R E P Ú B L I C A F E D E R A T I V A D O B R A S I L

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT

S U P E R I N T E N D Ê N C I A R E G I O N A L N O E S T A D O D O C E A R Á

PROJETO EXECUTIVO E EXECUÇÃO DAS OBRAS DO ACESSO À ALDEIA INDÍGENA SOBRADINHO

RODOVIA: BR-020/CE

TRECHO: DIV. CE/PI - FORTALEZA

SUBTRECHO: ENTR. CE-040 (MESSEJANA) – ENTR. BR-020 (CONTORNO DE FORTALEZA) E ENTR. BR-222 (A) P/CAUCAIA

SEGMENTO: Km 0,0 ao Km 26,30 e Km 411,20 ao Km 417,00

EXTENSÃO: 640 metros

LOTE: ÚNICO

PNV : 020BCE9000 a 020BCE0655

Volume 3

Memorial Descritivo

LOCAL: FORTALEZA	MÊS: SETEMBRO	ANO: 2024	PERÍODO: 01/09/2024

R E P Ú B L I C A F E D E R A T I V A D O B R A S I L

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES– DNIT

S U P E R I N T E N D Ê N C I A R E G I O N A L N O E S T A D O D O C E A R Á

PROJETO EXECUTIVO E EXECUÇÃO DAS OBRAS DO ACESSO À ALDEIA INDÍGENA SOBRADINHO

RODOVIA: BR-020/CE

TRECHO: DIV. CE/PI - FORTALEZA

SUBTRECHO: ENTR. CE-040 (MESSEJANA) – ENTR. BR-020 (CONTORNO DE FORTALEZA) E ENTR. BR-222 (A) P/CAUCAIA

SEGMENTO: Km 0,0 ao Km 26,30 e Km 411,20 ao Km 417,00

EXTENSÃO: 640 metros

LOTE: ÚNICO

PNV : 020BCE9000 a 020BCE0655

Volume 3

Memorial Descritivo

Projetista: Hollus Serviços Técnicos Especializados Ltda.

Contrato: 473/2021

Processo: 50603.001988/2021-46

Edital: 211/2021-03

SETEMBRO/2024

Sumário

1 APRESENTAÇÃO 6
1.1 Dados Contratuais 6
1.2 Dados da Obra 6
2 LOCALIZAÇÃO 8
3 DOCUMENTOS 9
3.1 Termo de Referência – TR 9
3.2 Plano Básico Ambiental Indígena – PBAI 9
4 ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART 11
5 PROJETO GEOMÉTRICO 21
5.1 Normas e Especificações 22
5.2 Metodologia Adotada 22
5.3 Elementos Altimétricos 24
5.4 Eixos do Projeto 24
6 PROJETO DE TERRAPLANAGEM 26
6.1 Normas e Especificações 26
6.2 Estudo do Subleito 26
6.3 Seções Transversais 27
6.4 Equipamentos Mínimos 28
7 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO 31
7.1 Elementos Básicos para o Dimensionamento do Projeto 31
7.1.1 Disposições Gerais 31
7.1.2 Objetivo Específico 34
7.1.3 Dimensionamento do Pavimento 34
7.1.4 Classe de Projeto 35
7.1.5 Estrutura do Pavimento 38
7.2 Memória Justificativa 48
8 PROJETO DE DRENAGEM 50
8.1 Estudos Hidrológicos 50
8.1.1 Considerações Iniciais 50
8.1.2 Situação Geográfica 50
8.1.3 Características Ambientais 51
8.1.4 Caracterização do Regime de Chuvas da Região 51
8.1.5 Análise Estatística 56
8.1.6 Determinação das Curvas de Precipitação x Duração x Frequência 60
8.1.7 Determinação das Vazões de Contribuição 61
8.2. Detalhamento do Projeto de Drenagem 69
8.2.1 Normas e Especificações 69
8.2.2 Introdução 69

8.2.3 Drenagem Superficial 69
8.2.3.1 Dimensionamento das Obras de Arte Correntes 70
8.2.3.2 Critérios para o Dimensionamento Hidráulico 70
8.2.3.3 Dimensionamento Hidráulico 71
8.2.4 Cálculo da Vazão 71
8.2.4.1 Preliminares 71
8.2.4.3 Apresentação dos Resultados 75
8.2.4.4 Quantitativos 75
9 PROJETO DE SINALIZAÇÃO 77
9.1 Normas e Especificações 77
9.2 Considerações Gerais 78
9.2.1 Dispositivos de Sinalização 78
9.2.2 Sinalização Vertical 79
9.2.3 Sinalização Horizontal 81
9.2.4 Películas Refletivas 83
9.2.5 Dispositivos Auxiliares 84
9.2.6 Sinalização na Fase de Obras 85
10 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES 91
10.1 Defensas Metálicas 91
10.2 Memória Justificativa – Defensas 96

- Histórico de Versões

ASSUNTO: Volume 3 – Memorial Descritivo		
REVISÃO	**DESCRIÇÃO**	**DATA**
01	Emissão Inicial	

1 APRESENTAÇÃO

A Hollus Serviços Técnicos Especializados Ltda., em referência ao Produto 4.3.7 – Projeto para a Construção do Acesso à Aldeia Sobradinho, integrante do Produto 4.3 – Programa de Apoio à Infraestrutura e Aquisições, cumprindo o Termo de Referência e o Plano Básico Ambiental Indígena – PBAI para as Obras de Duplicação, Restauração com Melhoramentos e Obras de Arte Especiais na Rodovia BR-222/CE do segmento km 11,40 ao km 35,70 apresenta o Volume 3 – Memorial Descritivo, que compreende o Projeto Geométrico, o Projeto de Terraplanagem, o Projeto de Pavimentação, o Projeto de Drenagem e o Projeto de Sinalização referente ao Projeto Executivo para a Construção do Acesso à Aldeia Indígena Sobradinho, em Caucaia/CE.

1.1 Dados Contratuais

- Número do Contrato: 473/2021
- Edital: 211/2021-03
- Data da Assinatura: 20/09/2021

1.2 Dados da Obra

- Rodovia: BR-020/CE
- Trecho: DIV. CE/PI - FORTALEZA
- Segmento: KM 0,0 ao KM 26,30 e KM 411,20 ao KM 417,00
- Extensão: 640 metros
- Código PNV: 020BCE9000 a 020BCE0655

José Francisco Amantea

Coordenador Ambiental

O Manual de Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos e Instruções de Serviço estabelece a sistemática, a forma e o conteúdo dos relatórios que devem ser entregues ao DNIT por ocasião da elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Publicação IPR – 727 – DNIT/2006).

A partir do Manual apresenta-se o Projeto Executivo para a Construção do Acesso à Aldeia Indígena Sobradinho, em Caucaia/CE, a saber:

- Volume 2: Projeto de Execução;
- Volume 3: Memorial Descritivo;

- Volume 4: Orçamento das Obras.

2 LOCALIZAÇÃO



Estado do Ceará



Município de Caucaia



Figura 1: Aldeia Indígena Sobradinho - Rodovia Pres. Juscelino Kubitschek
(Lado Direito – Sentido Sobral/CE)

3 DOCUMENTOS

O Termo de Referência – TR e Plano Básico Ambiental Indígena – PBAI que trata da elaboração do Produto 4.3 – Programa de Apoio à Infraestrutura e Aquisições, em especial, ao Produto 4.3.7 – Projeto para a Construção do Acesso à Aldeia Indígena Sobradinho são os documentos básicos que fundamentam a elaboração do Projeto..

3.1 Termo de Referência – TR

Produto 4.3: Programa de Apoio a Infraestrutura e Aquisições

O Programa tem como objetivo viabilizar a contratação de estruturas e aquisições de equipamentos com vistas a atender as ações previstas nos programas do PBAI da BR-222/CE e remanescentes do PBAI da BR-020/CE.

Os projetos deverão seguir as premissas das normas técnicas da ABNT NBR vigentes que regem a matéria.

Os produtos desse programa somente serão considerados concluídos após o registro em Ata da aprovação do anteprojeto pela comunidade indígena e após a aprovação do Projeto Executivo pelo DNIT.

Produto 4.3.7: Projeto para a Construção do Acesso à Aldeia Sobradinho

Este produto visa atender a correção dos problemas de acesso à comunidade da aldeia Sobradinho.

O projeto de acesso à aldeia deverá ser apresentado ao DNIT para aprovação

Deverá ser observado as premissas da ABNT NBR vigente e os normativos do DNIT pertinente à matéria.

Deverão ser entregues os seguintes documentos:

- Projeto executivo em 03 vias com as respectivas ART's dos profissionais envolvidos;

- Memoriais descritivos, Memorial de Cálculo e Especificações Técnicas

- Planta Geral, Projeto Geométrico, Projeto de Drenagem e Projeto de Pavimentação.

- Detalhes dos elementos e de seus componentes construtivos.

- Elaboração do termo de referência para a contratação da construção do acesso conforme projeto executivo aprovado.

3.2 Plano Básico Ambiental Indígena – PBAI

6. Programa de Apoio às Infraestruturas e Aquisições

6.1. Introdução/Justificativas

O Programa de Apoio à Infraestrutura é original do PBAI da BR-020/CE e previa ações na aldeia Sobradinho, impactada diretamente pelo empreendimento. Nesta versão a proposta foi manter o programa de infraestrutura, incorporando as atividades de infraestrutura, aquisições e insumos previstos em cada programa do PBAO da BR-222/CE, assim como, as remanescentes do PBAI da BR-020, que passa a ser chamado de Programa de Apoio às Infraestruturas e Aquisições.

É importante enfatizar que todas as ações foram atualizadas no período de setembro a dezembro de 2017, período em que a equipe da Gestão Interina da BR-222/CE realizou reuniões com as comunidades indígenas, com a presença da Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI) e FUNAI, e que as comunidades envolvidas concordaram com a apresentação do programa de forma unificada.

- Considerando que o Programa de Apoio à Infraestrutura das Comunidades Indígenas da BR-020/CE não foi executado na íntegra;

- Considerando que a comunidade da TI Tapeba também é impactada diretamente pela obra da BR-222/CE e que existem obras previstas para serem executadas em benefício dos Tapeba e Anacé no âmbito do PBACI da BR-222/CE;

- Considerando que as obras previstas no PBACI da BR-222/CE estão dispersas nos programas;

- Considerando que a junção de todas as obras e aquisições em um único programa poderá otimizar a contratação e execução das mesmas.

Ainda, é preciso observar que este documento é mais sucinto e objetivo, e que a contextualização apresentada nas versões originais PBACI BR-222/CE (2009) e PBACI BR-020/CE (2014) forma consideradas no processo de construção desta proposta de Programa.

6.4.2.11 Atividade 11 – Reconstrução do Acesso à Comunidade Sobradinho

Dentre as medidas de planejamento de tráfego da via principal, projeta-se a implantação de alças de desaceleração e aceleração, próximos à entrada da Aldeia Sobradinho. A via de entrada na comunidade deve estar prevista e deve ser implementada junto Às discussões da planta de urbanização. Também deve ser integrada na mesma ação a alocação da passarela e suas rampas de acesso, que deve ser igualmente ter alocação aprovada em planta.

Sobre estas atividades, no período de atuação da Gestão Interina da BR-222/CE, os indígenas relataram problemas no acesso à comunidade da aldeia Sobradinho, construído por conta das obras da BR-020/CE.

4 ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART

Profissional	Registro Profissional
Lady Anne Lima de Sá – Engenheira Civil	CREA Nº 46988/D-CE
Wagner Reis da Silveira – Biólogo	CRBio Nº 055574/04-S – 4ª Região
Guilherme de Oliveira Santos – Engenheiro Civil	CREA Nº 1014017033/D-GO
Bruno Alves Rezende – Arquiteto e Urbanista	CAU Nº 00A2400537-GO

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-CE

ART OBRA / SERVIÇO
Nº CE20241492144

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL
EQUIPE - ART PRINCIPAL

1. Responsável Técnico

LADY ANNE LIMA DE SÁ
Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL**
RNP: 0609282075
Registro: 46988D CE

2. Dados do Contrato

Contratante: **HOLLUS SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS LTDA** CPF/CNPJ: **06.267.018/0001-30**
RUA 72 Nº: **325**
Complemento: Bairro: **JARDIM GOIÁS**
Cidade: **GOIÂNIA** UF: **GO** CEP: **74805480**

Contrato: **Não especificado** Celebrado em: **11/04/2024**
Valor: **R$ 60.000,00** Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**
Ação Institucional: **NENHUMA - NÃO OPTANTE**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BR-222 Nº: **SN**
Complemento: Bairro: **TABAPUÁ**
Cidade: **CAUCAIA** UF: **CE** CEP: **61635365**
Data de Início: **11/04/2024** Previsão de término: **20/12/2024** Coordenadas Geográficas: **-3.761690, -38.684587**
Finalidade: **Ambiental** Código: **Não Especificado**
Proprietário: **DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT - CEARÁ** CPF/CNPJ: **04.892.707/0016-97**

4. Atividade Técnica

14 - Elaboração	Quantidade	Unidade
60 - Projeto » TRANSPORTES » INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA » #4.1.5 - DE TRAÇADO VIÁRIO PARA RODOVIAS	6.300,00	m2
60 - Projeto » TRANSPORTES » INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA » #4.1.3 - DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA	6.300,00	m2
60 - Projeto » TRANSPORTES » INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA » #4.1.6 - DE BASE E SUB-BASE PARA RODOVIAS	6.300,00	m2
60 - Projeto » TRANSPORTES » INFRAESTRUTURA URBANA » DE PAVIMENTAÇÃO » #4.2.1.3 - EM PARALELEPÍPEDO PARA VIAS URBANAS	6.300,00	m2
60 - Projeto » TRANSPORTES » SINALIZAÇÃO » DE SINALIZAÇÃO » #4.9.1.4 - VIÁRIA	6.300,00	m2
60 - Projeto » OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS » SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS » DE SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS » #5.3.1.7 - MEIO-FIO	6.300,00	m2
60 - Projeto » OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS » SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS » DE SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS » #5.3.1.8 - SARJETA	6.300,00	m2
60 - Projeto » OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS » SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS » DE SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS » #5.3.1.4 - DESCIDA D'ÁGUA	6.300,00	m2
60 - Projeto » OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS » SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS » DE SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS » #5.3.1.2 - BUEIRO	4,00	un
60 - Projeto » TRANSPORTES » INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA » #4.1.4 - DE DEFENSAS PARA RODOVIAS	272,94	m
60 - Projeto » CONSTRUÇÃO CIVIL » EDIFICAÇÕES » DE EDIFICAÇÃO » #1.1.1.4 - EM MATERIAIS MISTOS	1,00	un
60 - Projeto » CONSTRUÇÃO CIVIL » EDIFICAÇÕES » DE EDIFICAÇÃO » #1.1.1.1 - DE ALVENARIA	1,00	un
60 - Projeto » CONSTRUÇÃO CIVIL » INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS » #1.4.3 - DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO	1,00	un
60 - Projeto » CONSTRUÇÃO CIVIL » INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS » #1.4.2 - DE SISTEMA DE REDES DE ÁGUAS PLUVIAIS	1,00	un
60 - Projeto » ELETROTÉCNICA » INSTALAÇÕES ELÉTRICAS » DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BAIXA TENSÃO » #11.10.1.3 - PARA FINS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Projetos para uma quadra de esporte da comunidade Lameirão e retificação do projeto para construção de acesso à Aldeia Sobradinho.

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-ce.sitac.com.br/publico/, com a chave: 29t3ty
Impresso em: 18/06/2024 às 15:58:25 por: , ip: 186.226.177.184

www.crea.ce.org.br Tel: (85) 3453-5800
fale.conosco@crea.ce.org.br Fax: (85) 3453-5804

CREA-CE

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-CE

ART OBRA / SERVIÇO
Nº CE20241492144

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL
EQUIPE - ART PRINCIPAL

6. Declarações

- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA - NÃO OPTANTE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

LADY ANNE LIMA DE SÁ - CPF: 998.368.313-04

_____, _____ de _____ de _____
Local data

HOLLUS SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS LTDA - CNPJ: 04.257.018/0001-38

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: R$ 262,55 Registrada em: 13/08/2024 Valor pago: R$ 262,55 Nosso Número: 82173460366

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-ce.sitac.com.br/publico/, com a chave: 2SDIy
Impresso em: 18/08/2024 às 15:38:25 por: , ip: 186.226.177.194

www.crea.ce.org.br Tel: (85) 3453-5800
fiscalizacao@crea.ce.org.br Fax: (85) 3453-5804

CREA-CE

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 03/09/2024
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20241000111416

CONTRATADO(A)

Nome: VAGNER REIS DA SILVEIRA	Registro CRBio: 055574/04-S
Cpf: 020.414.077-76	Tel: (62) 99457-0969
E-mail: RSVAGNER@GMAIL.COM	
Endereço: AVENIDA MILÃO, 1984 APT 1002 E	
Cidade: GOIÂNIA	Bairro: RESIDENCIAL ELDORADO
CEP: 74.367-635	UF: GO

CONTRATANTE

Nome: HOLLUS SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS LTDA	
Registro:	CPF/CGC/CNPJ: 24.920.734/0001-57
Endereço: RUA SAUS QUADRA 4, 4094	
Cidade: BRASÍLIA	Bairro: ASA SUL
CEP: 70.070-930	UF: DF
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza: Prestação de Serviço - REALIZAÇÃO DE CONSULTORIA/ASSESSORIAS TÉCNICAS			
Identificação: ORÇAMENTAÇÃO DE SERVIÇOS DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL			
Município do Trabalho: BRASÍLIA,	UF :DF	Município da sede: GOIÂNIA,	UF :GO
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: EQUIPE FORMADA POR ENGENHEIROS E ARQUITETOS DA HOLLUS.		
Área do Conhecimento: ECOLOGIA	Campo de Atuação: OUTROS: GESTÃO AMBIENTAL		

Descrição sumária da atividade: Serviço técnico de elaboração dos orçamentos das medidas compensatórias (Acesso e Plantio compensatório de espécies nativas) conforme os manuais do SICRO para obras do DNIT.

Valor: R$ 6.000,00	Total de horas: 120
Início: 03/09/2024	Término:

ASSINATURAS

verifique a autenticidade

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 04/09/2024	Data: / /
Assinatura do(a) Profissional	Assinatura e Carimbo do(a) Contratante

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do(a) Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do(a) Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do(a) Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do(a) Contratante

18/09/2023, 10:50 Anotação de Responsabilidade Técnica ART - Lei 6.496/1977, Res. 1025/2009

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020220317585

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico
GUILHERME DE OLIVEIRA SANTOS
RNP: 1014017033
Título profissional: Engenheiro Civil
Registro: 1014017033D-GO

2. Dados do Contrato
Contratante: HOLLUS SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS LTDA
CPF/CNPJ: 06.267.018/0001-30
Rua 72, Nº 325
Bairro: Jardim Goias
CEP: 74805-480
Quadra: 0 Lote: 0
Complemento:
Cidade: Goiania-GO
E-Mail:
Fone: (62)39978719
Contrato: 473/2021
Celebrado em: 10/09/2021
Valor Obra/Serviço R$: 132.702,08
Tipo do contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação Institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço
Rodovia BR-222, Nº SN
Bairro: Tabapua
CEP: 61635-365
Quadra: 0 Lote: 0
Complemento:
Cidade: Caucaia-CE
Data de Início: 20/09/2021
Previsão término: 19/10/2023
Coordenadas Geográficas: -3.74288882,-38.61401145
Finalidade: Ambiental
Proprietário: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
CPF/CNPJ: 04.892.707/0018-87
E-Mail:
Fone: (61) 33154000
Tipo de proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ATUACAO	Quantidade	Unidade
PROJETO AVALIACAO DE CUSTO DE OBRA	8,00	UNIDADES
PROJETO ARRUAMENTO	1,00	UNIDADES
PROJETO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM URBANISMO	1,00	UNIDADES
PROJETO BUEIRO	2,00	UNIDADES
PROJETO PAVIMENTACAO DE LAJOTAS	750,00	METROS
PROJETO EDIFICIO DE ALVENARIA PARA FINS ESPECIAIS	4,00	UNIDADES
PROJETO EDIFICIO DE MATERIAIS MISTOS/ESPECIAIS PARA FINS ESPECIAIS	27,00	UNIDADES

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações
(01) PRODUTO 4.3.1 PROJETO DE REFORMA DO GALPAO DE ARTESANATO; (02) PRODUTO 4.3.2 PROJETO DE REFORMA DA QUADRA POLIESPORTIVA DA ALDEIRA SOBRADINHO; (03) PRODUTO 4.3.3 PROJETO BARREIRA ACUSTICA; (04) PRODUTO 4.3.4 PROJETO PARA CONSTRUCAO DE 27 GALINHEIROS; (05) PRODUTO 4.3.5 PROJETO PARA CONSTRUÇÃO SEDE TAPEBA; (06) PRODUTO 4.3.6 PROJETO PARA CONSTRUCAO DA SEDE DOS ANECES; (07) PRODUTO 4.3.7 PROJETO PARA CONSTRUCAO ACESSO À ALDEIA SOBRADINHO; (08) PRODUTO 4.3.8 PROJETO PARA CONSTRUÇÃO DA CASA DE FARINHA.

6. Declarações
Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe
NENHUMA

8. Assinaturas
Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, _____ de _____ de _____
Local Data

GUILHERME DE OLIVEIRA SANTOS - CPF: 041.038.201-95

HOLLUS SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS LTDA - CPF/CNPJ: 06.267.018/0001-30

9. Informações
- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crego.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais aferirá carimbo na nova ART.

www.crego.org.br atendimento@crego.org.br
Tel: (62) 3221-8200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui	Não Possui
233,94	15/12/2022	R$ 233,94	26320689012231157-40	Registrada/OK		Livro de Ordem	CAT

DNIT

Hollus

CAU/BR Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT 13885811

1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: BRUNO ALVES REZENDE
CPF: 040.XXX.XXX-13
Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista
Nº do Registro: 00A2400537

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: S13885811R01CT001
Modalidade: RRT SIMPLES
Data de Cadastro: 23/04/2024
Forma de Registro: RETIFICADOR
Data de Registro: 23/04/2024
Forma de Participação: INDIVIDUAL

2.1 Valor do RRT

DOCUMENTO ISENTO DE PAGAMENTO

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

3.1 Serviço 001

Contratante: HOLLUS SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS LTDA
CPF/CNPJ: 06.XXX.XXX/0001-30
Tipo: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Data de Início: 04/05/2023
Valor do Serviço/Honorários: R$28.000,00
Data de Previsão de Término: 17/01/2024

3.1.1 Endereço da Obra/Serviço

País: Brasil
CEP: 61635365
Tipo Logradouro: RODOVIA
Nº: 0
Logradouro: BR-222
Complemento:
Bairro: PARQUE TABAPUA
Cidade/UF: CAUCAIA/CE

3.1.2 Atividade(s) Técnica(s)

Grupo: PROJETO
Quantidade: 4,00
Atividade: 1.1.2 - Projeto arquitetônico
Unidade: unidade
Grupo: PROJETO
Quantidade: 2,00
Atividade: 1.1.3 - Projeto arquitetônico de reforma
Unidade: unidade
Grupo: PROJETO
Quantidade: 1,00
Atividade: 1.8.7 - Projeto de sistema viário e acessibilidade
Unidade: unidade

3.1.3 Tipologia

Tipologia: Público

3.1.4 Descrição da Obra/Serviço

(01) PRODUTO 4.3.1 PROJETO DE REFORMA DO GALPAO DE ARTESANATO; (02) PRODUTO 4.3.2 PROJETO DE REFORMA DA QUADRA POLIESPORTIVA DA ALDEIRA SOBRADINHO; (03) PRODUTO 4.3.4 PROJETO PARA CONSTRUÇAO DE 27 GALINHEIROS; (04) PRODUTO 4.3.5 PROJETO PARA CONSTRUÇÃO SEDE TAPEBA; (05) PRODUTO 4.3.6 PROJETO PARA CONSTRUCAO DA SEDE DOS ANECES; (06) PRODUTO 4.3.7 PROJETO PARA CONSTRUCAO ACESSO À ALDEIA SOBRADINHO; (07) PRODUTO 4.3.8 PROJETO PARA CONSTRUÇÃO DA CASA DE FARINHA.

CAU/BR Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT 13885811

3.1.5 Declaração de Acessibilidade

Declaro o atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei nº 13146, de 06 de julho de 2015.

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI13885811R01CT001	**HOLLUS SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS LTDA**	**RETIFICADOR**	**23/04/2024**

5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista BRUNO ALVES REZENDE, registro CAU nº 00A2400537, na data e hora: 23/04/2024 10:03:40, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural **(LGPD)**

A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: https://siccau.caubr.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos, ou via QRCode.

A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: https://siccau.caubr.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos, ou via QRCode.
Documento impresso em: 23/04/2024 às 10:04:01 por: siccau, ip 10.248.1.57.

5 PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico teve por objetivo a definição das Características Técnicas para construção do Acesso, tais como raios, rampas, greides e larguras de plataformas com precisão tal que permitirão a sua implantação.

Os melhoramentos introduzidos no traçado visam suprimir pontos críticos, melhorar a funcionalidade operacional, melhorar a fluidez e a segurança de tráfego de veículos e de pedestres e sanar os problemas de críticos de drenagem.

A geometria foi desenvolvida objetivando a implantação de uma segunda pista paralela à existente, apresentando nível de serviço com condições de segurança adequadas à demanda do tráfego previsto, com boa qualidade, em atendimento às recomendações e às normas vigentes do DNIT, além de um pátio para retenção de veículos sujeitos à aplicação de medidas administrativas, conforme as Resoluções 258, 459 e 489 do CONTRAN e/ou regulamentação vigente.

Os Elementos Executivos utilizados na elaboração do Projeto Geométrico foram os seguintes:

- Levantamento Topográfico;
- Plantas em arquivos magnéticos, resultantes dos Levantamentos de Campo;
- Normas Para Projeto de Estradas de Rodagem do DNIT.

Maiores detalhes sobre os levantamentos de campo estão apresentados no capítulo referente aos estudos topográficos. Os resultados permitiram lançar os projetos em planta e perfil sobre os estudos de campo com excelente nível de precisão para o Projeto Geométrico.

Conforme orientação dos órgãos responsáveis, o traçado proposto teve como diretriz o traçado existente, que necessitou ser adequado face a necessidade operacional atual, além da necessidade de se eliminar pontos críticos de drenagem, sem grande prejuízo aos lindeiros.

O critério para o Projeto Geométrico levou em consideração possui as seguintes premissas:

- Garantia de um alto padrão de qualidade definido pelas características geométricas de seção transversal de planimetria através da adoção de raios de curvatura compatível com a velocidade de projeto;
- Garantia de segurança, conforto e facilidade de viagem nos trechos principais e acessos.

5.1 Normas e Especificações

A elaboração do Projeto Geométrico teve como norteador o projeto básico, além de Normas e Especificações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, a saber:

- DNIT Manual IPR 726 / 2006 - Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários escopos básicos/instruções de serviço;
- IS-208 – Projeto Geométrico;
- Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – 1999 – IPR-706;
- Manual de Projetos de Interseções – 2005 – IPR-718.

5.2 Metodologia Adotada

O Projeto Geométrico está sendo apresentado em Planta e Perfil na escala de 1:2000 (H) e 1:200 (V).

As unidades básicas dos traçados geométricos foram arcos de circunferência de raio e desenvolvimento amplos concordados com tangentes acomodadas a topografia e condicionadas à geometria da pista existente.

As características transversais adotadas para o trecho foram as seguintes:

- A pista de passagem de carros leves foi definida com 5,00m, a ciclofaixa com 1,40m e uma faixa de 0,40m para a fixação do segregador entre elas.

NORMA TÉCNICA	Região			Plana
	Classe Funcional			IV B
	Velocidade Diretriz (Km/h)			40
	Distância Mínima de Visibilidade de Parada (m):	Desejável		85
		Absoluta		75
	Distância Mínima de Visibilidade de Ultrapassagem (m):			420
	Raio Mínimo (m) / Raio Máximo			16,836 / 120,000
	Rampa Máxima			0,50%
	Valores Mínimos do Parâmetro K	Curvas Simples		11
		Curvas Compostas		-
	VDM	2024		<50
		2048		-
	N (Acumulado)	ASSHTO		-
		USALE		-
	Seção Transversal	Componentes da Seção	Seção Transversal	
			Inclinação	Larg. Plataforma
		Pista de Rolamento	3%	mínimo 5,00
		Ciclovia	3%	mínimo 1,40

TRAÇADO EM PLANTA	Extensão Total (m)			640,000 (32+0,000)
	Faixa de Domínio (m)			40,00
	Desenvolvimento em Curva (m)			136,053
	Porcentagem de Extensão em Curva (%)			21,26%
	RAIOS	> 80 < 180	Frequência	4
			Extensão (m)	43,241
		> 180 < 400	Frequência	-
			Extensão (m)	-
		> 400 < 1.000	Frequência	-
			Extensão (m)	-
		> 1.000 < 2.000	Frequência	-
			Extensão (m)	-
	Desenvolvimento Tangente (m)			503,947
	Extensão da Maior Tangente (m)			68,775

TRAÇADO EM PERFIL	Rampa Máxima (%) / Rampa Mínima (%)			0,50% / -0,50%
	Comprimento Total em Declividade Máxima (m)			296,696
	Porcentagem do Traçado sob Declividade Máxima (%)			46,35%
	RAMPA	Rampa %	Extensão (m)	%
		Aclive	0,001 - 1,000	303,304	47,39%
			1,001 - 2,000	-	-
			2,001 - 3,000	-	-
			3,001 - 4,000	-	-
			4,001 - 5,000	-	-
			5,001 - 6,000	-	-
			6,001 - 7,000	-	-
		Em nível	NÍVEL	-	-
		Declive	0,001 - 1,000	336,696	52,61%
			1,001 - 2,000	-	-
			2,001 - 3,000	-	-
			3,001 - 4,000	-	-
			4,001 - 5,000	-	-
			5,001 - 6,000	-	-
			6,001 - 7,000	-	-
	Total em Curva			185,00	28,91%
	Total em Nível			-	-
	Total em Aclive			238,304	37,24%
	Total em Declive			216,696	33,86%
	Total Geral			640,000	100,00%

Quadro 01: Dados técnicos – Acesso.

5.3 Elementos Altimétricos

Com base nos levantamentos topográficos foram verificados os parâmetros “K” e comparados com os valores requeridos, procurando-se detectar situações em que quebras isoladas de padrão pudessem se tornar pontos perigosos que justificassem melhorias isoladas na geometria da pista existente.

Relativamente às curvas verticais das novas pistas, os valores mínimos do parâmetro “K” atenderam ao preconizado em normas, nunca sendo inferior em ordem de grandeza aos valores verticais dos segmentos adjacentes.

5.4 Eixos do Projeto

As poligonais materializadas em campo serviram como linha de base para a definição dos eixos de projeto das pistas a serem implantadas.

Em vista das diversas particularidades de planimetria na aplicação dos projetos das novas pistas bem como dos retornos e alças de interseções, houve a necessidade de criar eixos de projeto.

Os referidos eixos tiveram o estaqueamento personalizado no sentido de facilitar a identificação em planta e perfil.

5.5 Apresentação do Projeto

O Projeto Geométrico é apresentado no Volume 2 - Projeto de Execução, de acordo com as recomendações contidas nas Instruções de Serviço IS-208 para Elaboração de Projeto Geométrico do DNIT.

Além disso são apresentadas as plantas e perfis geométricos devidamente detalhados são também apresentadas as seções tipo das pistas.

6 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem foi elaborado tomando-se por base os elementos do Projeto Geométrico, a qualidade dos materiais dos cortes a escavar e sua classificação, bem como a definição dos materiais que irão compor a camada superior de terraplanagem.

6.1 Normas e Especificações

A elaboração do Projeto de Terraplanagem teve como norteador o anteprojeto, além de normas e especificações do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) e da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), a saber:

- DNIT Manual IPR 726 / 2006 - Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários escopos básicos/instruções de serviço;
- DNER-PRO 381 / 1998 - Projeto de aterros sobre solos moles para obras rodoviárias;
- ABNT NBR 6484 / 2001 - Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio.

6.2 Estudo do Subleito

O estudo do CBR (*California Bearing Raitio* ou Índice de Suporte Califórnia - ISC) do subleito será utilizado no projeto de terraplenagem para distribuição dos materiais dos empréstimos de corpo de aterro e de material selecionado. Deste modo, o CBR de projeto (CBR_{PROJ}) do futuro subleito da Rodovia é CBR_{PROJ} = 10%.

Este CBR será utilizado no projeto de pavimentação para dimensionar a estrutura do novo pavimento.

No estudo estatístico do CBR do subleito serão considerados os valores que influenciam no dimensionamento, isto é, o CBR nos locais de cortes localizados abaixo da linha do greide de terraplanagem e nas áreas de aterro. Considerará em 20% o valor máximo do CBR (inclusive quando do melhoramento do solo) por ser o valor máximo admissível no dimensionamento do pavimento.

A distribuição dos materiais será realizada analisando-se as informações obtidas nos Estudos Geotécnicos, procurando-se a simplificação executiva da terraplanagem.

Os trechos que necessitarem de substituição do subleito deverão ser rebaixados, variando de 0,30 m até 0,40 m de espessura e preenchidos com material selecionado, compactado a 100% do Proctor Normal.

As camadas finais dos aterros, ou seja, os 0,60 m abaixo da cota correspondente ao greide de terraplanagem, serão compactados com 100% da energia do Proctor Modificado.

As camadas inferiores aos 0,60 m abaixo da cota correspondente ao greide de terraplanagem deverão ser executadas com grau de compactação mínimo de 100% do Proctor Normal.

Os serviços a serem executados para atender os objetivos acima serão os seguintes:

- Execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza na largura da faixa de domínio no lado a serem implantadas as pistas;
- Transporte do material escavado a diferentes distâncias para aterros e bota-foras;
- Escavação, carga e transporte de material selecionado;
- Execução de compactação de aterros a 100% do Proctor Modificado (últimos 60 centímetros) e 100% do Proctor Normal (corpos de aterros).

Os taludes de cortes e aterros a adotar são os seguintes:

Tipo	Inclinação (V:H)
Cortes em solo	3:2
Aterros	2:3
Canteiro Central	1:10

O ensaio de densidade *in situ*, validando o fator de compactação utilizado em projeto, deve ser apresentado durante a fase de execução da obra.

6.3 Seções Transversais

As seções transversais de terraplanagem, por estaca, bem como as notas de serviço, deverão ser apresentadas em conformidade com a Instrução de Sserviço IS-209 contida nas Diretrizes Básicas de Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (IPR-726) durante a fase do Projeto Executivo

Após elaboração do projeto geométrico, os volumes de corte e aterro sofreram alteração em relação ao estimado no anteprojeto, sendo os valores encontrados listados abaixo:

Corte	Aterro
257,048	6.312,640

6.4 Equipamentos Mínimos

Durante a fase do projeto executivo deverão ser definidos os equipamentos mínimos a serem utilizados na execução dos serviços, conforme IS-209 contida nas Diretrizes Básicas de Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (IPR-726).

Os equipamentos estimados, de acordo com o projeto básico são os listados abaixo:

Cód.	Descrição
e001	trator de esteiras : new holland : 7d - com lâmina
e006	motoniveladora caterpillar 120m
e007	trator agrícola massey ferguson : mf 292/4
e010	carregadeira de pneus : caterpillar : 950h - 3,3 m^3
e011	retroescavadeira : massey ferguson : mf-86hs
e013	rolo compactador dynapac ca-25-pp pé de carneiro autop.
e063	escavadeira hidráulica : caterpillar : 320dl - c/ est.
e101	grade de discos : marchesan : ga 24 x 24
e102	rolo compactador : dynapac : cc-424hf - tanden vibrat.
e105	rolo compactador : tema terra sp 8000 - de pneus autoprop.
e106	usina misturadora : cifali : - de solos 300 t/h
e107	vassoura mecânica : cmv : vm 2440 - rebocável
e160	fresadora e distribuidora de solo : gomaco : 9500
e201	compressor de ar : atlas copco : xahs 157pd - 295 pcm
e204	martelete : atlas copco : rh658-6l - perfuratriz manual
e205	perfuratriz sobre esteiras : atlas copco : roc 442pc
e211	máquina para pintura : shulz : csl 10/100 l - compres.
e301	betoneira : menegotti : 400 l
e303	betoneira : alfa : 750 l
e304	transportador manual : ajs : carrinho de mão 80 l

e306	vibrador de concreto : diversos : vip-mt^2
e307	fabricação. pré-moldado concreto : servimaq : - tubos d=0,2
e311	fabricação pré-moldado concreto : servimaq : - tubos d=0,8
e312	fabricação pré-moldado concreto : servimaq : - tubos d=1,0
e313	fabricação pré-moldado concreto : servimaq : - tubos d=1,2
e314	fabricação pré-moldado concreto : servimaq : - tubos d=1,5
e316	fabricação pré-moldado concreto : servimaq : - inst. compl.
e330	espalhadora de concreto : gomaco : ps 2600
e331	acabadora de concreto : gomaco : gp-2600 - com forma
e332	texturizadora e lançadora : gomaco : tc 400 - sem
e333	serra de disco diamantado : diversos : cc 3700
e334	seladora de juntas : crafco : ez serie ll 500
e335	central de concreto : cibi : uni-5 - 180m3 / h - dosadora
e336	serra de disco diamantado : csm - maq. e equip.
e340	jateadora de areia : anco : anco blast css270
e402	caminhão carroceria : mercedes benz : 2423 k - de madeira
e403	caminhão basculante : mercedes benz : lk 1620 - 6 m^3
e404	caminhão basculante : mercedes benz : 2423 k - 10 m3 - 15 t
e408	caminhão carroceria : mercedes benz : 710 / 37 - 4 t
e416	veículo leve : chevrolet : s10 - pick up (4x4)
e422	caminhão tanque : mercedes benz : l1620/51 - 8.000 l
e501	grupo gerador : heimer : gehm-40 - 36/40 kva
e503	grupo gerador : heimer : gehm-180 - 164 / 180 kva
e504	grupo gerador : heimer : gehmb-360 - 288 kva
e901	campânula de ar comprimido : bhemel : - 3 m^3
e904	máquina de bancada : maksiwa : scma - serra circular
e905	máquina manual : tirfor : tu-l 30 - talha guincho para 3 t
e906	compactador manual : wacker : es 60 - soquete vibratório

e908	máquina para pintura : consmaq : 44 - demarcação
e909	equip. para hidrosemeadura : m. benz/consmaq : 1420
e912	máquina manual : bosch : gbs 20-2 - furadeira elétrica
e918	máquina de bancada : harlo : vf-8 - prensa excêntrica
e919	máquina de bancada : cor dob ind. e com. de máquinas
e920	máquina para pintura : elgimaq : h 16-3 - faixa a quente
e922	martelete : bosch : gbh 5-40 dce - perfurador / rompedor
e2129	lavadora de alta pressão (sinapi - 746)

- Apresentação

O projeto de terraplanagem está apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução e as seções transversais e volumes de cubação.

7 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

A elaboração do Projeto de Pavimentação teve como norteador o projeto anteprojeto, além de normas e especificações de departamentos nacionais e internacionais de transportes, a saber:

- DNIT Manual IPR 667 / 1981 - Método de projeto de pavimentos flexíveis;
- DNIT Manual IPR 726 / 2006 - Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários escopos básicos/instruções de serviço;
- DNIT Manual IPR 728 / 2006 - Manual de Acesso de Propriedades Marginais a Rodovias Federais;
- NORMA DNIT 139/2010 – ES - Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço;
- NORMA DNIT PROJETO DE NORMA– ES. Pavimentação – Sub-base ou Base de Brita Graduada Simples. Especificação de serviço;
- Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná. DER/PR – ES-P 05/2005; Pavimentação: Brita Graduada. Especificação de Serviços Rodoviários;
- DNER – Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, 1999;
- Resolução 12/98 – CONTRAN;
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 9781 - “Peças de Concreto para Pavimentação: Especificação e Métodos de Ensaio”, ABNT, Rio de Janeiro, 2013;
- NBR15953 DE 05/2011 - Pavimento intertravado com peças de concreto — Execução;
- IP – 02/2004 CLASSIFICAÇÃO DA VIAS da Prefeitura de São Paulo;
- IP – 06/2004 INSTRUÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS da Prefeitura de São Paulo.

7.1 Elementos Básicos para o Dimensionamento do Projeto

Os elementos básicos considerados para o desenvolvimento do Projeto de Pavimentação foram fornecidos pelo Projeto Geométrico e Projeto de Terraplenagem.

Os dados técnicos de normatizações observadas no Manual de projeto Geométrico de Rodovias Rurais - 1999, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e demais bibliografias pertinentes para o desenvolvimento do projeto.

7.1.1 Disposições Gerais

Conforme o exposto no item 2.1.3 do Manual IPR 728, em que se refere às distâncias de visibilidade, são seguidas as seguintes exigências:

No caso de acesso a uma rodovia de pista dupla com separação física, o motorista que percorre a rodovia principal e se aproxima de um acesso deve poder avistar:

- o ponto de conflito de divergência no início da faixa de desaceleração;
- o ponto de conflito de convergência ao fim da faixa de aceleração;
- todo o trecho da pista que percorre entre os dois pontos citados.

Assim como no item 2.1.8 do Manual IPR 728, não permite acesso com giros à esquerda ou travessia da rodovia em rodovias com pista dupla, com ou sem separação de sentidos.

Os deslocamentos que dependerem dessas manobras terão que ser efetuados em eventuais retornos existentes.

Ainda seguindo o Manual IPR 728, para acesso a Propriedade de Uso Público em Pista Dupla, quando as condições locais exigirem a eliminação de conversões à esquerda e devido à natureza da região, o acesso ter pouco tráfego, devido a comunidade em questão ter histórico de pouca movimentação de transportes, foi adaptado o projeto-tipo a seguir.

.

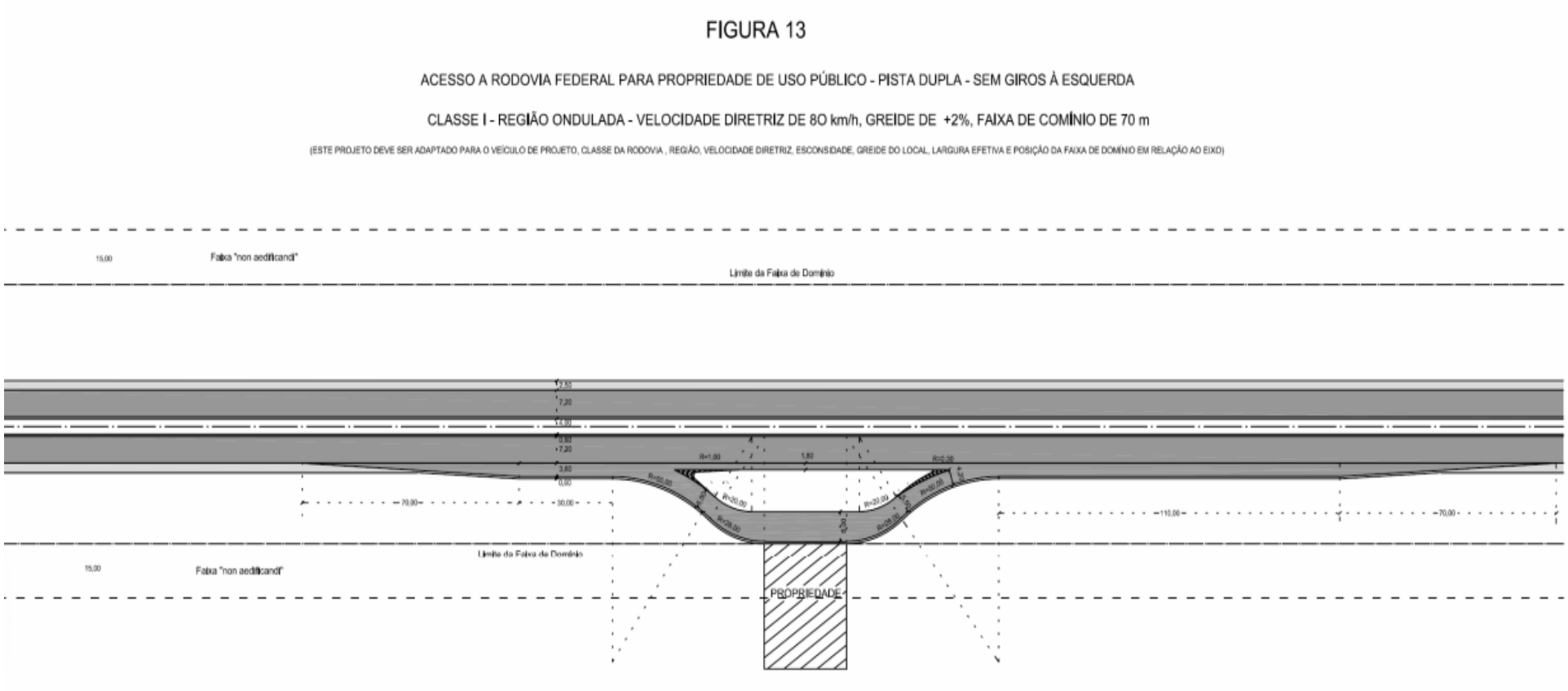


Figura 1: Demonstrativo da figura 13 do Manual IPR 728 / 2006 - Manual de Acesso de Propriedades Marginais a Rodovias Federais.

7.1.2 Objetivo Específico

Desenvolver projeto para implantação de melhorias em um trecho de rodovia existente dando acesso à rodovia principal, utilizando as normatizações em vigor, buscando:

- Dar acessibilidade a comunidade;
- Aumentar segurança dos usuários;
- Conforto de trafegabilidade;
- Implantar a rodovia atendendo as normatizações atuais.

7.1.3 Dimensionamento do Pavimento

O dimensionamento do pavimento consiste na determinação das camadas de regularização, reforço (quando aplicado) e compactação do subleito, sub-base, base e revestimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao subleito, sem que o conjunto sofra ruptura, deformações apreciáveis ou desgaste superficial excessivo.

O projeto considerou para a execução da obra, as características apresentadas pelo material de subleito, e as ocorrências de materiais disponíveis, de forma a definir, da maneira mais vantajosa ao erário, uma estrutura capaz de resistir aos esforços impostos pelo tráfego e pelas intempéries.

Por esse acesso ter uma característica peculiar, por se tratar de acesso a um núcleo populacional especifico, no caso se tratar de terras indígenas, considerada sua natureza e características da rodovia local de tráfego reduzido e com uma pequena extensão, além da região ter aspectos planos. Considerando os critérios de classe de projeto correspondente a classe funcional da rodovia o projeto seguiu a teórica do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, DNER.

As diretrizes iniciais para projetos de geometria e terraplenagem indicam que, segundo o Manual de Geometria e Terraplenagem do DNER, as duas principais consultas para elaboração de projetos são: volume de tráfego e o relevo da rodovia.

- Volume de tráfego se define como a quantidade de veículos que trafegam em um determinado espaço de tempo, em um trecho da rodovia.
- Relevo da rodovia poderá ser definido a partir das declividades do terreno existente e das condições topográficas necessárias para o projeto.

Por fim, utilizou-se também como referência o documento IP – 02/2004 CLASSIFICAÇÃO DA VIAS da Prefeitura de São Paulo. Neste, o objetivo desde documento é apresentar as diretrizes para a

classificação de vias em função do tráfego, da geometria e do uso do solo do entorno de vias urbanas. Salienta-se que tal documento foi utilizado de modo a obter parâmetros correlatos na estimativa dos Volumes Médios Diários Anuais.

Em específico, utilizou-se o QUADRO 2.1 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego, para a avaliação e comparação do Número “N” determinado nos estudos de tráfego do projeto em questão.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente Por veículo	N	N característico
			VEÍCULO LEVE	***CAMINHÃO / ÔNIBUS***			
Via local Residencial	LEVE	10	100 A 400	4 A 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ A $1,40 \times 10^5$	10^5
Via coletora Secundária	MÉDIO	10	401 A 1500	21 A 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ A $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Via coletora principal	MEIO PESADO	10	1501 A 5000	101 A 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
Via arterial	PESADO	12	5001 A 10000	301 A 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
Via arterial Principal/ expressa	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 A 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano, durante o período de projeto.

Quadro 2.1 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego - IP – 02/2004 CLASSIFICAÇÃO DA VIAS da Prefeitura de São Paulo

Ante a classificação acima e ao baixo volume de tráfego o pavimento será executado com blocos pré-moldados de concreto, dimensionados pelo método de cálculo preconizado pela ABCP- Associação Brasileira de Cimento Portland, que utiliza gráficos de leitura direta fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos em função do número “N” de solicitações do eixo simples padrão.

7.1.4 Classe de Projeto

De acordo com DNER (1999), considerando a padronização das características técnicas das Rodovias, agrupando-as em CLASSES DE PROJETO.

O principal parâmetro considerado na classificação técnica ou de projeto é o VMD (volume médio diário) – quantidade de veículos/dia que passam pela rodovia. Tendo em vista a comunidade do que se refere em projeto sua classificação é Classe IV-B, devido seu VMD <50 veículos diários. A seguir os quadros com as diretrizes do manual aplicadas no projeto:

CLASSE		CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA
O		Via expressa Controle total de acessos	Decisão Administrativa
I	A	Pista Dupla Controle Parcial de acessos	Os volumes de tráfego previstos ocasionarem níveis de serviço em rodovia de pista simples inferiores aos níveis C ou D.
	B	Pista Simples Controle parcial de acesso	Volume horário de projeto (VMH) > 200. Volume Médio Diário (VMD) > 1400.
II		Pista Simples	V M D – 700 a 1400 veículos
III		Pista Simples	V M D – 300 a 700 veículos
IV	A	Pista Simples	V M D – 50 a 300 veículos
	B	Pista Simples	V M D < 50 veículos

Quadro 3: Demonstrativo de classificação técnica das rodovias por Classe de projeto - DNER – Manual de Projeto Geométrico de Rodoviárias Rurais, 1999.

Características	Região		
	Plana	Ondulada	Montanhosa
Velocidade diretriz	60 km/h	40 km/h	30 km/h
Distância mínima de visibilidade de parada			
• desejável	85m	45m	30m
• absoluta	75m	45m	30m
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem	420m	270m	180m
Raio mínimo de curva horizontal (e = 8% *)	125m	50m	25m
Rampa máxima			
• Subclasse A	4%	6%	8%
• Subclasse B	6%	8%	10% **
Valor mínimo de K para curvas verticais convexas:			
• desejável	18	5	2
• absoluto	14	5	2
Valor mínimo de K para curvas verticais convexas:			
• desejável	17	7	4
• absoluto	15	7	4
Largura da faixa de rolamento:			
• Subclasse A	3,00m	3,00m	3,00m
• Subclasse B	2,50m	2,50m	2,50m
Largura do acostamento:			
• Subclasse A	1,30m	1,30m	0,80m
• Subclasse B	1,00m	1,00m	0,50m

Figura 3: Quadro 5.8.6 – Características básicas do projeto geométrico rodovias Classe IV - DNER – Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, 1999.

Ante o exposto, em concordância com o Manual, no Projeto foi elaborado uma rodovia de pista simples, com características técnicas suficientes para atendimento ao baixo volume de tráfego com conforto e fácil manutenção, assim propomos o pavimento em bloquetes intertravados, velocidade diretriz de 60 Km/h, largura de faixa de rolamento de 2,50 m.

7.1.5 Estrutura do Pavimento

O pavimento projetado foi o intertravado que é definido como um pavimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada de base (ou base e sub-base), seguida por camada de revestimento constituída por peças de concreto justapostas em uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção (Figura 4).

A execução do pavimento intertravado deve cumprir as especificações da norma ABNT NBR 15953/2011.

A execução adequada do pavimento intertravado é essencial para garantir a durabilidade e a estabilidade do sistema, bem como a segurança dos usuários.

Abaixo estão alguns dos principais pontos que devem ser observados na execução de acordo com essa norma:

- **Preparação do terreno:** o terreno onde o pavimento será instalado deve ser preparado de acordo com as especificações da norma, incluindo a remoção do solo inadequado, a compactação do solo e a colocação de camadas de base e sub-base.
- **Instalação das bordas:** as bordas do pavimento, nesse caso os meios-fios, devem ser instaladas antes das peças intertravadas, de forma a delimitar a área de pavimentação e evitar o deslocamento das peças.
- **Instalação das peças intertravadas:** as peças intertravadas devem ser instaladas seguindo as especificações da norma, incluindo o espaçamento entre as peças, a colocação de areia entre as juntas e o assentamento com auxílio de equipamentos adequados.
- **Corte das peças intertravadas:** as peças intertravadas devem ser cortadas com equipamentos adequados, quando necessário, de forma a garantir o encaixe perfeito e o acabamento adequado.
- **Compactação do pavimento:** após a instalação das peças intertravadas, o pavimento deve ser compactado com equipamentos adequados, de forma a garantir a estabilidade e a durabilidade do sistema.

- **Acabamento:** o pavimento intertravado deve receber um acabamento adequado, incluindo a limpeza das peças, a colocação de areia fina nas juntas e a realização de testes para verificar a estabilidade e a segurança do sistema.

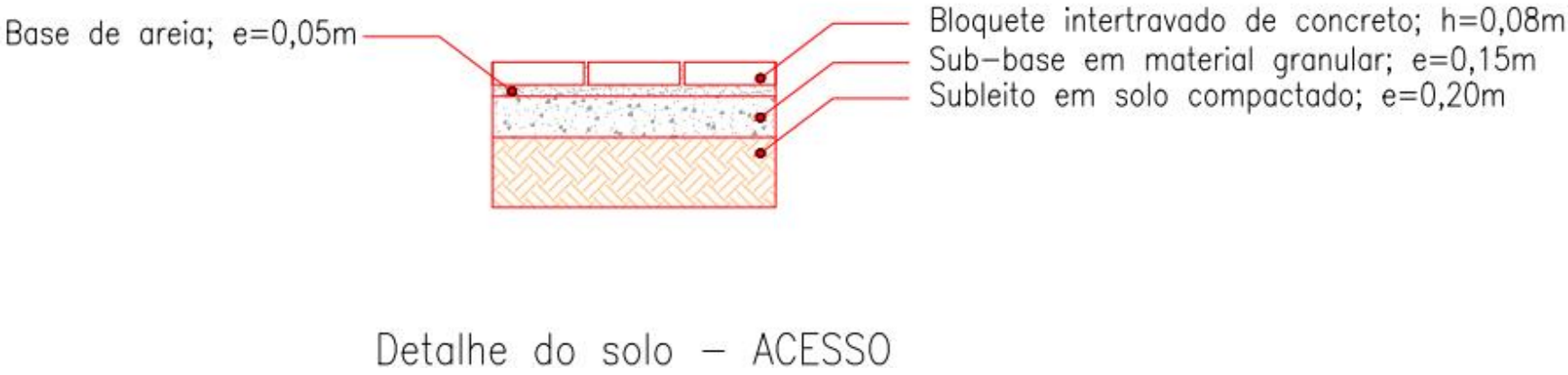


Figura 5: Detalhamento do pavimento intertravado do projeto de pavimentação.

7.2.1 Caracterização do Pavimento Intertravado de Concreto

Ante o exposto para o dimensionamento de vias de tráfego leve com "N" típico 10^5, em função da utilização de bases granulares que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais reduzam a um mínimo as deformações verticais permanentes.

Deve primeiro ser levada em consideração o tipo de bloco a ser utilizado, tendo como base para esta escolha o quadro a seguir e a norma ABNT NBR 9781, variando entre os métodos a determinação das espessuras da subestrutura e do colchão de assentamento:

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5x10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5x10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Figura 6: Quadro de espessura e resistência dos blocos de revestimento- IP – 06/2004 INSTRUÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS da Prefeitura de São Paulo.

Consideramos para este projeto o **blocos retangulares de concreto na espessura de 8 cm** e dimensões de 20 cm x 10 cm (Paver 10x20x8) **com resistência entre 35 e 50Mpa.**

Todos os serviços deverão ser executados seguindo a sequência lógica de execução de cada etapa, os quais serão supervisionados e somente após aprovação da fiscalização serão liberados individualmente de modo a dar continuada a execução das camadas que compõem o pavimento estrutural.

As peças de concreto devem ser especificadas conforme estabelecido na norma ABNT NBR 9781.

A resistência característica à compressão deve ser determinada conforme a NBR 9781 e deve atender às especificações da Tabela abaixo, figura 5. A resistência mínima à compressão simples exercida é de 35 Mpa.

Por ser uma concretagem por vibração, a relação água/cimento deve ser tal que permita a obtenção de uma mistura seca, essa relação é da ordem de 0,4.

Os blocos só poderão ser usados após o período total da cura, ou seja, 28 dias após a sua execução. A contratada deverá apresentar laudo comprovando a resistência de 35 Mpa dos blocos, e a fiscalização poderá pedir a qualquer momento ensaio para comprovar a resistência dos blocos assentados.

Solicitação	**Resistência característica à compressão (f_{pk}) aos 28 dias** MPa
Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha	≥ 35
Tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	≥ 50

Figura 7: Tabela da Resistência característica à compressão.

No método de dimensionamento as Vias de tráfego muito leve e leve com "N" típico até 10^5 solicitações do eixo simples padrão, não necessitam de utilização da camada de base, assim indicaremos **a base como sendo a camada de assentamento** que será composta por material granular, com distribuição granulométrica definida, tendo a função de acomodar as peças de concreto, proporcionando correto nivelamento ao pavimento e permitindo variações na espessura das peças de concreto.

Para a confecção da camada de assentamento, mencionam-se a seguir algumas considerações apontadas pela ABCP:

- A camada de areia deverá ser nivelada manualmente por meio de uma régua niveladora (sarrafo) correndo sobre mestras (ou guias), de madeira ou alumínio, colocadas paralelas e assentadas sobre a sub-base nivelada e compactada.
- **A espessura da camada de areia, após a compactação das peças de concreto, deve ser uniforme com 5,0 cm**. A espessura da camada de areia tem que ser a mesma em toda a área, para evitar que o pavimento fique ondulado depois de compactado.
- Uma vez espalhada, a areia não deve ser deixada no local durante a noite ou por períodos prolongados aguardando a colocação dos blocos.
- Por isso, deve-se lançar apenas a quantidade suficiente para cumprir a jornada de trabalho prevista para o assentamento dos blocos.
- A areia de assentamento nunca deverá ser usada para corrigir falhas na superfície da camada.

Conforme indicado no projeto de terraplenagem, o CBR de projeto do futuro subleito da Rodovia é CBRPROJ = 10%. No estudo estatístico do CBR do subleito serão considerados os valores que influenciam no dimensionamento, isto é, o CBR nos locais de cortes localizados abaixo da linha do greide de terraplanagem e nas áreas de aterro. Considerará em 20% o valor máximo do CBR (inclusive quando do melhoramento do solo) por ser o valor máximo admissível no dimensionamento do pavimento.

Para as camadas seguintes o dimensionamento baseia-se na análise direta do gráfico a seguir que fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número "N":

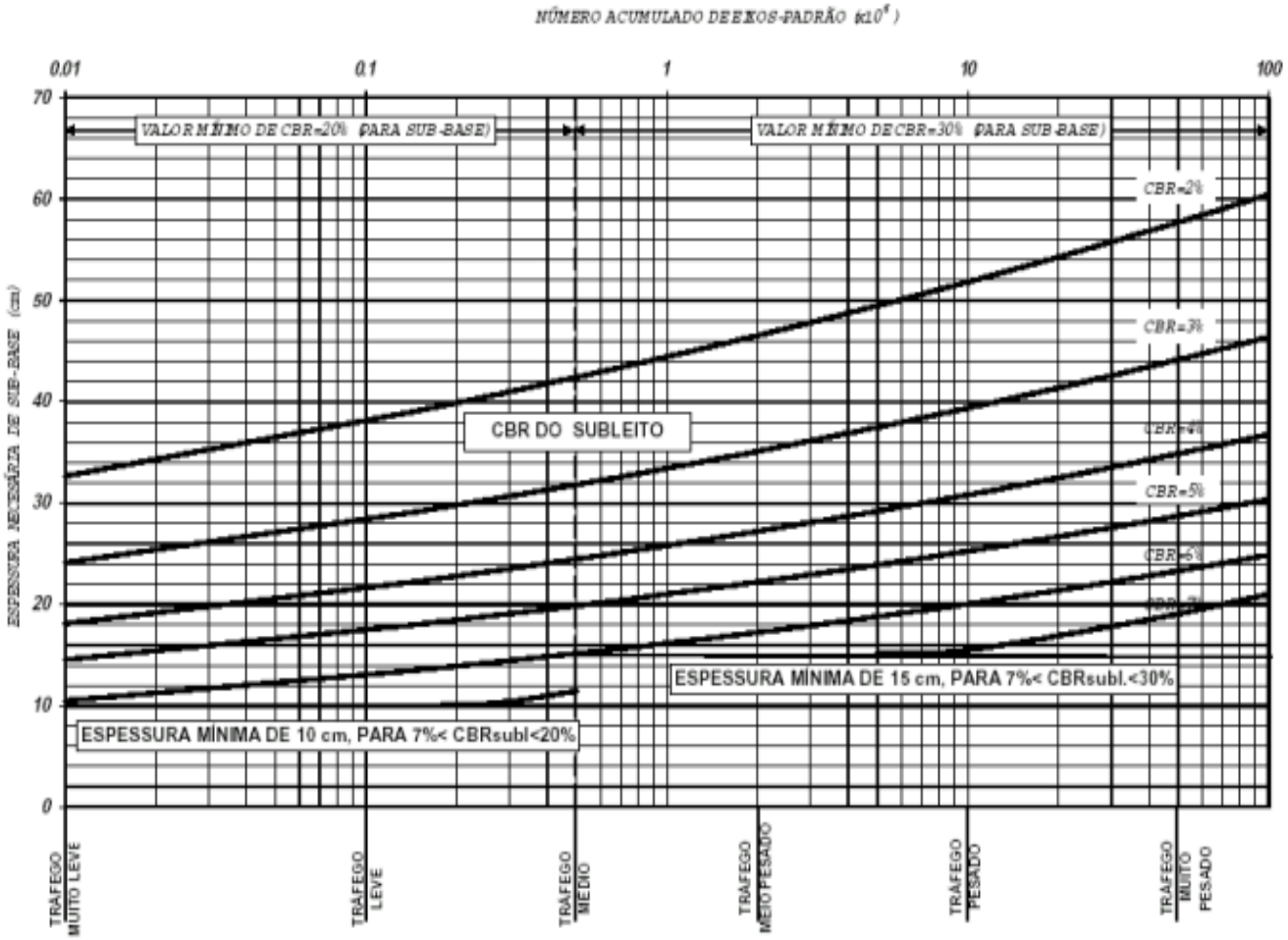


Figura 6: Quadro 6.1 Espessura necessária de sub-base (reproduzido do boletim técnico n°. 27 da ABCP)- IP – 06/2004 INSTRUÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS da Prefeitura de São Paulo.

Conforme o quadro da figura 6 poderia usar um intertravado de espessura de 6,00 cm sendo com camada de base CCR, mas, para região foi considerado melhor economicamente um intertravado de 8,00 cm com uma base em material granular de 15 cm, neste caso, a camada de sub-base.

Assim, a **Sub-base será em material granular com espessura de 15cm**. Constituída exclusivamente de produtos de britagem.

A composição granulométrica da brita graduada deve estar enquadrada em uma das seguintes faixas (Outras faixas granulométricas poderão ser utilizadas, desde que devidamente justificadas):

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso			Tolerância (%)
ASTM	Abertura (mm)	Faixa I	Faixa II	Faixa III	
2"	50.8	100	-	-	± 7
1 ½"	38.1	90-100	100	100	± 7
1"	25.4	-	-	77-100	± 7
¾"	19.1	50-85	60-95	66-88	± 7
3/8"	9.5	35-65	40-75	46-71	± 7
Nº 4	4.8	25-45	25-60	30-56	± 5
Nº 10	2.0	18-35	15-45	20-44	± 5
Nº 40	0.42	8-22	8-25	8-25	± 5
Nº 200	0.074	3-9	2-10	5-10	± 2

O agregado deverá estar de acordo com os seguintes requisitos:

O agregado deverá consistir em pedra britada e estar isento de matéria vegetal e outras substâncias nocivas. Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

A mistura de agregados para camada deve apresentar-se uniforme quando distribuída no leito da estrada e espalhada em única camada. Cumpre evitar segregação, ou seja, a sub-base deve estar livre de regiões de material grosso e fino.

Após o espalhamento, o agregado umedecido deverá ser compactado por meio de rolos de pneus, vibratórios ou outros equipamentos aprovados pela Fiscalização. O grau de compactação mínimo a ser requerido para cada camada de sub-base, será de 100% da energia AASHTOOs.

Para receber a camada de sub-base avaliou uma **camada de subleito** de **20cm de espessura** baseada no CBR de projeto.

Onde deverá executar a regularização para conformar o leito nos sentidos transversal e longitudinal para permitir a colocação do pavimento respeitando as inclinações indicadas no projeto, com caimento estipulado de 3% do centro em direção ao meio-fio.

O material do subleito deverá ser escarificado em 30cm e em seguida compactado com a energia de referência do Proctor "normal". O desvio de umidade em relação à ótima deverá situar-se no intervalo de -2% a +2%, preferencialmente no ramo seco. Será executado através de auto propulsores, progressivamente das bordas para o centro, até atingir o grau de compactação mínimo de 98%.

Nos locais inacessíveis para os compactadores, deverão ser utilizados compactadores manuais de placa vibratória.

A superfície do subleito deverá ser regularizada até assumir a forma da seção transversal tipo do leito carroçável e a execução não deve ser permitida em dias de chuva.

Todos os serviços deverão seguir a Especificação DNIT 137/2010-ES.

Após a perfeita estabilização e regularização do subleito e sub-base, e o assentamento do meio fio, se procederá o espalhamento do colchão de areia na espessura de 5 cm, sendo que esta será a base do pavimento.

Este material deverá ser a areia média/grossa e estar isento de material de granulometria superior e de qualquer material estranho a consistência/material orgânico.

Os blocos deverão ser assentados em fiadas, perpendiculares ao eixo da via, ficando a maior dimensão na direção da fiada.

Pequenos espaços existentes entre os blocos de arremate e as bordas de acabamento do pavimento tais como meios-fios, devem ser completados com areia, ou argamassa de cimento e areia, se forem frestas mais largas do que 1 cm.

Concluído o assentamento, a cada pequeno trecho o pavimento deverá ser submetido à ação de placa vibratória ou de pequenos rolos vibratórios, para adensamento do colchão de areia e eliminação dos eventuais desníveis.

Finalmente espalha-se, por varredura, areia sobre o pavimento para preenchimento dos vazios, até a saturação completa das juntas.

Assim, a **sub-base será em material granular com espessura de 15cm** e será **c**onstituída exclusivamente de produtos de britagem.

A composição granulométrica da brita graduada deve estar enquadrada em uma das seguintes faixas (Outras faixas granulométricas poderão ser utilizadas, desde que devidamente justificadas):

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso			Tolerância (%)
ASTM	Abertura (mm)	Faixa I	Faixa II	Faixa III	
2"	50.8	100	-	-	± 7
1 ½"	38.1	90-100	100	100	± 7
1"	25.4	-	-	77-100	± 7
¾"	19.1	50-85	60-95	66-88	± 7
3/8"	9.5	35-65	40-75	46-71	± 7
Nº 4	4.8	25-45	25-60	30-56	± 5
Nº 10	2.0	18-35	15-45	20-44	± 5
Nº 40	0.42	8-22	8-25	8-25	± 5
Nº 200	0.074	3-9	2-10	5-10	± 2

O agregado deverá estar de acordo com os seguintes requisitos:

- O agregado deverá consistir em pedra britada e estar isento de matéria vegetal e outras substâncias nocivas.
- Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

- A mistura de agregados para camada deve apresentar-se uniforme quando distribuída no leito da estrada e espalhada em única camada. Cumpre evitar segregação, ou seja, a sub-base deve estar livre de regiões de material grosso e fino.
- Após o espalhamento, o agregado umedecido deverá ser compactado por meio de rolos de pneus, vibratórios ou outros equipamentos aprovados pela Fiscalização. O grau de compactação mínimo a ser requerido para cada camada de sub-base, será de 100% da energia AASHTOOs.

Para receber a camada de sub-base avaliou uma **camada de subleito** de **20cm de espessura** baseada no CBR de projeto. Onde deverá executar a regularização para conformar o leito nos sentidos transversal e longitudinal para permitir a colocação do pavimento respeitando as inclinações indicadas no projeto, com caimento estipulado de 3% do centro em direção ao meio-fio.

O material do subleito deverá ser escarificado em 30cm e em seguida compactado com a energia de referência do Proctor "normal". O desvio de umidade em relação à ótima deverá situar-se no intervalo de -2% a +2%, preferencialmente no ramo seco.

Será executado através de auto propulsores, progressivamente das bordas para o centro, até atingir o grau de compactação mínimo de 98%.

Nos locais inacessíveis para os compactadores, deverão ser utilizados compactadores manuais de placa vibratória.

A superfície do subleito deverá ser regularizada até assumir a forma da seção transversal tipo do leito carroçável e a execução não deve ser permitida em dias de chuva.

Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT 137/2010-ES.

Após a perfeita estabilização e regularização do subleito e sub-base, e o assentamento do meio fio, se procederá o espalhamento do colchão de areia na espessura de 5 cm, sendo que esta será a base do pavimento.

Este material deverá ser a areia média/grossa e estar isento de material de granulometria superior e de qualquer material estranho a consistência/material orgânico.

Os blocos deverão ser assentados em fiadas, perpendiculares ao eixo da via, ficando a maior dimensão na direção da fiada.

Pequenos espaços existentes entre os blocos de arremate e as bordas de acabamento do pavimento tais como meios-fios, devem ser completados com areia, ou argamassa de cimento e areia, se forem frestas mais largas do que 1 cm.

Concluído o assentamento, a cada pequeno trecho o pavimento deverá ser submetido à ação de placa vibratória ou de pequenos rolos vibratórios, para adensamento do colchão de areia e eliminação dos eventuais desníveis.

Finalmente espalha-se, por varredura, areia sobre o pavimento para preenchimento dos vazios, até a saturação completa das juntas.

7.2 Memória Justificativa

MEMÓRIA JUSTIFICATIVA - QUADRO GERAL			
QUANTITATIVO DE PAVIMENTAÇÃO E SERVIÇOS PRELIMINARES			
TIPO	**Área Média (m²)**	**h (m)**	**Volume (m³)**
HIDROSSEMEADURA	2.840,644		
LIMPEZA MECANIZADA	8.626,140		
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO (SUBLEITO)	6.292,879	0,20	1.258,576
SUBBASE EM MATERIAL GRANULAR	5.936,997	0,15	890,550
PAVIMENTO COM PISO INTERTRAVADO DE CONCRETO	5.288,924	0,08	

OBSERVAÇÃO:

Memória de cálculo 1 – Hidrossemeadura

Memória de cálculo 2 – Limpeza mecanizada

Memória de cálculo 3 – Regularização do subleito (camada de subleito do perfil) e subbase

Memória de cálculo 4 – Pavimento com piso Intertravado de Concreto (a base, camada de areia, está inclusa na composição de preço do piso intertravado, sendo assim seu volume não será contabilizado)

MEMÓRIA JUSTIFICATIVA							
QUANTITATIVO ÁREA VERDE - HIDROSSEMEADURA							
LOCAL	**EST. INICIAL**			**EST. FINAL**			**ÁREA (m²)**
CANTEIRO	23	+	0,000	24	+	0,000	**24,707**
GRAMA-TAPER-SAÍDA	23	+	17,500	28	+	18,500	**850,722**
CANTEIRO DO ACESSO	29	+	12,900	29	+	16,100	**17,831**
GRAMA-TAPER-ENTRADA	30	+	11,000	39	+	19,676	**1.947,384**
					TOTAL		**2.840,644**

- Apresentação

Todas as tabelas com os cálculos do dimensionamento do pavimento e os materiais de apoio utilizados estão apresentados neste documento e constam do Projeto de Pavimentação e detalhamentos.

8 PROJETO DE DRENAGEM

8.1 Estudos Hidrológicos

8.1.1 Considerações Iniciais

Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos seguindo a metodologia contida na Instrução de Serviço IS-203: Estudos Hidrológicos, das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, do DNIT (2006).

Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos com a finalidade de avaliar as características fisiográficas acerca do clima, solo, vegetação, coleta e processamento dos dados referentes à pluviometria, de modo a se obter elementos necessários ao dimensionamento de soluções eficientes para a drenagem da área objeto de estudo.

As atividades que devem ser executadas para a realização dos estudos hidrológicos são:

- Inspeção de campo;
- Coleta de dados pluviométricos e de cartografia da região de interesse do projeto;
- Caracterização fisiográfica da região;
- Processamento dos dados pluviométricos;
- Determinação da pluviometria e intensidade de chuvas;
- Caracterização das bacias hidrográficas e cálculo das vazões de contribuição.

8.1.2 Situação Geográfica

O município de Caucaia situa-se na Região Metropolitana de Fortaleza, porção nordeste do estado do Ceará, limitando-se com os municípios de Fortaleza, S. Gonçalo do Amarante, Maracanaú, Maranguape, Pentecoste, além do oceano Atlântico. Compreende uma área irregular de 1.293 km².

- Situação geográfica

Coordenadas geográficas		Localização	Municípios limítrofes			
Latitude(S)	Longitude(WGr)		Norte	Sul	Leste	Oeste
3º 44' 10"	38º 39' 11"	Norte	Oceano Atlântico, São Gonçalo do Amarante	Maranguape	Maranguape, Maracanaú, Fortaleza	São Gonçalo do Amarante, Pentecoste, Maranguape

Fonte:Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

8.1.3 Características Ambientais

As condições climáticas da região são definidas por temperaturas que variam de mínimas próximas dos 19 ºC, no inverno, a 28 ºC, no verão, e precipitações pluviométricas anuais entre 1.000 a 1.300 mm.

Várias formas de relevo são observadas, desde a superfície suave, aplainada, da Depressão Sertaneja, até as dunas fixas e móveis da zona costeira, tendo como intermediários os tabuleiros pré-litorâneos; as altitudes são sempre inferiores a 200 m. Planossolos, regossolos, solonetz e areias quartzosas distróficas são os tipos registrados de solos, cobertos por vegetação gramíneo-herbácea no litoral, floresta à retaguarda das dunas, misto de caatinga e mata serrana nos tabuleiros e a típica caatinga arbustiva densa.

O município situa-se na região hidrográfica Metropolitana, e seus rios de maior porte são o Ceará e o Cauhipe. Geologicamente, os terrenos locais são constituídos por gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano, sedimentos areno-argilosos com níveis conglomeráticos e vulcânicas alcalinas do Terciário/Quaternário, e por sedimentos arenosos inconsolidados das dunas e aluviões, do Quaternário.

Aspectos climáticos

Clima	Pluviosidade (mm)	Temperatura média (ºC)	Período chuvoso
Tropical Quente Semi-árido Brando, Tropical Quente Sub-úmido, Tropical Quente Úmido	1243,2	26° a 28°	janeiro a maio

Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

Componentes ambientais

Relevo	Solos	Vegetação	Bacia hidrográfica
Planície Litorânea, Tabuleiros Pré-Litorâneos e Depressões Sertanejas	Areias Quartzosas Marinhas, Solos Litólicos, Planossolo Solódico, Podzólico Vermelho-Amarelo, Solonchak, Solonetz Solodizado e Vertissolo	Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, Cerrado e Caatinga Arbustiva Densa	Metropolitana

Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

8.1.4 Caracterização do Regime de Chuvas da Região

O regime de chuvas da região foi estabelecido de acordo com a metodologia conhecida que leva em consideração a análise estatística das precipitações máximas diárias, ano a ano, durante todo o período de observação do posto considerado.

Para definição das descargas máximas prováveis, faz-se necessário a caracterização das intensidades de chuvas máximas que poderão ocorrer na área de interesse do projeto.

Para o estudo das precipitações pluviométricas, foram consultados os dados da estação hidrológica situadas na cidade de Fortaleza, o Posto Nº 33800 da área estudada, contendo série histórica com maior número de anos completos de observação e dados atualizados.

A bacia hidrográfica possui sua montante na serra da Taquara, localizada no município de Maracanaú, sequencialmente, intercepta os municípios de Fortaleza e Caucaia, e possui seu exultório em forma de delta no rio Ceará. Possui uma área de 39,04 km^2 e seu rio principal, um comprimento e 16,2 Km.

Ao longo do curso do rio principal diversos usos e ocupações podem ser observados o uso agrícola com a existência de pivôs centrais. Também são observadas áreas de mineração, cemitério, áreas de tratamentos de efluentes e áreas urbanas, estre outras. A declividade da bacia hidrográfica varia entre 0 e 43,89 graus.

Mapa da localização da área de estudos: Médio Curso do Rio Ceará. Segundo a classificação de Köppen, o clima de Caucaia é 'do tipo Aw'-tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no verão e outono'. Já os ventos, na localidade, apresentam direção predominantemente leste.

Durante o verão e o outono, a interferência da Convergência Intertropical (CIT) dá início à estação chuvosa, o que resulta numa mudança brusca na direção dos ventos que convergem para sudeste. A velocidade média anual dos ventos é de 3,6 m/s (TURETTA *et al*., 2007; IPECE, 2018).

Das informações retiradas da Estação Pluviométrica estudada, obtivemos os seguintes dados apresentados a seguir:

- Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais;
- Histograma do Ano de Maior Pluviosidade na Região.
- Diagrama climatológico representando os valores de:
- Precipitações Totais e Anuais;
- Precipitações Mensais – Máximas, Médias e Mínimas;
- Número de dias de chuvas por ano, para o período considerado.

Como pode ser observado no Histograma, os meses mais secos remete aos meses de agosto, setembro e outubro, enquanto o trimestre mais chuvoso remete aos meses de fevereiro, março e abril.

DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS

RODOVIA BR-222/CE
TRECHO ENTR BR-020 AO ENTR CE-422 (P/PECÉM)
SUBTRECHO ENTR BR-020 AO ENTR CE-422 (P/PECÉM)
SEGMENTO KM 11,40 AO KM 35,70

ESTAÇÃO : FORTALEZA - (SUB-BACIA RIOS ACARAÚ,PIRANGI E OUTROS)
LATITUDE : 3º46'00,1(UTM N 9.583.657,98 m)
LONGITUDE : 38º52'59,(UTM E 514.191,72 m)
CÓDIGO : 338000

ENTIDADE : ANA HIDROWEB EM 11/1/2023
PERÍODO : 1916 A 2018
Uf. : CEARÁ
MUNICÍPIO: FORTALEZA

ANOS	MESES																														DADOS ANUAIS				
	janeiro				fevereiro				março				abril				maio				junho				julho				agosto				setembro				outubro				novembro				dezembro				Total	Dias de	Máxima ano Hidro. *	Máxima	Dia
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	(mm)	chuva			máxima
1916	130,8	15	31,2	22	95,7	23	16,2	4	334	25	67,9	9	629	26	99,8	18	312	19	113	14	152	15	70,2	22	1	3	0,7	30	0,9	1	0,9	29	6,4	6	3,8	22	3,4	6	1,2	18	8,2	6	2,2	19	187	8	83,6	29	1.860,6	153		112,6	14/5/1916
1917	327,7	18	125	2	277	19	98,4	6	314	23	62,5	10	206	23	25,2	4	428	26	72,4	14	102	13	21,4	24	17,4	2	14,8	15	16,5	4	6,8	14	18,5	7	6,5	13	0,7	2	0,5	21	29,9	5	15,8	26	20,1	13	4,5	16	1.757,0	155	125,3	125,3	2/1/1917
1918	157,2	10	73,5	28	55,3	17	14,8	27	358	22	92,4	16	132	21	34,1	2	473	25	81,9	29	109	19	19,6	17	18,5	10	4,4	20	11,9	8	2,8	10	37,4	9	23,7	12	4	1	4	30	15,8	5	8,6	17	132	7	72,8	30	1.504,0	154	92,4	92,4	16/3/1918
1919	9	9	2	6	72,6	12	12,5	28	16,6	9	9,5	14	137	15	109	20	69,1	18	21,1	25	35,1	10	26,1	5	57,5	6	28,6	12	32,5	10	10,4	10	19,6	5	12,3	19	5,2	3	3,8	2	0	0	0	1	10,5	5	5,3	19	464,4	102	108,6	108,6	20/4/1919
1920	6,4	5	3,1	2	43,5	12	24,7	19	335	27	61	14	511	27	63,2	3	282	18	63,3	13	99	12	49	1	122	15	58,5	7	21,1	14	13,7	14	18,6	5	16	30	20,3	10	8,6	9	31,3	12	15,7	11	55	14	13,3	31	1.544,7	171	63,3	63,3	13/5/1920
1921	157,9	19	39,2	12	432	22	70,1	15	381	29	64,2	27	510	28	64,8	18	280	20	47,4	7	118	15	51,4	2	69,4	10	29,6	6	5,6	7	2,4	16	33	9	17,2	12	7,2	5	2,8	3	103	11	31,7	12	21,1	16	4,5	13	2.118,5	191	70,1	70,1	15/2/1921
1922	129	21	33,1	23	61,2	9	15,7	14	193	20	65	27	460	27	68,1	8	350	26	48	2	129	21	33,1	23	260	24	40,3	23	48,4	10	15,4	22	13,6	12	3,1	1	15,3	10	5,2	24	19,7	8	7	30	15,8	5	6,7	21	1.695,1	193	68,1	68,1	8/4/1922
1923	52,7	14	35,7	22	333	25	78,4	27	242	19	42,2	14	533	26	67,6	25	243	17	59,4	26	48,8	14	14,3	4	69,8	16	15,4	10	9,5	7	5	18	10,6	7	2,6	22	1,5	2	0,9	19	10,9	7	3,8	29	3,9	4	1,9	3	1.558,5	158	78,4	78,4	27/2/1923
1924	93,2	11	27	22	256	21	55	26	662	27	74	29	308	24	45,6	2	296	21	40,2	27	265	24	67,1	17	35,3	6	20,5	12	0	0	0	1	30	9	13,4	23	15,8	6	9,2	3	10,7	7	4,5	15	71,3	8	38,8	15	2.042,9	164	74	74	29/3/1924
1925	69	13	17,8	22	223	11	64,5	1	240	21	64,7	27	392	27	64,2	25	174	21	57	1	42,8	11	10,5	9	30,6	6	24	11	14,2	2	11,7	19	31,5	6	9	21	10,1	4	4,9	31	11,6	4	8,3	15	10,7	3	7,5	10	1.249,7	129	64,7	64,7	27/3/1925
1926	50,3	11	12,4	8	263	22	68,4	11	383	20	67,7	25	425	24	107	20	173	17	66,6	14	111	16	21,1	11	19,1	7	5,9	5	2,2	1	2,2	30	4,5	1	4,5	30	6,7	4	4,3	1	10,7	6	6	25	7,7	1	7,7	12	1.455,2	130	107,3	107,3	20/4/1926
1927	59,8	6	33,7	24	97,6	13	47,3	16	233	20	57,8	8	588	25	68,6	23	148	17	30	3	70,5	13	15,8	21	30,2	7	13,5	25	7	6	1,8	6	5,7	3	2,8	30	9,9	6	4	1	4,5	5	1,5	4	21	1	21	7	1.275,5	122	68,6	68,6	23/4/1927
1928	100,5	13	52	5	67,6	9	41	28	326	18	74	8	239	18	60,6	6	106	10	68,3	1	61	8	32,8	25	5,1	3	2,8	11	0,8	1	0,8	6	1,6	4	0,7	15	10,7	7	5,2	6	4,9	3	3,3	23	14	4	4,9	24	936,6	98	74	74	8/3/1928
1929	45,1	11	8,4	31	413	24	71,2	4	257	24	59,7	21	184	23	35	6	196	12	43,7	11	138	12	65	18	10,6	3	5,9	18	7,9	5	3,1	20	15,2	2	13	30	13,6	5	6	1	3,5	3	1,4	27	13,9	4	6,5	29	1.297,7	128	71,2	71,2	4/2/1929
1930	79,3	10	24,3	20	81,8	14	17,5	23	136	14	32,5	29	353	17	67,5	26	49,3	11	19,5	27	134	11	37	3	62,6	7	25,8	9	10,3	2	8	19	2,6	4	1,6	5	14,2	9	4,1	5	3,2	1	3,2	6	28,2	7	13,1	24	954,1	107	67,5	67,5	26/4/1930
1931	72,2	10	35,7	10	296	24	54	25	307	18	90,4	18	255	20	58,4	11	61,9	10	20,5	30	64,9	11	26,6	6	48,2	4	28,6	28	0	0	0	1	14,3	7	7,3	9	1,8	2	1,3	9	6	3	4,6	30	10,6	4	4,1	7	1.137,8	113	90,4	90,4	18/3/1931
1932	124,1	13	56,3	26	161	8	47,3	27	304	19	76	11	53,3	10	20,2	4	28,3	6	8	15	72,1	14	10,6	10	28,1	9	11,2	24	6,5	2	5,8	28	23,4	8	8,9	6	18,8	4	11,5	3	1,3	2	1	27	2,8	1	2,8	27	824,0	96	76	76	11/3/1932
1933	57,9	9	27,1	15	127	16	45,7	7	117	16	18	29	383	22	54,5	10	59,3	7	28,9	7	42,7	5	31,5	6	48,1	5	34,6	13	9,3	3	6,9	2	12,2	2	8,7	4	8,8	3	4	22	6,8	2	5	28	15,4	3	9,5	30	887,1	93	54,5	54,5	10/4/1933
1934	194,3	13	66	4	186	19	32,8	3	514	25	74	24	237	21	35,7	28	336	20	59	2	99	14	50,5	10	0	0	0	1	17,2	3	10,7	30	9,7	4	5,8	5	4,2	2	2,2	19	8	4	2,3	4	134	9	102	19	1.739,8	134	74	102	19/12/1934
1935	236,6	13	96,5	10	396	18	92	18	372	20	102	29	494	24	80,5	27	286	26	56,5	13	115	13	27	6	34,8	8	11,5	28	2,5	3	1	3	20	12	5,7	5	10	1	10	6	5	3	2,3	4	0,8	1	0,8	15	1.972,5	142	102	101,5	29/3/1935
1936	47,8	9	17,5	1	282	16	66,7	25	93,2	12	37,8	16	85	8	40,7	29	197	16	66,2	21	70,8	10	34,5	16	31,6	6	26	29	4,7	3	3,5	8	33,8	4	26,2	4	5,8	4	3,5	18	3,8	2	2,5	23	7,3	3	4,9	14	861,9	93	66,7	66,7	25/2/1936
1937	6,6	4	3,2	20	154	10	41,5	26	143	22	31	1	282	24	78,3	16	298	22	102	21	255	17	55,3	13	42,5	7	10,2	17	24,6	3	22,8	11	51,8	10	20,3	28	14,1	4	6,7	3	4,8	2	3	6	31,8	5	12,3	2	1.308,1	130	101,8	101,8	21/5/1937
1938	129,5	13	57,5	29	63,3	14	14	11	374	21	79	24	475	25	86,3	23	249	15	137	30	131	20	29,3	12	42,7	3	25,8	12	27,9	6	19,3	15	30,1	9	7,9	19	20,4	10	5	14	37,9	7	11,3	19	11,8	4	5	7	1.591,7	147	137,3	137,3	30/5/1938
1939	60,7	8	21,6	29	553	25	88,5	15	479	20	82,2	19	343	20	91,6	17	259	14	79,4	3	43,3	5	17,5	1	52,5	11	15,4	20	14,4	5	7,8	20	49,9	14	11,4	12	28,5	7	12,7	31	41,8	5	20,1	15	4,6	2	4,2	5	1.929,7	136	91,6	91,6	17/4/1939
1940	129,1	14	25,6	31	126	14	26,1	29	318	25	51,3	1	311	23	62,7	12	257	22	63,8	17	178	20	45,4	9	42,3	12	11,6	3	32,9	5	27,5	14	20,1	7	9,3	6	10	6	2,8	9	1,2	1	1,2	11	53,8	12	14,6	29	1.479,8	161	63,8	63,8	17/5/1940
1941	16,5	4	11,3	5	147	12	64,7	13	221	21	44,2	5	276	18	96,8	18	72,8	12	22,3	11	69,5	11	22,3	26	19,5	11	3,8	17	23,1	7	7,3	7	2,2	1	2,2	9	5,1	4	2,4	31	6,4	4	2,2	1	25,6	9	13,2	18	884,3	114	96,8	96,8	18/4/1941
1942	33,9	5	28	30	67	18	7,8	18	217	23	55,4	21	227	18	34,8	9	135	16	36,7	15	24,2	5	10,2	7	7,8	6	3,5	10	14,5	3	8,2	5	0	0	0	1	22,2	9	5,8	4	4,6	2	3,5	8	22,2	8	6,7	17	775,9	113	55,4	55,4	21/3/1942
1943	38,9	9	12,8	26	50,5	8	22	15	261	20	60,2	14	327	17	144	8	164	17	52,4	21	47,3	11	14,3	2	43,5	8	22,6	3	42,5	6	35,3	8	22,5	7	9,2	19	0,8	1	0,8	9	22,1	11	4,2	15	56,1	9	28,3	22	1.076,0	124	143,8	143,8	8/4/1943
1944	81,9	14	15,4	22	77,3	9	40,8	13	375	22	81,3	26	347	25	48,2	29	192	22	27,8	4	31,5	7	8,6	2	13,1	3	8,4	17	0,8	1	0,8	28	4,3	3	2,2	18	4,6	4	2,1	11	0	0	0	1	37,8	13	14,4	22	1.165,7	123	81,3	81,3	26/3/1944
1945	149,1	13	53,6	17	416	22	61,6	24	232	21	51,2	26	490	26	70,5	24	302	21	59,8	28	177	24	37,8	11	74,3	8	38,5	5	26,2	7	9,7	31	4,3	4	2,3	20	13	8	3,4	1	25	8	7,9	28	11,1	4	7,4	5	1.919,5	166	70,5	70,5	24/4/1945
1946	259,2	17	88,7	30	303	20	73,3	10	389	22	61	21	464	25	101	24	99,8	18	24,8	17	142	18	35,4	13	17,7	7	4,3	23	13,6	4	8,1	14	9	5	4,4	9	7,5	5	2,4	28	1,5	1	1,5	16	95,6	10	51,2	21	1.801,6	152	101,3	101,3	24/4/1946
1947	49,2	11	22,8	24	174	15	64,2	1	501	25	64	10	365	24	48,1	28	320	20	101	11	58,6	13	30,9	13	129	4	74,2	4	4,1	4	1,5	6	12,5	7	6,6	28	2,7	3	2	12	151	5	103	26	137	16	93,2	21	1.903,1	147	100,6	103,1	26/11/1947
1948	48	9	24	26	67,7	11	33,7	19	542	28	80,7	29	209	21	52,7	10	263	18	105	2	216	18	73	2	41,9	10	11,1	13	11,3	7	3	6	25,9	6	14	19	9,4	4	4,5	23	2,5	4	1	1	2,1	4	1	24	1.438,2	140	105,4	105,4	2/5/1948
1949	35,7	9	16,3	10	127	13	44,5	15	477	19	72,5	23	326	16	74,3	23	581	24	173	5	272	12	84,5	26	19	4	17	12	12,9	4	8,5	23	9,4	6	2,7	27	4,4	2	3,6	5	4,3	5	1,5	8	2,7	4	1	8	1.871,2	118	173,2	173,2	5/5/1949
1950	129,4	9	71,2	18	150	14	63	4	580	23	67,5	5	392	26	78,5	29	146	13	40,3	14	4,4	4	1,8	11	65,7	7	28,5	1	2,4	3	1,5	15	3,9	4	2,8	20	9,5	7	6	16	8,3	3	6	15	25,2	7	12,5	24	1.516,1	120	78,5	78,5	29/4/1950
1952	83,1	9	20,3	7	91,4	11	31,3	23	546	21	117	3	391	23	85,9	1	134	16	26,6	22	27,1	11	4,9	12	23,4	7	8,7	22	9,6	7	5,7	4	7,5	3	6	30	6	4	4,2	18	0,9	2	0,5	26	7,2	4	4,3	18	1.326,8	118	116,5	116,5	3/3/1952
1953	45,8	9	13,9	17	74,5	6	50	21	201	23	50,4	25	406	17	76,2	26	106	16	18,9	25	46	8	18,2	12	2,2	2	1,2	2	0	0	0	1	17,2	7	6,6	23	9,5	4	3,2	21	2,7	2	1,5	20	7,4	3	5,5	24	917,8	97	76,2	76,2	26/4/1953
1954	21,3	6	8	4	212	16	110	16	205	24	31	6	207	20	32	12	195	25	26	9	121	15	56,5	3	10,6	6	4,8	17	6,7	2	6	8	2	3	1	29	0,6	2	0,4	14	3,7	2	3,5	27	9,7	5	4,5	15	994,4	126	110	110	16/2/1954
1955	74,7	5	34	24	78,5	8	37,3	7	134	7	67	16	348	20	77,1	11	166	9	76,2	14	21,2	2	16,1	22	8,5	1	8,5	3	3,1	1	3,1	6	13,4	1	13,4	12	13,9	3	9,4	28	11,2	3	5	29	69,2	4	52	6	941,4	64	77,1	77,1	11/4/1955
1956	72	9	18,1	4	113	9	31,2	5	141	14	46,6	19	226	12	89,8	2	124	15	21,3	3	49	4	36,9	14	38,8	4	22,5	31	37,1	3	17,6	13	6,7	2	3,9	20	2,1	1	2,1	29	0	0	0	1	6	2	3,1	13	816,4	75	89,8	89,8	2/4/1956
1959	144,9	10	56,1	27	206	12	55	24	461	23	106	29	195	15	36,1	23	369	10	117	7	82,9	9	18,4	23	0	0	0	1	18,1	4	6,2	31	1,4	1	1,4	16	0	0	0	1	0	0	0	1	9	4	3	16	1.487,6	88	117,2	117,2	7/5/1959
1961	257,7	8	87,8	31	403	20	94,1	1	313	17	51,5	22	395	20	69,5	15	167	17	36,2	1	82,4	8	12,4	2	107	4	52,3	18	0,3	2	0,2	2	15,9	5	12,8	15	5	6	2,2	10	8	7	3,6	28	68,1	9	35,3	20	1.822,0	123	94,1	94,1	1/2/1961
1962	71,9	15	20	23	101	17	19	24	359	23	72	20	381	24	64,2	1	174	19	66,6	6	93,3	9	45	6	5,8	6	2,6	29	28,7	5	24,2	29	31,5	9	16	20	7,2	5	3,2	15	11,8	7	3,2	29	11,7	10	3	28	1.276,7	149	72	72	20/3/1962
1963	221,1	15	75	20	249	22	43,9	28	630	29	129	21	586	21	171	30	119	18	22	5	41,9	9	26,6	2	4	2	3	4	0,2	1	0,2	8	6	4	3	24	2,3	2	2	30	42,7	12	13,1	22	209	16	62,5	28	2.110,3	151	170,7	170,7	30/4/1963

Figura x: Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais

DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS

RODOVIA BR-222/CE
TRECHO ENTR BR-020 AO ENTR CE-422 (P/PECÉM)
SUBTRECHO ENTR BR-020 AO ENTR CE-422 (P/PECÉM)
SEGMENTO KM 11,40 AO KM 35,70

ESTAÇÃO : FORTALEZA - (SUB-BACIA RIOS ACARAÚ,PIRANGI E OUTROS)
LATITUDE : 3º46'00,1(UTM N 9.583.657,98 m)
LONGITUDE : 38º52'59,(UTM E 514.191,72 m)
CÓDIGO : 338000

ENTIDADE : ANA HIDROWEB EM 11/1/2023
PERÍODO : 1916 A 2018
Uf. : CEARÁ
MUNICÍPIO: FORTALEZA

ANOS	MESES																																		DADOS ANUAIS				
	janeiro				fevereiro				março				abril				maio				junho				julho				agosto				setembro				outubro				novembro				dezembro				Total	Dias de	Máxima ano Hidro. *	Máxima	Dia
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	(mm)	chuva			máxima
1964	295,3	22	49	26	504	25	68,5	8	389	26	105	3	559	26	112	26	311	27	82,1	21	94,8	16	13	10	146	21	34,2	21	26,4	13	10	20	70,8	22	22	17	10	5	7	5	3,8	5	3,2	19	17,2	8	9	25	2.425,5	216	112,2	112,2	26/4/1964
1965	112,9	17	35,2	5	10,2	5	4,8	26	219	21	55,5	28	469	26	67,4	5	384	27	55,6	4	314	28	78	19	60,7	11	23	8	27,7	9	14,4	15	13,7	9	3,4	1	5,9	6	2	9	2,1	2	2	15	10,2	10	4,2	24	1.629,4	171	78	78	19/6/1965
1966	27,2	4	24,1	20	48,2	13	20,8	9	182	17	76,8	15	329	18	118	20	300	25	78,6	20	155	17	31	4	156	15	33,8	14	15,7	9	8,2	12	44,6	11	13,8	12	2	3	1,1	30	19,4	10	5,1	5	9,8	5	4,6	3	1.289,0	147	117,8	117,8	20/4/1966
1967	21,8	13	5	2	403	23	94	15	363	26	40,2	1	357	26	78	12	438	25	119	11	182	20	34,4	20	88,4	16	29	27	32,2	9	13,4	4	22,6	4	16	4	17,8	9	4,3	30	2,4	4	1,4	10	9,2	7	4,1	29	1.936,9	182	119,1	119,1	11/5/1967
1968	260	15	98	25	107	12	27,3	13	211	29	46,8	30	342	23	75,2	15	291	24	51	3	20,4	8	11	2	59,9	6	38,8	6	11	5	4,2	1	6,7	5	4,6	15	27,2	3	14,8	28	2,3	5	0,8	24	46,7	12	19,7	28	1.385,4	147	98	98	25/1/1968
1969	81,2	13	15	25	101	19	29,4	23	490	27	79,2	13	350	25	38,5	4	375	26	74,4	6	152	19	39,4	24	184	21	28,3	7	26,8	9	7,6	6	19,4	14	5,6	27	19,9	11	7	22	1,5	6	0,8	2	4	4	2,6	13	1.802,8	194	79,2	79,2	13/3/1969
1970	92,6	12	38,7	23	39	17	14	2	221	21	55,5	21	579	24	196	26	53,5	12	16,4	4	89,2	16	37,6	6	33,2	9	12,6	22	15,3	11	3,9	26	4,1	8	1,2	3	6	9	2,6	26	47,1	11	18	9	12,5	7	4,4	7	1.191,9	157	196,1	196,1	26/4/1970
1973	124,5	21	24,3	11	385	19	98,8	26	424	29	50,1	6	408	29	54,2	10	324	24	112	22	232	24	41	15	196	21	48	27	25,8	10	10,6	5	38,8	10	16,4	16	12,9	5	7,3	18	26,8	7	9,2	29	11,3	9	3	18	2.208,9	208	112	112	22/5/1973
1974	318	17	63,7	28	204	21	53,8	1	547	26	63,5	9	642	28	124	28	681	28	198	1	151	23	36,7	2	21,5	10	9	11	31,8	8	25,6	2	62,4	16	18,2	6	25,3	12	9,4	10	19,7	10	11	30	84,1	18	21,4	6	2.787,3	217	198	198	1/5/1974
1975	101,9	18	19,8	23	132	22	44,1	22	484	24	76,5	14	253	27	34,8	21	422	29	57,6	5	158	20	20,4	12	120	15	31,8	6	12,1	7	4	20	35,9	13	19,1	7	13,7	6	8,7	5	13,4	7	8,1	28	92,1	21	21,5	6	1.836,2	209	76,5	76,5	14/3/1975
1976	53,5	15	38,2	31	382	24	62,3	18	333	26	43,8	8	371	23	80,9	15	113	16	36,6	28	71,6	16	19,6	16	37,3	10	18,8	6	24,3	9	16,8	23	4,9	6	3	4	12,4	11	3,7	7	21	7	10,6	20	10,7	7	5,4	29	1.434,5	170	80,9	80,9	15/4/1976
1977	225,2	17	70	27	155	19	22,9	22	251	28	34,3	31	341	25	91,6	29	196	23	38,8	14	499	27	142	2	218	15	49	5	36	11	11,4	11	6,7	4	5,4	21	19,4	7	8,8	2	3,1	7	0,7	15	2,7	5	1,2	3	1.952,1	188	142,4	142,4	2/6/1977
1978	78,3	16	16,4	16	284	12	132	11	199	22	45,9	2	238	20	104	21	209	25	28,6	11	79,2	17	12,8	15	226	23	37,8	13	10	5	4,4	29	33,9	13	14,4	6	22,9	9	9,6	28	5,6	8	1,8	18	53,9	10	16,9	5	1.439,3	180	131,8	131,8	11/2/1978
1979	51,7	7	36,4	20	85	6	46,8	24	65,3	8	24,1	24	72,1	14	26,3	30	266	19	47	16	67,4	7	24,5	15	2,4	2	2,3	17	14,1	5	5,7	29	2,8	4	1,3	22	0,1	1	0,1	21	9,4	5	4,2	8	14,7	7	5,4	12	650,7	85	47	47	16/5/1979
1980	93,5	12	34,6	11	314	18	84,6	27	179	19	63,2	7	56,9	18	16,4	16	44,4	12	31	25	72,6	14	28,8	5	49,1	5	30,8	1	29,7	5	27	31	23,2	7	7,7	11	12,2	5	6,4	1	7,2	8	1,9	22	8,9	7	4,8	20	890,5	130	84,6	84,6	27/2/1980
1981	57,5	16	14,2	26	29,9	8	17,1	6	242	11	94,8	27	124	8	57	6	120	13	24,8	21	28,9	5	24	13	0	0	0	1	6,3	3	4,7	18	0	0	0	1	0,3	2	0,2	19	7,4	4	4,8	4	20,2	5	9,4	25	636,2	75	94,8	94,8	27/3/1981
1982	70,4	15	19,4	22	91,1	17	21	27	125	21	14,6	8	192	20	30,3	16	108	18	24,3	24	60,4	9	25,4	1	49,2	12	12,9	15	21,5	7	14,2	26	19,4	12	7,1	2	22,3	7	8,4	29	2,2	6	1,4	28	17,7	8	10,1	29	779,1	152	30,3	30,3	16/4/1982
1983	23,5	8	9,1	30	166	15	70,6	13	289	23	85,5	5	138	17	43,2	4	79,4	20	18,1	22	116	15	32,8	14	48,8	13	11	10	20,6	9	7,7	21	5,7	8	1,7	15	12,3	8	6,2	3	0,5	1	0,5	16	59,4	7	26	27	959,2	144	85,5	85,5	5/3/1983
1984	38,8	5	33,5	26	253	17	112	7	381	21	47	25	384	25	72,7	14	363	27	96	9	256	20	69,3	5	171	16	39,4	29	61,1	10	24,6	30	14,7	7	5,7	8	40,4	12	11,6	2	1	5	0,3	16	5	5	2,8	12	1.969,6	170	112,1	112,1	7/2/1984
1985	212,4	26	36	28	406	28	56,2	22	560	29	86	19	654	25	105	3	326	27	71,2	20	251	20	66,2	18	184	19	72,7	13	23	11	11	27	38,3	10	14,8	10	0,6	2	0,4	14	12,4	8	2,7	10	235	17	61,9	15	2.900,1	222	105	105	3/4/1985
1994	148,6	19	34,7	2	217	19	41,7	11	418	28	72,8	30	495	25	81	2	292	24	59	2	568	28	77,6	17	54,4	13	10,2	15	9,2	7	4,3	19	15,7	6	7	15	9,2	8	3,5	17	15,4	4	7,9	14	56,3	9	33,4	28	2.298,5	190	81	81	2/4/1994
1995	133,7	14	77,4	9	0	0	0	1	454	20	88	30	668	30	93,8	6	373	23	61,9	22	189	15	55,2	22	86,1	12	32,8	2	1,7	3	1,2	27	0,7	2	0,6	29	13,7	6	10,6	14	31,3	12	5,6	6	26,8	3	17	28	1.977,9	140	93,8	93,8	6/4/1995
1996	115,1	20	36,5	17	252	21	112	26	466	27	111	11	403	28	74,2	1	302	21	73,6	4	33,5	7	14	2	21,4	7	7,8	18	32,7	8	13,6	3	11,9	6	6,3	17	22,8	10	10,2	19	9,9	7	4,4	16	12,6	8	3,6	9	1.682,1	170	112,2	112,2	26/2/1996
1997	33,1	12	11,6	28	94,9	16	23,3	19	168	15	53,8	4	425	23	105	25	191	24	30,1	19	16	7	3,8	2	33,9	6	28	31	18	6	13,5	1	0,1	1	0,1	20	6,3	4	4	10	20,3	9	6	18	47	9	34	21	1.053,4	132	104,8	104,8	25/4/1997
1998	176,3	21	40,8	11	55,6	13	20,8	3	385	25	89,6	23	182	18	48,4	28	74,2	10	21,6	9	7,2	3	3,2	28	33,1	6	23,5	31	28,3	10	12,4	14	5,2	5	1,7	20	9,1	10	2,6	3	2,4	5	1,2	27	17,7	12	5,4	23	976,5	138	89,6	89,6	23/3/1998
1999	59,3	13	22,6	22	166	17	37	24	237	26	67,5	19	328	23	47,3	27	361	25	73,8	1	43,2	11	11,4	4	10,4	2	10,1	7	5,5	2	5,2	30	49,9	12	31,3	13	8,6	6	6,7	4	9,5	9	5,3	3	45,1	10	23,2	22	1.324,4	156	73,8	73,8	1/5/1999
2002	287,5	22	74	18	88,3	15	43	15	344	26	60	23	505	27	88	29	197	21	31	27	190	19	36	16	120	11	46,6	10	14,2	4	13	16	9,1	8	4,4	15	40,3	9	22,1	16	20	12	5,6	13	4,3	7	1,8	10	1.819,9	181	88	88	29/4/2002
2003	151	13	43,2	30	255	23	31,2	24	548	30	94,1	19	499	23	119	26	332	18	57,4	5	182	17	41,6	1	16,8	5	8,8	12	12,5	11	4,2	18	9,2	3	8,3	14	4,4	6	1,5	8	19,1	12	11,6	12	40,1	14	23,4	11	2.068,3	175	119,4	119,4	26/4/2003
2004	447,2	21	181	29	356	26	66,6	9	516	21	163	7	107	22	18,9	26	64,2	13	26,4	21	263	20	83,7	22	109	12	46,9	17	11,3	5	8,2	16	24,6	9	15,4	22	2,4	6	0,8	5	1,5	5	0,5	26	26,3	6	12,7	7	1.928,3	166	180,6	180,6	29/1/2004
2005	9,5	9	2,7	21	109	15	47,6	16	194	19	37,8	31	206	19	26,4	11	366	22	66,6	12	162	21	26,2	3	49,4	10	14,1	9	15,1	7	5,4	25	1,7	5	0,6	20	0,4	1	0,4	14	0,8	3	0,5	7	24,6	5	21,2	25	1.138,2	136	66,6	66,6	12/5/2005
2006	42,8	15	9,4	16	106	17	20,8	24	208	25	31	23	575	26	91	21	506	21	115	1	179	15	90,4	16	41,6	9	17,6	7	15,9	7	6,7	17	11,7	5	5	16	6,1	7	2,1	25	7,4	8	3	14	7,6	7	3,8	25	1.705,9	162	115,4	115,4	1/5/2006
2007	37,3	9	10	7	329	22	91	23	341	28	72,5	12	359	24	80	21	180	17	44,2	2	67,9	12	23,2	6	56,7	6	44,7	23	0,8	2	0,5	23	2,9	3	2,5	6	0,9	2	0,6	9	3,9	5	1,4	14	76,2	15	19,1	28	1.455,0	145	91	91	23/2/2007
2008	278,4	24	57,6	14	62,7	14	20,2	22	316	24	67,8	21	483	24	75,4	29	289	23	70	3	94,7	6	44,2	9	10,5	7	3,9	19	54,9	4	34	9	0	0	0	1	2	2	1,2	3	2,9	2	2,3	15	8	3	4,4	8	1.602,3	133	75,4	75,4	29/4/2008
2009	162	17	50,2	22	307	21	48,2	23	480	26	67	11	561	23	91,2	30	306	25	73,8	21	253	12	72,6	23	209	17	46,6	6	41,3	8	15,9	23	3,4	4	1,8	16	7,5	6	2,2	18	7	6	2,4	18	23,6	10	8,6	18	2.359,5	175	91,2	91,2	30/4/2009
2010	70,9	13	35,4	4	76,2	12	37,7	10	235	16	48,4	21	310	21	64,4	18	177	16	87	31	90,1	8	63,8	1	54,2	7	36,2	16	3,1	2	2,7	7	0	0	0	1	3,8	2	3,3	22	13,2	6	6,4	5	76,4	13	30,6	18	1.109,3	116	87	87	31/5/2010
2011	668,3	23	126	25	309	22	57,2	16	376	20	101	12	387	27	82	12	160	18	39,4	11	141	15	77,2	24	123	10	53,4	16	24,4	6	12,8	26	0	0	0	1	32,8	11	12,1	21	24,4	12	8,4	12	14,9	8	3,7	21	2.260,9	172	126,3	126,3	25/1/2011
2012	48,2	12	20,6	20	210	20	33,4	27	302	23	51,4	28	152	25	34,4	2	143	13	103	23	140	18	110	23	6,3	7	2,4	28	0	0	0	1	2,1	2	1,6	13	11,3	9	4,7	26	3,7	4	1,7	30	14	11	5,5	24	1.033,3	144	109,8	109,8	23/6/2012
2013	46,7	13	9,6	14	110	13	38,2	20	0	0	0	1	155	20	32,1	20	149	18	32,3	15	218	20	58,1	24	202	26	38,5	27	211	23	39,6	20	109	18	19,8	15	0	0	0	1	11,2	9	5,7	30	10,6	7	7,9	20	1.221,8	167	58,1	58,1	24/6/2013
2014	67,2	18	13,1	30	144	15	54,5	4	331	23	135	31	267	23	49,6	28	257	22	47,6	1	56	11	17,1	7	35,6	9	10,2	13	1,7	2	0,9	4	7,5	9	2,1	20	4,4	6	3	7	1,5	3	1,1	3	48,9	12	24	29	1.221,6	153	135	135	31/3/2014
2015	72,2	9	33,2	3	145	19	30	25	378	24	101	9	296	24	51,6	14	81,1	16	17,4	27	66,2	16	22,2	4	145	13	40,6	5	12,7	2	11,2	22	15,2	10	5,4	2	1,1	1	1,1	31	1,2	5	0,4	16	47,4	11	16,6	26	1.260,5	150	100,8	100,8	9/3/2015
2018	151,6	19	25	18	230	23	47	17	277	22	79	10	186	21	36,4	8	217	19	65,2	10	51,2	8	21,8	7	97,4	4	40,3	8	21	8	10,2	2	5,4	5	2,6	11	6,3	7	2,4	14	3,3	3	2,2	4	197	15	89,6	23	1.443,3	154	79	89,6	23/12/2018

Obs.: A) Instrumento medidor: Pluviômetro
B) * Foram utilizados os dados de precipitação brutos, obtidos através da máxima do Ano hidrológico entre o mês de novembro a outubro do ano seguinte.
C) Posto que caracteriza o regime pluviométrico do trecho e cujas as alturas estão de acordo com mapas das Isoietas.

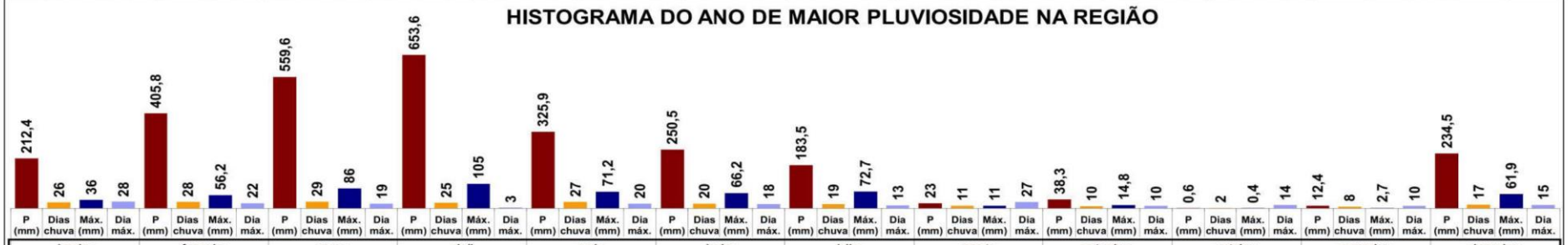
DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS

RODOVIA BR-222/CE
TRECHO ENTR BR-020 AO ENTR CE-422 (P/PECÉM)
SUBTRECHO ENTR BR-020 AO ENTR CE-422 (P/PECÉM)
SEGMENTO KM 11,40 AO KM 35,70

ESTAÇÃO : FORTALEZA - (SUB-BACIA RIOS ACARAÚ,PIRANGI E OUTROS)
LATITUDE : 3º46'00,1(UTM N 9.583.657,98 m)
LONGITUDE : 38º52'59,(UTM E 514.191,72 m)
CÓDIGO : 338000

ENTIDADE : ANA HIDROWEB EM 11/1/2023
PERÍODO : 1916 A 2018
Uf. : CEARÁ
MUNICÍPIO: FORTALEZA

HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO



Dados gerais

ANO	janeiro				fevereiro				março				abril				maio				junho				julho				agosto				setembro				outubro				novembro				dezembro				Total	Dias de	Máxima ano Hidro. *	Máxima	Dia
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	(mm)				
1985	212,4	26	36	28	406	28	56,2	22	560	29	86	19	654	25	105	3	326	27	71,2	20	251	20	66,2	18	184	19	72,7	13	23	11	11	27	38,3	10	14,8	10	0,6	2	0,4	14	12,4	8	2,7	10	235	17	61,9	15	2.900,1	222	198	105	3/4/1985

FONTES: ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS — SIH/ANA - Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB - versão Web:http://hidroweb.ana.gov.br/)

Figura x :Histograma do Ano de Maior Pluviosidade na Região.

8.1.5 Análise Estatística

O período de recorrência (TR) é definido como sendo o intervalo médio de anos dentro do qual ocorre ou é superada uma dada chuva de magnitude P. Se Pb é a probabilidade desse evento ocorrer ou ser superado em um ano qualquer, tem-se a relação TR = 1/Pb.

Como em geral não se pode conhecer a probabilidade teórica Pb, faz-se uma estimativa a partir da frequência (F) das precipitações máximas diárias observadas. Tomando-se, por exemplo, N anos de observação de um determinado posto pluviométrico, seleciona-se a precipitação máxima diária ocorrida em cada ano, obtendo-se o que se chama de série anual de valores. Ordenando-se em ordem decrescente com um número de ordem M que varia de 1 a N, pode-se calcular a frequência com que o valor P de ordem M é igualado ou superado no rol de N anos como sendo F = M / N+1 (Critério de Kimball).

Quando N é muito grande, o valor de F é bastante próximo de Pb, mas para poucas observações pode haver grandes afastamentos.

De acordo com a lei dos extremos, a lei de distribuição estatística da série de N, tem-se constituída pelos maiores valores de cada amostra tende assinteticamente para uma lei simples de probabilidade, que é independente da que rege a variável aleatória das diferentes amostras e no próprio universo da população infinita.

Esta é a base do método de Gumbel, em que se calcula Pb pela relação:

$$y = \frac{1}{0{,}7797\sigma}(P - \bar{P} + 0{,}45\sigma)$$

$$P_b = 1 - e^{-e^{-y}} \qquad \text{sendo}$$

- P = Média das N precipitações máximas diárias;
- Pb = Probabilidade da precipitação máxima diária de um ano qualquer ser maior ou igual a P;
- σ = Desvio padrão das N precipitações máximas diárias.

A expressão de “y” mostra que existe uma relação linear entre ele e o valor de P. Pode-se grafar esta reta conhecendo-se:

$$P = \frac{\sum_{1}^{N} P_i}{N} \qquad e \qquad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{N} \left(P_i - \overline{P}\right)^2}{N-1}}$$

O eixo onde estão marcados os valores de y pode ser graduado em tempos de recorrência através da relação:

$$T_R = \frac{1}{P_b} = \frac{1}{1 - e^{-e^{-y}}}$$

Dessa maneira, a cada precipitação corresponderá um período de retorno.

A relação obtida por Gumbel supõe que existam infinitos elementos. Na prática, pode-se levar em conta o número real de anos de observação utilizando-se a fórmula geral de Ven Te Chow.

$$P = P + k\sigma$$

Onde:

- P = É a precipitação máxima diária para um certo período de recorrência, em mm;
- K = Coeficiente que depende do número de amostras e do período de recorrência;
- σ = Desvio padrão das N precipitações máximas diárias.

O processo estatístico utilizado neste projeto considerou o critério de Kimball e a fórmula geral de Ven Te Chow.

- Metodologia utilizada na determinação dos valores de precipitação, duração e frequência de chuvas

Com os dados coletados de chuva elaborou-se o presente estudo, visando à determinação das alturas para períodos de recorrência e diferentes durações. A metodologia empregada foi o método de “Probabilidade Extrema de Gumbel”.

Para este estudo escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano durante todo o período, para o posto. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo Método das Isozonas.

A seguir apresenta-se os cálculos que fornecem as relações entre a precipitação máxima, período de retorno e a probabilidade de ocorrência, para o posto estudado:

- Tabelas dos Cálculos - Análise Estatística Pluviométrica das Precipitações Máximas Diárias;
- Memórias de Cálculos - K para o Período de Recorrência (Tr, anos);
- Memória de Cálculo da Chuva de um Dia, no Tempo de Recorrência Previsto.

TABELAS DOS CÁLCULOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS (1)

NOME DA ESTAÇÃO: FORTALEZA — BACIA DO URUBU - PIRANHINHA
CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO (ANEEL): 338808 — LATITUDE : 3°48'30,12"
PERÍODO : 1916 À 2019 — LONGITUDE : 38°32'30,48"

ANO HIDROLÓGICO (2) (MÊS/ANO)	SEQ.	P. ANO HIDROLÓGICO (mm)	Nº ORDEM (n)	P ORDENADAS (mm)	P-Pm	(P-Pm)²	Pm / (m+1)%	Tr=1 / F
11/1917 a 10/1918	12	1.253,3	1	1.169,00	101,8	10.311,7	1,2	99,0
11/1918 a 10/1919	48	892,4	2	1.166,10	99,0	9.828,4	2,4	49,5
11/1919 a 10/1920	55	868,6	3	1.167,60	84,1	7.898,8	3,5	33,3
11/1920 a 10/1921	79	853,3	4	1.123,20	76,7	5.898,8	4,7	21,3
11/1921 a 10/1922	71	703,1	5	1.170,70	76,2	5.513,5	5,9	17,8
11/1922 a 10/1923	73	861,1	6	1.143,80	47,3	2.341,7	7,1	14,2
11/1923 a 10/1924	57	763,4	7	1.142,40	45,9	2.111,1	8,2	12,1
11/1924 a 10/1925	64	774,0	8	1.137,20	40,6	1.668,4	9,4	10,5
11/1925 a 10/1926	77	844,7	9	1.135,00	38,5	1.488,8	10,6	9,4
11/1926 a 10/1927	36	697,3	10	1.131,80	35,3	1.248,4	11,8	8,5
11/1927 a 10/1928	72	868,8	11	1.126,30	29,8	890,8	12,9	7,7
11/1928 a 10/1929	65	743,0	12	1.126,30	29,8	892,1	14,1	7,1
11/1929 a 10/1930	69	712,2	13	1.119,40	22,9	526,5	15,3	6,5
11/1930 a 10/1931	74	677,5	14	1.116,10	22,6	512,9	16,5	6,1
11/1931 a 10/1932	44	760,4	15	1.117,80	21,3	455,7	17,6	5,7
11/1932 a 10/1933	62	776,0	16	1.117,20	20,7	428,4	18,8	5,3
11/1933 a 10/1934	82	844,6	17	1.116,80	20,0	401,9	20,0	5,0
11/1934 a 10/1935	66	743,0	18	1.115,40	18,9	358,0	21,2	4,7
11/1935 a 10/1936	30	692,0	19	1.112,20	15,7	248,8	22,4	4,5
11/1936 a 10/1937	75	805,7	20	1.112,20	15,7	248,8	23,5	4,3
11/1937 a 10/1938	31	611,0	21	1.112,10	15,6	244,8	24,7	4,0
11/1938 a 10/1939	8	737,3	22	1.112,00	15,5	241,7	25,9	3,9
11/1939 a 10/1940	41	811,6	23	1.110,00	13,5	183,5	27,1	3,7
11/1940 a 10/1941	78	803,6	24	1.081,60	13,0	178,1	28,2	3,6
11/1941 a 10/1942	36	866,6	25	1.068,60	12,1	167,5	29,4	3,4
11/1942 a 10/1943	61	655,4	26	1.067,30	10,9	117,6	30,6	3,3
11/1943 a 10/1944	6	743,0	27	1.065,40	9,0	80,0	31,8	3,1
11/1944 a 10/1945	51	811,3	28	1.065,00	8,5	73,0	32,9	3,0
11/1945 a 10/1946	70	703,5	29	1.064,60	8,3	68,7	34,1	2,9
11/1946 a 10/1947	32	811,3	30	1.062,00	5,8	33,8	35,3	2,8
11/1947 a 10/1948	38	803,6	31	1.061,80	5,3	28,8	36,5	2,7
11/1948 a 10/1949	27	855,4	32	1.061,30	4,8	23,5	37,6	2,7
11/1949 a 10/1950	4	773,2	33	1.060,80	4,3	18,9	38,8	2,6
11/1950 a 10/1951	56	763,5	34	1.060,60	4,1	17,2	40,0	2,5
11/1951 a 10/1952	17	793,5	35	1.057,00	1,5	2,4	41,2	2,4
11/1952 a 10/1953	81	765,2	36	1.056,50	0,3	0,1	42,4	2,4
11/1953 a 10/1954	23	793,0	37	1.054,80	-1,7	2,7	43,5	2,3
11/1954 a 10/1955	59	777,1	38	1.048,10	-3,4	5,5	44,7	2,2
11/1955 a 10/1956	45	803,6	39	1.053,80	-3,7	7,0	45,9	2,2
11/1956 a 10/1957	16	777,2	40	1.052,40	-4,1	16,4	47,1	2,1
11/1957 a 10/1958	35	784,1	41	1.051,60	-4,9	23,9	48,2	2,1
11/1958 a 10/1959	68	772,0	42	1.051,20	-5,3	27,8	49,4	2,0
11/1959 a 10/1960	5	703,7	43	1.051,00	-5,5	29,7	50,6	2,0
11/1960 a 10/1961	19	732,2	44	1.050,40	-6,1	36,8	51,8	1,9
11/1961 a 10/1962	58	760,0	45	1.049,80	-6,7	44,3	52,9	1,9
11/1962 a 10/1963	15	717,0	46	1.049,60	-6,9	47,0	54,1	1,8
11/1963 a 10/1964	14	719,1	47	1.049,00	-8,5	71,5	55,3	1,8
11/1964 a 10/1965	35	860,0	48	1.047,00	-8,5	69,6	56,5	1,8
11/1965 a 10/1966	54	793,2	49	1.055,50	-11,0	120,0	57,6	1,7
11/1966 a 10/1967	2	895,1	50	1.044,60	-11,9	140,5	58,8	1,7
11/1967 a 10/1968	52	712,0	51	1.041,30	-15,2	228,6	60,0	1,7
11/1968 a 10/1969	1	869,0	52	1.041,00	-15,5	238,8	61,2	1,6
11/1969 a 10/1970	60	765,5	53	1.040,90	-15,6	241,9	62,4	1,6
11/1970 a 10/1971	53	803,6	54	1.038,20	-17,3	297,7	63,5	1,6
11/1971 a 10/1972	7	742,4	55	1.038,00	-17,5	304,6	64,7	1,5
11/1972 a 10/1973	10	731,5	56	1.037,50	-18,0	322,3	65,9	1,5
11/1973 a 10/1974	63	817,0	57	1.036,40	-19,1	365,9	67,1	1,5
11/1974 a 10/1975	50	844,6	58	1.036,00	-19,5	380,5	68,2	1,5
11/1975 a 10/1976	37	844,6	59	1.033,10	-19,4	374,6	69,4	1,4
11/1976 a 10/1977	64	803,3	60	1.036,50	-20,0	398,1	70,6	1,4
11/1977 a 10/1978	49	805,5	61	1.035,20	-20,3	410,3	71,8	1,4
11/1978 a 10/1979	21	732,1	62	1.035,00	-20,5	418,3	72,9	1,4
11/1979 a 10/1980	28	855,0	63	1.034,40	-21,1	443,3	74,1	1,3
11/1980 a 10/1981	52	811,0	64	1.034,00	-22,5	504,2	75,3	1,3
11/1981 a 10/1982	39	803,6	65	1.034,00	-22,5	504,2	76,5	1,3
11/1982 a 10/1983	30	732,2	66	1.034,00	-22,5	504,2	77,6	1,3
11/1983 a 10/1984	29	694,0	67	1.033,90	-22,7	513,3	78,8	1,3
11/1984 a 10/1985	46	850,6	68	1.012,00	-24,5	598,0	80,0	1,3
11/1985 a 10/2000	67	773,6	69	1.031,20	-25,3	637,7	81,2	1,2
11/2000 a 10/2001	47	880,0	70	1.031,50	-25,0	623,6	82,4	1,2
11/2001 a 10/2002	13	719,4	71	1.031,10	-25,4	634,5	83,5	1,2
11/2002 a 10/2003	3	803,6	72	1.030,60	-25,9	675,8	84,7	1,2
11/2003 a 10/2004	76	866,6	73	1.030,10	-26,4	803,9	85,9	1,2
11/2004 a 10/2005	18	715,4	74	1.027,50	-29,0	838,3	87,1	1,1
11/2005 a 10/2006	43	811,0	75	1.030,70	-25,8	665,3	88,2	1,1
11/2006 a 10/2007	63	765,4	76	1.030,50	-26,0	681,2	89,4	1,1
11/2007 a 10/2008	42	811,2	77	1.004,70	-31,8	1.008,3	90,6	1,1
11/2008 a 10/2009	45	817,0	78	1.003,90	-32,7	1.068,3	91,8	1,1
11/2009 a 10/2010	11	765,3	79	1.003,30	-33,2	1.098,3	92,9	1,1
11/2010 a 10/2011	24	699,0	80	1.008,10	-30,4	1.471,0	94,1	1,1
11/2011 a 10/2012	80	855,1	81	1.006,40	-41,1	1.688,4	95,3	1,0
11/2012 a 10/2013	9	735,0	82	1.004,50	-42,0	1.766,1	96,5	1,0
11/2013 a 10/2014	33	803,6	83	1.047,00	-49,5	2.445,7	97,6	1,0
11/2014 a 10/2015	66	750,0	84	1.038,30	-48,2	4.378,3	98,8	1,0

Obs. : (1) Método de "Probabilidade Extrema de Gumbel" - Ver publicação do DNER 478/26 - 1975 "Vazão de Dimensionamento de Bueiros".
(2) Ano hidrológico consiste em um período de 12 (doze) meses entre duas estações de chuvas consecutivas, o que, em geral, não coincide com o ano civil. Determina-se o ano

Figura x: Cálculos - Análise Estatística Pluviométrica das Precipitações Máximas Diárias

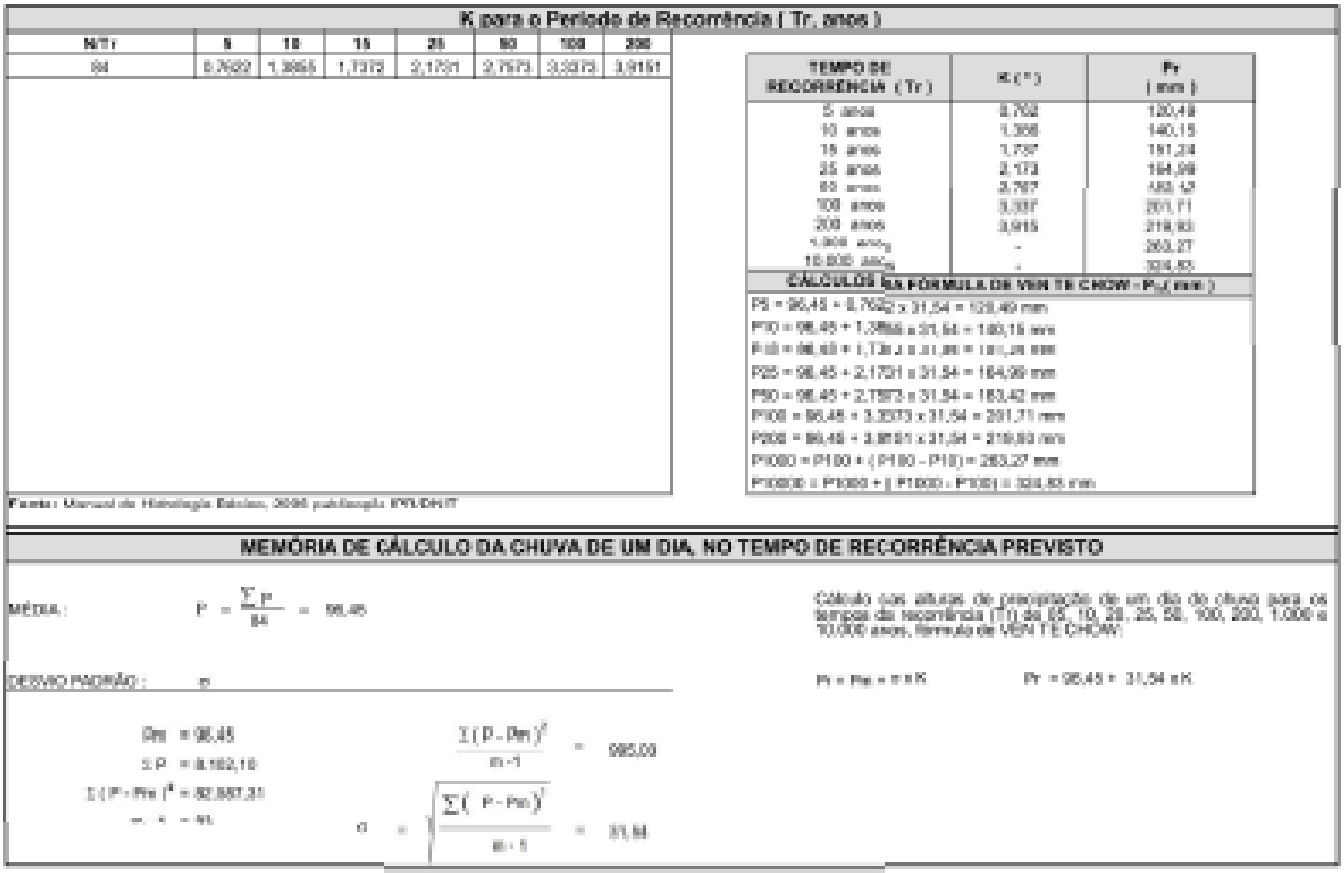


Figura x: Memórias de Cálculos - K para o Período de Recorrência (Tr, anos)

8.1.6 Determinação das Curvas de Precipitação x Duração x Frequência

Para a definição das curvas de precipitação x duração x frequência, lançou-se mão da metodologia proposta pelo engenheiro Jaime Taborga Torrico em sua publicação “Práticas Hidrológicas” de 1974.

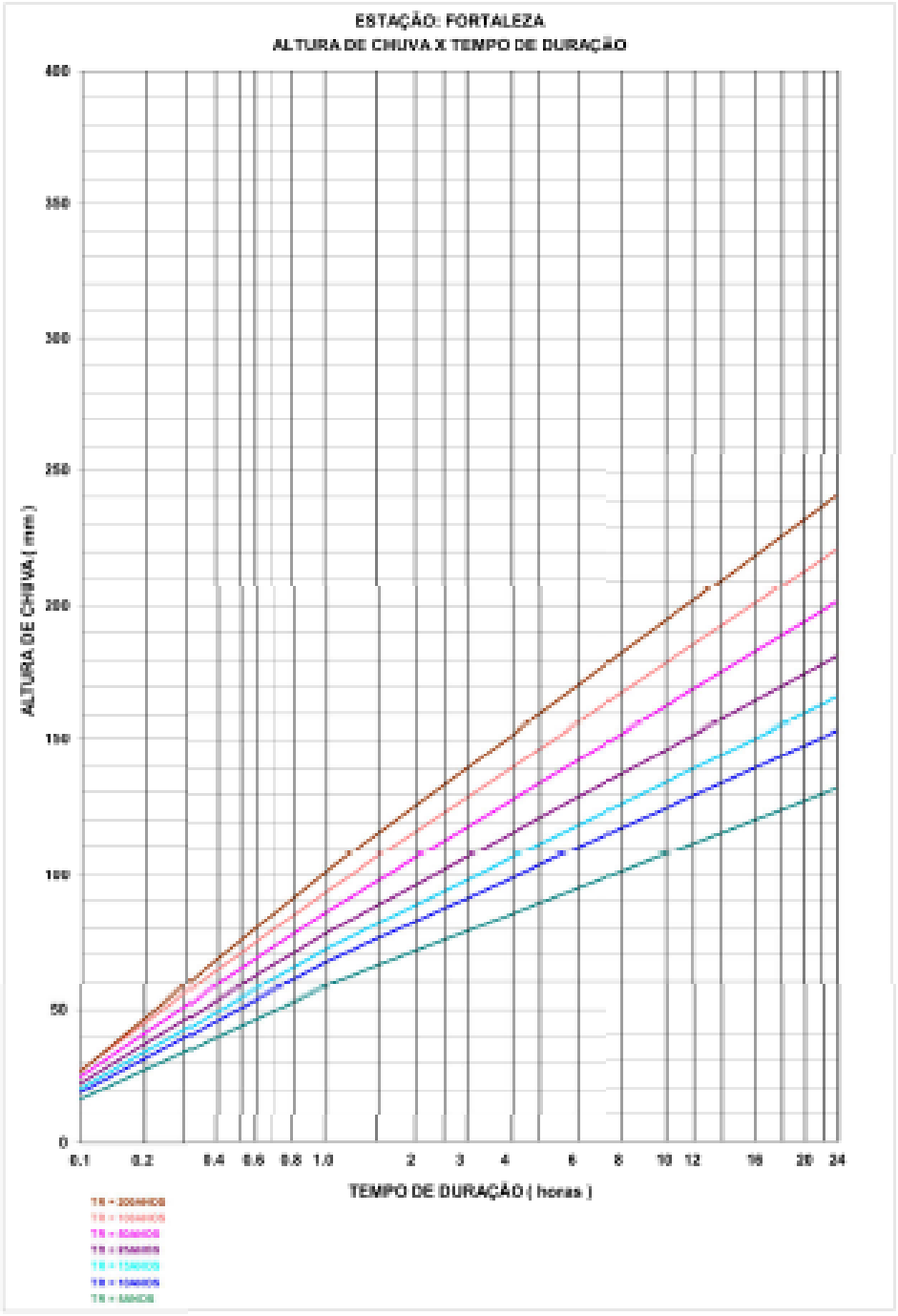
As precipitações determinadas no item anterior para os tempos de recorrência de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos correspondem as chuvas diárias (1 dia).

A metodologia adotada permitiu que, através de correlações propostas pelo método, fossem obtidas, a partir das chuvas diárias, as precipitações correspondentes a 1 dia, 1 hora e 6 minutos.

Após a determinação das alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcaram-se estes valores no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, e ligando-se os pontos marcados, obtiveram-se as alturas de precipitação para qualquer duração entre 6 minutos e 24 horas.

A seguir é apresentada o gráfico contendo as relações entre altura de chuva, tempo de duração e tempo de recorrência, que caracterizam o regime de chuvas do trecho em estudo:

Estação: Fortaleza - Altura de Chuva X Tempo de Duração



Fonte: PAPEL DE PROBABILIDADE DE HERSHFIELD E WILSON

8.1.7 Determinação das Vazões de Contribuição

O método de cálculo da vazão da contribuição da bacia foi determinado seguindo as diretrizes da

IS-203, conforme pode ser observado abaixo.

Área da bacia	Método de cálculo
Bacias com área até 4,0 km²	Racional
Bacias com área entre 4,0km² e 10,0km²	Racional corrigido
Bacias superiores a 10,0km²	HUT

Quadro x: Métodos de cálculo da vazão em função da área.

Diante do exposto, a única bacia identificada no estudo apresenta uma área de 39,04 km² eterá sua vazão calculada pelo método do Hidrograma Unitário Triangular-HUT.

MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

Aplicando para o cálculo de vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas entre 10,0 e 2.500,0 km², as bacias serão decompostas em sub-bacias menores fazendo-se o estudo específico para cada uma. No desenvolvimento do método foram adotadas as seguintes fórmulas:

1 - Cálculo de tempo de Pico (Tp):
Tempo de ascensão do hidrograma, em horas. Fórmula:

$$Tp = \frac{\Delta T}{2} + 0{,}6Tc$$

Sendo:
- ΔT = duração de chuva unitária, em horas;
- Tc = tempo de concentração, em horas.

O tempo de concentração é obtido utilizando-se a fórmula de **Kirpich**.

1 - Cálculo da duração da chuva unitária – ΔT é dado pela expressão:

$$\Delta T \cong \frac{Tc}{5}, \text{em horas.}$$

2 - Cálculo de tempo de descida (Tr):

Tr = 1,67 Tp, em horas

3 - Cálculo de tempo de base (Tb):

Tb = 2,67 Tp, em horas

Os parâmetros do Hidrograma Unitário Triangular (HUT), tempo Unitário (∆T), são descritos abaixo.

Para o cálculo da descarga de pontos do HUT, utiliza-se a fórmula:

$$\varphi\ (Tp) = \frac{2{,}08}{Tp}\ A,$$

Onde:

- ϕ (Tp) = descarga em, m/s/cm;
- A = área da bacia, em km² ;
- Tp = tempo do pico, em horas.

Para o cálculo do excesso de precipitação, utilizam-se as seguintes expressões:

$$\mathrm{Pm} = \mathrm{Pi}(1{,}0 - 0{,}10 \log \mathrm{A}/25)$$

Onde:

- Pm = precipitação média (mm);
- (1,0 – 0,10 log A/25) = Cr (coeficiente de redução), segundo Jaime Taborga;
- A = área da bacia em km2 e
- Pi = precipitação em mm, P = f(∆T) obtido no gráfico de precipitações.

$$Pei = \frac{\left[Pm - \left(\frac{5080}{CN} - 50{,}8\right)\right]^2}{Pm + \frac{20320}{CN} - 203{,}2}$$

Sendo:

- Pei = chuva efetiva, em mm;
- CN = complexo solo – vegetação ou número de deflúvio;
- Pm = precipitação média, em mm.

Para cálculo das chuvas efetivas (qi) parciais os tempos (ti), faz-se por simples diferença:

$$q_i \cong P_{ei} - P_{(ei-i)}$$

Para obtenção do HUT, usa-se as seguintes fórmulas:

$$HUT = \frac{\varphi(Tp) \times T_i}{Tp}; T_i \leq Tp$$

$$HUT = \frac{\varphi(Tp) \times (Tb - T_i)}{Tr}; T_i \geq Tp$$

Após obtenção das chuvas parciais qi e do HUT, procede-se a construção da tabela típica para cálculo dos valores de Qi, pela expressão:

$$Q_i = q_i \times \varphi 1 + q_{i-1} \times \varphi 2 + q_{i-2} \times \varphi 3 + ... + q_i \times \varphi_i$$

Este estudo consiste em verificar-se de todas as maneiras possíveis a conduta do solo sob a chuva, a retenção de água pela cobertura vegetal e pelo solo, e as características físicas da bacia contribuinte (como a forma, declividade, comprimento do talvegue principal, rede de drenagem etc.).

A fixação destes coeficientes é a óbvia importância na estimativa das vazões e é aquela que menos se presta a uma avaliação exata.

A avaliação criteriosa depende de uma análise de todos os fatores intervenientes.

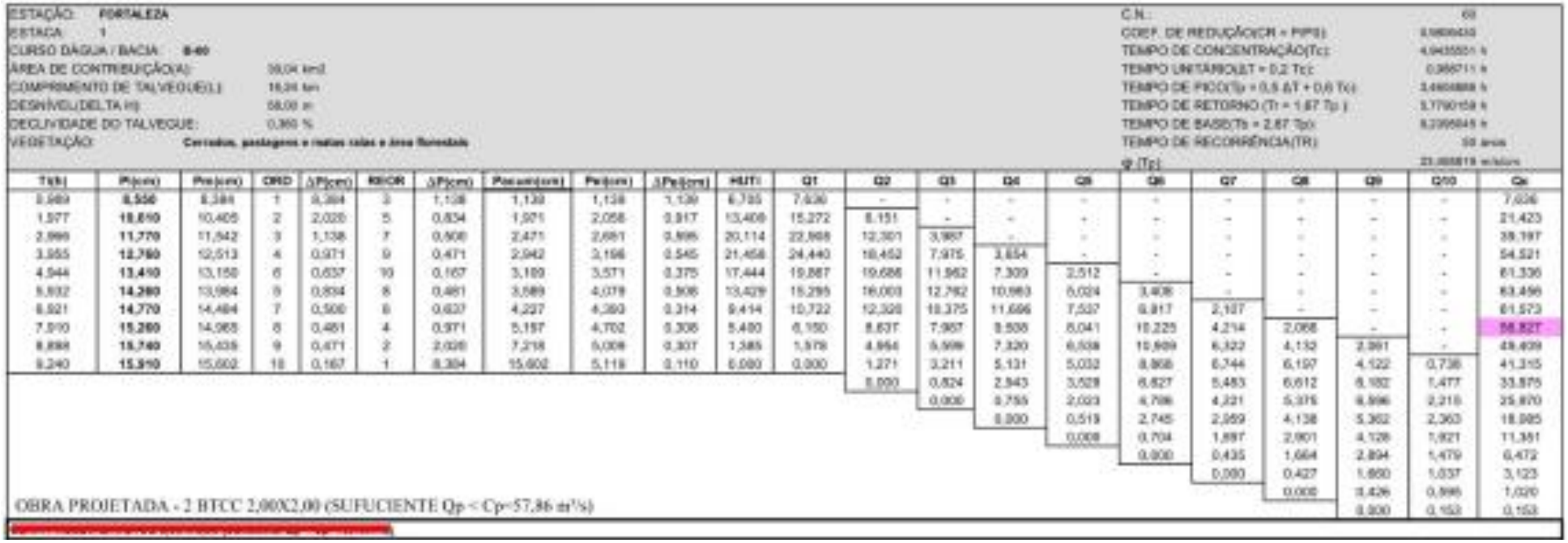
Condições De superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Terrenos estéreis e áreas urbanizadas	A	0,10	50	0,20	55	0,30	65
	B	0,20	55	0,30	60	0,40	70
	C	0,40	60	0,50	65	0,60	75
	D	0,60-0,80	70	0,60-0,90	75	0,60-1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,20	45	0,30	50	0,40	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,30	60	0,40	60	0,50	70
	D	0,40	65	0,50	70	0,60	75
Culturas e pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
Culturas Terraceadas	A	0,10	30	0,20	40	0,30	50
	B	0,15	40	0,30	50	0,40	55
	C	0,20	50	0,40	55	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

Onde:

- A = Superfície muito permeável (“LOESS” em camadas espessas);
- B = Superfície permeável(“LOESS” em camadas rasas e areias);
- C = Superfície semipermeável (Solos Siltosos e Argilosos);
- D = Superfície pouco permeável (Solos com argilas expansivas e pavimentos).

A seguir, a planilha com o cálculo das vazões de projeto para as características das bacias apresentadas.

As obras foram dimensionadas atendendo as descargas calculadas, usando-se a metodologia de dimensionamento hidráulico indicado nas especificações.



ESTAÇÃO: FORTALEZA
ESTACA: 1
CURSO DÁGUA / BACIA: B-60
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 59,04 km2
COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 16,24 km
DESNÍVEL(DELTA H): 58,00 m
DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 0,360 %
VEGETAÇÃO: Cerradus, pastagens e matas ralas e área florestais

C.N.: 69
COEF. DE REDUÇÃO(CR = FIPS): 0,9809430
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 4,943550 h
TEMPO UNITÁRIO(ΔT = 0,2 Tc): 0,988711 h
TEMPO DE PICO(Tp = 0,5 ΔT + 0,6 Tc): 3,466888 h
TEMPO DE RETORNO (Tr = 1,67 Tp): 5,7790159 h
TEMPO DE BASE(Tb = 2,67 Tp): 9,2396845 h
TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 50 anos
φ (Tp): 23,005819 m³/s/cm

T(h)	P(cm)	Pe(cm)	ORD	ΔP(cm)	KSI/CR	ΔP(cm)	Pacum(cm)	Pe(cm)	ΔPe(cm)	HUT	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qa
0,989	8,556	8,394	1	8,394	3	1,138	1,139	1,138	1,139	6,795	7,030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,026
1,977	18,510	10,405	2	2,020	5	0,834	1,971	2,056	0,917	13,406	15,272	8,151	-	-	-	-	-	-	-	-	21,423
2,966	11,770	11,542	3	1,138	7	0,606	2,471	2,661	0,606	20,114	22,998	12,301	3,997	-	-	-	-	-	-	-	38,197
3,955	12,760	12,513	4	0,971	9	0,471	2,942	3,196	0,545	21,456	24,440	18,452	7,975	3,654	-	-	-	-	-	-	54,521
4,944	13,410	13,150	6	0,637	10	0,167	3,109	3,571	0,375	17,444	19,887	19,686	11,962	7,309	2,512	-	-	-	-	-	61,336
5,932	14,280	13,984	9	0,834	8	0,481	3,589	4,079	0,508	13,429	15,295	16,003	12,782	10,963	6,024	3,408	-	-	-	-	63,456
6,921	14,770	14,484	7	0,500	6	0,637	4,227	4,269	0,314	9,414	10,722	12,328	10,375	11,666	7,537	6,917	2,127	-	-	-	61,573
7,910	15,260	14,965	8	0,481	4	0,971	5,197	4,702	0,308	5,480	6,150	8,637	7,957	9,508	8,041	10,225	4,214	2,068	-	-	58,827
8,898	15,740	15,435	9	0,471	2	2,020	7,218	5,009	0,307	1,385	1,578	4,954	5,599	7,320	6,538	10,609	6,322	4,132	2,991	-	49,409
9,240	15,910	15,602	10	0,167	1	8,394	15,602	5,119	0,110	0,000	0,000	1,271	3,211	5,131	5,032	8,868	6,744	6,197	4,122	0,736	41,315
												0,000	0,824	2,943	3,528	6,827	5,483	6,612	5,182	1,477	33,875
													0,000	0,755	2,023	4,708	4,221	5,315	4,996	2,210	25,870
														0,000	0,519	2,745	2,959	4,138	3,362	2,363	18,095
															0,000	0,704	1,897	2,901	4,128	1,921	11,351
																0,000	0,435	1,664	2,894	1,479	6,472
																	0,000	0,427	1,660	1,037	3,123
																		0,000	0,426	0,996	1,070
																			0,000	0,153	0,153

OBRA PROJETADA - 2 BTCC 2,00X2,00 (SUFUCIENTE Qp < Cp=57,86 m³/s)

Quadro x: Memória de Cálculo - Método do Hidrograma Unitário - Hut – Canal.



Figura x : Bacia Hidrográfica.

8.2. Detalhamento do Projeto de Drenagem

8.2.1 Normas e Especificações

A elaboração do Projeto de Drenagem teve como norteador o anteprojeto, além de Normas, Especificações do DNIT, a saber:

- DNIT Manual IPR 724 / 2006 – Manual de Drenagem de Rodovias;
- DNIT Manual IPR 726 / 2006 - Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários escopos básicos/instruções de serviço;
- DNIT Manual IPR 736 / 2013 – Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem;
- Manual de Drenagem de Rodovias – DNER-1990.

8.2.2 Introdução

O projeto de drenagem foi desenvolvido com base nos estudos hidrológicos e do cadastro topográficos, além de observações em campo. Por tratar-se de um projeto de acesso, avaliou-se a implantação de novos dispositivos, principalmente aqueles relacionados à drenagem superficial e os relacionados à transposição de talvegues.

A sequência de atividades desenvolvidas na elaboração do projeto de drenagem em tela contemplou:

8.2.3 Drenagem Superficial

O projeto de drenagem superficial contempla a indicação de diversos dispositivos para captar e retirar as águas precipitadas sobre o pavimento e áreas adjacentes, bem como para preservar terraplenos e evitar problemas de estabilidade de maciços, de deteriorização do pavimento e de acúmulo de água nas pistas da rodovia.

Assim, tem-se em vista os resultados obtidos pelos Estudos Hidrológicos, para a drenagem superficial foram indicados os seguintes tipos de dispositivos (modelos indicados constam no Manual - IPR 724/2006 – Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT e detalhamento no Álbum de Projetos - Tipo de Dispositivos de Drenagem - DNIT):

- Meios-fios, tipos MFC-01, 03 e 05;
- Entradas para descidas d’água, tipo EDA-01;
- Descidas d’água de aterros rápidas, tipo DAR-02 (aterro de altura h < 5,0m);
- Dissipadores de energia rápido, tipo DED-01.

8.2.3.1 Dimensionamento das Obras de Arte Correntes

A seleção de projetos-tipo de bueiros tubulares, celulares ou metálicos capazes de satisfazer às descargas afluentes que constitui a primeira etapa do dimensionamento, foi efetivada mediante análise das obras de aplicação usual.

Em sequência, procedeu-se ao dimensionamento hidráulico dos bueiros pré-selecionados, considerando-se a operação como canal, para os períodos de recorrência estabelecidos, utilizando-se a fórmula de Manning, conjugadas à equação da continuidade.

Finalmente, foram especificados em função das descargas admissíveis e das descargas de projeto, correspondentes à bacia de contribuição respectivas e determinadas nos Estudos Hidrológicos.

8.2.3.2 Critérios para o Dimensionamento Hidráulico

O fluxo de água através dos bueiros é um problema hidráulico complicado, mas de simplificações variadas, válidas pelo respaldo do êxito durante muitos anos, que simplificam notavelmente o cálculo hidráulico. Não obstante é útil entender bem como flui a água nos bueiros sob várias circunstâncias.

A entrada do bueiro funciona, em geral, como um vertedouro nas pequenas enchentes e como se fora um orifício nas grandes enchentes.

Assim, considera-se o bueiro funcionando como canal para cheias com período de recorrência de 10, 25 e 50 anos, e verificamos como orifício, com afogamento máximo de 0,30 m, com altura de aterro sobre a obra mínima de 0,30 m, para período de recorrência de 25 e 50 anos, o dimensionamento fazendo-se como canal, pela fórmula de Manning aliada a da continuidade e deixando livre a metodologia para verificação como orifício.

Os critérios conduzem ao dimensionamento prático do bueiro, mas convém verificar quais suas consequências hidráulicas e econômicas.

Quadro DN.10 – Tempo de Recorrência

DISPOSITIVOS	TEMPO (ANOS)
Drenagem Superficial	10
Bueiros Tubulares	15 a 25 (*)
Bueiros Celulares	25 a 50 (**)
Obras-de-Arte Especiais	100

(*) - Usar 15 anos para calcular como canal e 25 anos para testar como orifício;
(**) - Usar 25 anos para calcular como canal e 50 anos para testar como orifício.

8.2.3.3 Dimensionamento Hidráulico

Para o dimensionamento hidráulico dos bueiros admite-se que eles possam funcionar como canais, vertedouros ou como orifícios.

No caso de bueiros trabalhando como canais, o dimensionamento será baseado em duas hipóteses:

- Considerando o funcionamento do bueiro no regime supercrítico, limitando-se sua capacidade admissível ao regime crítico, com energia específica igual ao seu diâmetro ou altura;
- Considerando o funcionamento do bueiro no regime subcrítico.

No caso 1, a capacidade máxima considerada para o projeto está definida pela vazão correspondente a uma energia específica igual à altura da obra, estabelecendo assim a condição do bueiro funcionar com a entrada não submersa. Este método não leva em conta as condições externas ao corpo do bueiro, sendo adequado apenas se a altura d'água a jusante ficar abaixo da altura crítica correspondente à descarga.

Para o dimensionamento do bueiro como vertedouro, considera-se a obra como orifício, em que a altura d'água sobre a borda superior é nula.

Para o dimensionamento dos bueiros como orifício utiliza-se o Teorema de Bernoulli e a equação da continuidade, considerando a opção de bueiro trabalhar com carga hidráulica, isto é, com a entrada submersa. Este método é limitado pois não leva em conta as condições externas ao corpo do bueiro, a rugosidade das paredes, o comprimento e a declividade dele.

Tendo estas limitações para um projeto mais preciso poder-se-ia utilizar os estudos do "Bureau of Public Roads", Circular nº 5. Este método pode ser usado de uma forma geral, para qualquer dos tipos de funcionamento anteriormente citados e leva em consideração os fatores externos e internos do conduto, sendo baseado no fato que o escoamento de um bueiro é controlado pela capacidade hidráulica de uma determinada seção de controle do fluxo.

8.2.4 Cálculo da Vazão

8.2.4.1 Preliminares

A seleção de projetos-tipo de bueiros tubulares e celulares capazes de satisfazer às descargas afluentes que constitui a primeira etapa do dimensionamento, foi efetiva mediante análise das obras de aplicação usual. Tendo em vista que as obras de arte corrente executadas a montante são bueiros celulares, procedeu-se com o mesmo formato de drenagem.

Em sequência, procedeu-se ao dimensionamento hidráulico do bueiros pré-selecionados, considerando-se a operação como canal, para os períodos de recorrências estabelecidos, utilizando a fórmula de Manning, conjugada à equação da continuidade.

Com este dimensionamento sendo verificado para as condições críticas e máximas (afogamento de 0,30m ou velocidade máxima).

Portanto, admitiu-se dentro das condições de projeto que eventualmente o bueiro pudesse sofrer algum afogamento, levando-se em conta sempre a altura de aterro sobre a obra, para que não haja transbordamento e limitando-se a velocidade máxima a velocidade de erosão do material.

Finalmente, forma especificadas obras em função das descargas admissíveis e das descargas de projeto, correspondentes às bacias de contribuição respectivas e determinadas nos Estudos Hidrológicos.

- Bueiros Múltiplos

Para o dimensionamento foi levado em conta uma perda de capacidade de trabalho para o caso dos bueiros sejam simples, duplos ou triplos. Desta forma:

- bueiro simples: Q = Q bueiro;
- bueiro duplo: Q = 1,9.Q bueiro simples;
- bueiro triplo: Q = 2,7.Q bueiro simples;
- bueiro quadruplo: Q = 3,40 .Q bueiro simples.

- Cálculo do bueiro como canal

No dimensionamento utilizamos a fórmula de Manning associada à continuidade, considerando a obra operando com lâmina d’água livre a montante.

Em termos de considerações teóricas recorreu-se ao “Manual de Drenagem de Rodovias - DNER - 1990” é possível obter um panorama geral de funcionamento dos bueiros no regime supercrítico e crítico.

Toda vez que o escoamento no bueiro se dá em uma declividade superior à crítica (regime supercrítico), sua vazão admissível está limitada à do fluxo crítico, arbitrada para as condições de energia específica igual a D ou H.

Do fluxo uniforme em regime supercrítico o tirante d'água em ralação ao crítico diminui, havendo, em consequência, um aumento de velocidade. No corpo do bueiro funcionando em regime supercrítico o fluxo varia desde o crítico (seção crítica ou seção de controle) junto à entrada do bueiro, para a descarga que é conduzida, até o supercrítico, para obra de maior extensão.

Assim em termos práticos, não havendo interferência de jusante do bueiro, considera-se para as declividades superiores à crítica que, junto à boca de saída, se tenha um fluxo uniforme em regime supercrítico, que poderá acarretar velocidades excessivas.

Interessante notar que a vazão admissível do bueiro, sem afogamento da montante, restringe-se à vazão crítica.

- Valores Críticos: Desta forma, os valores críticos considerados para os bueiros indicados no projeto são:

- Bueiros Celulares de Concreto: Reportando-nos à página 35 a 36 do "Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT – 2006", tem-se para os bueiros celulares de concreto:

Quadro DN.12 – Bueiros Tubulares de Concreto Trabalhando como Canal (n=0,010) - qc = 4,0335 rd				
Bueiro	Vazão Crítica (m3/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)	Área Molhada Crítica (m2)
Simples	$Q_1 = 1{,}533.D^{2,5}$	$V_C = 2{,}56\sqrt{D}$	$I_C = \frac{32{,}82.n^2}{\sqrt[3]{D}} = \frac{0{,}3282}{\sqrt[3]{D}}$	$A = \frac{\theta_C - \text{sen}\theta_C}{8}.D^2$
Duplo	$Q_2 = 2 \times 0{,}95 \times 1{,}533.D^{2,5}$	$V_C = 2{,}56\sqrt{D}$	$I_C = \frac{0{,}3282}{\sqrt[3]{D}}$	$A = 2.\left(\frac{\theta_C - \text{sen}\theta_C}{8}.D^2\right)$
Triplo	$Q_2 = 2 \times 0{,}95 \times 1{,}533.D^{2,5}$	$V_C = 2{,}56\sqrt{D}$	$I_C = \frac{0{,}3282}{\sqrt[3]{D}}$	$A = 3.\left(\frac{\theta_C - \text{sen}\theta_C}{8}.D^2\right)$
Quadruplo	$Q_2 = 2 \times 0{,}95 \times 1{,}533.D^{2,5}$	$V_C = 2{,}56\sqrt{D}$	$I_C = \frac{0{,}3282}{\sqrt[3]{D}}$	$A = 4.\left(\frac{\theta_C - \text{sen}\theta_C}{8}.D^2\right)$
Obs: Os coeficientes de redução de capacidade de vazão para os bueiros duplos e triplos foram introduzidos considerando a interferência das linhas de fluxo na entrada dos bueiros múltiplos.				

Reportando à página 38 do “Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT – 2006” e fazendo algumas modificações devido às reduções de vazões nos bueiros múltiplos e do coeficiente de rugosidade, tem-se a vazão, a velocidade e declividade crítica para os bueiros tubulares de concreto trabalhando como canal (Ec = D):

Quadro DN.15 – Bueiros Celulares de Concreto – Vazão/Velocidade/Declividade Críticas					
Tipo	**Base x Altura (m)**	**Área Molhada Crítica (m^2)**	**Vazão Crítica (m^3/s)**	**Velocidade Crítica (m/s)**	**Declividade Crítica (%)**
BSCC	1,5X1,5	1,50	4,70	3,14	0,68
BSCC	2,0X2,0	2,67	9,64	3,62	0,62
BSCC	2,5X2,5	4,17	16,85	4,05	0,58
BSCC	3,0X3,0	6,00	26,58	4,43	0,54
BDCC	1,5X1,5	3,00	9,40	3,14	0,68
BDCC	2,0X2,0	5,33	19,29	3,62	0,62
BDCC	2,5X2,5	8,33	33,70	4,05	0,58
BDCC	3,0X3,0	12,00	53,16	4,43	0,54
BTCC	1,5X1,5	4,50	14,10	3,14	0,68
BTCC	2,0X2,0	8,00	28,93	3,62	0,62
BTCC	2,5X2,5	12,50	50,55	4,05	0,58
BTCC	3,0X3,0	18,00	79,73	4,43	0,54

- **Resultados obtidos**

Com base nos resultados obtidos pelos Estudos Hidrológicos, no projeto de obras de arte correntes foram previstos a execução de bueiros celulares – BTCC.

Os modelos indicados constam no Manual IPR 724 / 2006 – Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT e detalhamentos no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem – DNIT.

Considerando que as alturas dos bueiros sofreram interferência direta com o limite geométrico do local, devido as propriedades dos lindeiros, foram projetados um maior número de bueiros para dar a vazão necessária. Desse modo, nas estacas 4+6,00 e 4+15,00 foram planejados 2 BTCC de 2,00 X 2,00 e nas estacas 12+7,50 e 12+15,00 2 BTCC de 1,50 X 1,50.

8.2.4.3 Apresentação dos Resultados

As memórias de cálculo foram apresentadas no Estudo Hidrológico.

Nos projetos são apresentados os dispositivos de drenagem existentes e deverão ser executados de acordo com as especificações descritas no Álbum de Projetos – Tipo de Dispositivos de Drenagem (2006) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNT.

8.2.4.4 Quantitativos

MEMÓRIA JUSTIFICATIVA			
QUANTITATIVO DE DRENAGEM - GERAL			
ITEM	**CÓDIGO**	**QUANTIDADE**	**UND.**
Entrada d'água	EDA-01	**15,65**	m
Descida d'água de aterro tipo rápido	DAR-02	**24,58**	m
Dissipador de energia rápido	DED-01	**7,00**	un
Bueiro Triplo Celular de Concreto 2,00 X 2,00	BTCC 2,00 X 2,00	**34,80**	m
Bueiro Triplo Celular de Concreto 1,50 X 1,50	BTCC 1,50 X 1,50	**31,20**	m
Boca de BTCC 2,00 x 2,00 m - esconsidade 0°		**4**	un
Boca de BTCC 1,50 x 1,50 m - esconsidade 0°		**4**	un
Escavação		**1794,89**	
Reaterro		**1658,69**	
Lastro de brita adensada manualmente		**102,61**	m³
Meio fio de concreto	MFC 01	**1230,227**	m
Meio fio de concreto	MFC 03	**366,335**	m
Meio fio de concreto	MFC 05	**42,532**	m

9 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O projeto ora elaborado obedece às instruções contidas no Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT 3ª edição, cujo texto, juntamente com o Código de Trânsito Brasileiro, é considerado como parte integrante do projeto, regendo as questões referentes à classificação, forma, cor, dimensões, símbolos, palavras, letras, localização e posições dos sinais, marcas e acessórios.

O Projeto de Sinalização é composto da sinalização vertical, horizontal e dos dispositivos auxiliares.

9.1 Normas e Especificações

A elaboração do projeto de sinalização teve como norteador o projeto básico, além de Normas e Especificações do DNIT e legislações pertinentes.

As Especificações Gerais para Obras Rodoviárias, oficialmente adotadas pelo DNIT, são aplicáveis aos serviços, ressalvadas as modificações e acréscimos específicos indicados nas Especificações Particulares.

Deverão ser usadas as seguintes especificações de serviço:

- DNIT Manual de Sinalização Rodoviária IPR 743 / 2010;
- EM – 276/2000 – Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em água;
- EM – 368/2000 - Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica e/ou vinílica;
- EM – 372/2000 - Material termoplástico para sinalização horizontal rodoviária;
- EM – 373/2000 - Microesferas de vidro retrorrefletivas para sinalização horizontal rodoviária;
- ABNT NBR 15543 - Sinalização horizontal viária - Termoplástico alto relevo aplicado pelo processo de extrusão mecânica;
- ABNT NBR 15405 - Sinalização horizontal viária — Tintas — Procedimentos para execução da demarcação e avaliação;
- ABNT NBR 15741 - Sinalização horizontal viária - Laminado elastoplástico para sinalização - Requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 15402 - Sinalização horizontal viária — Termoplásticos — Procedimentos para execução da demarcação e avaliação;
- ABNT NBR 15870 - Sinalização horizontal viária — Plástico a frio à base de resinas metacrílicas reativas — Fornecimento e aplicação.
- ABNT NBR 14644 - Sinalização vertical viária — Películas — Requisitos, não sendo permitido sob qualquer hipótese o uso de placas pintadas no âmbito do Programa BR-LEGAL;

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação - Resolução N° 180/2005 – CONTRAN;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME II – Sinalização Vertical de Advertência - Resolução N° 243/2007 – CONTRAN;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME III – Sinalização Vertical de Indicação – Resolução N° 486/2014 – CONTRAN;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV - Sinalização Horizontal– Resolução N° 236/2007 – CONTRAN;
- ABNT NBR 15426 - Sinalização vertical viária — Método de medição da retrorrefletividade utilizando retrorrefletômetro portátil;
- ABNT NBR 15486 - Segurança no tráfego - Dispositivos de contenção viária – Diretrizes;
- ABNT NBR 6971- Segurança no tráfego – Defensas metálicas – Implantação;
- ABNT NBR 14428 - Sinalização vertical viária — Pórticos e semipórticos zincados — Projeto, montagem e manutenção e da ABNT NBR 14429 - Sinalização vertical viária — Pórticos e semipórticos zincados por imersão a quente — Requisitos.

9.2 Considerações Gerais

Esse projeto seguirá as recomendações do Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT – 2010 e do Manual de Sinalização de Trânsito – DENATRAN, e constituir-se-á no estabelecimento dos dispositivos de sinalização ao longo dos trechos rodoviários na fase de projeto, inclusive ramos, vias interceptadas, que atendam às necessidades normativas e de circulação estabelecidas pelo plano funcional.

Considerar, também, as mensagens educativas e aqueles referentes ao processo de operação da via. As especificações dos materiais utilizados estarão em concordância com o Programa de Sinalização BR-Legal.

Onde couber, esse projeto será compatibilizado com as recomendações apresentadas na IS-233: Elaboração do Projeto de Engenharia das Melhorias do Tipo PACS, com o objetivo de se obter uma concepção uniforme para o assunto.

9.2.1 Dispositivos de Sinalização

Nesta fase proceder-se-á, a partir dos elementos disponíveis, a uma seleção dos dispositivos de Sinalização Vertical, de Sinalização Semafórica e dos Painéis de Mensagens Variável (PMV), além das marcas viárias de Sinalização Horizontal, e o levantamento de suas quantidades.

9.2.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é realizada através dos sinais de trânsito, cuja finalidade essencial é transmitir na via pública, normas específicas, mediante símbolos e legendas padronizadas, com o objetivo de advertir (sinais de advertência), regulamentar (sinais de regulamentação) e indicar (sinais de indicação) a forma correta e segura para a movimentação de veículos e pedestres.

No que concerne a sinalização vertical projetada, além da sinalização de regulamentação e advertência foi dado ênfase à sinalização indicativa nas interseções e travessias urbanas.

As placas indicativas obedeceram a série D e série E, com altura H das letras sendo de 200 mm.

As placas de sinalização vertical deverão ser confeccionadas em chapa de aço zincado, na espessura de 1,25 mm, com o mínimo de 270 g/cm² de zinco, totalmente refletiva, de esferas encapsuladas e fixadas em suportes de madeira.

A série de desenhos “Projetos da Sinalização Vertical” apresenta os detalhes para confecção de cada uma das placas específicas para este projeto.

Observação: consta no item de placas compostas, na memória justificativa, área para 1 unidade de placa informativa de identificação de obra de compensação ambiental, texto sem descrição em projeto, pois deverá ser submetido à consulta e aprovação pelo órgão.

- Materiais e Suportes das Placas

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Sinalização Vertical de Regulamentação – Volume 1 - Resolução N° 180/2005 - CONTRAN; em acordo com o Guia Prático Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária - BR-LEGAL, os materiais e suportes das placas devem ter as seguintes características:

- Materiais das placas

Os materiais mais adequados para serem utilizados como substratos para a confecção das placas de sinalização são o aço, alumínio, plástico reforçado e madeira imunizada.

Os materiais mais utilizados para confecção dos sinais são as tintas e películas.

As tintas utilizadas são: esmalte sintético, fosco ou semi fosco ou pintura eletrostática.

As películas utilizadas são: plásticas (não retrorrefletivas) ou retrorrefletivas dos seguintes tipos: de esferas inclusas, de esferas encapsuladas ou de lentes prismáticas, a serem definidas de acordo com as necessidades de projeto.

Poderão ser utilizados outros materiais que venham a surgir a partir de desenvolvimento tecnológico, desde que possuam propriedades físicas e químicas que garantam as características essenciais do sinal, durante toda sua vida útil, em quaisquer condições climáticas, inclusive após execução do processo de manutenção.

Em função do comprometimento com a segurança da via, não deve ser utilizada tinta brilhante ou películas retrorrefletivas do tipo “esferas expostas”.

O verso da placa deverá ser na cor preta, fosca ou semifosca.

- Suporte das placas

Os suportes devem ser dimensionados e fixados de modo a suportar as cargas próprias das placas e os esforços sob a ação do vento, garantindo a correta posição do sinal.

Os suportes devem ser fixados de modo a manter rigidamente as placas em sua posição permanente e apropriada, evitando que sejam giradas ou deslocadas.

Para fixação da placa ao suporte devem ser usados elementos fixadores adequados de forma a impedir a soltura ou deslocamento da mesma.

Os materiais utilizados para confecção dos suportes serão perfil metálico.

- Perfil metálico

Perfil “C” Metálico de Aço Carbono – ABNT NBR 14890 – Sinalização vertical viária – Suportes metálicos em aço para placas – Requisitos – todos os componentes dos postes de sustentação deverão ser galvanizados por imersão a quente para proteção contra corrosão, de acordo com a ABNT NBR 6323 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação.

9.2.3 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal é realizada através de marcações no pavimento, cuja função é regulamentar, advertir ou indicar aos usuários da via, condutores de veículos ou pedestres, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação da mesma.

Entende-se por marcações no pavimento, o conjunto de sinais constituídos de linhas, marcações, símbolos ou legendas, em tipos e cores diversos, apostos ao pavimento da via.

Segundo o Guia Prático Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária - BR-LEGAL, 8, a tinta será a base de resina acrílica ou e/ou vinílica e com espessura de 0,60mm respeitando as normas EM-368 e EM-276, a saber:

- Linhas de Bordo: São contínuas, na cor branca, com largura de 0,10 m nas áreas urbanas e 0,15 m nas áreas rurais, afastadas dos bordos da pista de 0,20 m;

- Linhas de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido: São tracejadas, na cor branca, com largura de 0,10 m, em segmentos de 3,00 m de comprimento, espaçados de 9,00 m nas áreas urbanas, e largura de 0.15 m, em segmentos de 4,00 m de comprimento, espaçados de 12 metros em áreas rurais;

- Linhas de Fluxos Opostos (LFO): Separam os fluxos de tráfego em sentidos opostos, regulamentam a proibição ou permissão de ultrapassagem e são sempre na cor amarela.

Os tipos de LFO comumente utilizadas nas rodovias são:

- *Linha simples contínua (LFO-1):* é a linha de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento com o objetivo de delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a proibição de ultrapassagem, nos dois sentidos de circulação. É utilizada em rodovias de pista simples, com largura inferior a 7,00 m. A largura mínima recomendada para a LFO-1 é de 10 cm.

- *Linha simples tracejada (LFO-2):* É a linha de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento para delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e para regulamentar a permissão de ultrapassagem, nos dois sentidos de circulação, independente da largura da pista. Para dimensões, consultar tabela 19, página 229 do Manual de Sinalização Horizontal, IPR 743 do DNIT.

- *Linha dupla contínua (LFO-3):* É a linha de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento com o objetivo de delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a proibição de ultrapassagem, nos dois sentidos de circulação. É utilizada em rodovias de pista simples, com largura igual ou superior a 7,00 m. A largura (l) de cada uma das linhas pode variar entre 10 cm e 15 cm, assim como a distância (d) entre elas.

- *Linha dupla contínua/tracejada (LFO-4):* É a linha de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento, com o objetivo de delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a proibição de ultrapassagem em um dos sentidos de circulação e a proibição no sentido contrário. A largura (l) de cada uma das linhas pode variar entre 10 cm e 15 cm, assim como a distância (d) entre elas. Para dimensões, consultar tabela 20, página 231 do Manual de Sinalização Horizontal, IPR 743 do DNIT.

- *Linhas de Continuidade:* Tracejadas, pintadas na cor branca, com largura de 0,10 m, em segmentos de 1,00 m de comprimento e espaçadas de 1,00 m em áreas urbanas e largura de 0,15 m, em segmentos de 2,00 m e espaçadas de 2,00 m em áreas rurais;

- *Linhas de canalização:* São constituídas por zebrado de preenchimento de área de pavimento não utilizável e linhas contínuas de canalização, e são usadas para direcionar os fluxos veiculares em situações que provoquem alterações na trajetória natural, como nas interseções, nas mudanças de alinhamento da via e nos acessos.

- *Linhas de Zebrado:* São linhas diagonais posicionadas em função do sentido do fluxo, de tal forma a sempre conduzir o veículo para a pista trafegável, e formando o ângulo α, igual ou próximo de 45**°,** com a linha de canalização que lhe é adjacente. Tem com largura de 0,40 m, espaçadas de 1,20 m, na cor branca ou na cor amarela, sempre de acordo com as linhas de canalização que delimitam a área zebrada.

- *Marcações de setas no pavimento:* As setas indicam mudança obrigatória de faixa e também indicam movimento. São pintadas na cor branca e suas dimensões estão conforme projeto tipo apresentado.

- *Linhas de retenção:* A linha de retenção é a marca transversal continua, na cor branca, aplicada sobre a faixa de rolamento, com o objetivo de indicar ao condutor o local limite que deve parar o veículo. Tem largura de 0,40 m, situada em ramos ou pistas secundárias. Idealmente, deve vir acompanhada da inscrição da placa de sinalização vertical de regulamentação R-1 – PARE e pode ainda ser acompanhada da inscrição no pavimento com a legenda PARE.

- *Símbolos:* Na cor branca com dimensões conforme projeto tipo apresentado.

Legendas: Na cor branca com altura dos caracteres conforme projeto tipo. Para este projeto a legenda utilizada foi a de regulamentação:

- *Pare*: Localizada próxima das linhas de retenção.

A sinalização horizontal deverá ser executada com material termoplástico extrudado retrorefletorizante com 1,5 mm de espessura úmida.

9.2.4 Películas Refletivas

As películas das placas com retrorrefletividade aplicada para o fundo, para as legendas e para os pictogramas, obedecendo ao Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR – LEGAL Película Tipo III, deverão ser:

As películas devem ter, na sua face posterior, um adesivo sensível à pressão, protegido por um filme siliconizado, de fácil remoção. São utilizadas normalmente nas cores branca, amarela, vermelha, verde, azul e laranja, a saber:

- Películas refletivas tipo III-A, tipo III-B e tipo III-C.

- As películas refletivas tipo III-A são constituídas tipicamente por lentes prismáticas gravadas em uma resina sintética transparente e selada por uma fina camada de resina, que lhe confere uma superfície lisa e plana, que permite apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis de um veículo.

- As películas devem ser resistentes às intempéries e possuir um adesivo sensível à pressão, protegido por um filme de polietileno siliconizado, de fácil remoção. São utilizadas normalmente nas cores branca, amarela, vermelha, azul, verde, laranja e marrom.

- As películas refletivas fluorescentestipo III-B são constituídas tipicamente por lentes prismáticas gravadas sobre uma resina sintética, fluorescente, transparente, seladas por outra camada de resina, que lhe confere uma superfície lisa e plana, que permite apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis de um veículo.

- As películas devem ser resistentes às intempéries e possuir um adesivo sensível à pressão, protegido por um filme de polietileno siliconizado, de fácil remoção.

- Proporcionam impacto visual ao motorista quando dirigindo o veículo durante o período diurno ou noturno, sob condições de baixa visibilidade, e até mesmo durante o amanhecer, entardecer ou quando na presença de neblina. São utilizadas normalmente nas cores laranja e amarela.

- As películas refletivas tipo III-C são constituídas tipicamente por lentes prismáticas metalizadas, gravadas em uma resina sintética transparente e selada por uma fina camada de resina, que lhe confere uma superfície lisa e plana, que permite apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis de um veículo.

- As películas devem ser resistentes às intempéries e possuir um adesivo sensível à pressão, protegido por um filme de polietileno siliconizado, de fácil remoção. São utilizadas normalmente nas cores branca, amarela, vermelha, azul, verde, laranja e marrom. Esta película é utilizada tipicamente para delineadores, balizadores, marcadores de alinhamento de perigo e de obstáculo. É aconselhável a utilização de películas da “mesma geração” para confecção de placas de sinalização, porém para as placas indicativas elevadas serão utilizadas a combinação III para o fundo e para a legenda.

9.2.5 Dispositivos Auxiliares

Como dispositivos auxiliares de sinalização foram utilizados tachas bidirecionais nos bordos, eixo das pistas, em alguns segmentos, além de tachões nas como barreira física para ciclovia.

- Tachas, Tachões e Segregadores

As tachas ou tachões são delimitadores constituídos de superfícies refletoras, aplicados a suportes de pequenas dimensões principalmente quanto à altura, de forma quadrada, fixados no pavimento por meio de pinos, ou por colas especiais.

Os segregadores viário foram um dos dispositivos previstos para criar uma barreira física entre as faixas de tráfego, com a finalidade de promover a segurança de pedestres e ciclistas, onde serão utilizados na ciclovia para separar o espaço dos veículos, proporcionando maior segurança para os usuários vulneráveis.

No projeto foram previstos a utilização de modelos em resina de poliéster que são conhecidos por serem mais leves e resistentes a impactos, sendo ideal para uso em áreas com trânsito moderado, com cor do material retrorrefletivo acompanha a cor da marca longitudinal.

Observação: Com a falta de segregadores na composição do SICRO serão implantados tachões, sem prejuízo a segurança viária. Na memória justificativa consta seus quantitativos. As instalações das peças deverão obedecer ao quantitativo na proporção de 1 unidade por metro.

- Materiais

Serão empregados materiais de alta resistência a compressão e tração, revestidos com películas refletorizantes.

- Medição

O serviço de implantação das tachas ou tachões serão medidos por unidade.

9.2.6 Sinalização na Fase de Obras

A sinalização de obra tem por finalidade alertar os usuários da via que a mesma está em obras e portanto, existem obstáculos e perigos ao tráfego.

Os dispositivos que podem ser utilizados são os seguintes:

- Placas de sinalização;
- Barreiras;
- Delineador direcional (balizador com seta);
- Cones;
- Bandeiras;
- Sinal pare-portátil;
- Tachas e tachões refletivos;
- Sinalização horizontal provisória;
- Dispositivo de segurança individual;
- Dispositivo de segurança em veículos de serviço.

A seguir apresenta-se as principais características de cada dispositivo:

- Placas de Sinalização

  As placas são basicamente de advertência, regulamentação e indicativas e deverão obedecer, quanto a dimensões, cores e refletorização, as orientações advindas do Manual de Sinalização de Obras Emergências do DNIT, 2010 e os projetos tipos apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

- Barreiras

  São dispositivos de madeira, pintados nas cores laranja e branca, alternadamente e refletivas ao menos na cor laranja. Podem ser fixas ou móveis: as fixas são utilizadas em obras de maior porte e os móveis, quando da execução de serviços em etapas ao longo da rodovia e serão executadas conforme figuras n° 07, 08 e 09 do Manual de Sinalização de Obras e Emergências - DNIT, 2010.

- Delineador Direcional (Balizador com Seta)

  Placa de 0,50m x 0,60m com símbolo e cores de acordo com o indicado no Manual de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, de 1986.

- Cones

  São dispositivos de borracha ou de material plástico, eficientes na canalização de trânsito, quando relacionados a serviços moveis ou temporários. Os cones devem ser refletorizados para seu uso ia noite.

- Bandeiras

  A utilização de bandeiras, como elemento de controle do fluxo do tráfego, é indicada como elemento de alerta complementar, em situações de alto risco devido à verificação de elevados volumes de tráfego, altas velocidades, má visibilidade, necessidades de interrupção do fluxo e obras móveis na rodovia.

  Trata-se de dispositivo confeccionado em tecido ou plástico flexível, preso a suporte rígido a ser transportado por um sinalizador, devendo ter a forma de um quadrado com 0,60m de lado e cor vermelha.

  Os procedimentos básicos que o sinalizador deverá seguir são indicados no Manual de Sinalização de Obras e Emergências (2010).

- Sinal Pare – Portátil.

Esse sinal deverá ter as mesmas formas e cor estabelecidas pelo Código Nacional de Trânsito, e ter 0,25 metros de dimensão por lado.

Deverão ser utilizados em locais de execução de obras em que o tráfego se dará em apenas uma faixa para os dois sentidos, alternando-se o direito de passagem, interrompendo-se alternadamente cada sentido junto ao início do estreitamento da pista.

- Dispositivos de Segurança Individual.

  São equipamentos que objetivam melhorar as condições de segurança das pessoas que irão exercer suas atividades sobre o leito viário e próximo ao fluxo de veículos, através de sua melhor visualização a distância.

- Os dispositivos usualmente utilizados são coletes, punhos, vestimentas e faixas de cores fosforescentes e/ou refletivas.

- Nos serviços móveis e situações de emergências, tais como: serviços de medição, topografia, sinalização de solo etc., deverá ser obrigatória a utilização do colete.

  Os sinaleiros (bandeirinhas) também deverão utilizar este dispositivo em qualquer situação.

  Os dispositivos deverão ser confeccionados em material leve e arejado a fim de proporcionar segurança e conforto ao usuário, nas cores laranja (fosforescente) e branco, disposta em faixas horizontais e refletivas para uso noturno.

  Os demais equipamentos poderão ser utilizados em complementação ao colete, quando forem necessários.

- Dispositivos de Segurança em Veículos de Serviço.

  Todos os veículos de serviço que necessitarem trafegar em velocidade reduzida ou permanecerem estacionados no leito viário, mesmo que por espaços de tempo reduzidos, deverão estar equipados com dispositivos de sinalização.

  Para uso diurno deverão ser pintadas faixas horizontais e/ou verticais com no mínimo de 0,05m de largura nas cores laranja e branca em tarjas alternadas, tanto na sua dianteira quanto na sua traseira.

  No caso de utilização por período noturno as faixas deverão ser refletivas e os veículo dotados de luz amarela intermitente em sua parte mais alta, ou portarem painel com seta iluminada.

- Execução

  Ao início do prazo contratual, o Contratado deverá propor projeto e submeter ao DNIT:

a) um plano de execução da obra onde estejam previstos os procedimentos que serão seguidos na instalação e deslocamento de canteiros de obras e nas execuções de serviços que venham a interferir diretamente com os percursos desenvolvidos pelos usuários;
b) as rotinas de trabalho e de abertura de frentes de trabalho que minimizem o grau ao usuário, acompanhadas dos respectivos projetos de sinalização das obras;
c) um responsável específico para este assunto, cuidando da implantação, operação, manutenção e aperfeiçoamento das rotinas previstas e dos dispositivos de sinalização.
d) sinalização na fase de obras consistirá em um conjunto de providências objetivando orientar e alertar o motorista, com a devida antecedência, sobre as eventuais alterações e instruções em relação ao padrão operacional anterior e aos procedimentos a serem então seguidos mediante dispositivo, mensagem e estímulos visuais padronizados, facilmente inteligíveis e visíveis e sem incorreções, com tradições ou desatualizações.

Este conjunto de providência tomará por base as especificações e recomendações constantes do Manual de Sinalização Rodoviário do DNIT, bem como das diretrizes posteriores constantes do Manual de Sinalização de Obras e Emergências do DNIT.

Essas preveem o emprego de elementos físicos verticais, como placas fixas e móveis; dispositivos canalizadores como barreiras/cavaletes, cones e balizadores.

Os cavaletes devem ser colocados de maneira a formar uma barreira, a uma distância mínima do obstáculo que permita o usuário que mesmo numa eventualidade venha bater no cavalete, não atinja o obstáculo, principalmente à noite.

- Os cones serão utilizados para direcionar o tráfego de veículos.

- As placas e delineadores complementam a sinalização e devem obedecer ao padrão DNIT.

- Após cada alteração do esquema operacional, deverão ser rearranjados os dispositivos de sinalização, os quais serão completamente removidos, ao final das obras que originaram sua implantação.

- Não obstante a fiel obediência a estas especificações, a responsabilidade final pela segurança e controle do trânsito e inteiramente do “executante”, o qual deverá tomar as providências adicionais

porventura necessárias e compatíveis com essa responsabilidade, inclusive nos eventuais períodos de paralisação contratual.

- Memória Justificativa

Nos quadros a seguir são apresentados os quantitativos das peças previstas no projeto de sinalização.

Nº. DNIT		REV. 0
MEMÓRIA JUSTIFICATIVA **PROJETO DE SINALIZAÇÃO** **QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES**		FOLHA:
SINALIZAÇÃO VIÁRIA		
PINTURA DEFINITIVA ACRÍLICA A BASE DE ÁGUA		
Pintura de faixa - tinta base acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm	m²	382,00
Pintura de setas e zebrados - tinta base acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm	m²	33,89
TACHAS E TACHÕES		
Tacha refletiva bidirecional - fornecimento e colocação	un	416,00
Tachões reflexível bidirecional - fornecimento e colocação	un	380,00
PLACA COMPOSTA		
Fornecimento e implantação de placa em aço - película I + III	m²	6,00
PLACA DE REGULAMENTAÇÃO		
Fornecimento e implantação de placa de regulamentação em aço D = 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI	un	12,00
PLACA DE ADVERTÊNCIA		

Fornecimento e implantação de placa de advertência em aço, lado de 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI	un	10,00
SUPORTE METÁLICO		
Suporte para placa de sinalização em perfil metálico - fornecimento e implantação	un	28,00

10 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

Os elementos de obras complementares compreendem os dispositivos de proteção, que neste caso, usaremos as defensas metálicas, e estão contidos e indicados nos projetos de sinalização.

O projeto foi elaborado a partir dos elementos abaixo:

- Estudos Topográfico e de Tráfego.
- Projetos Geométrico, Pavimentação, Sinalização.
- IS-217 (Projeto de Dispositivos de Proteção Defensas e Barreiras).
- DNER – ES 144/85 – Defensas Metálicas.
- NBR – 6971 – Defensas metálicas - Projeto e implantação.

10.1 Defensas Metálicas

São dispositivos de proteção, contínuos, com forma, resistências e dimensões capazes de possibilitar que veículos desgovernados sejam reconduzidos à pista, sem brusca redução de velocidade, nem perda de direção, causando o mínimo de danos ao veículo, aos seus ocupantes e ao próprio dispositivo.

Os critérios utilizados para determinar a utilização de defensas metálicas foram para SEPARAÇÃO proteção dos pedestres e ciclistas nas faixas de aceleração e desaceleração do acesso.

Outro trecho utilizado será o fechamento do antigo acesso irregular, ao final da faixa de aceleração, para evitar acidentes e o uso indevido do acesso irregular praticado em frente à escola existente.

Segue no projeto a utilização deste dispositivo já presente na rodovia.

Haverá uma remoção dos dispositivos existentes para a construção deste acesso que consta demarcado em projeto.

São constituídas dos elementos abaixo:

- Guia de deslizamento: é o componente da defensa composto por chapa metálica de perfil em “w”, destinado a receber o choque eventual do veículo e servir de guia para a sua trajetória após o choque, até sua parada ou recondução a pista.

- Poste de sustentação: é a peça metálica em perfil “c” ou de madeira com seção quadrada, fixada firmemente ao solo que passa a sustentar a guia e absorver parte da energia recebida em eventuais choques.

- Ancoragem: é o trecho inicial e final de uma defensa, quando esta mergulha no solo.

A superfície de deslizamento tem a propriedade de receber o impacto dos veículos desgovernados desacelerando-os e devolvendo à pista.

Abaixo o modelo das defensas que serão utilizadas, seguindo conforme a NBR 6971.

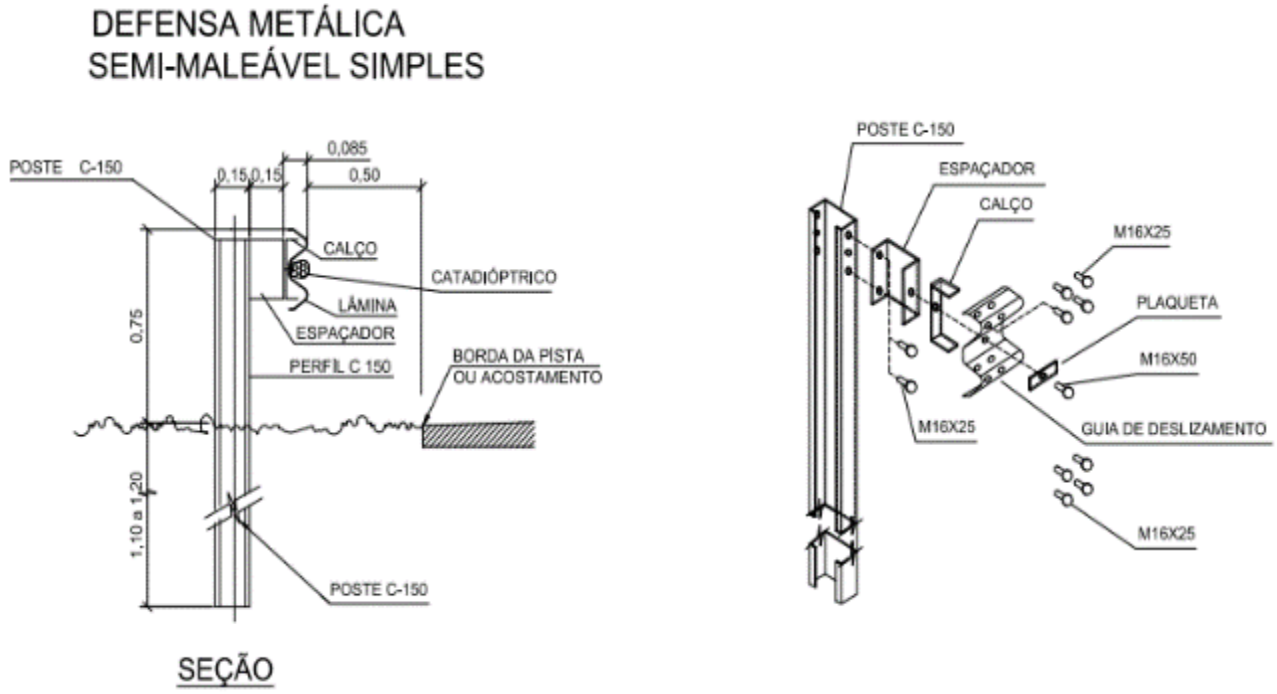


Figura 1 – Elementos que constituem a defensa metálica

Os **terminais de entrada** deverão ser de terminal abatido (enterrado) para locais com velocidade de projeto inferior a 60 km/h.

Para locais com velocidade de projeto superior a 60 km/h é vedado o uso de terminal abatido, nesse caso, será utilizado terminal absorvedor de energia.

Os terminais de saída devem receber o mesmo tratamento de terminar de entrada, caso possam ser impactados por veículos do sentido oposto; e caso os terminais de saída não possam ser impactados por veículos do sentido oposto, podem ser terminais abatidos ou aéreos.

Terminal absorvedor de energia é um tipo de contenção pontual acoplado a um sistema de contenção longitudinal que, ao ser impactado frontalmente, absorve a energia cinética do veículo impactante, conduzindo-o a uma parada segura.

Quando o impacto ocorre na lateral do corpo do terminal, através de sua ancoragem, permite desenvolver tensão e redirecionar o veículo.

O **terminal para defensa metálica do tipo A** é utilizado quando não existe a possibilidade de efetuar a ancoragem da lâmina de forma enterrada.

O tipo A só pode ser utilizado quando o projeto da via não apresente a possibilidade de choque frontal de veículos na extremidade da seção, assim deverá ser utilizado **na entrada do acesso na estaca 30 +16,40.** Com características: Tipo A; Atenuador de impacto; Zincagem por imersão à quente, conforme exigência da norma ABNT NBR 6.323.

O t**erminal absorvedor de energia (TAE)** é um dispositivo para absorção de impacto/energia em inícios de barreiras/defensas metálicas. Apresenta um alto grau contenção, minimizando acidentes e suas consequências ao condutor do veículo, reduzindo assim riscos e gravidade em impactos frontais de defensas, conduzindo-o a uma parada segura.

Assim deverá ser utilizado nas entradas do acesso na estacas 38 +0,003 e 28 + 13,634.

Com características que atenda aos requisitos e diretrizes da classe de desempenho Nível-TL3 com certificado pela NBR ABNT 15486 e MASH 2016.

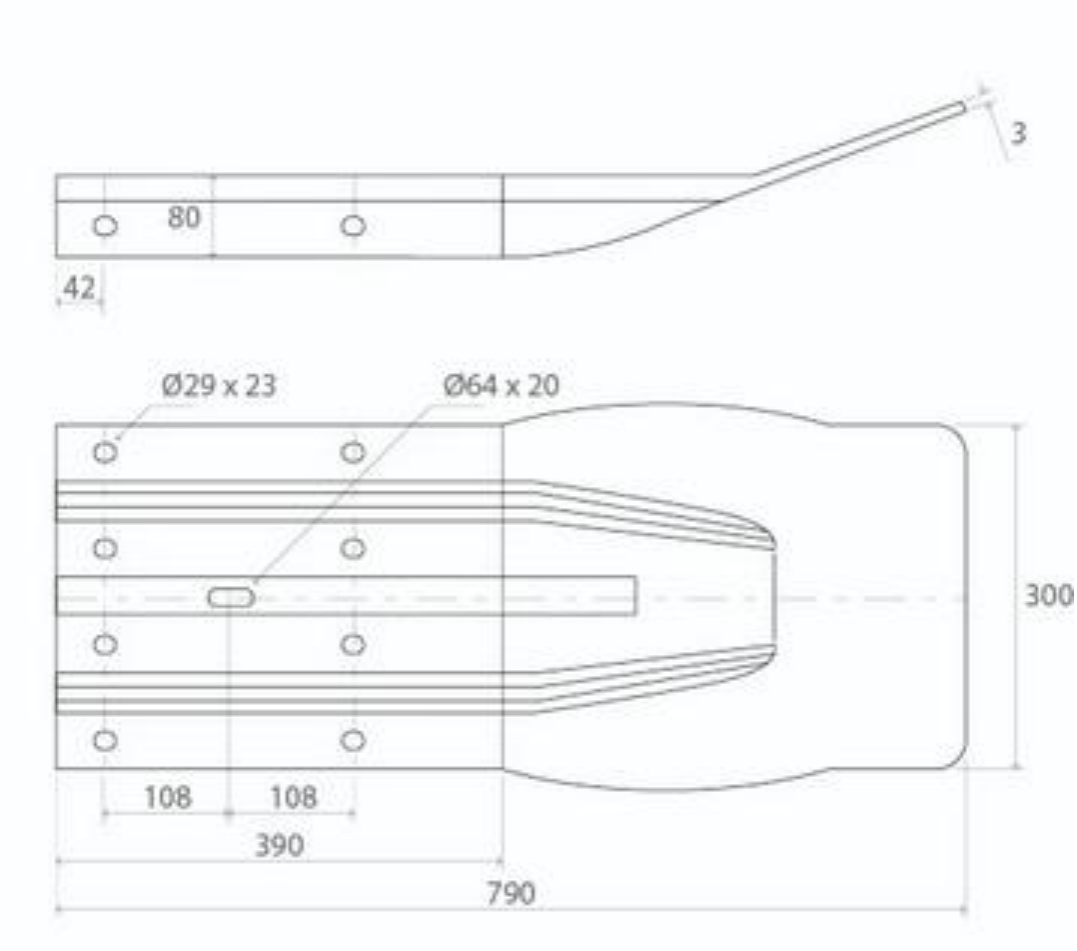




Figura 2 – Detalhe do terminal para defensa metálica do tipo A.

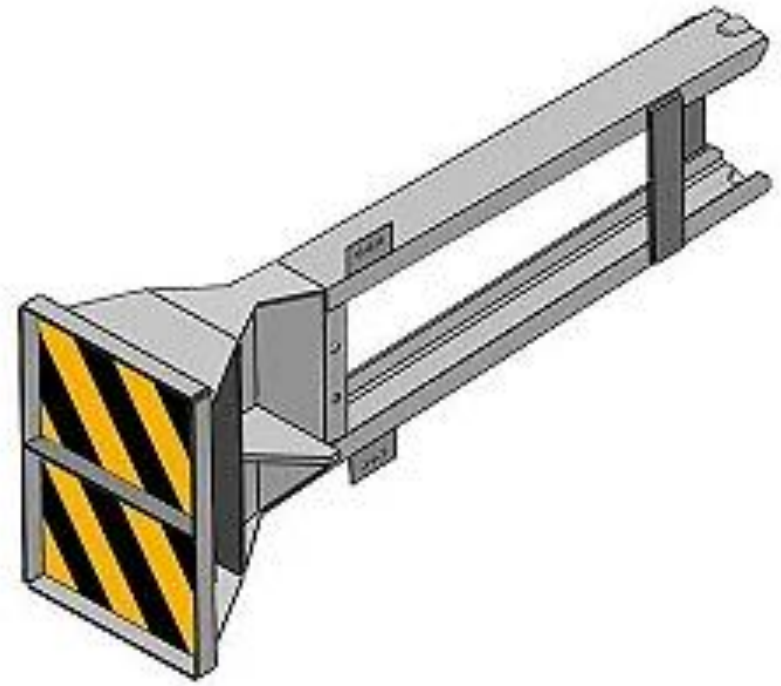


Figura 3 – Detalhe do terminal absorvedor de energia

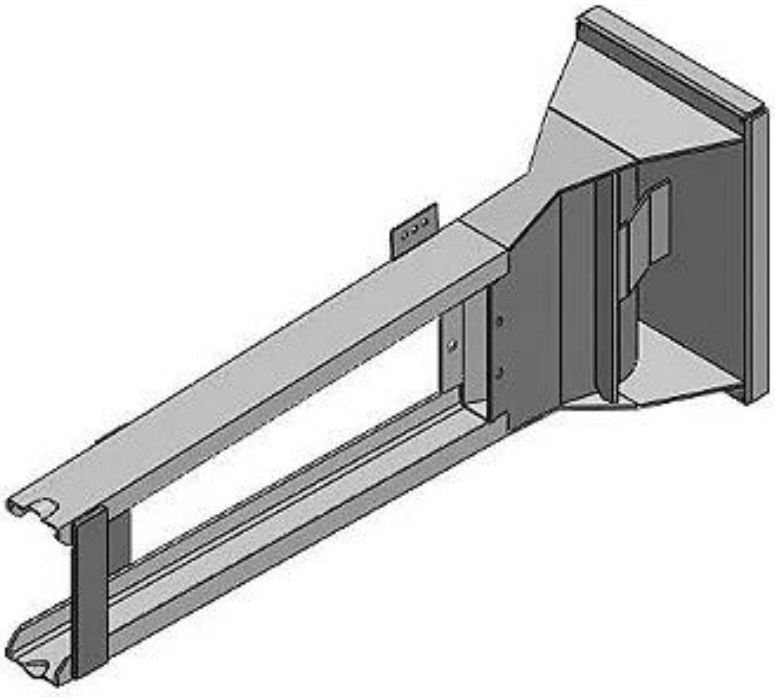


Figura 4 – Detalhe do terminal absorvedor de energia

10.2 Memória Justificativa – Defensas

MEMÓRIA JUSTIFICATIVA								
QUANTITATIVO DEFENSAS								
LOCAL	EST. INICIAL			EST. FINAL			EXTENSÃO (M)	OBSERVAÇÃO
IMPLANTAÇÃO - FAIXA DE DESACELERACÃO	30,000	+	16,400	38,000	+	0,003	143,603	POR NÃO SEREM IMPLANTADAS EM LINHA RETA, A EXTENSÃO TEVE ALTERAÇÃO DOS TRECHOS INCLINADOS
IMPLANTAÇÃO - FAIXA DE ACELERACÃO	23,000	+	15,000	28,000	+	13,634	98,634	PARA OBEDECER A GEOMETRIA DO ACESSO
IMPLANTAÇÃO - PISTA EXISTENTE	22,000	+	9,300	24,000	+	-	30,700	ENTRADA DO ACESSO IRREGULAR
						TOTAL	272,937	
REMOÇÃO - BR	23,000	+	15,000	38,000	+	0,003	285,003	
								-

Resumo das Quantidades			
ITEM	UNID.		
Defensa maleável simples - fornecimento e implantação	m	272,937	
Remoção de defensa metálica	m	285,003	

Quadro xx - Quantitativos das peças previstas no projeto de sinalização.

- Apresentação do projeto

O Projeto de Sinalização é apresentado ainda no Volume 2 – Projeto de Execução, sobre plantas do projeto geométrico, onde constam as localizações das placas de sinalização vertical e de como deverá ser executada a sinalização horizontal.

O presente Volume 03 – Projeto para a Construção do Acesso à Aldeia Indígena Sobradinho contém 88 (oitenta e oito) páginas numeradas de forma sequencial.