Execução da Obra/Critérios de Medição

### EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROJETO

**RAZÃO SOCIAL:** MÉTRICA ENGENHARIA EIRELI

**CNPJ:** 29.347.132/0001-76

**PROPRIETÁRIO:** THIAGO BARBOSA DE JESUS

**ENDEREÇO:** AV. JORGE AMADO, Nº 1565, SALA 04 E 06, JARDINS, ARACAJU/SE

**TELEFONE:** 79 3085 6511

**E-MAIL:** CONTATO@METRICAENG.COM.BR

**REGISTRO DA EMPRESA NO CREA:** 13085-0

### RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELOS PROJETOS:

ARQ. ADRIEL R. S. BACELLAR – CAU A66003-5

ARQ. VITÓRIA G. JUNTA – CAU A136779-0

ENG. CIVIL THIAGO BARBOSA – CREA – 27156182-5

ENG. MECÂNICO MARCOS MENINO DE MACEDO FILHO – CREA - 2714115055

ENG. ELETRICISTA SANDRO LOPES RODRIGUES – CREA: 270838461-9



## DA CODIFICAÇÃO DE DOCUMENTOS E DESENHOS DO PROJETO

A sequência de dígitos utilizada para nomeação dos arquivos de projeto e documentação foi realizada por meio do seguinte código: AA-BBB-CCC-VOLDD-EEE-FFF-XX-YY\_RZZ. Os dois primeiros dígitos (AA), representam o estado em que é situado o empreendimento. A segunda sequência (BBB) é a sigla do órgão/proprietário.

A terceira (CCC) corresponde a sigla da localidade de acordo com o código telefônico do município. A sequência (VOLDD) corresponde o volume do documento, em que DD é a sequência numérica do volume.

Os dígitos EEE representam o tipo projeto, e podem ser:

- ✓ EDF – Edificação
- ✓ INF – Infraestrutura
- ✓ GER – Geral

Os dígitos FFF representam o tipo de projeto ou documento e podem ser:

- ✓ ARQ – Arquitetônico
- ✓ EST – Estrutural
- ✓ HID – Instalações Hidráulica
- ✓ ESG – Instalações Sanitária
- ✓ DRE – Instalações de Águas Pluviais
- ✓ CLI - Climatização
- ✓ ELE – Instalações Elétrica
- ✓ CAB – Cabeamento Estruturado
- ✓ CTV – Circuito Fechado de Televisão
- ✓ SPD– Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)
- ✓ INC – Incêndio
- ✓ GAS – Gás (GLP/GN)
- ✓ ESP– Especificações Técnicas de Materiais e Equipamentos
- ✓ MED – Memorial Descritivo
- ✓ MEC – Memória de Cálculo
- ✓ REL – Relatório

Os dígitos XX representam a numeração sequencial dos desenhos e documentos por disciplina e tipo de obra.





A sequência **YY** representam a numeração final dos desenhos e documentos.

Os dígitos **RZZ**, correspondem a numeração das revisões de projeto, Sendo R de revisão e ZZ a numeração sequencial.

#### ELEMENTOS FORNECIDOS PELA CONTRATANTE

Foram fornecidos pela contratante para elaboração dos projetos executivos complementares de engenharia os seguintes documentos:

- ✓ Termo de referência.



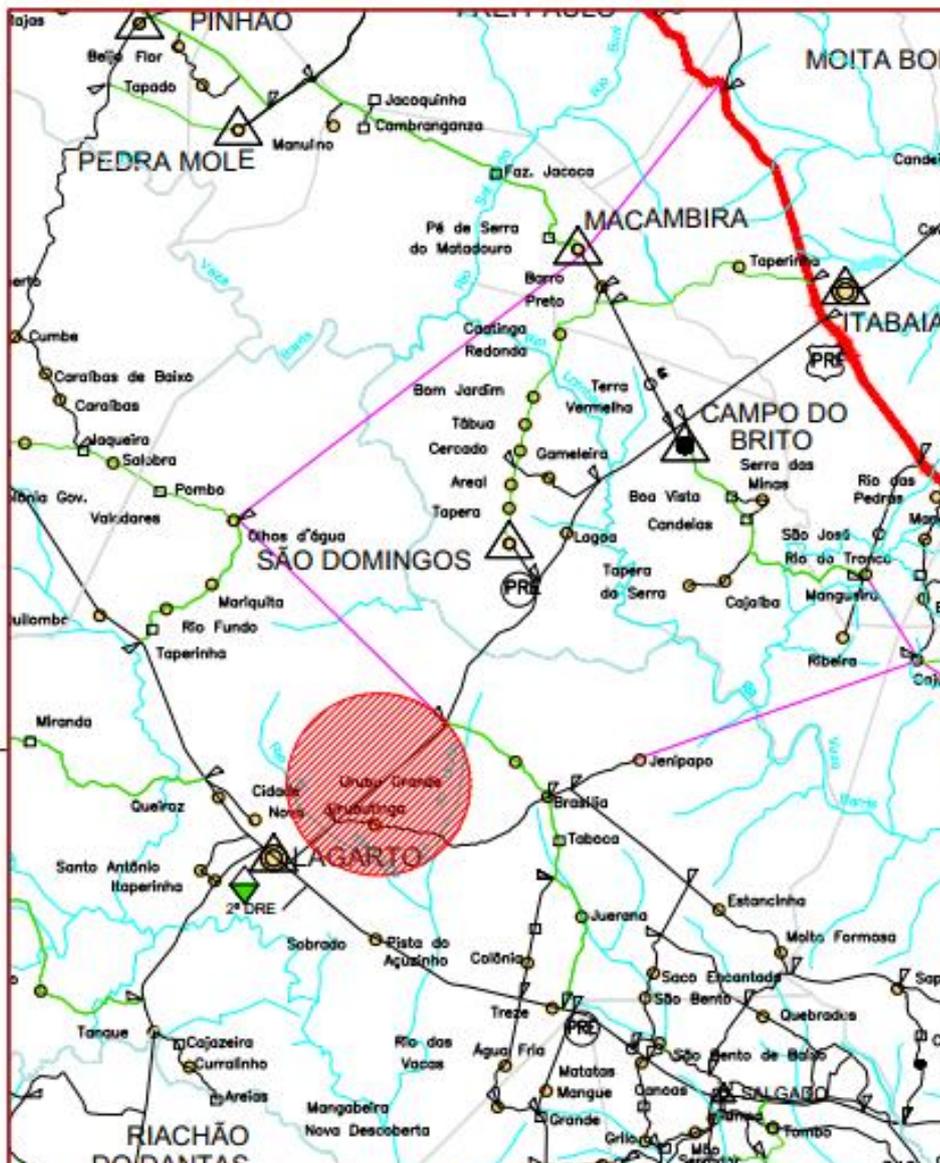


GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE  
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E  
SUSTENTABILIDADE – SEDURBS  
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA DE SERGIPE



## 2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO





COR	FINA	ESPASSURA
1	7	0,10
2	7	0,15
3	7	0,30
4	7	0,40
5	7	0,50
6	7	0,70
7	7	0,25
8	7	0,05
9	7	0,15
10	10	0,15
12	12	0,20
30	30	0,30
61	61	0,20
86	86	0,15
94	94	0,20
132	132	0,20
140	140	0,20
160	160	0,20
210	210	0,20
250	250	0,15
251	251	0,05
252	7	0,20
253	253	0,15
DEMÁS CORES	MESMA	COR DO OBJETO
		0,15

CONTRATADA: 	CONTRATANTE: 			
RESPONSÁVEL TÉCNICO: THIAGO BARBOSA DE JESUS CREA: 2715621825	TIPO DE PROJETO: PROJETO DE INFRAESTRUTURA CONTEÚDO DA PRANCHA: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO			
PROPRIETÁRIO: DER CNPJ: 07.555.286/0001-10	ENDEREÇO: RODOVIA SE-270, LAGARTO/SE			
REVISÃO:	DESENHO:	DATA DE EMISSÃO:	ESCALA:	FOLHA:
ROO	THIABO B	04/07/2022	1/250000	01/01





GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE  
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E  
SUSTENTABILIDADE – SEDURBS  
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA DE SERGIPE





GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE  
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E  
SUSTENTABILIDADE – SEDURBS  
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA DE SERGIPE



#### 4 ESTUDOS REALIZADOS



#### 4.1 LEVANTAMENTO CADASTRAL DO PAVIMENTO EXISTENTE

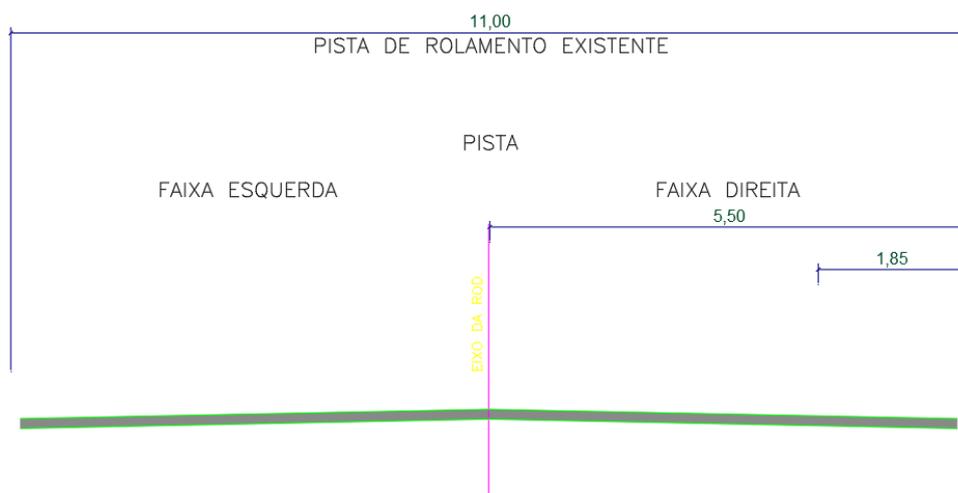
#### 4.2 INTRODUÇÃO

De acordo com a malha rodoviária de Sergipe, a rodovia Antônio Martins de Menezes (SE-270) é composta por pavimentação asfáltica com pista de rolamento aproximadamente 3,60 de cada lado e acostamento de 2,00 metros de cada lado, com plataforma total de 11,20 m. É uma rodovia com tráfego moderado de veículos, com passagem de motocicletas, carros de passeio, caminhões e ônibus.

A previsão de entrega dos projetos finais para execução é na data de 18/10/2022, como a previsão de execução da obra será em aproximadamente 1 ano e 6 meses, a data de entrega do pavimento ao tráfego será em meados de início de 2024.

#### 4.3 CARCATERIZAÇÃO

A pavimentação existente, conforme informações do DER/SE, é formada por asfalto com espessura do revestimento de 5 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), faixa tipo C segundo as especificações do DNIT, base com 15,00 cm de areia e sub base com 15,00 cm de espessura. A seção típica do pavimento atual é demonstrada na figura abaixo.



#### 4.4 ESTUDO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO

##### 4.4.1 INTRODUÇÃO

Da mesma maneira que nas rodovias, nas vias urbanas, para o tráfego seguro de uma fileira de veículos, ou seja, uma faixa de tráfego, pode-se adotar a largura de 3,50 metros. Essa largura deixa uma margem segura para os desvios normais do deslocamento longitudinal dos veículos comerciais e, assim, dos veículos de passageiros. Os valores recomendados de largura de faixa de rolamento são apresentados a seguir:

→ Via expressa

Min 3,50 (m) – Max 3,75 (m) – Desejável 3,60 (m)

→ Rápidas.

Min 3,50 (m) – Max 3,75 (m) – Desejável 3,60 (m)

→ Moderadas

Min 3,30 (m) – Max 3,60 (m) – Desejável 3,50 (m)

Nos trechos em curvas deve-se levar em consideração o acréscimo da superlargura, principalmente para vias com número significativo de veículos comerciais na corrente de tráfego. Porém conforme imagem a seguir o trecho não apresenta curvas consideráveis.

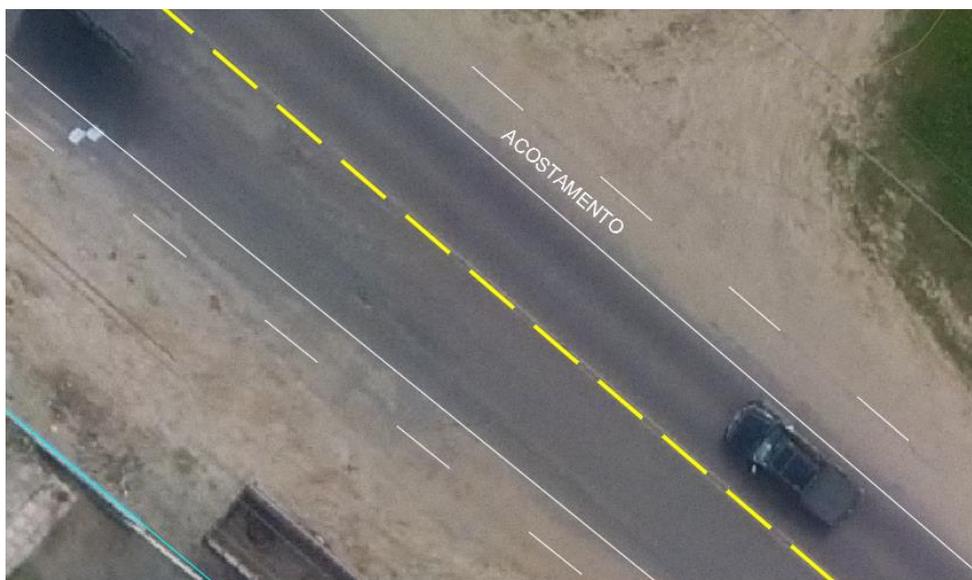


#### 4.5 SINALIZAÇÃO

A sinalização de trânsito informa e orienta os usuários das vias. O respeito à sinalização garante um trânsito mais organizado e seguro para os condutores e pedestres. Placas, inscrições nas vias, sinais luminosos, gestos etc. compõem a sinalização de trânsito. Essas informações regulamentam o trânsito, advertem os usuários das vias, indicam serviços, sentidos e distâncias, sendo classificadas em sinalização vertical, sinalização horizontal, dispositivos de sinalização auxiliar, sinalização semafórica, sinais sonoros e gestos. O artigo 90, §1 do Código de Trânsito Brasileiro determina que a sinalização de trânsito é responsabilidade do órgão ou entidade com circunscrição sobre a via, e este responde pela falta, insuficiência ou incorreta colocação dos sinais.

A sinalização da rodovia é composta por sinalização horizontal e vertical, para a nova pista de rolamento será necessária a implantação de nova sinalização conforme projeto entregue.

**Figura 1** Sinalização a pista de rolamento



#### 4.6 ESTUDO DE TRÁFEGO

#### 4.7 INTRODUÇÃO

O objetivo dos estudos de tráfego é obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos aos cinco elementos fundamentais do tráfego (motorista, pedestre, veículo, via e meio ambiente) e seu interrelacionamento. Por meio dos estudos de tráfego é possível conhecer o número de veículos que circula por uma via em um determinado período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito, etc. Permitem a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto

#### 4.8 CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO

O volume, a velocidade e a densidade são três características fundamentais dos aspectos dinâmicos do tráfego. A análise destes três elementos permite a avaliação global da fluidez do movimento geral de veículo. Define-se Volume de Tráfego (ou Fluxo de Tráfego) como o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo. É expresso normalmente em veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph).

##### → VOLUME MÉDIO DIÁRIO

À média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via é dada a designação de “Volume Médio Diário” (VMD). Ele é computado para um período de tempo representativo, o qual, salvo indicação em contrário, é de um ano. Esse volume, que melhor representa a utilização ou serviço prestado pela via, é usado para indicar a necessidade de novas vias ou melhorias das existentes, estimar benefícios esperados de uma obra viária, determinar as prioridades de investimentos, calcular taxas de acidentes, prever as receitas dos postos de pedágio, etc.

Conforme dados apresentados por estudos de tráfego a tendência do tráfego é aumentar com uma duplicação/ extensão de rodovia, assim a estimativa é que o número de veículo aumente, assim como acontecerá com o comércio e o turismo da cidade. VOLUME HORÁRIO DE PROJETO (VHP)

Projetar uma rodovia em condições ideais consiste em planejá-la com características para atender à máxima demanda horária prevista para o ano de projeto, geralmente considerado como décimo ano após a conclusão das obras programadas. Em tal situação, em nenhuma hora do ano ocorreria congestionamento. Em contrapartida, o empreendimento seria antieconômico, pois a rodovia ficaria superdimensionada durante as demais horas do ano.

Assim, o dimensionamento da rodovia deve prever um certo número de horas congestionadas e a decisão de qual número é aceitável para a adoção do Volume Horário de Projeto (VHP). Quando se dispõe de contagens horárias contínuas de uma rodovia, que abranjam um período de um ano inteiro, pode-se determinar o volume horário a ser usado no projeto através do critério denominado “curva da enésima hora”. Esta curva consiste na ordenação decrescente de todos os volumes horários anuais, expressos em percentagem do Volume Médio Diário (VMD), designado como fator K.

Região	Fator K		Nº de postos
	K30	K50	
Norte	8,2%	8,0%	3
Nordeste	9,0%	8,5%	42
Centro	9,0%	8,6%	29
Sudeste	9,3%	8,8%	73
Sul	9,6%	9,1%	55
<b>Media Ponderada</b>	<b>9,3%</b>	<b>8,8%</b>	<b>202</b>

Fonte: PNTC – (1996)

#### 4.9 PROJEÇÃO DO TRÁFEGO

O DNIT admite taxas máximas de 4,0% para projeto de rodovias planejadas que irão atender áreas de expansão agrícola. Para as demais rodovias a taxa de crescimento recomendada é 3,0%, como exemplo tem-se o DAER/RS - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem que também adota 3,0%. Como a economia regional cresce na ordem de 2,50% ao ano, resolvemos adotar um percentual de **crescimento igual a 2,50%**.

O período de projeto deverá ser de 10 anos, considerando como sendo 2023 o ano “1” e o ano “2032” como o ano “10”.



#### 4.10 METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO NÚMERO N

Na determinação do número “N” são considerados fatores relacionados com a composição do tráfego e referidos a cada categoria de veículos, definida em função da carga transportada e do número de eixos dos veículos”. O número equivalente “N”, necessário ao dimensionamento de uma rodovia, é definido pelo número de repetições equivalentes de um eixo-padrão de 8,2t, durante o período de vida útil do projeto. O número de operações de um eixo padrão “N” é determinado pela seguinte equação:

$$N = 365 \times P \times V_m \times FC \times FE \times FR \quad \text{Equação (1)}$$

No qual:

N: número equivalente de repetições do eixo de 8,2tf;

365: número de dias do no ano;

$V_m$ : volume médio diário do tráfego no sentido mais solicitado, no ano médio do período de projeto;

P: período do projeto em anos;

FE: fator de eixos;

FC: fator de equivalência de carga para o eixo padrão de 8,2 tf;

FR: fator climático regional, adotado FR=1,0.

A metodologia de cálculo adotada pelo DNIT considera no cálculo do número “N” apenas os caminhões e ônibus, sendo que os automóveis e caminhões leves são desprezados (BRASIL, 2006a).

$$\checkmark \quad N_n = 365 \times (P \times V_{mBUS} \times FVBUS + P \times V_{mCAM} \times FVCAM) \times FR \times FD$$

O tráfego considerado para efeito de projeto é o da faixa mais solicitada da rodovia. Na falta de dados mais precisos, têm-se na Tabela 43 do Manual de Estudo de Tráfego, versão de 2006, do DNIT as indicações quanto às percentagens “c” de veículos comerciais (em relação ao tráfego comercial nos dois sentidos) na faixa de trânsito selecionada para o projeto (Tabela 1).

**Tabela 1** Percentuais de veículos comerciais na faixa de projeto

<b>Tabela 43 - Percentuais de veículos comerciais na faixa de projeto</b>	
<b>Número de faixas de Tráfego da rodovia</b>	<b>Percentual de veículos comerciais na faixa de projeto (c)</b>
2 (pista simples)	50 %
4 (pista dupla)	35 a 48 %
6 ou mais (pista dupla)	25 a 48 %



Portanto, o fator da faixa de projeto foi considerado igual a 0,5, tendo em vista que os volumes são nos dois sentidos da via e o trecho em estudo é em pista simples.

### FATOR CLIMÁTICO (FC)

Segundo Prof. Geraldo Luciano de Oliveira Marques, é mais apropriado a adoção de um coeficiente, quando se toma, para projeto, um valor C.B.R compreendido entre o que se obtém antes e o que se obtém depois da embebição, isto é, um valor correspondente à umidade de equilíbrio. Tem-se adotado um **FR= 1,0** face aos resultados de pesquisas desenvolvidas no IPR/DNER.

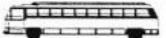
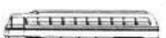
### FATOR DE EIXO (FR)

O fator de eixos (FE) é o coeficiente que tem a função de converter o tráfego em número de veículos padrão no sentido do fluxo do tráfego, em número de passagens de eixos equivalentes, devendo-se calcular o número de eixos dos inúmeros tipos de veículos que irão trafegar na via (SENÇO, 1997). O fator de eixos é definido pela equação abaixo:

$$FE = \left(\frac{P_2}{100}\right) \times 2 + \left(\frac{P_3}{100}\right) \times 3 + \dots + \left(\frac{P_n}{100}\right) \times n \quad \text{Equação (2)}$$

Em que: F - fator de eixos;  $P_2$  - porcentagem de veículos de 2 eixos;  $P_3$  - porcentagem de veículos de 3 eixos;  $P_n$  - porcentagem de veículos de n eixos. Observação: No caso de ausência de dados, é indicado adotar-se FE=2,92

**Quadro 1** Tipos de veículos

<b>TIPOS DE VEÍCULOS</b>											
CLASSE / TIPO		CONFIGURAÇÃO	TIPOS DE EIXOS				Nº EIXOS	Nº PNEUS	Nº UNIDADES		
			1º	2º	3º	4º					
VEÍCULOS LEVES	CARROS DE PASSEIO		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS SIMPLES			02	04	01		
	UTILITÁRIOS (PICK-UPS E FURGÕES)	 	SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS SIMPLES			02	04	01		
ÔNIBUS	ÔNIBUS ≅ 2C		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS DUPLAS			02	06	01		
	TRIBUS		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	DUPLO ESPECIAL			03	08	01		
VEÍCULOS COMERCIAIS	CAMINHÃO LEVE (608 e F4000)	2C LEVE		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS DUPLAS			02	06	01	
			2C		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS DUPLAS			02	06	01
	CAMINHÕES MÉDIOS E PESADOS		3C		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	DUPLO TANDEM			03	10	01
			4C		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	TRIPLO TANDEM			04	14	01
		CAMINHÕES COM SEMI-REBOQUE (CARRETAS)		2S1		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	SIMPLES DE RODAS DUPLAS		03	10
			2S2		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	DUPLO TANDEM		04	14	01
			2S3		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	TRIPLO TANDEM		05	18	01
			3S2		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	DUPLO	DUPLO TANDEM		05	18	01
			3S3		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	DUPLO	TRIPLO TANDEM		06	22	01
	CAMINHÕES COM REBOQUE (ROMEU E JULIETA)		2C2		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	04	14	02
			2C3		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	DUPLO	05	18	02
			3C2		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	DUPLO	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	05	18	02
			3C3		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	DUPLO	SIMPLES DE RODAS DUPLAS	DUPLO	06	22	02
		"TREMINHÃO"	3C4		SIMPLES DE RODAS SIMPLES	DUPLO	DUPLO	DUPLO	07	26	02

## FATOR DE CARGA (FC)

A conversão do tráfego misto em um número equivalente de operações de um eixo considerado padrão é efetuada aplicando-se os chamados Fatores de Equivalência de Cargas (FC). Este Fator relaciona o efeito de uma passagem de qualquer tipo de veículo sobre o pavimento com o efeito provocado pela passagem de um veículo considerado padrão. É o fator que fornece a carga equivalente de 8,2 tf, que é o veículo americano de 18.000 lbs/eixo simples de roda dupla. Este coeficiente multiplicado pelo número de eixos que circulam, dá o número equivalente de eixos padrões. Métodos para sua determinação:

- USACE – U. S. Army Corps of Engineers, conhecido como CE – Corpo de Engenheiros (foram reproduzidos no Método de Pavimentos Flexíveis do DNER – Engenheiro Murillo Lopes de Souza);
- AASHTO - American Association Standard Highway and Transportation Officials (foram reproduzidos no Procedimento DNER-PRO 159-85 e HDM).

Cada veículo comercial (ônibus/caminhão) possui limitações de carga a transportar e esses limites são fixados pela Lei da Balança. A lei, no entanto, embora determine o limite de carga, permite uma tolerância (em média, 7,5%).

Dentre os possíveis critérios de equivalência de cargas, optou-se pela igualdade da deformação vertical máxima (deflexão máxima) verificada em uma profundidade igual à espessura total d pavimento. Veículos com carga superior ao veículo padrão implica em FC superior a unidade, por outro lado, veículos com carga inferior apresentam FC inferior à unidade.

**Quadro 2** Carga por eixo pela Lei da Balança

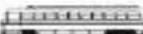
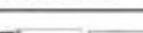
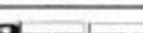
CARGA LEGAL (DNER)								
CLASSE / TIPO		CONFIGURAÇÃO	TIPOS DE EIXOS				Σ	
			1°	2°	3°	4°		
VEÍCULOS LEVES	CARROS DE PASSEIO							
	UTILITÁRIOS (PICK-UPS E FURGÕES)							
ÔNIBUS	ÔNIBUS ≅ 2C		4,0	7,5			11,5	
	TRIBUS							
VEÍCULOS COMERCIAIS	CAMINHÃO LEVE (608 e F4000)	2C LEVE		2,0	4,0			6,0
		2C		6,0	10,0			16,0
	CAMINHÕES MÉDIOS E PESADOS	3C		6,0	17,0			23,0
		4C		6,0	25,5			31,5
		CAMINHÕES COM SEMI-REBOQUE (CARRETAS)	2S1		6,0	10,0	10,0	
	2S2			6,0	10,0	17,0		33,0
	2S3			6,0	10,0	25,5		41,5
	3S2			6,0	15,0	17,0		38,0
	3S3			6,0	15,0	25,5		46,5
	CAMINHÕES COM REBOQUE (ROMEU E JULIETA)	2C2		6,0	10,0	10,0	10,0	36,0
		2C3		6,0	10,0	10,0	15,0	41,0
		3C2		6,0	15,0	10,0	10,0	41,0
		3C3		6,0	15,0	10,0	15,0	46,0
	"TREMINHÃO"	3C4		6,0	17,0	17,0	17,0	57,0

Tabela 1 Fatores de Veículos para Carga Legal

FATORES DE VEÍCULOS PARA CARGA LEGAL (DNER)										
CLASSE / TIPO		CONFIGURAÇÃO	F.V.	TIPOS DE EIXOS				F.V. (VEÍCULOS)		
				1º	2º	3º	4º			
VEÍCULOS LEVES	CARROS DE PASSEIO			AASHTO						
				USACE						
	UTILITÁRIOS (PICK-UPS E FURGÕES)		 	AASHTO						
				USACE						
ÔNIBUS	ÔNIBUS ≧ 2C			AASHTO	0,057	0,691		0,748		
				USACE	0,050	0,732		0,782		
	TRIBUS			AASHTO						
				USACE						
VEÍCULOS COMERCIAIS	CAMINHÕES	CAMINHÃO LEVE (608 e F4000)	2C LEVE		AASHTO	0,003	0,046		0,049	
					USACE	0,004	0,050		0,054	
		CAMINHÕES MÉDIOS E PESADOS	2C		AASHTO	0,149	1,642			1,791
					USACE	0,100	7,000			7,100
			3C		AASHTO	0,149	2,807			3,369
					USACE	0,100	7,000			17,438
			4C		AASHTO	0,149	1,560			1,709
					USACE	0,100	7,800			7,900
		CAMINHÕES COM SEMI-REBOQUE (CARRETAS)	2S1		AASHTO	0,149	2,394	2,394		4,937
					USACE	0,100	3,500	3,500		7,100
			2S2		AASHTO	0,149	2,394	1,642		4,185
					USACE	0,100	3,500	7,000		10,600
			2S3		AASHTO	0,149	2,394	1,560		4,103
					USACE	0,100	3,500	7,800		11,400
			3S2		AASHTO	0,149	0,978	21,642		2,769
					USACE	0,100	4,000	7,000		11,100
			3S3		AASHTO	0,149	0,978	1,560		2,687
					USACE	0,100	4,000	7,800		11,900
		CAMINHÕES COM REBOQUE (ROMEU E JULIETA)	2C2		AASHTO	0,149	2,394	2,394	2,394	7,331
					USACE	0,100	3,500	3,500	3,500	10,600
			2C3		AASHTO	0,149	2,394	2,394	2,394	5,915
					USACE	0,100	3,500	3,500	3,500	11,100
			3C2		AASHTO	0,149	0,978	2,394	2,394	11,065
					USACE	0,100	4,000	3,500	3,500	23,438
			3C3		AASHTO	0,149	0,978	2,394	2,394	8,431
					USACE	0,100	4,000	3,500	3,500	24,538
		"TREMINHÃO"	3C4		AASHTO	0,149	0,978	0,978	0,978	3,083
				USACE	0,100	4,000	4,000	4,000	12,100	

As expressões para cálculo dos Fatores de carga são apresentadas nas Tabelas 41 e 42 do Manual de Estudo de Tráfego do DNIT, 2006 (Tabela 2).

**Tabela 2** Tabelas 41 E 42 do DNIT

<b>Tabela 41 - Fatores de equivalência de carga da AASHTO</b>		
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)	$FC = (P / 22,95)^{4,22}$	

P = Peso bruto total sobre o eixo

<b>Tabela 42 - Fatores de equivalência de carga do USACE</b>		
Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	$\geq 8$	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	$\geq 11$	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-6} \times P^{3,3549}$
	$\geq 18$	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

#### 4.11 CONTAGEM DO TRÁFEGO (VMD)

Foram realizadas contagens volumétricas de tráfego durante os dias 14, 15 e 16 de junho de 2022, quarta, quinta-feira e sexta-feira, respectivamente durante o período de 6:00 – 21:00, ou seja, total de 15 horas por dia. Pelo fator de distribuição, este representa 80% do tráfego total.

A determinação do volume diário médio VDM de tráfego, no sentido mais utilizado, no ano médio do período de projeto, inicialmente adota-se uma taxa de crescimento para as regiões que via serve ou sofrerá influência do tráfego.

O volume médio diário de tráfego no ano de abertura, num sentido e admitindo-se um taxa t% de crescimento anual, o volume médio diário de tráfego, VDM, (num sentido) durante um período P anos, temos a Progressão linear:

$$VDM = \frac{V1 \times (2 + (P-1) \times (t/100))}{2} \quad \text{Equação (3)}$$

O volume total de tráfego, (em um sentido) durante o período P, Vt, será:

$$Vt = 365 \times P \times V_m \quad \text{Equação (4)}$$

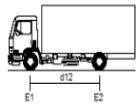
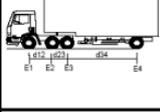
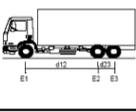
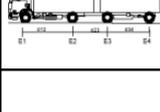
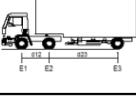
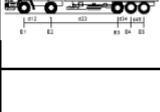
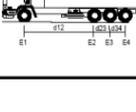
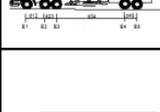
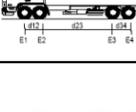
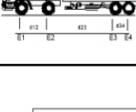
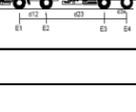
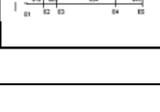
Segundo Souza (1976), classifica-se os veículos comerciais nas seguintes categorias:

- ✓ Carros de passeio;
- ✓ Ônibus;
- ✓ Caminhões leves;
- ✓ Caminhões médios;
- ✓ Caminhões pesados;
- ✓ Reboques e semirreboques.

Adotou-se para classificação da frota o Figura 13 - Veículos adotados na classificação do DNIT contida no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (Publicação IPR 723, 2006) (Quadro 3;Quadro 4; Quadro 5).

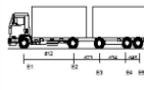
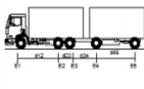
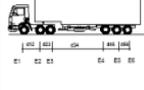
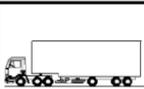
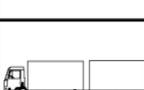
#### Quadro 3 Classificação de veículos



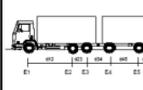
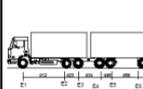
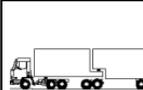
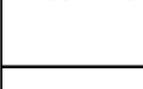
SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE	SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	<b>CAMINHÃO</b> E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t d12 ≤ 3,50m	2C		4	33(34,7)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d34 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40	3S1
	3	23(24,2)	<b>CAMINHÃO TRUCADO</b> 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		4	36(37,8)	<b>CAMINHÃO + REBOQUE</b> 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
	3	26(27,3)	<b>CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE</b> E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t d12, d23 > 2,40m	2S1		5	41,5(43,6)	<b>CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE</b> 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
	4	31,5(33,1)	<b>CAMINHÃO SIMPLES</b> 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		5	40(42)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM17t E4E5 = TD, CM 17t d12, d34 > 2,40m 1,20m < d23, d45 ≤ 2,40m	3S2
	4	29(30,5)	<b>CAMINHÃO DUPLO DIRECIONAL TRUCADO</b> E1E2 = conjunto de eixos direcionais CED, CM = 12t E3E4 = TD, CM = 17t 1,20m < d34 ≤ 2,40m	4CD		5	45(47,3)	<b>CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE</b> 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
	4	33(34,7)	<b>CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE</b> E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3E4 = TD, CM = 17t d12, d23 > 2,40m 1,20m < d34 ≤ 2,40m	2S2		5	43(45,2)	<b>CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE</b> 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
	4	36(37,8)	<b>CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE</b> 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		5	43(45,2)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> 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

**Quadro 4** Classificação de veículos



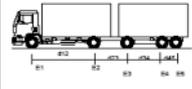
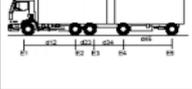
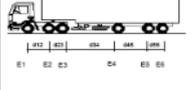
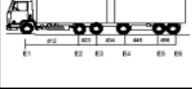
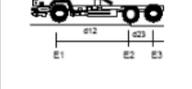
SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	5	43(45,2)	<b>CAMINHÃO + REBOQUE</b> E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2C3
	5	43(45,2)	<b>CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE</b> E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t 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)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRATOR</b> 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)	<b>ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque)</b> 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)	<b>ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque)</b> 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)	<b>BI TREM ARTICULADO(caminhão trator trucado + dois semi reboques)</b> 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)	<b>TREMINHAO(caminhão trucado + dois reboques)</b> 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)	<b>TRI TREM(caminhão trator trucado + três semi reboques)</b> 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

Quadro 5 Classificação de veículos



SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	5	43(45,2)	<b>CAMINHÃO + REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE</b> 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)	<b>CAMINHÃO TRATOR</b> 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

#### 4.1 DETERMINAÇÃO DE N

Adotando-se o método do DNIT, no qual considera como veículos comerciais, ônibus e caminhões, utilizando uma taxa de crescimento de 2,50 %, considerando um período de 10 anos de vida útil do pavimento asfáltico e considerando o fator da faixa de projeto igual a 0,5, tendo em vista que os volumes são nos dois sentidos da via e o trecho em estudo é em pista simples. Então, indicamos na Tabela 3 o volume médio diário de projeto (Vm).

**Tabela 3** Volume Médio Diário de Projeto (VMD)



ITEM	2022	2023	2032	VMD	P%
<b>2C</b>	566	601	785	669	51,62%
<b>3C</b>	333	354	462	394	30,40%
<b>4C</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>2S1</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>2S2</b>	33	36	47	41	3,16%
<b>2S3</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>3S1</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>3S2</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>3S3</b>	116	124	162	138	10,65%
<b>2C2</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>2C3</b>	30	32	42	36	2,78%
<b>3C2</b>	15	16	21	18	1,39%
<b>3C3</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	1093	1163	1519	1296	100,00%
<b>TOTAL (pista simples)</b>	547	582	760	<b>648</b>	

Tabela 4 – Fator de Eixos

ITEM	Nº EIXOS	P%
<b>2C</b>	2	51,62%
<b>3C</b>	3	30,40%
<b>4C</b>	4	0,00%
<b>2S1</b>	3	0,00%
<b>2S2</b>	4	3,16%
<b>2S3</b>	5	0,00%
<b>3S1</b>	4	0,00%
<b>3S2</b>	5	0,00%
<b>3S3</b>	6	10,65%
<b>2C2</b>	4	0,00%
<b>2C3</b>	5	2,78%
<b>3C2</b>	5	1,39%
<b>3C3</b>	6	0,00%
<b>FE=</b>	<b>2,92</b>	

Tabela 5 Fator de Equivalência de cargas

<b>FC (FATOR DE CARGA)</b>						
<b>TIPO</b>	<b>VMD</b>	<b>ESRS - 6T</b>	<b>ESRD - 10T</b>	<b>ETD - 17T</b>	<b>ETT - 25,5T</b>	<b>TOTAL</b>
<b>2C</b>	669	1	1			
<b>3C</b>	394	1		1		
<b>4C</b>	0	1			1	
<b>2S1</b>	0	1	2			
<b>2S2</b>	41	1	1	1		
<b>2S3</b>	0	1	1		1	
<b>3S1</b>	0	1	1	1		
<b>3S2</b>	0	1		2		
<b>3S3</b>	138	1		2	3	
<b>2C2</b>	0	1	3			
<b>2C3</b>	36	1	2	1		
<b>3C2</b>	18	1	2	1		
<b>3C3</b>	0	1	1	2		
<b>TOTAL</b>		1296	818	765	414	
<b>PERCENTUAL</b>		39,36%	24,84%	23,23%	12,57%	
USACE		0,278	3,289	8,549	9,300	
<b>FC USACE</b>		<b>0,11</b>	<b>0,82</b>	<b>1,99</b>	<b>1,17</b>	<b>4,08</b>
AASHTO		0,327	2,394	1,642	1,560	
<b>FC AASHTO</b>		<b>0,13</b>	<b>0,59</b>	<b>0,38</b>	<b>0,20</b>	<b>1,30</b>

Após, o cálculo de todas as parcelas, utilizamos a fórmula abaixo para determinarmos o valor de N desta rodovia, no trecho em estudo.

$$N = 365 * P * V_m * FE * FEC * FR$$

$$N (\text{USACE}) = 365 \times 10 \times 648 \times 2,92 \times 4,08 \times 1,0 = \underline{2,82 \times 10^7}$$

$$N (\text{AASHTO}) = 365 \times 10 \times 648 \times 2,92 \times 1,30 \times 1,0 = \underline{8,98 \times 10^6}$$

Onde:

P= período em anos

V<sub>m</sub>= Volume Médio Diário

FE= fator de eixo

FEC= fator de equivalência de carga

FR= fator climático regional (=1,0)



#### 4.2 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

#### 4.3 INTRODUÇÃO

O presente estudo contém elementos necessários para a elaboração do projeto de terraplenagem, geométrico e drenagem. Neste estudo identifica-se a existência de obras de arte correntes e obras de arte especiais, postes, adutoras e trechos urbanos, afim de subsidiar , posteriormente, o estudo de traçado.

#### 4.4 METODOLOGIA

Foram implantados marcos planialtimétricos com utilização de equipamentos GPS (Global Positioning System), além da locação do eixo de referência para o levantamento cadastral da faixa de domínio e o levantamento de seções transversais com detalhamento da plataforma atual.

Pelo processo de irradiação de pontos, fazendo uso de estação total, foram levantadas todas as interferências na faixa de domínio, tais como, benfeitorias existentes, interseções, acessos a postos de abastecimento, obras-de-arte especiais, obras-de-arte corrente, dispositivos de drenagem superficial, abrigos de ônibus existentes, travessias, obras complementares, redes de serviços públicos (água potável, água pluvial, esgoto, redes elétricas e de telefonia, gasoduto, etc).

O levantamento das seções transversais abrange uma faixa de levantamento compatível com a natureza do projeto, suficiente para caracterizar as interferências da área de projeto, como saias de aterro, taludes de corte, etc.

O levantamento cadastral tem como referência planimétrica o DATUM SAD-69 e as coordenadas em UTM. Foram feito os serviços:

- Locação do eixo;
- Levantamento cadastral da faixa de domínio;
- Levantamento de seções transversais;
- Levantamentos especiais;
- Nivelamento e contra-nivelamento do eixo.

#### 4.5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

#### 4.6 OBJETIVO

Os Estudos Hidrológicos têm como objetivo obter os elementos necessários para a verificação da capacidade hidráulica das obras existentes.

#### 4.7 COLETA DE DADOS

Para o desenvolvimento dos Estudos Hidrológicos, foram coletados dados de estudos existentes tais como os elementos de natureza climática e de pluviometria, e também consultadas algumas publicações pertinentes e projetos existentes.

Esses elementos estão a seguir relacionados:

- ✓ Classificação Climática de Wladimir de Köppen;
- ✓ Elementos pluviométricos de Monte Alegre de Sergipe;
- ✓ Elementos pluviométricos de Poço Redondo;
- ✓ Chuvas Intensas no Brasil, do Eng° Otto Pfafstetter; e
- ✓ Cartas na escala de 1: 100.000 do IBGE da área de interesse do projeto.

#### 4.8 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Segundo a classificação de Wladimir de Köppen, que é uma das mais aceitas em todo o mundo, o clima da região é do tipo “As”. Este clima é caracterizado por ser tropical úmido com inverno seco, e com temperatura no mês menos quente acima dos 21°C.

A precipitação é excessiva durante alguns meses, o que compensa a ocorrência de quatro meses com precipitações próximas a 40 mm, conforme os histogramas de precipitações apresentados, de onde se conclui que os meses de maior precipitação vão de abril a julho e os mais secos de outubro a janeiro. A precipitação anual na região varia de 304 a 3.110 mm, com média anual de 1.130 mm, apresentando em média 134 dias de chuva por ano. A média da máxima precipitação diária é de 90 mm, atingindo o valor máximo de 165 mm.



A temperatura mantém-se sempre elevada, com média anual de 25 graus centígrados, sendo a mínima absoluta de 16 graus centígrados e a máxima absoluta de 38 graus centígrados, apresentando assim uma amplitude térmica absoluta de 22 graus centígrados. A umidade relativa é elevada, apresentando a média anual de 80%.

Dentre os cursos d'água atravessados pela segmento da rodovia SE-270 em estudo, destacam-se os rios Piauitinga e do Urubu, próximos às cidades de Salgado e Lagarto, respectivamente, afluentes do rio Piauí.

#### 4.9 REGIME PLUVIOMÉTRICO DA REGIÃO

Os dados pluviométricos foram obtidos da Rede Hidroclimatológica do Nordeste, disponibilizada no portal da SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Das séries históricas das estações pluviométricas operantes na região, foram selecionados os postos pluviométricos das cidades de Salgado, Lagarto e Simão Dias, situados diretamente na área de interferência da Rodovia em estudo.

Estes postos foram aproveitados para o estudo pluviométrico regional por apresentar série histórica longa e de razoável confiabilidade, possuindo 29 e 30 anos de observação, no período compreendido entre 1942 e 1984.

Os Histogramas de Precipitações de cada Posto Pluviométrico, contendo a Máxima Precipitação Diária e a Precipitação Média Mensal, encontram-se apresentados a seguir (Figura 3).

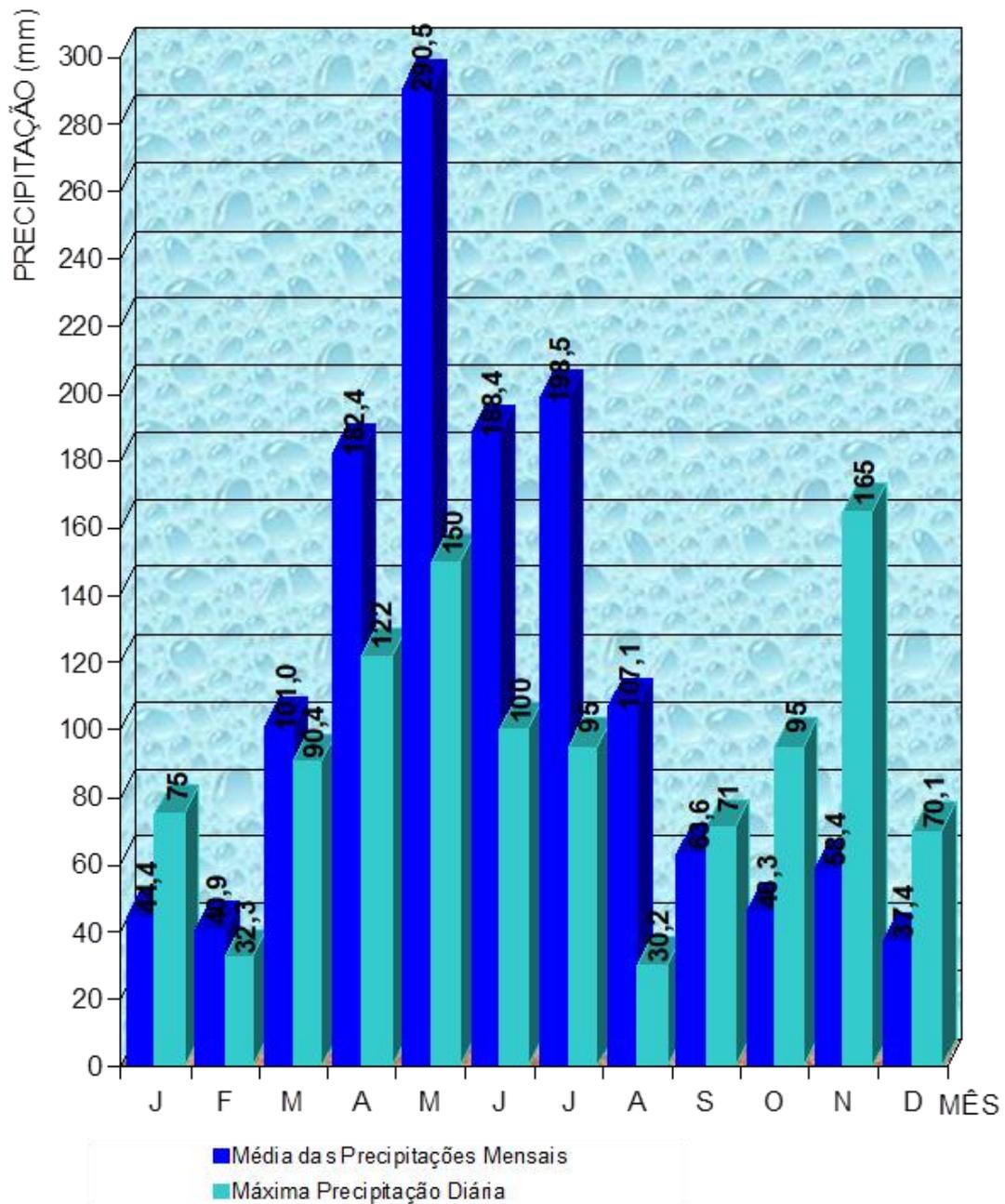
**Figura 3** Histograma de precipitações



### HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES

POSTO PLUVIOMÉTRICO: SALGADO  
 MUNICÍPIO: SALGADO  
 PERÍODO DE COLETA : 1942/1970  
 ÓRGÃO : SUDENE

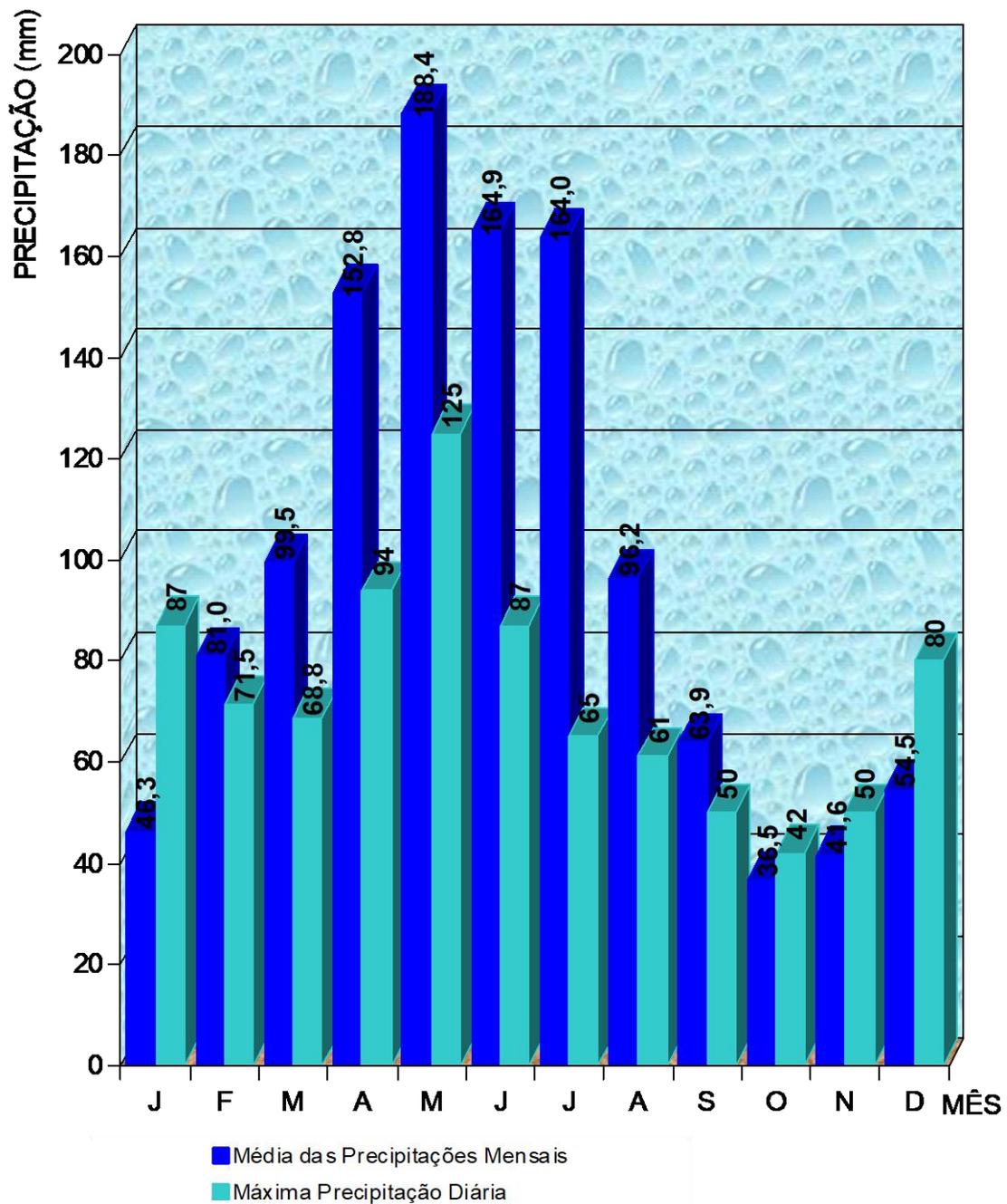
CÓDIGO : 4825 011  
 LATITUDE: 11° 00' S  
 LONGITUDE: 37° 27' W  
 ALTITUDE: 102 m



## HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES

POSTO PLUVIOMÉTRICO: LAGARTO  
MUNICÍPIO: LAGARTO  
PERÍODO DE COLETA : 1954/1984  
ÓRGÃO : ADENE

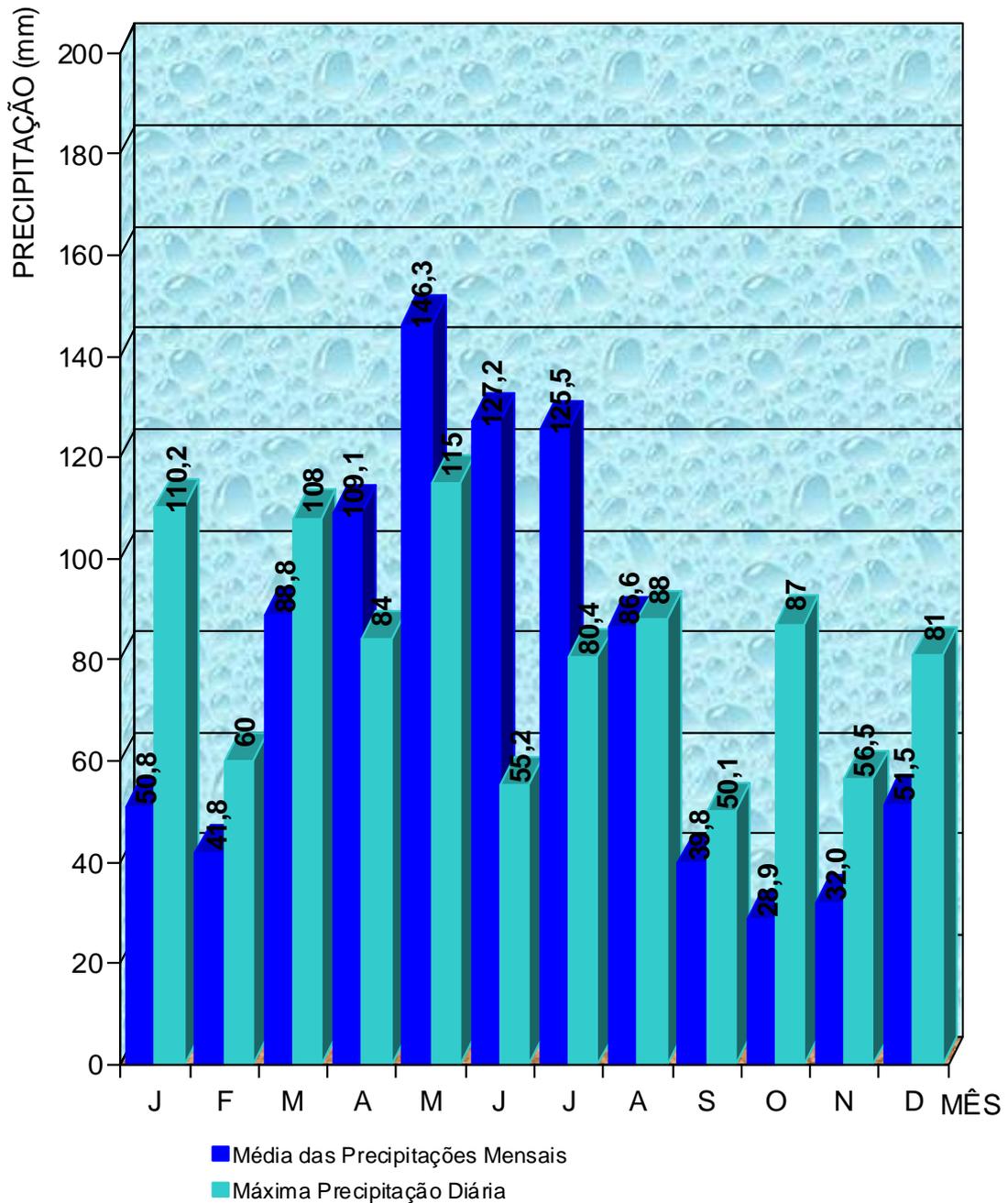
CÓDIGO : 4814868  
LATITUDE: 10° 55' S  
LONGITUDE : 37° 40' W  
ALTITUDE : 183 m



### HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES

POSTO PLUVIOMÉTRICO: SIMÃO DIAS  
 MUNICÍPIO: SIMÃO DIAS  
 PERÍODO DE COLETA : 1955/1984  
 ÓRGÃO : SUDENE

CÓDIGO : 4814443  
 LATITUDE: 10° 44' S  
 LONGITUDE : 37° 48' W  
 ALTITUDE : 283 m



#### 4.10 ESTUDOS DAS CHUVAS INTENSAS

##### 4.10.1 Valores de Freqüência – Intensidade – Duração

Os valores de freqüência, intensidade e duração das chuvas foram obtidos aplicando-se a metodologia exposta pelo Eng<sup>o</sup> José J. Tborga Torrico na sua publicação “Práticas Hidrológicas”.

O seu trabalho parte da observação de que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidades as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abcissas em um mesmo ponto.

Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independente das alturas de precipitação. A estas áreas homólogas, o autor denomina de Isozonas, relacionando as alturas de precipitação máxima com duração de 1 e 24 horas, para os tempos de recorrência de 5 a 10.000 anos, e de 6 minutos e 24 horas, para tempos de recorrência de 5 a 100 anos.

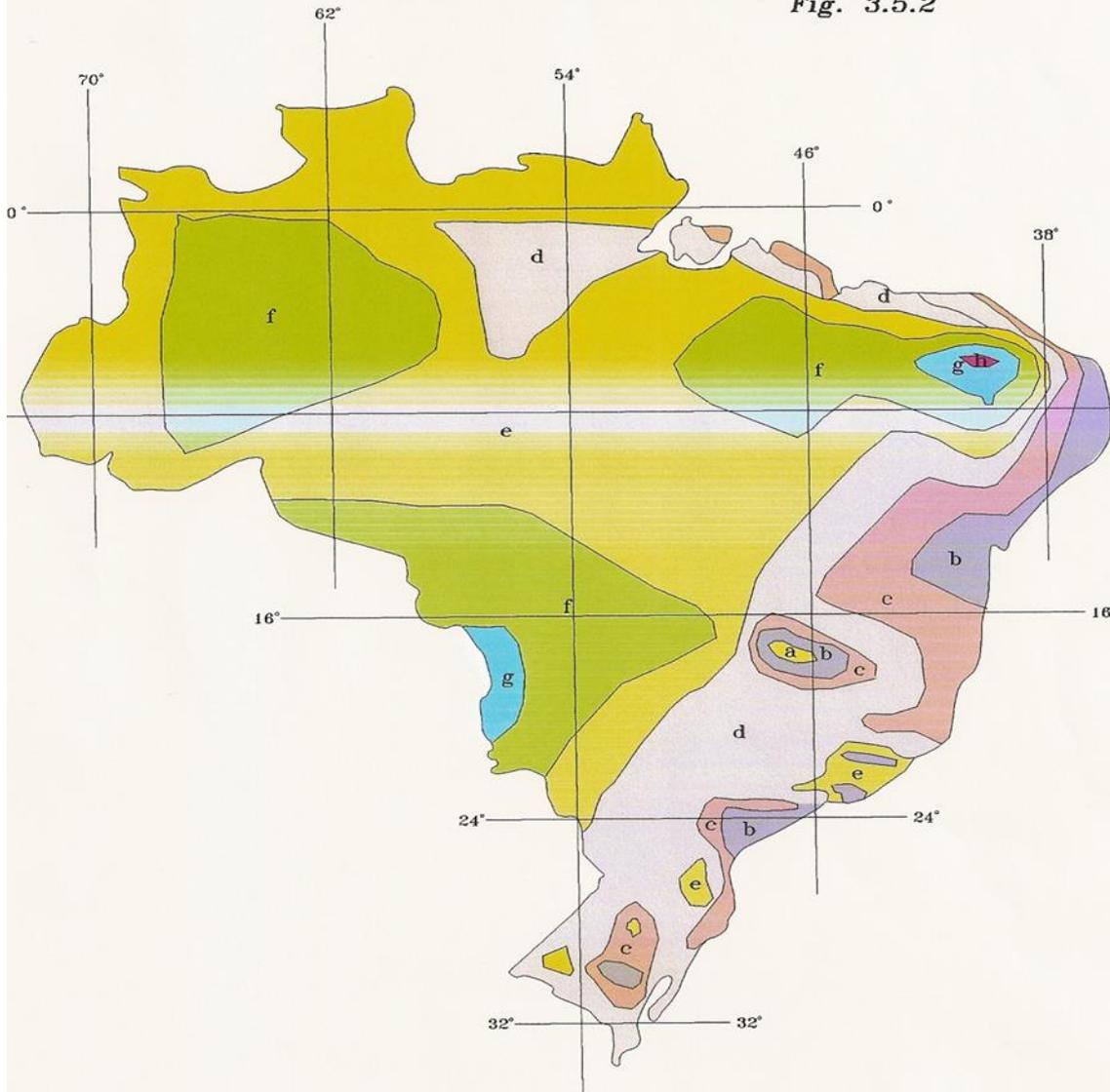
Para o presente estudo, os pontos considerados, de acordo com o mapa de isozonas do Brasil anexado a seguir (Figura 4), situam-se na zona “C”.

**Figura 4** Mapa das isozonas



MAPA DAS ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

Fig. 3.5.2



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

		TEMPO DE RECORRENCIA EM ANOS											
ZONA		1 HORA / 24 HORAS CHUVA										8 minutos / 24 horas	
		5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5a50	100
a		36.7	35.8	35.6	35.5	35.4	35.3	35.0	34.6	33.6	32.5	7.0	6.5
b		38.1	37.9	37.8	37.5	37.3	37.2	36.9	36.6	35.4	34.3	8.4	7.5
c		40.1	39.7	39.5	39.5	39.2	39.1	38.6	38.4	37.2	36.2	8.8	8.6
d		42.0	41.8	41.4	41.2	41.1	41.0	40.7	40.3	39.0	37.3	11.2	10.0
e		44.3	43.6	43.5	43.2	43.0	42.9	42.6	42.2	40.0	39.6	11.6	11.2
f		46.0	45.6	45.3	45.1	44.9	44.7	44.5	44.1	42.7	41.3	13.2	12.4
g		47.7	47.6	47.2	47.0	46.8	46.7	46.7	45.1	44.5	43.1	15.4	13.7
h		49.9	49.4	49.1	48.9	48.8	48.5	48.3	47.6	46.5	44.8	16.7	14.9

Utilizando-se o “Método Posto-Ano”, seleciona-se a média das máximas precipitações diárias ocorridas nos Postos Pluviométricos selecionados como representativos da pluviometria do trecho rodoviário em estudo, sendo apontados os Postos de Salgado, Lagarto e Simão Dias. As amostragens dos períodos considerados, para as máximas precipitações diárias são as seguintes:

### POSTO PLUVIOMÉTRICO

VALORES DE MÁXIMA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA							
<b>POSTO: SALGADO</b>				<b>LATITUDE: 11° 00' S</b>			
<b>PERÍODO: 1942 / 1970</b>				<b>LONGITUDE: 37° 27' W</b>			
<b>FONTE: SUDENE</b>				<b>ALTITUDE: 102 m</b>			
ANO	P	Nº DE ORDEM	P (mm)	P - P̄ (mm)	(P - P̄)² (mm)	F (%)	Tempo de Recorrência T = 1/F (Anos)
1942	144,0	1	165,0	78,5	6.162,3	3,4	29,4
1943	106,0	2	150,0	63,5	4.032,3	6,9	14,5
1944	98,0	3	144,0	57,5	3.306,3	10,3	9,7
1945	55,0	4	130,0	43,5	1.892,3	13,8	7,2
1946	100,0	5	122,0	35,5	1.260,3	17,2	5,8
1947	75,0	6	106,0	19,5	380,3	20,7	4,8
1948	90,0	7	100,9	14,4	207,4	24,1	4,1
1949	150,0	8	100,0	13,5	182,3	27,6	3,6
1950	100,9	9	98,1	11,6	134,6	31,0	3,2
1951	95,0	10	98,0	11,5	132,3	34,5	2,9
1952	122,0	11	95,0	8,5	72,3	37,9	2,6
1953	165,0	12	90,4	3,9	15,2	41,4	2,4
1954	50,2	13	90,0	3,5	12,3	44,8	2,2
1955	89,3	14	89,3	2,8	7,8	48,3	2,1
1956	40,2	15	86,0	-0,5	0,3	51,7	1,9
1957	90,4	16	82,0	-4,5	20,3	55,2	1,8
1958	60,4	17	80,1	-6,4	41,0	58,6	1,7
1959	50,2	18	77,0	-9,5	90,3	62,1	1,6
1960	65,0	19	75,0	-11,5	132,3	65,5	1,5
1961	50,4	20	72,0	-14,5	210,3	69,0	1,4
1962	80,1	21	65,0	-21,5	462,3	72,4	1,4
1963	59,1	22	60,4	-26,1	681,2	75,9	1,3
1964	130,0	23	59,1	-27,4	750,8	79,3	1,3
1965	28,3	24	55,0	-31,5	992,3	82,8	1,2
1966	86,0	25	50,4	-36,1	1.303,2	86,2	1,2
1967	82,0	26	50,2	-36,3	1.317,7	89,7	1,1
1968	72,0	27	50,2	-36,3	1.317,7	93,1	1,1
1969	98,1	28	40,2	-46,3	2.143,7	96,6	1,0
1970	77,0	29	28,3	-58,2	3.387,2	100,0	1,0
$\sum P = 2.509,60 \text{ mm}$ $\bar{P} = 86,5 \text{ mm}$ $\sigma = 33,1$							

VALORES DE MÁXIMA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA							
POSTO: <b>Lagarto</b>				Latitude: <b>10° 55' S</b>			
PERÍODO: <b>1954 / 1984</b>				Longitude: <b>37° 40' W</b>			
FONTE: <b>ADENE</b>				Altitude: <b>183 m</b>			
ANO	P	Nº DE ORDEM	P (mm)	P - $\bar{P}$ (mm)	(P - $\bar{P}$ ) <sup>2</sup> (mm)	F (%)	Tempo de Recorrência T = 1/F (Anos)
1954	50,5	1	150,0	88,8	7.885,4	3,3	30,3
1955	47,4	2	125,0	63,8	4.070,4	6,7	14,9
1956	52,7	3	87,0	25,8	665,6	10,0	10,0
1957	86,2	4	87,0	25,8	665,6	13,3	7,5
1958	45,3	5	86,2	25,0	625,0	16,7	6,0
1959	30,8	6	80,0	18,8	353,4	20,0	5,0
1960	150,0	7	73,0	11,8	139,2	23,3	4,3
1961	44,0	8	71,5	10,3	106,1	26,7	3,7
1963	87,0	9	71,0	9,8	96,0	30,0	3,3
1964	125,0	10	67,3	6,1	37,2	33,3	3,0
1965	40,0	11	64,0	2,8	7,8	36,7	2,7
1966	50,0	12	63,0	1,8	3,2	40,0	2,5
1967	42,5	13	52,7	-8,5	72,3	43,3	2,3
1968	67,3	14	51,2	-10,0	100,0	46,7	2,1
1969	71,5	15	50,5	-10,7	114,5	50,0	2,0
1970	43,0	16	50,3	-10,9	118,8	53,3	1,9
1971	80,0	17	50,0	-11,2	125,4	56,7	1,8
1972	51,2	18	50,0	-11,2	125,4	60,0	1,7
1973	64,0	19	50,0	-11,2	125,4	63,3	1,6
1974	87,0	20	47,4	-13,8	190,4	66,7	1,5
1975	63,0	21	46,0	-15,2	231,0	70,0	1,4
1976	50,0	22	45,3	-15,9	252,8	73,3	1,4
1977	73,0	23	44,0	-17,2	295,8	76,7	1,3
1978	50,0	24	43,0	-18,2	331,2	80,0	1,3
1979	46,0	25	42,5	-18,7	349,7	83,3	1,2
1980	71,0	26	42,3	-18,9	357,2	86,7	1,2
1981	42,3	27	42,0	-19,2	368,6	90,0	1,1
1982	42,0	28	40,0	-21,2	449,4	93,3	1,1
1983	50,3	29	32,1	-29,1	846,8	96,7	1,0
1984	32,1	30	30,8	-30,4	924,2	100,0	1,0
$\sum P = 1.835,10 \text{ mm}$ $\bar{P} = 61,2 \text{ mm}$ $\sigma = 26,3$							

VALORES DE MÁXIMA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA							
POSTO: <b>SALGADO</b>				LATITUDE: <b>10? 44' S</b>			
PERÍODO: <b>1955 / 1984</b>				LONGITUDE: <b>37? 48' W</b>			
FONTE: <b>SUDENE</b>				ALTITUDE: <b>283 m</b>			
ANO	P	Nº DE ORDEM	P (mm)	P - $\bar{P}$ (mm)	(P - $\bar{P}$ ) <sup>2</sup> (mm)	F (%)	Tempo de Recorrência T = 1/F (Anos)
1955	38,0	1	115,0	50,1	2.510,0	3,3	30,3
1956	32,0	2	110,2	45,3	2.052,1	6,7	14,9
1957	80,0	3	108,0	43,1	1.857,6	10,0	10,0
1958	64,0	4	98,4	33,5	1.122,3	13,3	7,5
1959	25,0	5	88,0	23,1	533,6	16,7	6,0
1960	108,0	6	87,0	22,1	488,4	20,0	5,0
1961	46,0	7	81,0	16,1	259,2	23,3	4,3
1962	115,0	8	80,6	15,7	246,5	26,7	3,7
1963	81,0	9	80,4	15,5	240,3	30,0	3,3
1964	49,0	10	80,0	15,1	228,0	33,3	3,0
1965	33,0	11	78,3	13,4	179,6	36,7	2,7
1966	44,5	12	75,6	10,7	114,5	40,0	2,5
1967	80,4	13	75,4	10,5	110,3	43,3	2,3
1968	78,3	14	64,0	-0,9	0,8	46,7	2,1
1969	59,0	15	63,0	-1,9	3,6	50,0	2,0
1970	110,2	16	60,0	-4,9	24,0	53,3	1,9
1971	87,0	17	59,0	-5,9	34,8	56,7	1,8
1972	60,0	18	55,2	-9,7	94,1	60,0	1,7
1973	50,0	19	50,0	-14,9	222,0	63,3	1,6
1974	88,0	20	49,0	-15,9	252,8	66,7	1,5
1975	75,6	21	48,0	-16,9	285,6	70,0	1,4
1976	40,0	22	47,2	-17,7	313,3	73,3	1,4
1977	80,6	23	46,0	-18,9	357,2	76,7	1,3
1978	47,2	24	44,5	-20,4	416,2	80,0	1,3
1979	98,4	25	40,0	-24,9	620,0	83,3	1,2
1980	75,4	26	38,0	-26,9	723,6	86,7	1,2
1981	55,2	27	36,0	-28,9	835,2	90,0	1,1
1982	63,0	28	33,0	-31,9	1.017,6	93,3	1,1
1983	48,0	29	32,0	-32,9	1.082,4	96,7	1,0
1984	36,0	30	25,0	-39,9	1.592,0	100,0	1,0
$\sum P = 1.947,80 \text{ mm}$ $\bar{P} = 64,9 \text{ mm}$ $\sigma = 24,8$							



Os valores das médias aritméticas e desvios padrões das máximas precipitações diárias foram aplicados no Método Gumbel – Ven Te Chow, expresso na seguinte equação:

$$P = \bar{P} + K \sigma \quad \text{Onde:}$$

$P$  = máxima precipitação diária para determinado tempo de recorrência;

$\bar{P}$  = média da amostra;

$\sigma$  = desvio padrão da amostra;

$K$  = fator de frequência, tabelado em função do tempo de recorrência e do número de amostras ( $n$ ), extraído da tabela publicada no livro “Vazões de Dimensionamento de Bueiros”, do IPR.

#### 4.10.2 Alturas de Precipitações

As alturas de precipitações para 1 dia, para os tempos de recorrência de 10, 15, 25, 50 e 100 anos, empregados neste estudo, sendo  $n = 29$  e 30 anos, são as seguintes:

- Posto Pluviométrico de Salgado

$$P_{10} = 86,5 + 1,547 \times 33,1 = 137,68 \text{ mm}$$

$$P_{15} = 86,5 + 1,924 \times 33,1 = 150,15 \text{ mm}$$

$$P_{25} = 86,5 + 2,402 \times 33,1 = 165,97 \text{ mm}$$

$$P_{50} = 86,5 + 3,037 \times 33,1 = 186,98 \text{ mm}$$

$$P_{100} = 86,5 + 3,667 \times 33,1 = 207,82 \text{ mm}$$

- Posto Pluviométrico de Lagarto

$$P_{10} = 61,2 + 1,541 \times 26,3 = 101,73 \text{ mm}$$

$$P_{15} = 61,2 + 1,917 \times 26,3 = 111,62 \text{ mm}$$

$$P_{25} = 61,2 + 2,393 \times 26,3 = 124,14 \text{ mm}$$

$$P_{50} = 61,2 + 3,026 \times 26,3 = 140,78 \text{ mm}$$

$$P_{100} = 61,2 + 3,653 \times 26,3 = 157,27 \text{ mm}$$

- **Posto Pluviométrico de Simão Dias**

$$P_{10} = 64,9 + 1,541 \times 24,8 = 103,10 \text{ mm}$$

$$P_{15} = 64,9 + 1,917 \times 24,8 = 112,42 \text{ mm}$$

$$P_{25} = 64,9 + 2,393 \times 24,8 = 124,22 \text{ mm}$$

$$P_{50} = 64,9 + 3,026 \times 24,8 = 139,91 \text{ mm}$$

$$P_{100} = 64,9 + 3,653 \times 24,8 = 155,45 \text{ mm}$$

As alturas de precipitações para 1 dia, para os tempos de recorrência de 10, 25, 50 e 100 anos, empregados neste estudo, sendo  $n = 22$  anos, são as seguintes:

$$P_{10} = 61,7 + 1,603 \times 27,1 = 105,14 \text{ mm}$$

$$P_{25} = 61,7 + 2,484 \times 27,1 = 129,02 \text{ mm}$$

$$P_{50} = 61,7 + 3,138 \times 27,1 = 146,74 \text{ mm}$$

$$P_{100} = 61,7 + 3,787 \times 27,1 = 164,33 \text{ mm}$$

#### 4.10.3 Conversão da Chuva de 1 dia para Chuva de 24 horas

- **Posto Pluviométrico de Salgado**

Chuva de 1 dia	Fator de Conversão	Chuva de 24 horas
$P_{10} = 137,68 \text{ mm}$	1,095	150,76 mm
$P_{15} = 150,15 \text{ mm}$	1,095	164,42 mm
$P_{25} = 165,97 \text{ mm}$	1,095	181,73 mm
$P_{50} = 186,98 \text{ mm}$	1,095	204,74 mm
$P_{100} = 207,82 \text{ mm}$	1,095	227,56 mm

- **Posto Pluviométrico de Lagarto**

Chuva de 1 dia	Fator de Conversão	Chuva de 24 horas
$P_{10} = 101,73 \text{ mm}$	1,095	111,39 mm
$P_{15} = 111,62 \text{ mm}$	1,095	122,22 mm
$P_{25} = 124,14 \text{ mm}$	1,095	135,93 mm
$P_{50} = 140,78 \text{ mm}$	1,095	154,16 mm
$P_{100} = 157,27 \text{ mm}$	1,095	172,21 mm

- **Posto Pluviométrico de Simão Dias**

Chuva de 1 dia	Fator de Conversão	Chuva de 24 horas
P10 = 103,10 mm	1,095	112,89 mm
P15 = 112,42 mm	1,095	123,10 mm
P25 = 124,22 mm	1,095	136,02 mm
P50 = 139,91 mm	1,095	153,20 mm
P100 = 155,45 mm	1,095	170,21 mm

#### 4.10.4 Método das Isozonas

Tanto a rodovia em estudo como o posto pluviométrico, conforme já foi ilustrado anteriormente, encontram-se na Isozona “C”, cujas percentagens relativas em relação aos tempos de recorrência são apresentadas a seguir:

Tempo de Duração	1 hora / 24 horas						6 min / 24horas	
	5	10	15	25	50	100	5 a 50	100
Tempo de Recorrência (anos)								
Percentagem	40,1	39,7	39,5	39,2	38,8	38,4	8,8	8,6

Desta forma, para o projeto, têm-se as seguintes precipitações de chuva em mm:

- **Posto Pluviométrico de Salgado**

Duração da Chuva	Tempo de Recorrência (anos)				
	10	15	25	50	100
0,1 h	13,27	14,47	15,99	18,02	19,57
1,0 h	59,85	64,95	71,24	79,44	87,38
24,0 h	150,76	164,42	181,73	204,74	227,56

- **Posto Pluviométrico de Lagarto**

Duração da Chuva	Tempo de Recorrência (anos)				
	10	15	25	50	100
0,1 h	9,80	10,76	11,96	13,57	14,81
1,0 h	44,22	48,28	53,28	59,81	66,13
24,0 h	111,39	122,22	135,93	154,16	172,21

- Posto Pluviométrico de Simão Dias

Duração da Chuva	Tempo de Recorrência (anos)				
	10	15	25	50	100
0,1 h	9,93	10,83	11,97	13,48	14,64
1,0 h	44,82	48,62	53,32	59,44	65,36
24,0 h	112,89	123,10	136,02	153,20	170,21

#### 4.10.5 Relação Altura de Chuva x Tempo de Duração

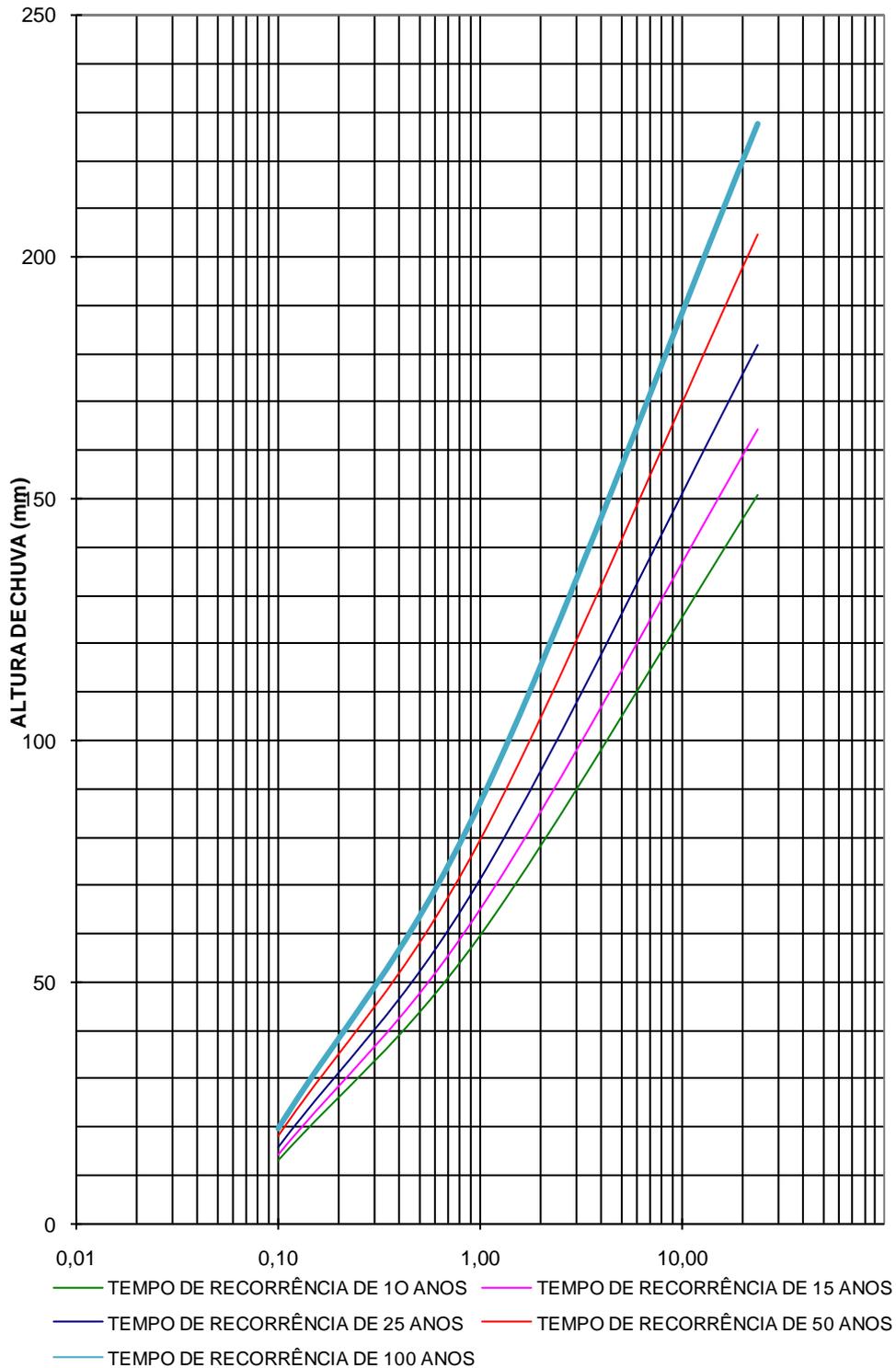
Com os valores de precipitações obtidos, tornou-se possível o traçado das retas de precipitações no papel de probabilidades, para cada tempo de recorrência. Assim, para qualquer tempo de duração, até 24 horas, lê-se a altura de chuva correspondente no gráfico adiante.

#### 4.10.6 Intensidade Pluviométrica

A intensidade da chuva pode ser obtida em mm/h pela simples razão entre o valor da precipitação extraída do gráfico de altura de chuva, em mm, e a duração da chuva, em horas, ou diretamente pelo gráfico da intensidade pluviométrica.

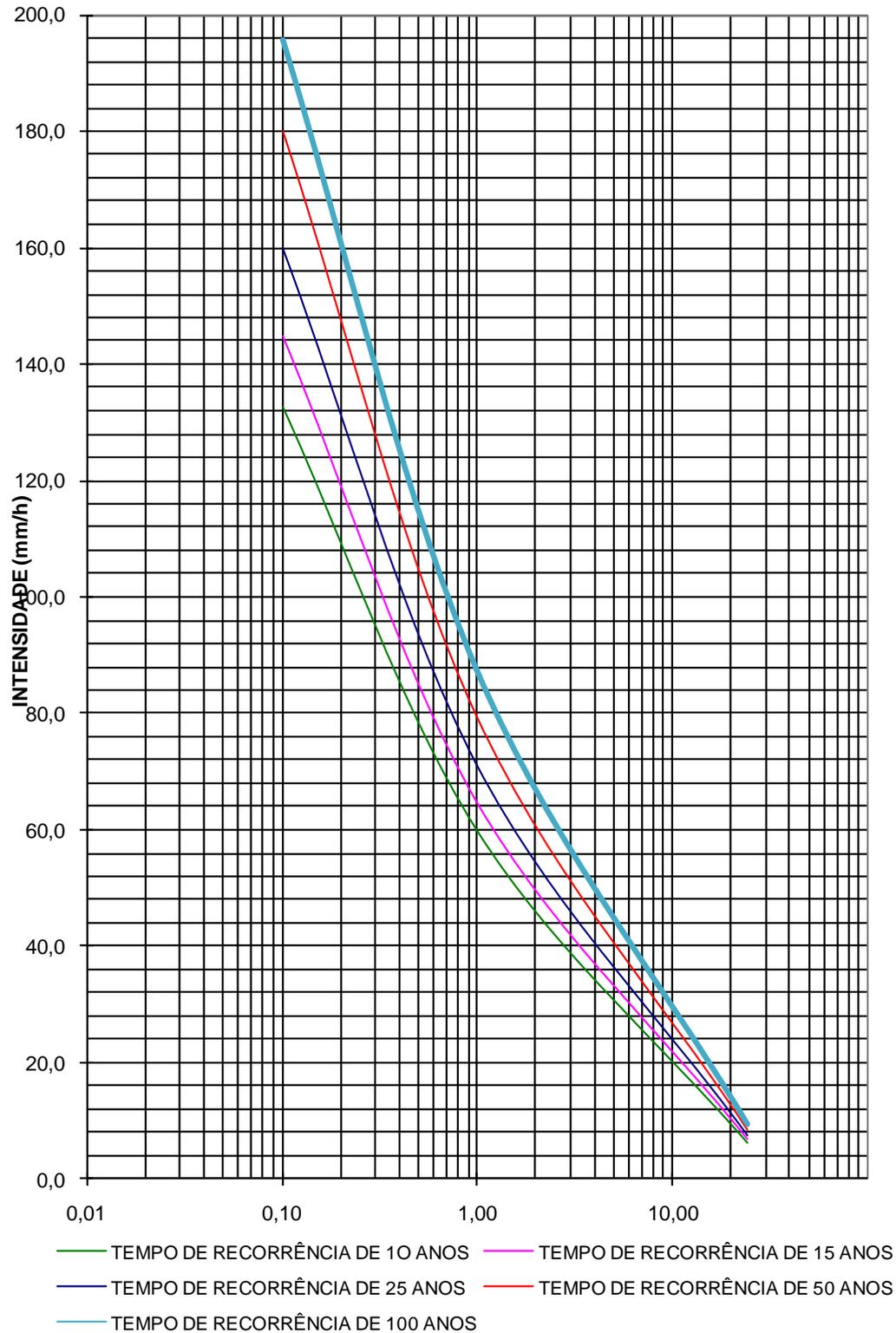
## POSTO PLUVIOMÉTRICO DE SALGADO

### GRÁFICO DE PRECIPITAÇÕES



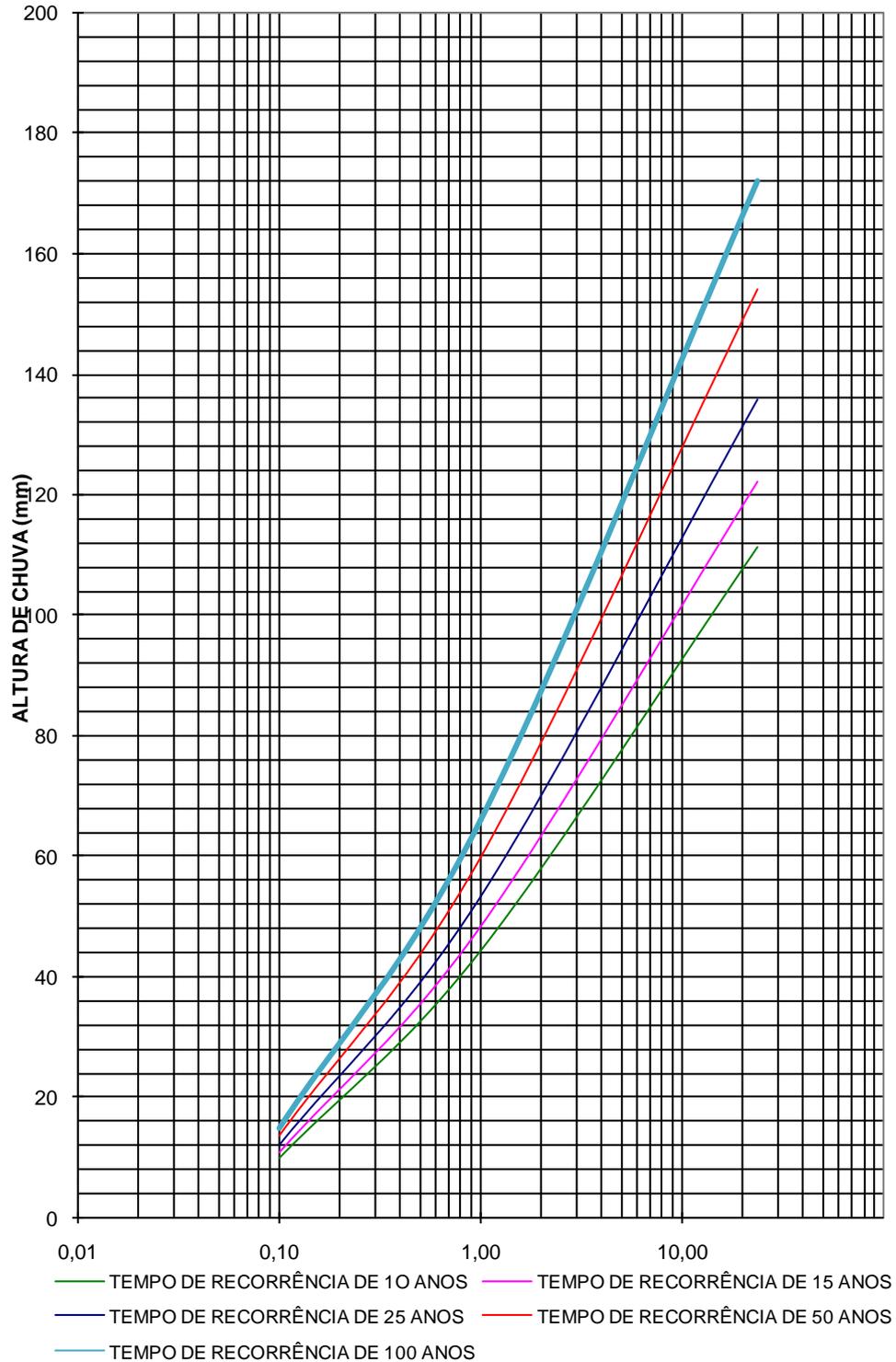
## POSTO PLUVIOMÉTRICO DE SALGADO

### GRÁFICO DE INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA



## POSTO PLUVIOMÉTRICO DE LAGARTO

### GRÁFICO DE PRECIPITAÇÕES



#### 4.10.7 Cálculo das Descargas de Projeto

O estudo das vazões afluentes das bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado da rodovia objeto do presente projeto permite aferir a grandeza das descargas máximas, possibilitando assim a verificação da suficiência hidráulica das obras de drenagem necessárias ao escoamento de tais descargas.

#### 4.10.8 Tempo de Concentração

O tempo de concentração adotado é o de KIRPICH, expresso pela seguinte fórmula:

$$t_c = 0,95 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}, \quad \text{Onde:}$$

$t_c$  = tempo de concentração, em horas;

$L$  = comprimento do talvegue principal, em quilômetros;

$H$  = desnível do talvegue principal, em metros.

#### 4.10.9 Classificação das Bacias por Área de Contribuição

As bacias hidrográficas intervenientes no trecho foram classificadas segundo as suas áreas de contribuição, o que permite o cálculo de suas descargas de forma mais adequada, conforme discriminado abaixo:

- Microbacias – são as bacias com área até 1,0 km<sup>2</sup>.
- Bacias Pequenas – são as bacias com áreas compreendidas entre 1,0 e 5,0 km<sup>2</sup>.
- Bacias Médias – são as bacias com áreas compreendidas entre 5,0 e 10 km<sup>2</sup>.
- Grandes Bacias – são as bacias com áreas superiores a 10,0 km<sup>2</sup>.

#### 4.10.10 Descargas de Pico das Bacias Hidrográficas

- Microbacias



Para a determinação das descargas de pico destas bacias adotou-se o Método Racional, cuja equação é expressa da seguinte forma:

$$Q_c = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \text{Onde:}$$

$Q_c$  = Descarga de projeto, em m<sup>3</sup>/s;

$C$  = Coeficiente adimensional do escoamento superficial, classificado em função do tipo de solo, da cobertura vegetal, da declividade média da bacia, etc. (ver).

$I$  = Intensidade média da precipitação sobre toda a área drenada. O tempo de concentração adotado para estas bacias foi de, no mínimo, 6 minutos. É expresso em mm/h;

$A$  = Área da bacia drenada, em km<sup>2</sup>;

0,278 = Fator de conversão de unidades.

#### b) Bacias Pequenas

Para estas bacias foi também utilizada a fórmula do Método Racional, porém acrescida de um coeficiente de retardo, sendo então, a expressão final estabelecida como se segue:

$$Q_c = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \cdot \sigma \quad , \text{Onde:}$$

$Q_c, C, I, A$  = Parâmetros do Método Racional já definidos;

$\sigma$  = Coeficiente de retardo, adimensional, expresso pela fórmula:

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt[n]{100A}} \quad \text{Sendo:}$$

$n = 4$ , para bacias de declividade inferior a 0,5%, segundo Burkli-Ziegler;

$n = 5$ , para bacias com declividade até 1,0%, segundo Mc Math;

$n = 6$ , para declividades maiores que 1,0%, segundo Brix.

#### COEFICIENTE DE SOLO - COBERTURA VEGETAL (RUNOFF)



COBERTURA VEGETAL	DECLIVIDADE			
	FORTE (D>12%)	ALTA (12%>D>5%)	MÉDIA (5%>D>2%)	SUAVE (2%>D>0%)
Sem vegetação	0,85/0,95	0,75/0,50	0,65/0,40	0,55/0,35
Campo natural (vegetação baixa)	0,70/0,50	0,60/0,40	0,50/0,30	0,40/0,25
Arbusto cerrado (vegetação média)	0,65/0,45	0,55/0,40	0,45/0,30	0,40/0,25
Mata (vegetação densa)	0,60/0,40	0,50/0,35	0,40/0,25	0,35/0,20
Cultivado, lavoura (não em curva de nível)	-	0,40/0,35	0,35/0,25	0,30/0,20
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>				<b>C</b>
Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades				0,80 a 0,90
Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação, com relevo ondulado e com declividade moderada				0,60 a 0,80
Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em baixas declividades				0,50 a 0,70
Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques s/ manto de material poroso				0,40 a 0,65
Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas				0,35 a 0,60
Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terreno de declividades variadas				0,25 a 0,50
Plantações de árvores frutíferas em áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser grammas				0,15 a 0,40
Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas				0,15 a 0,40
Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizado em zonas baixas e várzeas				0,10 a 0,30

### c) Bacias Médias

Para as bacias médias, com áreas de contribuição compreendidas entre 5 e 10 km<sup>2</sup>, o cálculo das descargas foi procedido através do emprego do Método do Hidrograma Triangular Sintético (M.H.T.S.), cuja expressão básica é apresentada a seguir:



$$Q_c = \frac{0,208.A.P_e}{t_p} \quad \text{Em que:}$$

$Q_c$  = Descarga em  $m^3/s$ ;

$A$  = Área da bacia, em  $km^2$ ;

$P_e$  = Precipitação efetiva, em mm;

$t_p$  = Tempo de ponta do hidrograma, em horas.

A expressão que define o tempo de ponta do hidrograma é dada por  $t_p = t_c + 0,6\sqrt{t_c}$ , sendo  $t_c$  = tempo de concentração em horas.

A precipitação efetiva  $P_e$ , que se refere à parcela da chuva excedente que se transformou em deflúvio, é obtido a partir da precipitação pontual em mm, para a chuva com duração igual ao período do excesso de precipitação. A duração do excesso de precipitação é dada por:

$$D = 2\sqrt{t_c} \quad , \quad \text{Onde } D \text{ é a duração do excesso de precipitação, em horas.}$$

A chuva efetiva foi determinada através da fórmula proposta pelo U.S. Soil Conservation Service, em função do complexo solo-vegetação (CN) e da precipitação. O coeficiente CN, adimensional, é função do complexo solo-cobertura vegetal, mediante considerações de fatores básicos como tipo de solo, cobertura vegetal e utilização e manejo do solo. Para sua determinação levam-se em conta as condições antecedentes de umidade, isto é, se uma chuva forte ou uma chuva fina de longa duração houvesse caído nos dias anteriores à chuva de pico, provocando um maior run-off decorrente do temporal.

Quando a bacia apresenta mais de um tipo de cobertura vegetal ou de solo e, por isso, mais de um coeficiente CN, adota-se a média ponderada entre os coeficientes encontrados, considerando-se a área de influência de cada um deles. Os valores dos coeficientes CN foram tomados da tabela elaborada pelo Profº Sampaio Wilhem (ver quadro Qd. 3.5.2).

#### VALORES DO NÚMERO DE DEFLÚVIO – CN



**Qd. 3.5.2**

UTILIZAÇÃO DA TERRA	CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLOS DA ÁREA			
		A	B	C	D
TERRENOS CULTIVADOS	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
PLANTAÇÕES REGULARES	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Em fileiras retas	64	76	84	88
PLANTAÇÕES DE CEREAIS	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
PLANTAÇÕES DE LEGUMES OU CAMPOS CULTIVADOS	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
PASTAGENS	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
CAMPOS PERMANENTES	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
CHÁCARAS ESTRADAS DE TERRA	Normais	59	74	82	86
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92

FLORESTAS	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
SUPERFÍCIES IMPERMEÁVEIS	Áreas urbanizadas	100	100	100	100

**OBSERVAÇÕES:**

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

A precipitação efetiva é a fração da precipitação que contribui para o escoamento superficial e é expressa como função da perda total, que por sua vez é expressa em função do coeficiente CN.

Assim, tais considerações resultam na seguinte fórmula:

$$Pe = \frac{\left( P - \frac{5080}{CN} + 50,8 \right)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203,2}, \quad \text{Onde:}$$

$P_e$  = Precipitação efetiva, em mm;

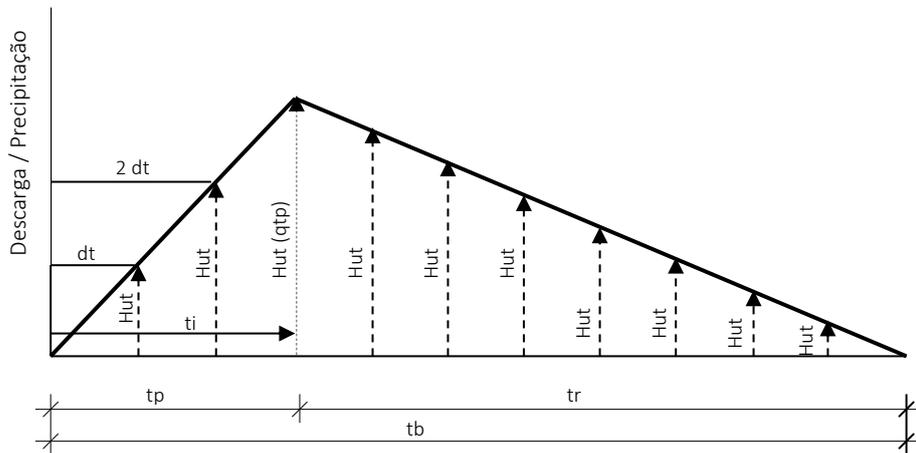
$P$  = Precipitação total para o tempo de duração considerado, em mm;

**d) Bacias Grandes**

Para o cálculo das descargas máximas destas bacias empregou-se o Método do Hidrograma Unitário Triangular (MHUT). O MHUT foi desenvolvido pelo “U. S. Soil Conservation Service” para a determinação de descargas de grandes bacias, estabelecido o limite máximo de 2.500 km<sup>2</sup> de área drenada.

O MHUT preconiza que o escoamento é decorrente da precipitação anterior, do grau de impermeabilidade do solo, da cobertura vegetal e do uso da terra. Todos estes fatores estão agrupados nos grupos de curvas CN (complexo hidrológico solo/vegetação).

Os parâmetros do Hidrograma Unitário Triangular para chuva efetiva (Pe) igual a 1 cm de altura, no tempo unitário (dt), são os seguintes:



Onde:

$$u(t_p) = \text{descarga de pico unitária, obtida pela expressão } u(t_p) = \frac{2,08A}{t_p}, \text{ em m}^3 \cdot \text{s/cm};$$

A = área da bacia drenada, em km<sup>2</sup>;

dt = tempo unitário de precipitação, sendo igual a tc/4, em horas;

tp = tempo de pico, em horas, sendo  $tp = \frac{tc}{2} + 0,6 \frac{dt}{2}$

tc = tempo de concentração, em horas;

tr = tempo de descida ou retorno,  $tr = 1,67 tp$ , em horas;

tb = tempo de base, sendo  $tb = 2,67 tp$ , em horas.



Na aplicação do MHUT para determinação das descargas, procedeu-se conforme o roteiro a seguir:

- Conhecidos os parâmetros  $u$  ( $t_p$ ),  $t_p$ , e  $t_r$ , calculou-se as ordenadas  $u$  ( $t_j$ ), relativas aos hidrogramas parciais decorrentes dos tempos de duração parciais ( $t_j$ ). Para  $t_j$  tomou-se múltiplos exatos ou aproximados do tempo unitário ( $dt$ ), ou seja:  $t_j = n dt$ ;
- Calculou-se as chuvas efetivas ( $Pe$ ) para cada duração “ $t_j$ ”.
- Determinou-se, então, as chuvas efetivas parciais ( $dPe$ ) para cada tempo “ $t_j$ ” por simples diferença  $dPe = Pe_i - Pe_{i-1}$
- Conhecidas as chuvas efetivas parciais ( $dPe$ ), procedeu-se a construção da tabela típica da obtenção dos valores das descargas parciais ( $q_i$ ) através das expressões:

$$q_i = dPe \cdot u(t_j) \quad e$$

$$\sum q_i = dPe \cdot u(t_j)_1 + dPe_{-1} \cdot u(t_j)_2 + dPe_{-2} \cdot u(t_j)_3 + \dots + dPe \cdot u(t_j)$$

A vazão de projeto, ou descarga de pico ( $Q_c$ ), será o valor máximo assumido pelo somatório das descargas parciais, ou seja,  $\sum q_{i\text{máx}} = Q_c$ .

A determinação da precipitação efetiva, de emprego no MHUT, foi possível com a utilização da expressão anteriormente apresentada na determinação das descargas de pico das bacias hidrográficas médias.

Entretanto, para as grandes bacias hidrográficas com áreas superiores a 25,0 km<sup>2</sup>, a descarga de projeto foi determinada através do MHUT associado ao conceito de precipitação média sobre toda a área da bacia ( $P_m$ ), sendo a precipitação efetiva calculada através da seguinte expressão:

$$Pe = \frac{\left( P_m - \frac{5080}{CN} + 50,8 \right)^2}{P_m + \frac{20320}{CN} - 203,2}$$

Sendo:  $P_m = P \times K$

$$K = 1 - 0,10 \log (A/25) \quad ,$$

Onde:

P = precipitação total, em mm;

K = coeficiente de redução;

A = área da bacia, em km<sup>2</sup>.

#### 4.10.11 Tempo de Recorrência

Os tempos de recorrência adotados para o estudo das descargas de pico das bacias, conforme recomendado pelo DNIT, foram definidos em função do tipo de obra previsto para o escoamento de tais descargas.

Desse modo, tem-se que, para drenagem superficial utilizou-se o tempo de recorrência de 10 (dez) anos.

Para bueiros tubulares, o tempo de retorno utilizado foi de 25 (vinte e cinco) anos, considerando que a obra trabalhe como canal, e 50 (cinquenta) anos considerando que a obra trabalhe como orifício.

Para os casos de bueiros celulares, os tempos de recorrências considerados foram de 50 (cinquenta) e 100 (cem) anos, funcionando nas condições anteriores, preconizadas para bueiros tubulares.

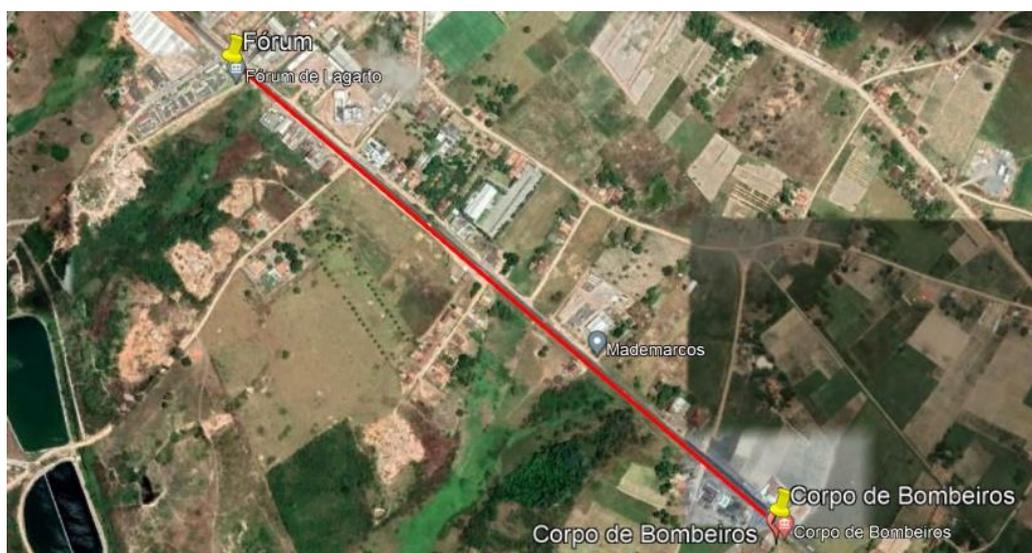
Por fim, para as obras de arte especiais considerou-se um tempo de recorrência igual a 100 (cem) anos.

#### 4.11 ESTUDO DO TRAÇADO

#### 4.12 INTRODUÇÃO

O estudo de traçado em questão contempla o trecho compreendido no município de Lagarto entre o Corpo de Bombeiros até o Fórum da cidade, com extensão total de 1,10Km, predominante urbano, identificado abaixo em vermelho.

**Figura 5** Trecho Projetado em vermelho



Fonte: Google Earth 2020

O projeto tem o objetivo de duplicação do trecho urbano da SE270 para melhoria do tráfego de veículos no município de Lagarto. Tendo em vista que se trata de um ponto turístico reconhecido, as melhorias se justificam do ponto de vista econômico e social, haja vista que haverá facilitação do acesso ao local de recreação, estimulando o turismo e conseqüentemente o comércio no Município, acompanhado de valorização imobiliária entre outros benefícios.

#### 4.13 CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL E TÉCNICA

O projeto seguirá a geometria existente da rodovia SE-270, haja vista ser uma duplicação, levando em conta que as novas estruturas projetadas serão implantadas justapostas a estrutura da rodovia existente, decisão esta baseada em aspectos econômicos. Desta forma a Classificação funcional e Técnica é caracterizada como a mesma do projeto original da SE-270.

Na elaboração das alternativas propostas desse projeto, buscou-se a melhor solução de encaixe com a via atual, para evitar desapropriação e viabilizar economicamente a execução dessa obra.

#### 4.14 DIRETRIZES ESTUDADAS.

Para essa alternativa, propomos:

- ✓ Calçada: 2,00 m;
- ✓ Acostamento (LD): 0,00m;
- ✓ Pistas: 2 x 7,00m;
- ✓ Ciclovia: 2 X 1,25m;
- ✓ Canteiro Central: 1 x 1,50 m;
- ✓ Acostamento (LE): 0,00m;
- ✓ Calçada: 2,00.

A iluminação Pública será projetada no canteiro central.

Apresentamos no Anexo I o anteprojeto geométrico e perfil longitudinal da alternativa selecionada como diretriz do projeto, contendo:

- ✓ Anteprojeto geométrico;
- ✓ Perfil longitudinal;

#### 4.15 ALINHAMENTOS HORIZONTAL E VERTICAL.

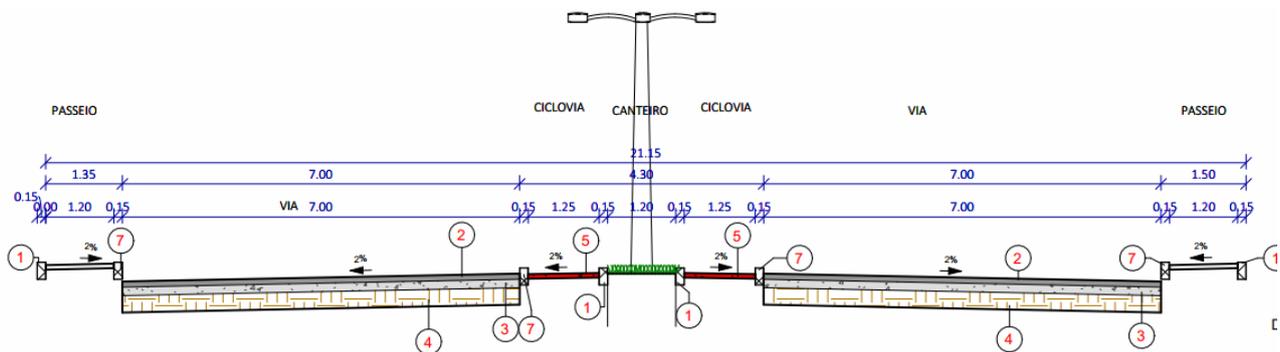
Os alinhamentos horizontal e vertical serão aproximadamente iguais ao do projeto implantado da SE-270, haja vista os fatores supramencionados, ou seja, as tangentes, raios de curva entre outros elementos geométricos horizontais e verticais, se baseiam na geometria da rodovia existente.

#### 4.16 SEÇÃO TIPO

O projetista estabelece única seção para todo o trecho projetado, a mesma compreende, calçada de 2,00 metros, pista de rolamento de 7,00 metros de largura, canteiro central de 1,50 metros de largura e Calçada de 2,00 metros de largura.

Abaixo segue figura da seção tipo proposta para o projeto em questão:





Além dos elementos previstos na seção apresentada acima, caso haja necessidade, também serão implantados travessias de pedestres, e incorporação de paradas de ônibus, com respectivas baias, atendendo a NBR 9050-2015 e NBR 16537-2016. Todos os elementos da seção tipo serão detalhados nas fases seguintes deste projeto.

#### 4.17 AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PAVIMENTO EXISTENTE

De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006), o desempenho estrutural refere-se à capacidade de um pavimento em manter sua integridade estrutural, sem apresentar falhas significativas. A avaliação estrutural está associada a identificação dos mecanismos de ruptura do pavimento existente além de apontar as prováveis soluções que restabeleçam o desempenho estrutural requerido para a vida útil projetada.

Os defeitos mais frequentes encontrados no segmento em AAUQ são: trinca do tipo couro de jacaré, fissuras, algumas panelas/covas na lateral da rodovia, afundamento plástico local e/ou afundamento plástico de trilha, desgastes e remendos.

Tendo em vista que este segmento, de acordo com os históricos existentes, foi pavimentado no início da década de 70, sem que houvesse uma grande intervenção de restauração. Sendo assim, pode-se considerar que ele atingiu sua vida útil de maneira satisfatória.









GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE  
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E  
SUSTENTABILIDADE – SEDURBS  
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA DE SERGIPE



## 5 PROJETOS ELABORADOS



## 5.1 PROJETO GEOMÉTRICO

### 5.1.1 Introdução

O presente Projeto Geométrico, consiste da duplicação da geometria planimétrica da região de faixa de domínio da rodovia, obtido com o processamento dos elementos topográficos.

A rodovia em estudo encontra-se implantada e pavimentada em toda sua extensão, sendo revestida com areia – asfalto a quente em boa parte de sua extensão, que se encontra em condições de deterioração, seja pelo vencimento da vida útil, seja pela deficiente conservação em função de escassez acentuada de verbas destinadas para essa finalidade.

A plataforma atual tem aproximadamente uma largura de 11,2 metros, sendo que são acostamentos de 2,0 metros para cada lado e a pista de rolamento com 7,2 metros de largura.

A plataforma projetada adotada para o local foi duplicar a rodovia existente para o lado direito, implantando-se duas pistas de rolamento com 7,00 metros de largura, separadas por um canteiro central com ciclovias de dimensão total de 4,30 metros, e dois passeios de 1,50m de largura para cada lado.

A declividade transversal das pistas de rolamento foi adotada em 2% (dois por cento), declinando dos bordos internos para os bordos externos.

Para espelho do meio-fio, ou seja, a diferença de nível do bordo da pista de rolamento para o passeio, foi adotada a altura de 15 cm, conforme usualmente adotado.

#### Projeto em Planta

Os elementos básicos necessários ao desenvolvimento do Projeto geométrico foram fornecidos pelos estudos topográficos, através do cadastramento e levantamento planialtimétrico da rodovia existente. Estes dados serviram de base para a reconstituição do projeto geométrico em planta e perfil, assim como, à definição das características técnicas e operacionais.

As principais características técnicas operacionais deste trecho são as seguintes:

Classe da rodovia: I

Largura da faixa de domínio: 30 m



A Duplicação desse segmento em via urbana de Lagarto se desenvolve partindo da estaca 0+0,00 e apresenta as coordenadas E= 646.292,11 e N = 8.791.456,28, e seu final na estaca 52 + 11,24m de coordenadas E= 647.090,30 e N = 8.790774.10

O projeto em planta é apresentado na escala de 1:2.000 com indicação do eixo estaqueado de 20 m em 20 m, 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 implantação.

### 5.1.2 Projeto em Perfil

O greide existente não apresenta problemas de visibilidade e as rampas existentes são compatíveis com a classe da rodovia. O projeto em perfil foi desenvolvido na premissa que o trecho se desenvolve em uma área urbana, portanto procurando concordar com as vias transversais existentes, tentando ao máximo não gerar conflitos com as mesmas.

Em alguns locais foi necessário ser feito a elevação do greide para atender a drenagem.

O perfil se desenvolve em uma região predominantemente plana a pouco ondulada. O greide apresentado no projeto geométrico é o de pavimentação

O projeto em perfil é apresentado nas escalas 1:2.000 (Horizontal) e 1:200 (Vertical) mostrando o atual greide de pavimentação que deverá ser seguido com as cotas em grade existente no rodapé. No projeto são indicadas as obras de artes correntes, os pontos de curvas e tangências verticais a cota do vértice da curva e a flecha máxima, quando existirem.

### 5.1.3 Apresentação

A parte gráfica do Projeto Geométrico encontra-se apresentada nos desenhos em formato A-3 contidos em Capítulo específico no Volume 2 – Projeto de Execução, contendo, basicamente, os seguintes elementos em planta:

- Alinhamento do eixo locado, desenhado na escala 1:2.000, estaqueado de 20 em 20 metros e numerado a cada 5 estacas;



- Bordos da plataforma projetada para o pavimento;
- Bordos da rodovia existente;
- Faixa de domínio;
- Cadastro dos principais acidentes observados no interior da faixa de domínio (estradas, cursos d'água, postes, edificações, etc.);
- Elementos das curvas horizontais (PC, PT, TS, SC, ST, raio, desenvolvimento, ângulo central);
- Obras d'arte correntes e especiais existentes e projetadas;
- Malha Topográfica.

## 5.2 PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS D'ARTE CORRENTES

### 5.2.1 Introdução

O presente projeto objetiva, basicamente, elaboração de projeto de drenagem específico para a região de estudo. Não foi considerado as obras de drenagem existente, devido a plataforma da rodovia a ser implantada ser diferente da existente.

### 5.2.2 Descrição do Projeto

#### 5.2.2.1 Drenagem Superficial

##### 1) Sistema Projetado

O Sistema de Drenagem Superficial da rodovia está composto por linhas de drenagem assentadas a partir dos bordos desta, sendo integrado por meios-fios, sarjetas de corte, valetas de proteção e demais equipamentos complementares de transição. A operação do sistema permite o eficiente escoamento das águas pluviais captadas sobre a rodovia e nas áreas adjacentes, propiciando um deságue seguro e afastado do corpo estradal.

##### a) Meio-fio de Concreto

O meio-fio está previsto para ser implantado nos segmentos em aterro elevado; nas cabeceiras das pontes existentes; e em alguns segmentos das travessias urbanas interceptadas pelo



traçado da rodovia em projeto, aonde a conformação altimétrica local conduz as águas superficiais para o bordo do pavimento.

b) Sarjeta de Corte

No presente Projeto, não está prevista a implantação de novas sarjetas de corte do tipo DNIT.

2) Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem superficial permite estabelecer a máxima extensão admissível, ou comprimento crítico, dos dispositivos de captação, excedido o qual estes entram em colapso. O comprimento crítico é função direta da capacidade de vazão máxima do dispositivo, obtida através da interação da seção de escoamento e da declividade de assentamento, conforme detalhado a seguir.

a) Vazão de Contribuição Específica ( $Q_{ce}$ )

A vazão de contribuição específica resulta da aplicação do Método Racional, através da expressão:

$$Q_{ce} = C_m \cdot I \cdot A \cdot 0,278 \cdot 10^{-6},$$

Onde:

$Q_{ce}$  = Vazão de contribuição específica, em  $m^3/s$ ;

$C_m$  = Coeficiente médio de escoamento superficial. O valor de  $C_m$  é o resultado da média ponderada dos valores estabelecidos para a pista, taludes de corte e terrenos laterais, e cobertura vegetal nativa;

$I$  = Intensidade de precipitação para o tempo de concentração de 6 minutos e para o tempo de recorrência de 10 anos;

$A$  = Área de contribuição, em  $m^2$ .

b) Capacidade Máxima de Vazão ( $q_{m\acute{a}x}$ )



A descarga máxima admissível é obtida através da associação da Expressão de Manning com a Equação da Continuidade, admitindo o escoamento uniforme e permanente, resultando então:

$$q_{\max} = \frac{A \times R_H^{2/3} \times \sqrt{I}}{n}$$

Onde:

$q_{\max}$  = capacidade máxima de vazão da obra, em m<sup>3</sup>/s;

A = área da seção de escoamento, em m<sup>2</sup>;

RH = raio hidráulico potencial, em m;

I = declividade de instalação da obra;

n = coeficiente de rugosidade.

#### 5.2.2.2 Obras de Arte Correntes

Com exceção de alguns bueiros localizados nas travessias urbanas interceptadas pelo traçado da rodovia em projeto, o diâmetro nominal mínimo das obras d'arte correntes existentes ao longo do trecho é de 0,80 metro, não sendo necessárias substituições para enquadramento no diâmetro mínimo adotado pelo DER.

A determinação das vazões das obras existentes foi realizada através do emprego da fórmula de Manning associada à Equação da Continuidade, considerando o modo de operação livre com regime de funcionamento na vazão crítica, e trabalhando como orifício no regime de vazão máxima.

Desta forma, no estabelecimento das condições de escoamento a serem impostas aos bueiros, deverão ser considerados dois limites máximos, a saber:

#### **1ª Condição**

Os bueiros tubulares e celulares terão as determinações das descargas para o período de 25 anos (descarga crítica), operando como canal, não se admitindo carga hidráulica a montante que supere a geratriz superior da canalização. Para atendimento a descarga crítica nessas condições tem-se:

- a) Bueiros Tubulares



$$Q_{\text{crítica}} = 1,425 \times D^{5/2}$$

Onde:

D = diâmetro da canalização em metros.

Para bueiros de linhas múltiplas de canalização tem-se:

$Q_{\text{crítica}} = N \times 1,425 \times D^{5/2}$ , sendo “N” o número de linhas de bueiros paralelos.

A velocidade alcançada quando ao atendimento destas descargas é:

$$V_{\text{crítica}} = 2,472 D^{1/2} \text{ m/s.}$$

As declividades críticas a serem atingidas para estas condições de trabalho hidráulico, serão:

$I_c = 31,1697 \times D^{-1/3} \times n^2$  m/m, sendo “n” o coeficiente de rugosidade do material da canalização.

#### b) Bueiros Celulares

As expressões que definem os parâmetros de cálculos para esta condição são os seguintes:

$$Q_{\text{crítica}} = N \times 1,705 \times B \times H^{3/2} \text{ m/s}$$

Onde:

N = número de células paralelas;

B = largura da seção transversal em metros;

H = altura da canalização em metros.

Velocidade Crítica:

$$V_{\text{crítica}} = 2,557 H^{1/2} \text{ m/s.}$$

Declividade Crítica

$$I_c = n^2 \times 2,594 \times H \left( \frac{3}{H} + \frac{4}{B} \right)^{4/3} \text{ m/m.}$$

#### 2ª Condição



Os bueiros tubulares e celulares terão as determinações das descargas para o período de recorrência de 50 anos (descarga máxima), operando hidráulicamente como orifício, sendo permitido que a lâmina d'água livre à montante supere a geratriz superior da canalização, devendo-se entretanto, considerar que a velocidade de erosão do concreto, 4,50 m/s, não seja superada.

No caso de bueiros tubulares considerou-se que a descarga máxima, tendo em vista a forma da canalização, será aquela que atinja um enchimento de 93,8% da seção, enquanto que nos bueiros celulares a descarga máxima acontecerá com o enchimento total da seção.

Para atendimento a estas condições tem-se:

a) Bueiros Tubulares

$$Q_{\text{máx}} = n \times 3,4438 D^2 m^3/s,$$

Sendo,

N = número de linhas paralelas;

D = diâmetro da canalização, em metros.

Declividade Máxima

$I_{\text{máx}} = 105,3254 \times D^{-1/3} \times n^2$  onde n é o coeficiente de rugosidade adotado.

b) Bueiros Celulares

Descarga máxima

$$Q_{\text{máx}} = N \times 4,50 \times B \times H,$$

Onde:

N = número de células paralelas;

B = largura da seção transversal em metros;

H = altura da canalização em metros.

Declividade máxima



$$I_{\text{máx}} = 2,6667 \left( \frac{1}{H} + \frac{2}{B} \right)^{4/3} \times n^2 \quad \text{m/m,}$$

Sendo “n” o coeficiente de rugosidade adotado.

### 5.2.3 Apresentação do Projeto

O Projeto de Drenagem ora concebido encontra-se complementado através dos quadros e desenhos contidos no Volume 2 – Projeto de Execução, aonde se observam o detalhamento gráfico da solução técnica proposta para a drenagem urbana na sede municipal da cidade de Lagarto, com os detalhes construtivos dos diversos dispositivos de drenagem previstos.

## 5.3 PROJETO URBANÍSTICO

### 5.3.1 Objetivo da Intervenção

O Projeto de Intervenção para Adequação Urbanística tem como objetivo principal dar continuidade a adequação urbanística da região urbana.

### 5.3.2 Concepção do Projeto

O conjunto das propostas de intervenção contemplam os seguintes objetivos:

- ✓ Qualificação da Paisagem;
- ✓ Melhoria dos envolventes da mobilidade urbana;
- ✓ Promoção da acessibilidade universal e inclusão;
- ✓ Qualificação e preservação do ambiente natural;
- ✓ Identificação e compreensão da leitura, identificação e entendimento do
- ✓ local;
- ✓ Consolidação da atratividade do local para os cidadãos.

A proposta de adequação urbanística e ambiental contempla intervenções nas distintas materialidades arquitetônicas, paisagísticas e urbanísticas e considera intrinsecamente o ambiente natural existente, a dinâmica social de uso e ocupação do solo, e a paisagem cultural consolidada.

Neste contexto circunstancial, as principais intervenções serão desenvolvidas nas seguintes dimensões:

- ✓ Implantação de ciclovia e calçadas para ordenamento dos modais;
- ✓ Recuperação ambiental e paisagística através da inserção de espécies
- ✓ Vegetais.

#### 5.4 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Os serviços de corte e aterro objetivam conformar o terreno natural ao terreno projetado para as vias e da área a ser reurbanizada.

Poderão ser executados serviços de corte não previstos no projeto de terraplenagem desde que se detecte a presença de solos inadequados à fundação dos aterros.

O acabamento das camadas finais de terraplenagem será procedido de forma a se alcançar as cotas estabelecidas no projeto, admitida a tolerância de  $\pm 0,03$  m em qualquer ponto.

Após as operações de limpeza do terreno, serão procedidas as operações de corte de acordo com os detalhes do Projeto e as determinações da FISCALIZAÇÃO.

Os cortes serão executados mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

O projeto de terraplenagem é apresentado nos Volume 2 e Volume 3C.

No Volume 2 - Projeto de Execução são apresentados os seguintes elementos:

- Desenhos das Seções Transversais Tipo;

No Volume 3C são apresentadas as notas de serviços e cálculo de volumes.

#### 5.5 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os passeios projetados terão largura de 1,50 m, posicionados a 0,15 m acima dos bordos da pista.

- ✓ Largura predominante: 1,20 m (+0,30 m do meio-fio a ser implantado, totalizando 1,50 m de dimensão);

- ✓ Tipo de Piso: Concreto simples polido  $f_{ck} \geq 21$  MPa,  $e = 8$  cm, com junta serrada,  $e = 4$  mm, a cada 2,00 m.

Em relação à acessibilidade, foram cumpridas as determinações do Inciso IV, artigo 8º da Lei 1687/91 e seguidas as recomendações da norma NBR 9050/2004 para a execução de rampas e de pisos táteis direcionais e de alerta, como consta nos desenhos do projeto.

As ciclovias estarão posicionadas no canteiro central, posicionados a 0,15 m acima dos bordos da pista.

As ciclovias foram projetadas com as seguintes características:

- ✓ Largura predominante: 1,50 m;
- ✓ Tipo de Piso: Concreto armado polido pigmentado na cor vermelha, com malha Telcon Q-92 ou similar,  $f_{ck} \geq 21$  MPa,  $e = 8$  cm, com junta serrada,  $e = 4$  mm a cada 5,00 m.

#### 5.10.2 - Pavimento Flexível

Os elementos básicos considerados no dimensionamento do pavimento flexível são os valores dos CBRs do subleito e do número “N” da AASHTO

O método de dimensionamento do DNER do Engº Murilo Lopes de Souza faz algumas recomendações quanto aos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais e quanto às espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

Os coeficientes estruturais dos materiais utilizáveis nas camadas do pavimento são:

Componentes do Pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento do 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
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45 kg/cm <sup>2</sup>	1,70
Idem, com resistência a compressão a 7 dias entre 45 e 28 kg/cm <sup>2</sup>	1,40
Idem, com resistência a compressão a 7 dias entre 28 e 21 kg/cm <sup>2</sup>	1,20
Bases de Solo – Cal	1,20



Com relação à escolha do tipo e espessura de revestimento, o método recomenda a escolha em função do valor do número N. Apresentam-se as espessuras recomendadas a seguir.

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N < 106$	Tratamentos superficiais betuminosos.
$106 < N < 5 \times 106$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura.
$5 \times 106 < N < 107$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura.
$107 < N < 5 \times 107$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura.
$N > 5 \times 107$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.

- Cálculo da Espessura do Pavimento

Para o cálculo das espessuras do pavimento adotaram-se os seguintes parâmetros:

Tráfego:  $N = 8,98 \times 106$

Coefficientes estruturais

- Concreto betuminoso  $K = 2,0$
- Camadas granulares  $K = 1,0$
- CBR do subleito  $CBR = 5\%$

- Revestimento

Para o valor de N, a espessura do revestimento em CBUQ será  $R = 10$  cm.

- Base e Sub-base

As espessuras das camadas de base e sub-base são obtidas pela resolução das inequações:

$$1 - R \cdot K_R + B \cdot K_B > H_{20}$$



$$2 - RKR + BKB + h20KS > 65\text{cm}$$

$$1 - 10 \times 2 + B \times 1,0 > 27 \text{ cm} \therefore B > 15 \text{ cm, Adotar } B = 15 \text{ cm}$$

$$2 - 10 \times 2 + 15 \times 1,0 + h20 \times 1,0 > 65 \therefore h20 > 30 \text{ cm, Adotar } h = 30 \text{ cm}$$

Portanto, a estrutura do pavimento para as pistas de rolamento nos locais com modificação de greide será:

- Revestimento : CBUQ com 10 cm de espessura
- Base : Brita graduada com 15,0cm de espessura
- Sub-base : Estabilizada granulometricamente sem mistura com 30,0cm de espessura

### 3.5.11 – Soluções Finais do Pavimento

- **Pista Principal (PAVIMENTAÇÃO)**
  - Sub-base de solo granulometricamente estabilizada espessura de 30 cm;
  - Base de brita graduada com espessura de 15 cm;
  - Imprimação com CM-30 (1,1 kg/m<sup>2</sup>);
  - Revestimento de CBQU Faixa “C” espessura de 10 cm.

## 5.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

### 5.6.1 Introdução

O Projeto de Sinalização foi elaborado com base no Manual de Sinalização Rodoviária do DNER, edição de 1999, atendendo as normas do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e as resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), compreendendo a sinalização vertical e a sinalização horizontal, de forma a disciplinar e orientar o tráfego nas vias através de placas, painéis e marcas no pavimento. Manual de Sinalização Rodoviária, DNIT (DNER-1999);

- Manual de Sinalização de Trânsito, DENATRAN;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (2007), IS-215 e IS-217.

### 5.6.2 Projeto básico da sinalização

O Projeto da Sinalização foi desenvolvido apresentando as sinalizações horizontais tais como: marcação de eixo e delimitação das pistas, linha de proibição de ultrapassagem, linhas e dispositivos de canalizações e sinalizações a mais visando a segurança viária. Esta sinalização será executada com tinta refletiva resina acrílica a base d'água. Composto ainda a sinalização horizontal temos ainda as tachas e os tachões como dispositivos demarcadores da via.

A sinalização vertical é composta pelas placas regulamentares, de advertência e indicativas. Estas placas serão refletivas confeccionadas em aço galvanizado.

### 5.6.3 Sinalização Horizontal

Face às futuras obras de restauração da pista existente, com alteração significativa da geometria em planta concebida para o local, a sinalização horizontal foi constituída de um procedimento executivo inteiramente novo, visando a eficiente comunicação entre o usuário e a pista, proporcionando assim uma melhor visibilidade diurna e noturna, atendendo aspectos de segurança e economia, consistindo de faixas



delimitadoras de trânsito e de bordo, linhas de canalização e linhas de travessia de pedestre, além de setas e legendas no pavimento.

#### **5.6.4 Faixas Delimitadoras de Trânsito**

##### **a) Linhas Contínuas de Eixo**

Considerando-se a particularidade do segmento viário em projeto, com pista dupla separadas por um canteiro central, onde não ocorrerá zona de ultrapassagem, serão utilizadas apenas linhas contínuas de eixo objetivando a separação das faixas de tráfego de sentidos opostos, nos segmentos em pista simples, localizados no início e final do trecho. Serão confeccionadas com largura de 0,10 metro, na cor amarela, tonalidade 10YR7,5/14 e posicionadas a 0,05 metro do eixo para cada lado.

##### **b) Linhas de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido**

São linhas interrompidas pintadas na cor branca com tonalidade N9,5 e largura de 0,10 m, indicando a separação entre a faixa de tráfego de cada uma das duas pistas de rolamento e o respectivo acostamento do segmento da rodovia SE-270 a ser duplicado. Os segmentos pintados serão intermitentes, com 4,00 metros de comprimento e espaçamento de 4,00 metros.

#### **5.6.5 Faixas Delimitadoras de Bordo**

As linhas de bordo são utilizadas em toda a extensão da rodovia com a finalidade básica de delimitar o término de cada pista de rolamento. Serão pintadas de forma contínua em toda a extensão do trecho, pelos dois lados de cada pista, na cor branca, tonalidade N9,5, a 0,30 metro do meio-fio adjacente e na largura de 0,10 metro.

#### **5.6.6 Linhas de Travessia de Pedestre**

São linhas longitudinais ao eixo da pista, na cor branca, sendo o comprimento para cada linha de 8,00 metros e sua largura de 0,40 metro, distanciadas entre si de 0,40 metro, antecedidas em 1,60 metros de uma linha transversal ao eixo com largura de 0,60 metro, conforme detalhe apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.



#### 5.6.7 Inscrições no Pavimento

São Setas, Legendas e símbolos pintados na cor branca sobre o pavimento, com as dimensões definidas de acordo com a largura e velocidade da via, conforme apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.

#### 5.6.8 Materiais Utilizados

O material empregado na execução da sinalização horizontal será em pintura termoplástica por aspersão refletiva com micro-esferas pré-mix e drop-on, com espessura seca de 0,6 mm e durabilidade mínima de 02 (dois) anos. A refletorização inicial mínima exigida para a sinalização horizontal será de 200 mcd/m<sup>2</sup> para a cor branca e de 150 mcd/m<sup>2</sup> para a cor amarela.

#### 5.6.9 Sinalização Vertical

A Sinalização Vertical tem como finalidade fornecer aos usuários, através de placas em chapa metálica, com superfície plana, tamanhos e formas apropriadas, informações seguras de advertência, regulamentação e informação.

Durante o cadastramento do sistema de sinalização vertical existente foi observado que as raras placas existentes apresentam dimensões fora da padronização exigida para a via, devendo as mesmas serem removidas e substituídas por novas placas.

As placas novas serão colocadas à margem da rodovia, posicionadas a uma distância mínima de 2,00 metros do bordo e fixadas na altura de 1,20 metro deste, medida do bordo inferior da placa, observando-se um ângulo de 3° com relação à posição vertical e 93° a 95° com relação ao sentido de tráfego.

#### 5.6.10 Dimensões das Placas

Em função da velocidade regulamentada para o segmento da rodovia em projeto ser de 80 km/h, foram adotadas as seguintes dimensões para as placas:

Item	Forma	Dimensão (cm)
1	Octogonal	L=25
2	Circular	Ø=60
3	Triangular	L=75
4	Quadrada	L=50
5	Retangular	200x100
6	Retangular	200x50
7	Retangular	60x80
8	Escudo	60x67
9	Marco Quilométrico	60x62,5

#### 5.6.11 Materiais Utilizados

As placas deverão ser executadas utilizando-se os seguintes materiais:

##### a) Chapas

Em aço bitola nº 18, previamente lixadas, com aplicação de primer anticorrosivo nas duas faces, pintadas com esmalte sintético na cor preto fosco no verso e frente nas cores a seguir:

Cor	Padrão
Vermelha	cor nº 11.105
Amarela	cor nº 13.538
Azul	cor nº 15.090
Verde	cor nº 14.109
Branca	9,5
Preta	N 0,5

Os sinais utilizados nos segmentos em obras serão de cor laranja.

#### **b) Sistema Refletivo**

O sistema a ser utilizado será o de fundo não refletorizado com letras, números, setas, tarjas, símbolos e legendas em película refletiva. Exceção feita para as placas indicativas, a serem executadas com fundo em branco em película refletiva, com letras, números, setas, tarjas, símbolos e legendas em película fosca não refletiva.

#### **c) Suportes**

Em postes de madeira de lei, com seção de 0,08 x 0,08 m, com cantos chanfrados e pintados com duas demãos de tinta esmalte sintético de cor branca. A parte inferior do poste, situada sob o terreno, deverá ser impermeabilizada com produto químico adequado.

As travessas devem ter seção triangular de 0,10 x 0,02 m, aparelhadas e pintadas com duas demãos de tinta esmalte sintético na cor branca.

Serão fixadas nos postes de sustentação por parafusos zincados tipo francês de 4" x 5/16" com porca e arruela. As placas serão fixadas na estrutura de madeira com parafusos zincados de cabeça boleada com fenda, de 1 1/2" x 3/16", com porca e arruela.

### **5.6.12 Sinalização de Obras**

A sinalização de obras deverá ser implantada em trechos da rodovia quando, durante a sua execução, sejam necessários serviços ao longo da pista que alterem o fluxo normal de trânsito. No Volume 2 - Projeto de Execução são apresentados alguns projetos básicos de sinalização de obras que deverão ser ajustados à realidade de cada situação.

### **5.6.13 Apresentação do Projeto**

O Projeto de Sinalização (horizontal, vertical e de obras) encontra-se apresentado no Volume 2 - Projeto de Execução, contendo a localização e todos os detalhes construtivos necessários à execução dos diversos dispositivos de sinalização concebidos, obedecendo ao seguinte detalhamento:



#### 5.6.14 Sinalização Horizontal

- Esquema de implantação longitudinal em planta;
- Detalhamento da interseção com a rodovia SE-160;
- Localização das faixas delimitadoras de trânsito e de bordo;
- Esquema de execução referente ao posicionamento das linhas em relação ao eixo e/ou bordo da rodovia;
- Detalhamento das setas e zebrados;
- Detalhamento das legendas no pavimento.

#### 5.6.15 Sinalização Vertical

- Esquema de implantação das placas;
- Detalhamento da montagem e implantação lateral das placas;
- Padronização dos sinais de regulamentação, advertência e serviços auxiliares;
- Padronização das placas indicativas;
- Padronização dos escudos e marcos quilométricos da rodovia.

#### 5.6.16 Sinalização de Obras

- Projetos Tipo de Sinalização de Obras;
- Detalhamento das placas;
- Detalhamento dos cones e barreiras.



GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE  
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E  
SUSTENTABILIDADE – SEDURBS  
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA DE SERGIPE



## 6 COMPONENTE AMBIENTAL



## 6.1 INTRODUÇÃO

Para o estudo geo-ambiental devemos interpretar a situação ambiental dessa área, a partir da interação e da dinâmica de seus componentes relacionada aos elementos físicos e biológicos, e aos fatores socioculturais.

Os Estudos Ambientais para a Duplicação da Pavimentação Asfáltica na Rodovia SE-270, no município de Lagarto, seguem as orientações da IS-246 do DNIT, onde se inclui o levantamento do Passivo Ambiental, conforme sistemática indicada no “Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais” do DNIT; Além do cadastramento das áreas degradadas ocorrentes no interior da faixa de domínio e adjacências e um diagnóstico ambiental para determinação das prioridades nas intervenções.

## 6.2 CADASTRAMENTO DO PASSIVO AMBIENTAL

Conceitualmente define-se Passivo Ambiental de redes viárias (DNIT ISA-246) como: “toda ocorrência decorrente da falha de construção, duplicação, restauração ou manutenção da rodovia capaz de atuar como fator de dano ou degradação ambiental à área de influência direta, ao corpo estradal ou ao usuário, ou a causada por terceiros ou por condições climáticas adversas, capaz de atuar como fator de dano ou degradação ambiental ao corpo estradal ou ao usuário.”

No levantamento do Passivo Ambiental do projeto em apreço, leva-se em conta a identificação dos problemas nos seguintes agrupamentos:

- ✓ Grupo I: Faixa de Domínio e Áreas Adjacentes;
- ✓ Grupo II: Áreas Exploradas (pedreiras, areais, jazidas, empréstimos e bota-foras)
- ✓ Grupo III Problemas decorrentes da Ação de Terceiros;
- ✓ Grupo IV: Interferência com Aglomerações/Equipamentos Urbanos.

As ocorrências classificadas como Passivo Ambiental são basicamente relacionadas com os Grupos III e IV, ou seja com problemas decorrentes da ação de terceiros e interferência na área urbana, referindo-se a:

- ✓ Algumas poucas ocupações irregulares (dentro da faixa de domínio), o que deverá ser equacionado no âmbito do projeto que prevê a duplicação das pistas de rolamento;

- ✓ Iluminação Pública – rede de baixa e média tensão, rede de telefonia que estão em interferências com o projeto;
- ✓ Drenagem – pontos de alagamento ao lado da rodovia.

Não foram detectados problemas de natureza física, pelo fato do trecho rodoviário desenvolver-se em área de relevo plano a pouco ondulado, o que concorre para a ausência de taludes (principalmente de cortes) com problemas de erosões, escorregamentos, queda de blocos e outras instabilidades típicas de taludes em relevo movimentado.



Construção e abrigo de pneus dentro da faixa de domínio. (linha amarela)



Água acumulada por inadequação do sistema de drenagem.



Construção dentro da faixa de domínio. (linha amarela)



Redes de baixa e média tensão em interferências com o projeto.

### 6.3 MEIO FÍSICO

#### 6.3.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

A geologia do município de Lagarto, abrange predominantemente, o domínio Neo a Mesoproterozóico da Faixa de Dobramentos Sergipana, além dos sedimentos cenozóicos das Formações Superficiais Continentais e dos terrenos arqueanos a paleoproterozóicos do Embasamento Gnáissico.

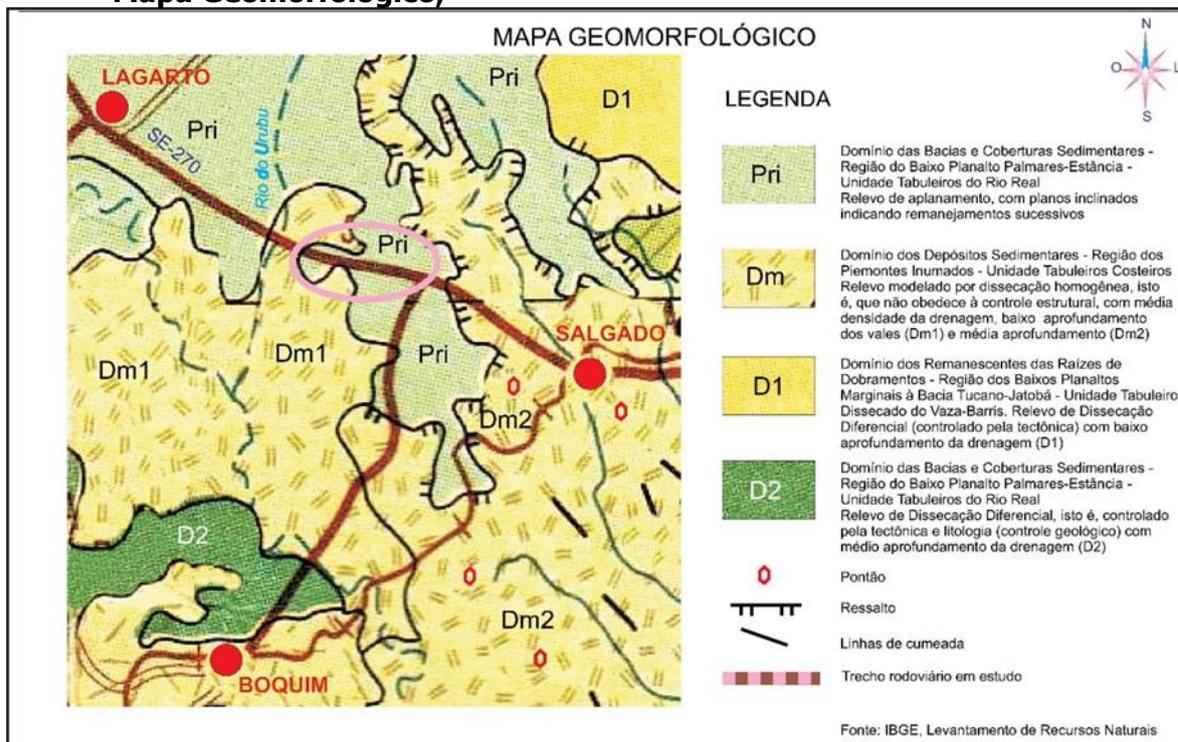
No Mapa Geológico apresentado a seguir, observa-se que o trecho rodoviário objeto deste Estudo insere-se em parte Complexo Granulítico (embasamento cristalino) e, em parte no Grupo Barreiras (Coberturas do Terciário), na porção sudeste do município.

Vale ressaltar que tais Unidades estão dissociadas da presença de rochas calcáreas, o que afasta o risco ambiental das intervenções do Projeto atingirem patrimônio espeleológico: grutas e cavernas que são formadas a partir do fenômeno da dissolução de rochas calcáreas e/ou calcíferas.

Conforme conceituação do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE, a gênese do relevo resultou num pediplano retocado que constitui um relevo de aplanamento elaborado durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem, no entanto, perder suas características de aplanamento, cujos processos geram sistemas de planos inclinados levemente côncavos, apresentando cobertura detrítica com mais de 1,00 metros de espessura, indicando remanejamentos sucessivos (Pri).

O relevo, então, se apresenta como plano a suave ondulado, o que pode também ser confirmado com a legenda do **Mapa de Solos** apresentado adiante. Consequentemente, não há risco ambiental de desestabilização de taludes seja de cortes seja de aterros.

• **Mapa Geomorfológico;**



### 6.3.2 Tipos de Solos

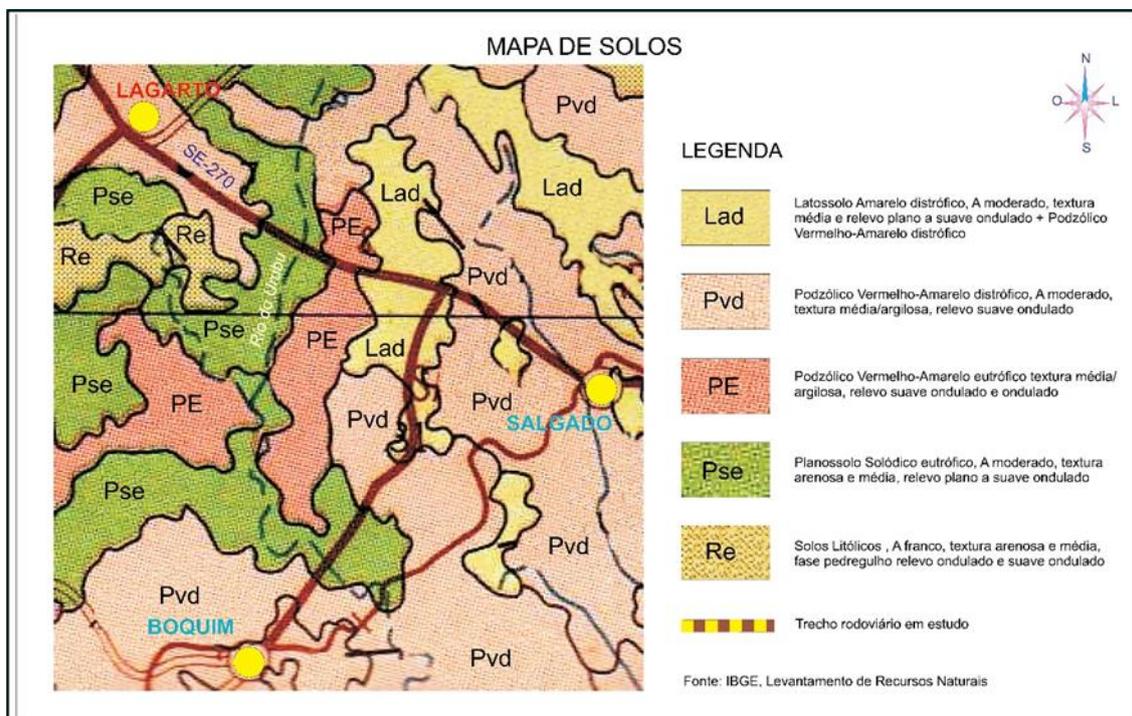
O solo em todo o trecho corresponde aos Latossolos Amarelos distróficos associados aos Podzólicos (Argilossolos na nova nomenclatura), com a seguinte legenda:

- ✓ Latossolo Amarelo distrófico, A moderado, textura média, relevo plano a suave ondulado + Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico.

Os Latossolos correspondem às coberturas detríticas referidas anteriormente, dos Tabuleiros do Rio Real. São solos pouco problemáticos no que se refere à susceptibilidade à erosão quando em relevo plano a suave ondulado, como é o caso da área do Projeto. Isto decorre basicamente, da capacidade destes solos em possibilitar a infiltração das águas o que lhe é típico em virtude da presença do horizonte B não textural (não argiloso), ao contrário dos Podzólicos que favorecem o escoamento superficial devido à presença do B textural.

Estes problemas, entretanto, não se tornam relevantes na área do Projeto, uma vez que, tratando-se de travessia urbana em área plana, os solos não ficarão expostos, mas sim, pavimentados. O escoamento superficial será controlado pelos dispositivos de drenagem a serem implantados.

• **Mapa de Solos;**



### 6.3.3 Vegetação

O diagnóstico da vegetação perde em importância na área de intervenções da travessia urbana, uma vez que não existem manchas vegetacionais nativas. Excetua-se a presença de arborização urbana esparsa.

Na área das ocorrências de materiais, entretanto, torna-se relevante devido à presença de vegetação nativa a ser suprimida.

A região, em virtude da variação da tipologia climática é uma área de Domínio Fitoecológico do Contato entre a Floresta Estacional que se impõe a sudeste no clima com menor duração do período seco e da Caatinga e do Cerrado à medida que se interioriza, onde o clima gradativamente tem uma maior duração do período seco (ver Mapa Tipologia Climática).

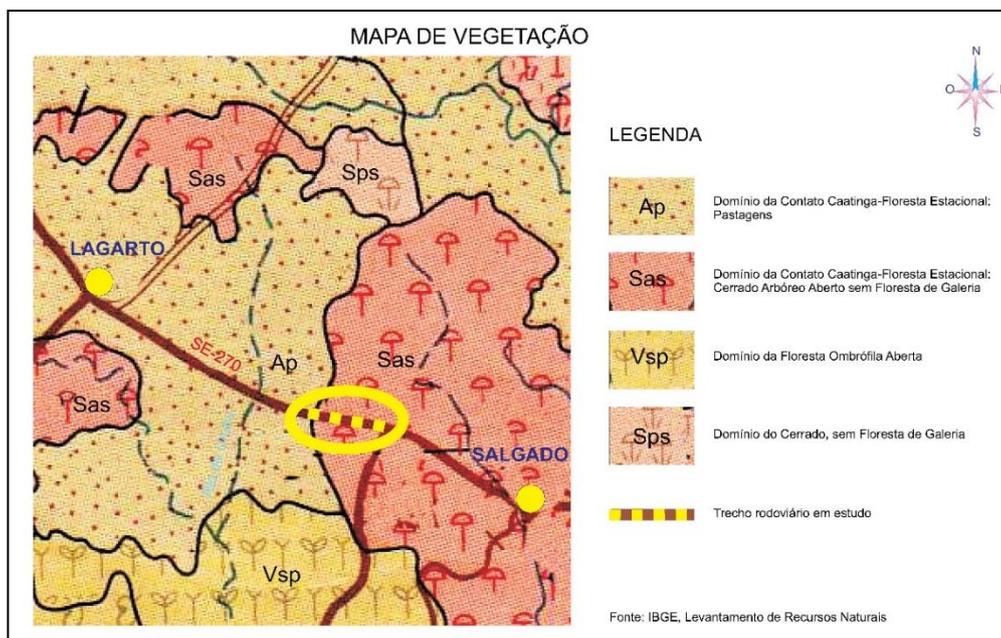
De acordo com Radambrasil nas áreas de Contato Cerrado/Caatinga/Floresta Estacional foi constatada a ocorrência de espécies arbóreas incomuns, com o porte raquitizado pela hostilidade ambiental, destacando-se os gêneros *Phrygilanthus*, *Anadenanthera*, *Cenostigma*, *Poeppigia*, *Aalbergia*, *Fagara*, *Balfourodendron*, *Sapium* *Spondias*, *Pachira*. As espécies mais comuns nestes gêneros são:



- ✓ angico-monjolo (*Anadenanthera*): arvoreta gregária, inerme de casca tanífera;
- ✓ caneleiro (*Cenostigma*): caules profundos-sulcados;
- ✓ buranhê (*Peltogyne*) arboreta típica dos rasos com fruto peculiar do gênero;
- ✓ lava-cabelo, saboarana, pau-branco (*Poeppigia*): árvore gregária e emergente nas áreas dos rasos;
- ✓ laranjinha (*Fagara*): espécie de dispersão limitada;
- ✓ leiteiros (*Sapium*): árvores pequenas de copa densa, fortemente laticíferas;
- ✓ paus-d’arco-roxos (Tabebuia): árvores com pequeno diâmetro de tronco, esguias, decíduas, com florada roxa, abundante; produzem madeira de cerne resistente.

Tais espécies referidas, aos respectivos gêneros, dentre outras, podem ser utilizadas na vegetação das áreas a serem degradadas para exploração de materiais de construção. Importante ressaltar que as intervenções previstas não atingirão vegetação de preservação permanente nos termos legais, especialmente matas ciliares, uma vez que não se prevê intervenções em vias já existentes, que são inexistentes no subtrecho rodoviário em estudo.

Apresenta-se, a seguir, **Mapa de Vegetação** da área do Projeto.



#### 6.3.4 Clima

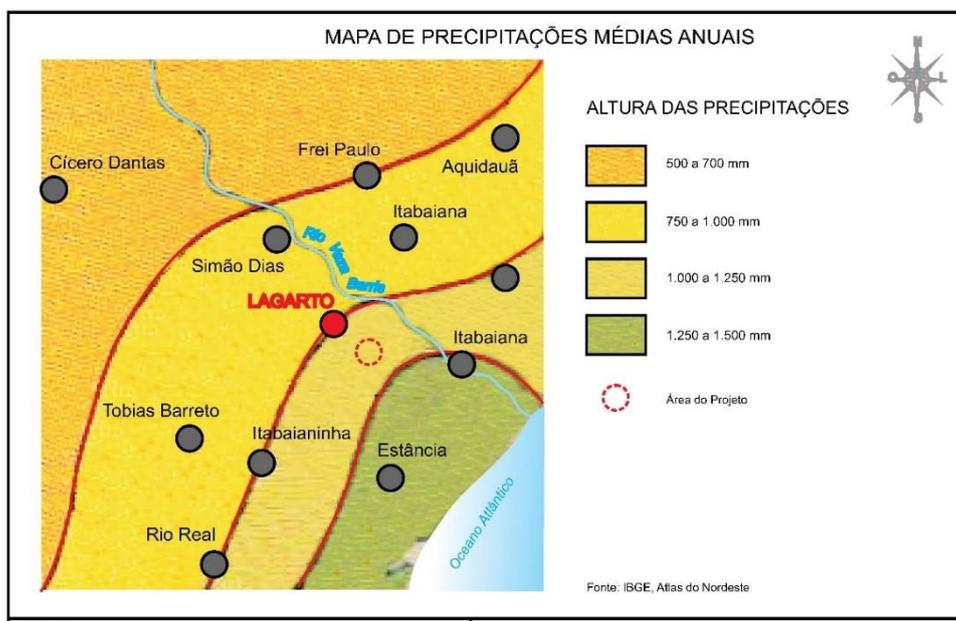
O município de Lagarto inscreve-se em duas unidades climáticas, a saber:

A noroeste do Município, onde se localiza a sede municipal, o Clima Tropical, do Nordeste Oriental, Quente, Semi-Árido, com 6 meses de duração do período seco;

Vale ressaltar que esta pequena diferença climática condiciona o estabelecimento do estrato vegetal. A precipitação média anual acompanha a diferença de clima no território municipal ou seja:

A sede municipal praticamente encontra-se numa isoietta divisora de faixas de precipitações: a noroeste, uma faixa de precipitações de 750 a 1.000 mm que caracteriza a região de Semi-Árido do Estado de Sergipe;

Nos mapas **Tipologia Climática** e **Precipitações Médias Anuais** apresentados a seguir, observa-se a variação climática e de precipitações no município e adjacências.



### 6.3.5 Meio Antrópico

Sua localização geográfica, contempla 500 mil habitantes num raio circular de 50 Km, tornando-o um polo multirregional.

O município de Lagarto está localizado na região sudoeste do Estado de Sergipe, limitando-se a norte com os municípios de Simão Dias e Macambira, a leste com Itaporanga da D’Ajuda e Campo do Brito, a sul com Riachão do Dantas e Boquim e a oeste com Simão Dias. Ocupa uma área de 962,5km<sup>2</sup>, inserida nas folhas Simão Dias (SC.24-Z-A-VI), Boquim (SC.24- Z-C-III) e Aracaju (SC.24-Z-B-IV), escala 1:100.000, editadas pelo MINTER/SUDENE em 1973/74. Os limites do município, podem ser observados no Mapa Rodoviário do Estado de Sergipe, escala 1:400.000. A sede municipal tem uma altitude de 160 metros, e coordenadas geográficas de 10°55'00" de latitude sul e 37°40'15" de longitude oeste.

O acesso a partir de Aracaju, é feito através das rodovias pavimentadas BR-235, BR-101 e SE-270, num percurso de aproximadamente 75km.

A população total, segundo o censo de 2021 é de aproximadamente em 2021, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 106.015 habitantes. O censo 2010 mostra, que 48,46% da população reside na zona rural, já a zona urbana tem 51,54%. A população masculina é de 49,02%, e a feminina é de 50,98%. Possui 33.532 domicílios. E 109 hab/km<sup>2</sup>.

O município dispõe de uma boa infra-estrutura de serviços, contando com agências bancárias, correios, hotéis, empresas de transporte rodoviário urbano, estações repetidoras de TV, emissoras de rádio.

A sede do município e as principais vilas e povoados dispõem de abastecimento de água, captada de rio e poços artesianos, e distribuída pela Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO. O esgotamento sanitário é efetuado através fossas séptica e comuns, enquanto o lixo coletado, é transportado por caçamba e depositado a céu aberto.

O município tem uma das principais economias do Estado, com nível elevado de empregos nos setores de serviço, indústria e comércio. Na agricultura, os principais produtos são a laranja, maracujá, jaca, mandioca, fumo e mamão e como principais efetivos de rebanhos destaque para os bovinos, equinos e suínos. Na avicultura se destacam os galináceos.



Nas margens do trecho rodoviário não existem comunidades indígenas e quilombolas. Nenhuma edificação existente nas margens do trecho rodoviário se caracteriza como patrimônio histórico e/ou cultural. As ocupações são comerciais, várias emergentes, além de um comércio informal.

