



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL COMPANHIA
DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA 5°
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL

PROJETO BÁSICO DE IMPLANTAÇÃO RODOVIÁRIA

OBJETO: PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA VIA QUE LIGA O POVOADO ALTO SANTO
ANTÔNIO À AL-110, LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE COITÉ DO NOIA - AL

RODOVIA: LOCAL RURAL

TRECHO: LOCAL RURAL

EXTENSÃO: 7,94 km

VOLUME 1
MEMÓRIA JUSTIFICATIVA
JULHO/2025

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	4
1.1. Introdução.....	4
1.2. Justificativa	4
1.3. Escolha do Traçado	5
1.3.1. Localização.....	6
1.3.2. Aspectos Socioeconômicos	6
1.4. Estudo geológico.....	8
2. MAPA DE SITUAÇÃO	8
2.1. Mapa de situação	8
3. ESTUDOS	9
3.1. Estudo de Tráfego.....	9
3.1.1. Introdução	9
3.1.2. Classificação de Vias e Parâmetros de Tráfego	10
3.1.3. Estudo para a estimativa de “N” para os dimensionamentos de Pavimento ..	12
3.2. Estudo Topográfico.....	18
3.2.1. Objetivo	18
3.2.2. Estudo do Traçado.....	19
3.2.3. Metodologia	20
3.3. Estudo Geotécnico.....	20
3.3.1. Objetivo	20
3.3.2. Estudo do Empréstimo	22
3.4. Estudo de materiais para Pavimentação	23
3.5. Estudos Hidrológicos	25
3.5.1. Considerações Gerais.....	25
3.5.2. Características da Região.....	26
3.5.2.1. Climatologia.....	26
3.5.2.2. Ventos.....	27
3.5.2.3. Temperaturas	27
3.5.2.4. Evaporação e Evapotranspiração	29
3.5.3. Vegetação.....	30
3.5.4. Geologia e Geomorfologia.....	31



3.5.5. Pedologia.....	34
3.5.6. Pluviometria.....	36
3.5.7. Fluviometria	37
3.5.8. Coleta de dados.....	37
3.5.8.1. Cartografia	37
3.5.8.2. Pluviometria	37
3.5.9. Estabelecimento do Regime Pluviométrico	39
3.5.9.1. Análise Estatística.....	39
3.5.9.2. Pluviometria	39
3.5.9.3. Análise Estatística.....	45
3.5.9.4. Regime Pluviométrico	45
3.5.9.5. Período de Recorrência	53
3.5.9.6. Características das Bacias Hidrográficas	54
3.5.9.7. Cálculo das Vazões Máximas	57
3.5.9.8. Método Racional	57
3.5.9.9. Coeficiente de Escoamento Superficial e CN.....	58
3.5.9.10. DISPOSIÇÕES FINAIS.....	58
3.6. Projeto de Drenagem	62
3.7. Projeto Geométrico	80
3.8. Projeto de Terraplenagem	81
3.9. Projeto de Pavimentação	83
3.10. Projeto de Sinalização.....	92
3.11. SERVIÇOS COMPLEMENTARES	98



1. APRESENTAÇÃO

1.1. Introdução

O presente documento é objeto do Contrato nº 5.0268.00-2023, entre a Métrica Engenharia LTDA, registrada com CNPJ 29.347.132/0001-76 e a COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SAO FRANCISCO E DO PARNAIBA, inscrita no CNPJ sob o n. 00.399.857/0001-26

Os estudos aqui reunidos constituem a elaboração de projeto de proteção e combate à incêndio do MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DODESENVOLVIMENTO REGIONAL COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA 5º SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL.

Está sendo apresentado o Projeto Básico de Engenharia para Implantação da rodovia tendo Início do Trecho no Povoado Alto Santo Antônio (UTM SIRGAS 2000) – Longitude: 765880.6690; Latitude: 8933181.1560, próximo à zona urbana e termina na AL-110 (UTM SIRGAS 2000) - Longitude: 765244.2690; Latitude: 8927319.1010.

Este trabalho tem o objetivo de fornecer os elementos necessários e suficientes, com um nível de precisão adequado à quantificação dos serviços a executar e, portanto, estimar o custo e definir o prazo de execução da obra através das soluções técnicas indicadas, sendo o mesmo apresentado em três volumes quais sejam:

VOLUME	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO
1	MEMÓRIA JUSTIFICATIVA	A-4
2	PROJETO BÁSICO	A-4; A-3 e A-1
3	ORÇAMENTO	A-4

1.2. Justificativa

Diante de tal problemática a prefeitura municipal de Coité do Nóia, vem desenvolvendo diversos projetos voltados no melhoramento da mobilidade da população rural.

A pavimentação da estrada local em questão, servirá como ligação dos moradores dos Povoados: Vassouras, Manoel Gomes, Ingazeira, Poção e Alto Santo Antônio à zona urbana, aonde irá passar por vários arruamentos facilitando o escoamento da produção agrícola para a região alagoano.

O traçado adotado foi definido de maneira de modo que atender o maior número de beneficiados da região.



1.3. Escolha do Traçado

O traçado adotado foi definido de maneira de melhorar a ligação da zona rural, especificamente aos Povoados: Vassouras, Manoel Gomes, Ingazeira, Poção e Alto Santo Antônio à zona urbana, do município de Coité do Nória.

Para elaboração do traçado foi levado em consideração alguns fatores:

- Maior número de comunidades a serem atendidas;
- Menor quantidade de área a ser desapropriada;
- Menor distância dos Povoados indicados à zona urbana.

Diante disto, só foi possível um único traçado. Trata-se de uma estrada já consolidada, que é utilizada pelos moradores dos povoados para terem acesso ao município e a rodovia estadual AL-110.

TRAÇADO 01:

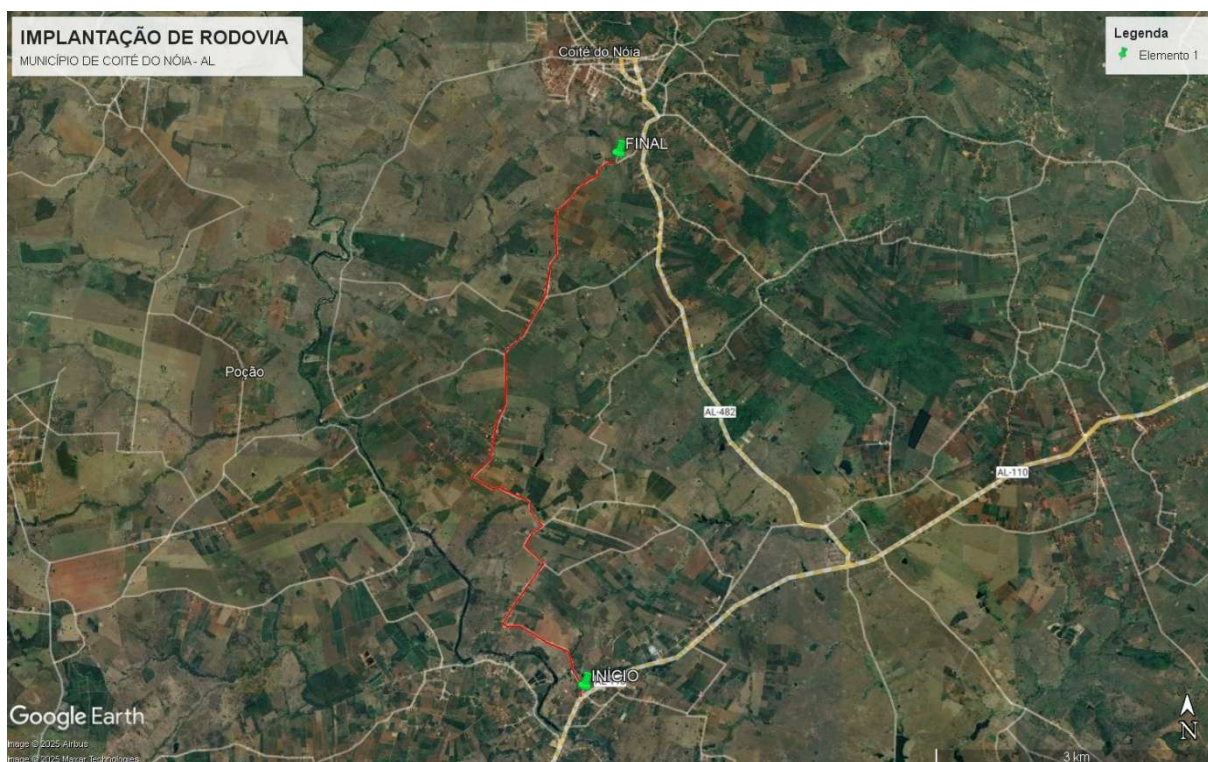


Imagem: Traçado 01.

- **Extensão:** 7,962 km;
- **Comunidades atendidas:** 05;
- **Áreas a serem desapropriadas:** Inexistente.



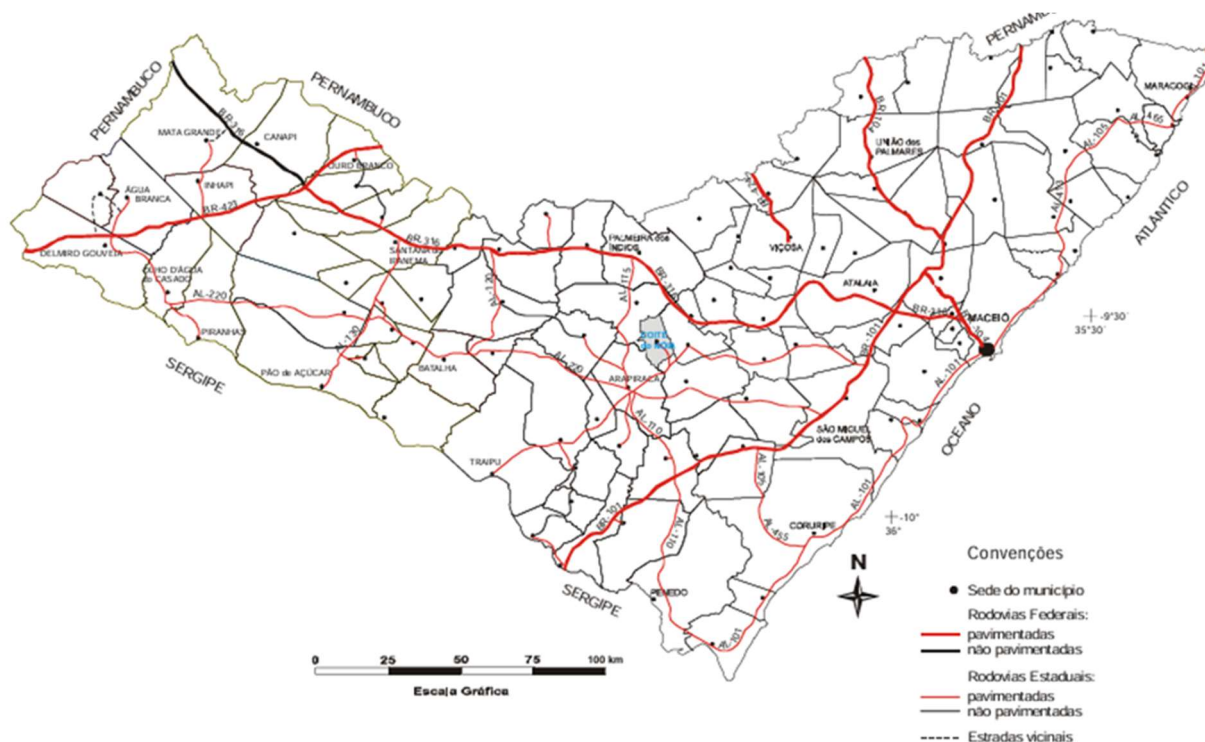
Conforme analisado, o ponto de interligação à zona urbana, mais adequado, visto que já existe uma via vicinal que a população faz uso, com isso não será necessário realizar desapropriações.

1.3.1. Localização

O município de Coité do Nóia está localizado na região central do Estado de Alagoas, limitando-se a norte com o município de Igaci, a sul com Limoeiro de Anadia e Arapiraca, a Leste com Taquarana e a oeste com Arapiraca e Igaci.

A área municipal ocupa 88,49 km² (0,32% do estado de Alagoas), inserida na mesorregião do Agreste Alagoano e na microrregião de Arapiraca, predominantemente na Folha Arapiraca (SC.24-X-D-V) na escala 1:100.000, editada pelo MINTER/SUDENE em 1973.

A sede do município tem uma altitude aproximada de 280 m e coordenadas geográficas de 9°37'56,0" de latitude sul e 36°34'43,0" de longitude oeste. O acesso a partir de Maceió é feito através da rodovia pavimentada BR-316, BR-101 e AL-220, com percurso total em torno de 129 km.



1.3.2. Aspectos Socioeconômicos

O Município foi criado em 1963, desmembrado de Limoeiro de Anadia. Segundo o censo 2000 do IBGE, a população total residente é de 11.993 habitantes, dos quais 6.067 do sexo masculino (50,60%) e 5.926 do sexo feminino (49,40%). São 2.519 os habitantes da zona urbana (21,00%) e 9.474 os da zona rural (79,00%). A densidade demográfica é de 135,53 hab./km².



A rede pública de saúde não dispõe de hospital, tendo apenas 07 Unidades Ambulatoriais, 05 postos de Saúde e 01 Centro de Saúde. Não há Consultórios Médicos ou Odontológicos cadastrados no município.

Na área educacional, são 06 escolas de ensino pré-escolar, com 191 alunos matriculados, 25 escolas de ensino fundamental, com 2.929 alunos matriculados e 01 escola de ensino médio, com 170 alunos cadastrados. No município, existem 5.280 habitantes alfabetizados com idades acima de 10 anos (44,00% da população).

Existem 6.637 eleitores cadastrados no município (23,90% da população).

Existem no município 2.599 domicílios particulares permanentes, dos quais 2.165 (83,30%) possuem banheiro ou sanitário e destes, apenas 02 (0,08%) possuem banheiro e esgotamento sanitário via rede geral. Cerca de 464 (17,90%) são abastecidos pela rede geral de água, enquanto que 365 (14,00%) são abastecidos por poço ou nascente e 1.770 utilizam outras formas de abastecimento (68,10%). Apenas 572 (22,00%) domicílios são atendidos pela coleta de lixo, evidenciando a existência de uma fonte de sérios problemas ambientais e de saúde pública para a população.

Existem 03 agências dos Correios no município. Não há infraestrutura bancária.

O PIB de Coité do Nória foi de U\$7.201.570,00 e o PIB per capita foi de U\$707,00 em 1998. O FPM = R\$1.700.428,75, o ITR = R\$264,79 e o Fundef=969.935,34 (Anuário Estatístico de Alagoas-2001). O salário médio mensal é de R\$83,25 (32,00% do salário mínimo nacional).

As principais atividades econômicas do município são: Comércio, serviços e agropecuária. Atualmente conta com 22 empresas com CNPJ, atuantes (1998), ocupando 414 pessoas (3,45% da população).

Na área de pecuária, conta com os seguintes rebanhos (cabeças): bovinos- 4.615; suínos-723; equinos-385; asininos-75; muares-280; caprinos-827; ovinos-1.123, aves-12.652. A produção leiteira é de 1.080.000 litros, a de ovos-35.000 dúzias.

Na área agrícola: Algodão- 200 ha (60 t); Feijão-1.800 ha (1.260 t); Fumo-1.050 ha (1.260 t); Mandioca-800 ha (7.200 t) e Milho-1.800 ha (1.260 t).

O Extrativismo produz 03 t de Castanha de Caju. e em No ranking de desenvolvimento, Coité do Nória está em 60º lugar no estado (60/101 municípios) 5.119º (www.desenvolvimentomunicipal.com.br).



1.4. Estudo geológico

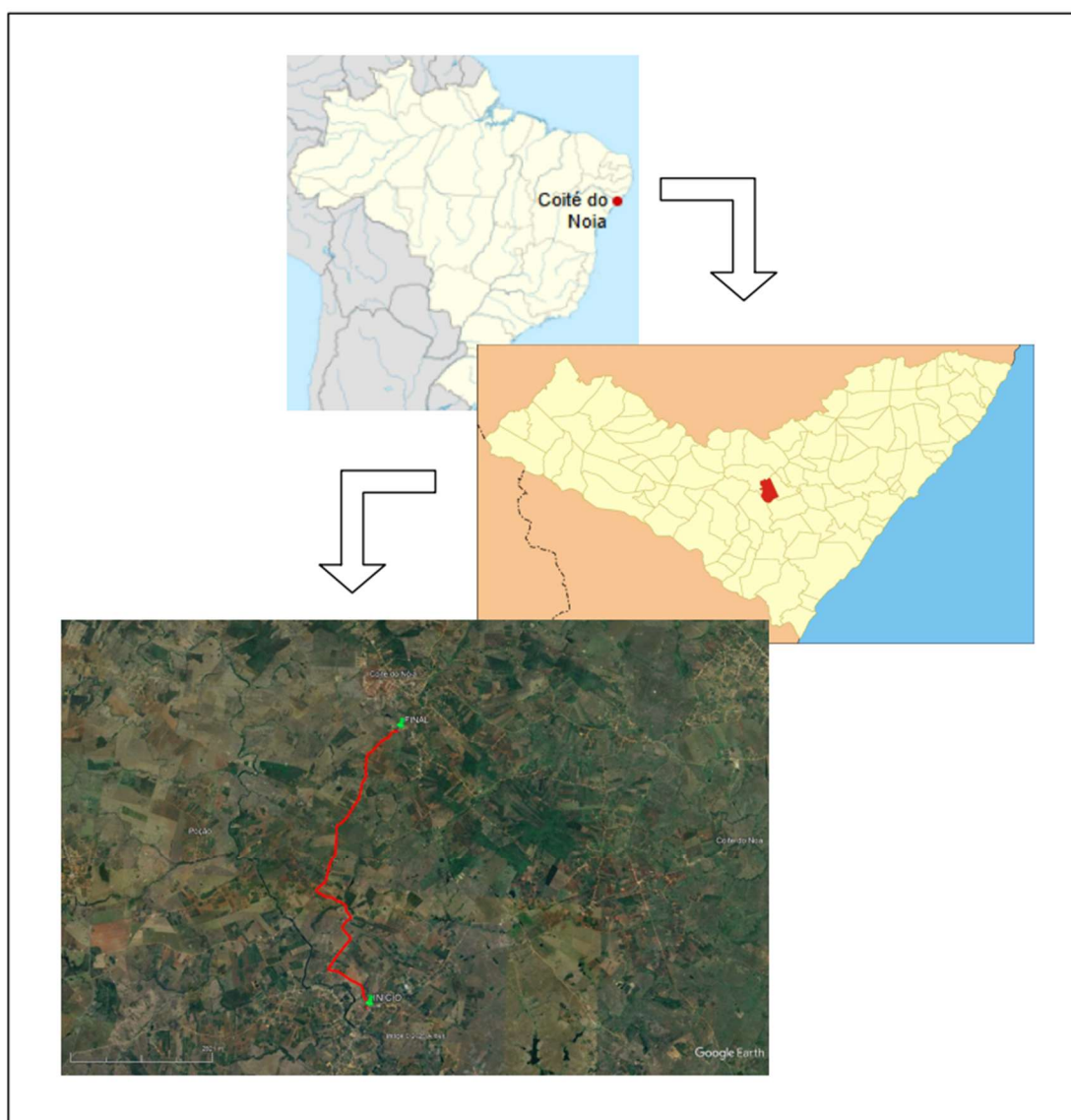
O município de Coité do Nóia encontra-se geologicamente encravado na Província Borborema, representada pelos litotipos do Complexo Nicolau/Campo Grande.

O Complexo Nicolau/Campo Grande (An), situa-se é constituído por xistos, gnaisses, mármore, BIF, metamórficas e metaultramáficas.

O Complexo Nicolau/Campo Grande (Ang), situa-se nos quadrantes NE, SE, SW e NW, ocupando aproximadamente 90% da área, sendo constituído por granulitos/kizingitos.

2. MAPA DE SITUAÇÃO

2.1. Mapa de situação



3. ESTUDOS

3.1. Estudo de Tráfego

3.1.1. Introdução

O estudo de tráfego foi elaborado tendo em vista analisar as condições da rodovia em estudo, com o intuito de determinar quantitativamente a capacidade da rodovia subsidiar a formulação de medidas necessárias à melhoria de sua circulação ou das características de seu projeto.

Entretanto para poder avaliar o pavimento a implantar, adotou-se como parâmetros a classificação contida nas Instruções de Projeto 02/2004 (Classificação das Vias) da Prefeitura Municipal de São Paulo, que é recomendada para o dimensionamento de pavimentos flexíveis de vias urbanas.

A referida via em questão, apesar de ser uma via local rural, seu fluxo tem característica semelhante a de via coletora urbana, visto que a referida rodovia seccionar vários arruados de residências.

Sendo assim, será estabelecido que, devido a sua característica essencialmente coletoras o tráfego pode ser considerado meio pesado, admitindo a passagem de caminhões e ônibus em número de 1501 a 5000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número “N” 2×10^6 solicitações do eixo padrão (80 Kn) para um período de projeto de 10 anos.

De acordo com a classificação, acima citada, como é o caso em análise, teremos em tese a passagem por dia, por faixa, de 1500 veículos leve, 101 veículos entre ônibus e caminhões, na fração de menor incidência.

Adotando-se, ainda, os parâmetros estabelecidos pela Prefeitura de São Paulo, o número “N” característico para esse tipo de via será o constante do quadro abaixo.



Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	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
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	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		3×10^6 (1)	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

3.1.2. Classificação de Vias e Parâmetros de Tráfego

A classificação do tipo de tráfego da via deve preceder a aplicação dos métodos de dimensionamento adotados pela PMSP. Essa classificação permite a adequada utilização desses métodos e estimativa de solicitações de veículos a que a via estar submetida em seu período de vida útil.

Na presente classificação foi considerada a carga máxima legal no Brasil, que é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100kN/ESRD).

O tráfego e as cargas solicitantes na via a ser pavimentada deverão ser caracterizados de forma a instruir a aplicação dos métodos adotados. O parâmetro "N" constitui o valor final representativo dos esforços transmitidos estrutura, na interface pneu/pavimento. O valor de "N" indica o número de solicitações previstas no período operacional do pavimento, por um eixo traseiro simples, de rodagem dupla, com 80 kN, conforme o Método do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA.

A previsão do valor final de "N" deve tomar como base contagens classificatórias, para utilização dos tipos de tráfego abaixo relacionados. Quando houver disponibilidade de dados de pesagens de eixos, com a respectiva caracterização por tipos, o cálculo do valor final de "N" deverá seguir integralmente as recomendações e instruções do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT-1996.



A via local em questão será classificada, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

- Tráfego Leve - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de Ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e Ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de $1,0 \times 10^5$ solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos.
- Tráfego Médio - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e Ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de $5,0 \times 10^5$ solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.
- Tráfego Meio Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou Ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de $2,0 \times 10^6$ solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.
- Tráfego Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou Ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de $2,0 \times 10^7$ solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos.
- Tráfego Muito Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou Ônibus em número de 1001 a 2000 por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número "N" típico superior a $5,0 \times 10^7$ solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.



- Faixa Exclusiva de Ônibus - Vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de Ônibus e veículos comerciais (em número reduzido), podendo ser classificadas em:
 - ✓ Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Médio - onde é prevista a passagem de Ônibus em número superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 10⁷ solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.
 - ✓ Faixa Exclusiva de ônibus com Volume Elevado - onde é prevista a passagem de Ônibus em número superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5,0x10⁷ solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

3.1.3. Estudo para a estimativa de "N" para os dimensionamentos de Pavimento

Fatores de equivalência

Para determinação dos fatores de equivalência, serão adotados os seguintes parâmetros:

Onde:

Pu = carga útil;

P1 = carga Eixo Dianteiro;

P2 = carga Eixo Traseiro;

e1 = fator de equivalência de P1;

e2 = fator de equivalência de P2;

e = fator de equivalência total;

a) Caminhão Médio 2 C:

Pu = Peso útil máximo = 8,5 t (85 kN); Tara = 6,5 ton (65 kN); Peso bruto total = 15 ton (150 kN).



Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Médio 2 C

% da Carga	P_u	P_1	P_2	DNIT		
				e_1	e_2	e
100%	8,5	5	10	0,13	3,30	3,43
75%	6,37	4,6	8,2	0,095	0,95	1,05
105%	8,92	5,02	10,3	0,135	3,97	4,10
Vazio	0	3,5	3,0	0,032	0,017	0,049

Onde:

$$P_1 = 0,176 (P_u) + 3,448$$

$$P_2 = 0,823 (P_u) + 2,998$$

e com eixos simples (RS) temos:

$$P > 8 \text{ e} = (P / 8,26)^{6,2542}$$

$$0 < P \leq 8 \text{ e} = (P / 8,25)^{4,0175}$$

Adotando a seguinte distribuição de veículos na frota:

65 % em 100 % da carga útil máxima.

18 % em 75 % da carga útil máxima.

4 % em excesso de 5 % da carga útil máxima (105%).

13 % vazios.

$$\text{Obtém-se: } 0,65 \times 3,43 + 0,18 \times 1,05 + 0,04 \times 4,10 + 0,13 \times 0,049 = 2,60.$$

b) Caminhão Pesado 3 C:

P_u = Peso útil máximo = 14 t (140 kN); Tara = 8,0 t (80 kN); Peso bruto total = 22,0 t (220 kN).

Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Pesado I - 3C

% da Carga	P_u	P_1	P_2	DNIT		
				e_1	e_2	e
100%	14,0	5,0	17,0	0,133	8,52	8,65
75%	10,5	4,6	13,8	0,095	2,72	2,82
105%	14,7	5,07	17,6	0,141	10,3	10,44
Vazio	0	3,5	4,5	0,032	0,09	0,122

Onde:

$$P_1 = 0,107 (P_u) + 3,502 \text{ e } 1 = [P_1 / 8,25]^{4,0175} \text{ (} P \leq 11 \text{ t)}$$

$$P_2 = 0,892 (P_u) + 4,493 \text{ e } 2 = [P_2 / 11,5]^{5,484} \text{ (} P > 11 \text{ t)}$$



Adotando a mesma distribuição de veículos na frota utilizada para o caminhão médio 2C, obtém-se:

$$0,65 \times 8,65 + 0,18 \times 2,82 + 0,04 \times 10,44 + 0,13 \times 0,122 = 6,56.$$

c) Caminhão Pesado 4 C:

P_u = Peso útil máximo= 18,5 t (185 kN); Tara = 12,0 t (120 kN); Peso bruto total = 30,5t (305 kN).

Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Pesado II 4C

% da Carga	P_u	P_1	P_2	DNIT		
				e_1	e_2	e
100%	18,5	5	25,5	0,133	9,29	9,42
75%	13,8	4,6	21,2	0,095	3,32	3,42
105%	19,4	5,07	26,3	0,141	11,03	11,17
Vazio	0	3,5	8,5	0,032	0,020	0,052

Onde:

$$P_1 = 0,081 (P_u) + 3,50 \text{ e } 1 = [P_1 / 8,25]^{4,0175}$$

$$P_2 = 0,919 (P_u) + 8,499 \text{ e } 2 = [P_2 / 17,09]^{5,571}$$

Adotando a seguinte distribuição de veículos na frota:

66 % em 100 % da carga útil máxima.

20 % em 75 % da carga útil máxima.

4 % em excesso de 5 % da carga útil máxima (105%).

10 % vazios.

$$\text{Obtém-se: } 0,66 \times 9,42 + 0,20 \times 3,42 + 0,04 \times 11,17 + 0,10 \times 0,052 = 7,35.$$

d) Carreta - 2S3 C:

Peso útil máximo = 24 t (240 kN); Tara = 16,5 t (165 kN); Peso bruto total = 40,5t (405 kN).



Cargas e fatores de equivalência - carreta 2S3C

% da Carga	P _u	P ₁	P ₂	P ₃	DNIT			
					e ₁	e ₂	e ₃	e
100%	24	5	10,3	25,5	0,133	3,98	9,29	13,4
75%	18	4,6	8,8	21,2	0,097	1,48	3,32	4,9
105%	25,2	5,07	10,6	26,3	0,141	4,75	11,03	15,9
vazio	0	3,5	4,5	8,51	0,032	0,02	0,02	0,072

Onde:

$$P_1 = 0,0625 (P_u) + 3,499 \quad e_1 = [P_1 / 8,25]^{4,0175}$$

$$P_2 = 0,240 (P_u) + 4,52 \quad e_2 = [P_2 / 8,26]^{6,2542}$$

$$P_3 = 0,708 (P_u) + 8,508 \quad e_3 = [P_3 / 17,09]^{5,571}$$

Adotando a seguinte distribuição de veículos na frota:

66 % em 100 % da carga útil máxima.

20 % em 75 % da carga útil máxima.

4 % em excesso de 5 % da carga útil máxima (105%).

10 % vazios.

Obtém-se: $0,66 \times 13,4 + 0,20 \times 4,90 + 0,04 \times 15,90 + 0,10 \times 0,072 = 10,47$

Cargas e fatores de equivalência – carreta 3S3

% da Carga	P _u	P ₁	P ₂	P ₃	DNIT			
					e ₁	e ₂	e ₃	e
100%	29	5	17	25,5	0,133	8,52	9,29	17,94
75%	21,7	4,6	14,3	21,2	0,095	3,3	3,32	6,71
105%	30,4	5,07	17,5	26,3	0,141	10	11,04	21,18
vazio	0	3,5	6,5	8,5	0,032	0,044	0,02	0,096

Onde:

$$P_1 = 0,051 (P_u) + 3,518 \quad e_1 = [P_1 / 8,25]^{4,0175}$$

$$P_2 = 0,362 (P_u) + 6,497 \quad e_2 = [P_2 / 11,5]^{5,484}$$

$$P_3 = 0,586 (P_u) + 8,506 \quad e_3 = [P_3 / 17,09]^{5,571}$$

Adotando a seguinte distribuição de veículos na frota:

66 % em 100 % da carga útil máxima.

20 % em 75 % da carga útil máxima.

4 % em excesso de 5 % da carga útil máxima (105%).



10 % vazios.

Obtém-se: $0,66 \times 17,94 + 0,20 \times 6,71 + 0,04 \times 21,18 + 0,10 \times 0,096 = 14,04$.

f) Ônibus

Peso útil máximo = 5,5 t (55 kN); Tara = 7,3 t (73 kN); Peso bruto total = 12,8 t (128 kN).

Cargas e fatores de equivalência – ônibus

% da Carga	P_u	P_1	P_2	DNIT		
				e_1	e_2	e
100%	5,50	4,9	7,9	0,12	0,757	0,88
75%	4,13	4,35	7,07	0,076	0,378	0,45
105%	5,78	5,01	8,06	0,135	0,858	0,99
vazio	0	2,7	4,6	0,011	0,026	0,037

Onde:

$$P_1 = 0,4 (P_u) + 2,70 \quad e_1 = [P_1/8,25]^{4,0175}$$

$$P_2 = 0,6(P_u) + 4,597 \quad e_2 = [P_2/8,26]^{6,2542}$$

Adotando a seguinte distribuição de veículos na frota:

35 % em 100 % da carga útil máxima.

40 % em 75 % da carga útil máxima.

20 % em excesso de 5 % da carga útil máxima (105%).

10 % vazios.

Obtém-se: $0,35 \times 0,88 + 0,40 \times 0,46 + 0,20 \times 0,99 + 0,10 \times 0,04 = 0,69$.

Cálculo dos Valores Finais

a) Distribuição por tipo de veículo de carga e ônibus



Distribuição de veículos de carga e ônibus

Tipo De Veículos		Vias Urbanas Típicas	Vias Urbanas Com Indústria/ Depósito		Vias com Ligação para Rodovias/Marginais	
2 C(caminhão eixo simples, RS)	Médio	40%		40%		31%
3 C (caminhão eixo duplo, RD)	Pesado		6(75%)	8%	31%	42%
4 C (caminhão eixo triplo)			2(25%)		11%	
2S3 (carreta)	Carreta		1(50%)	2%	7,5(50%)	15%
3S3 (carreta)			1(50%)		7,5(50%)	
ônibus	Ônibus	60%		50%		12%

b) Fatores de Equivalência

Fator de equivalência - Via urbana típica

Fator de equivalência - Via urbana típica

Veículo	e / e veic.	%	e i	e total
2 C	2,60	40	1,05	1,47
Ônibus	0,69	60	0,42	

Fator de equivalência – Vias urbanas com indústrias ou depósitos

Fator de equivalência – Vias urbanas com indústrias ou depósitos

Veículo Tipo	e / e veic.	%	e i	e total
2 C	2,60	40	1,05	2,23
3 C	6,56	6	0,395	
4 C	7,35	2	0,15	
Carreta	14,04	2	0,28	
Ônibus	0,69	50	0,35	

Fator de equivalência - vias marginais

Fator de equivalência - vias marginais

Veículo Tipo	e/e veic.	%	e i	e total
2 C	2,60	31	0,81	5,86
3 C	6,56	31	2,03	
4 C	7,35	11	0,83	
Carreta	14,04	15	2,11	
Ônibus	0,69	12	0,08	

Fatores de equivalência finais



Fatores de equivalência finais

VALORES FINAIS ADOTADOS	Equivalências
(I) Vias Urbanas Típicas	e = 1,50
(II) Vias Urbanas com Indústrias e depósitos	e = 2,30
(III) Vias com Ligação às Rodovias Marginais	e = 5,90

Cálculo dos valores de "N" característicos para os vários tipos de via.

Com a equação seguinte, calcula-se o número total de solicitações do eixo simples padrão de 82 kN, para o período de vida de projeto. Para cada tipo de via serão calculados dois valores de NT, para o menor e maior volume de tráfego (considerado após majoração de 5%/ano no volume).

$N_a = ((V_o + 1,5V_o)/2) \times e \times 365 \times P$ para tráfego leve a meio pesado

$N_a = ((V_o + 1,6V_o)/2) \times e \times 365 \times P$ para tráfego pesado a muito pesado

Onde:

V_o = volume diário de Ônibus e caminhões;

e = equivalente por classe da via;

P = vida de projeto

Na sequência, o número "N" e suas projeções dentro do horizonte de projeto para o dimensionamento do pavimento é resumidamente $N = 2,0 \times 10^6$.

3.2. Estudo Topográfico

3.2.1. Objetivo

Após a escolha do traçado foram realizados estudos topográficos conforme a Instrução de Serviço IS-204, (Estudos Topográficos para o Projeto Básico) e Instrução de Serviço IS-205, (Estudos topográficos para Projeto Básico de Engenharia) constantes no Manual de Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários: Escopos Básicos/Instruções de Serviço do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT de 2006 e NBR-13.333 ABNT.

O estudo topográfico tem a finalidade de se obter o cadastro da rodovia a ser implantada, fornecer subsídios que possibilitem o projeto de implantação da rodovia.



Os serviços topográficos levantados forneceram os seguintes resultados:

3.2.1.1. Planta topográfica contendo elementos de locação, nivelamento e coordenadas, desenhada na escala de 1:1.000;

3.2.2. Estudo do Traçado

A diretriz do projeto orientou-se no traçado existente com extensão locada de 7,962km, correspondente a implantação do trecho, sendo correções pontuais de curvas com a finalidade de adequar o raio as características da rodovia, além de elevar greide, para melhorar o escoamento das águas pluviais, orientados pelo manual de Projeto Geométrico do DNIT.

Também foram levantados os pontos onde serão executados Projetos de Acessos Tipo nos acessos laterais e de fazendas.

Durante o estudo do traçado foi levado em considerações a rede de abastecimento, aonde a tubulação e acessórios da rede de abastecimento ficando sempre mais próximos das extremidades da faixa de rolamento e com relação a cota de assentamento dos tubos não foi possível locar com precisão.

Tubulação de Aço de Ø 150 mm

- Seg. entre as Est. 0+00 a Est. 56+10,00, lado dir., prof. 0,60 a 0,80 m
- Seg. entre as Est. 60+18 a Est. 91+00,00, lado dir., prof. 0,20 a 0,40 m
- Seg. entre as Est. 91+00 a Est. 219+00,00, lado dir., prof. 0,80 a 1,00 m

Tubulação de Aço de Ø 85 mm

- Seg. entre as Est. 56+10 a Est. 68+18,00, lado dir., prof. 0,60 a 0,80 m

Tubulação de pvc de Ø 60 mm

- Seg. entre as Est. 0+00 a Est. 68+00,00, lado esq., prof. 0,60 a 0,80 m
- Seg. entre as Est. 68+15,00 a Est. 74+00,00, lado esq., prof. 0,20 a 0,40 m
- Seg. entre as Est. 74+00,00 a Est. 241+05,00, lado esq., prof. 0,60 a 0,80 m
- Seg. entre as Est. 253+05,00 a Est. 269+13,00, lado esq., prof. 0,60 a 0,80 m
- Seg. entre as Est. 269+13,00 a Est. 295+00,00, lado dir., prof. 0,60 a 0,80 m
- Seg. entre as Est. 295+13,00 a Est. 300+00,00, lado dir., prof. 0,20 a 0,40 m
- Seg. entre as Est. 300+00,00 a Est. 352+10,00, lado dir., prof. 0,60 a 0,80 m

Tubulação mista de pvc de Ø 50 e 60 mm

- Seg. entre as Est. 241+00 a Est. 253+00,00, lado esq, prof. 0,20 a 0,40 m

Derivação para a cidade na estaca 60+17,00 e a rede de distribuição recebendo do reservatório que está localizada na Est.68+10,00.



3.2.3. Metodologia

Os serviços topográficos realizados podem ser resumidos conforme detalhamento abaixo:

- Locação do trecho a ser implantada;
- Nivelamento e Contranivelamento do Eixo de Locação;
- Levantamento das Secções Transversais e Detalhamento do traçado;
- Levantamento Cadastral;
- Levantamento dos dispositivos de drenagem existentes;
- Elaboração de planta topográfica.

Depois da implantação dos marcos de levantamento, foram utilizados equipamentos de Estação Total para constituição do melhor traçado.

Após a locação do eixo foram levantadas as Secções Transversais nos piquetes do eixo de exploração com 20 metros para cada lado. Em alguns pontos que ofereciam alternativas de traçado essas distâncias variaram para se adequar a essas alternativas.

3.3. Estudo Geotécnico

3.3.1. Objetivo

Os serviços geotécnicos visam o conhecimento da natureza, tipo e características dos materiais constituintes das diversas camadas de solo ou rocha ocorrentes no subsolo do local de implantação das obras. Estes serviços visam à obtenção de parâmetros para serem englobadas são os estudos de escritório, vistorias de campo, investigações e ensaios geotécnicos de laboratório e de campo.

A metodologia aplicada para a realização dos estudos geotécnicos deve seguir as recomendações da especificação técnica e os procedimentos adotados durante a realização procurando seguir ao máximo os métodos de ensaios da NBR 6484/2001.

Os estudos geotécnicos deverão ser realizados durante a execução da obra e irão constatar o CBR do subleito e ser confrontado com o indicado em projeto. Inicialmente, foram feitos levantamentos visuais para caracterização dos solos, além da coleta em media a cada 400 metros



como distancia maxima de coleta, ou alguma variação visualmente perceptível da composição do solo, totalizando 21 amostras no subleito, e 02 possíveis áreas de empréstimo próxima do trecho, verificou-se um subleito estabilizado em decorrência da ação do tráfego contínuo e também pela manutenção preventiva que foram realizadas através dos órgãos competentes durante vários anos, conforme podemos observar assegurar:

FURO Nº	LADO E-X-D	ESTACA	PROFUNDIDADE (cm)		CAMADA	CLASSIFICAÇÃO	CBR (%)
			DE	A			
1	X	2	0	60	SUBLEITO	SILTE ARENOSO - FINO	7,60
2	X	22	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	36,10
3	X	42	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	10,80
4	X	62	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	10,80
5	X	82	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	12,80
6	X	102	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	12,80
7	X	122	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	36,10
8	X	142	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	36,10
9	X	162	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	10,80
10	X	182	0	60	SUBLEITO	SILTE ARENOSO - GROSSA	7,60
11	X	202	0	60	SUBLEITO	SILTE ARENOSO - GROSSA	7,60
12	X	222	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA - FINO	13,40
13	X	242	0	60	SUBLEITO	SILTE ARENOSO - FINO	15,10
14	X	262	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA - FINO	8,60
15	X	282	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA - FINO	8,10
16	X	302	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA - FINO	8,10
17	X	322	0	60	SUBLEITO	SILTE ARENOSO - FINO	15,10
18	X	342	0	60	SUBLEITO	SILTE ARENOSO - FINO	15,10
19	X	362	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA - FINO	13,40
20	X	382	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	7,60
21	X	402	0	60	SUBLEITO	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO - GROSSA	33,30

RESULTADOS CBR JAZIDA			
ORDEM	LOCAL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	CBR (%)
1	JAZIDA	9°37'35.95"S - 36°35'7,63"O	42,09
2	JAZIDA	9°37'29.17"S - 36°35'11.48"O	55,11



Para calculo do CBR de projeto foi utilizado a norma IP 05/2004, da Prefeitura Municipal de São Paulo, aonde o CBR de projeto é encontrado pela seguinte fórmula:

- Cálculo CBR Médio = \overline{CBR}

$$\therefore \overline{CBR} = \frac{\sum_{i=1}^n CBR_i}{n}$$

- Cálculo do Desvio Padrão (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum [CBR_i - \overline{CBR}]^2}{n-1}}$$

- Cálculo do CBR de projeto (CBR_p)

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

Para dimensionamento do CBR foi considerado 21 amostras, aonde obtivemos um CBR medio de 15,47% e com isso um desvio padrão do CBR do trecho em torno de 10,07%, foi utilizado o número de graus de liberdade (neste caso a quantidade de amostras analisadas), na probabilidade de 0,90, conforme a distribuição de t-Student = 1,37, logo, o dimensionamento o CBR de projeto determinado é de 12,46% e, portanto, será o valor adotado para o dimensionamento do pavimento no trecho em questão, como tambem como parametro de CBR para áreas de empréstimo, nos locais que precisar de substituição no Sub-leito e como material de aterro no greide do trecho.

3.3.2. Estudo do Empréstimo

Foi encontrado na região de projeto empréstimo que apresentou características geotécnicas satisfatórias para ser usado no corpo de aterro, como tambem para sub-base.

Desse modo, indicou-se, tanto para o uso na terraplenagem quanto na camada de sub-base, empréstimo/jazida , de coordenadas geograficas WGS84: 9°37'29.27"S, 36°35'11.39"O.

Para camada de base não foi localizada nenhuma jazida com características geotécnicas satisfatórias para ser usado no corpo da base do trecho, sendo assim será executada a base com



mistura solo – brita (70-30), aonde a jazida fica localiza a WGS 84: 9°37'29.27"S e 36°35'11.39"O, e a brita oriunda da pedreira Triunfo, localizada em Arapiraca-AL, visto que, é a pedreira mais próxima ao trecho.

3.4. Estudo de materiais para Pavimentação

➤ Sub-base

Foi encontrado na região de projeto jazida que apresentou características geotécnicas satisfatórias para ser na camada de sub-base, como também, no corpo de aterro. Desse modo, indicou-se, tanto para o uso na terraplenagem quanto na camada de sub-base, empréstimo/jazida, de coordenadas geográficas WGS84: 9°37'29.27"S, 36°35'11.39"O.

As condições geotécnicas para material de sub-base são:

- ISC > 20%
- Expansão < 1,0%
- Índice de Grupo (IG)=0

O quadro resumo dos ensaios realizados na jazida de sub-base, que também foi indicada para o uso na terraplenagem foi apresentado no item 3.3.1.

➤ Base

As ocorrências de materiais a serem utilizadas nas camadas constituintes do pavimento, foram cadastradas, tendo em vista a qualidade e o volume disponível dos materiais, procurando-se a indicação de ocorrências que os tenham características geotécnicas satisfatórias e volumes suficientes, conciliada à otimização das distâncias de transporte.

Para as bases estabilizadas granulometricamente as recomendações técnicas são:

- Limite de liquidez máximo de 25%;
- Índice de plasticidade máximo de 6%;
- ISC > 80%;
- Expansão < 0,50%



E quanto a granulometria devem ser enquadrar em uma das faixas granulométricas apresentadas a seguir:

Tipos de Peneira	Faixa Granulométrica					
	A	B	C	D	E	F
	%Passando					
2"	100	100	-	-	-	-
1"		75-90	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25

➤ Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ

A determinação do traço de Concreto Betuminoso Usinado a quente segue a especificação de serviço - DNIT- ES-031/2024, faixa "C" para execução da camada de rolamento da via projetada.

Na tabela abaixo estar discriminado o teor ótimo e as características finais da mistura:

Parâmetros Norma Valor	Parâmetros Norma Valor	Parâmetros Norma Valor
Volume de vazios (%) DNIT 449 – PRO 3 a 5	Volume de vazios (%) DNIT 449 – PRO 3 a 5	Volume de vazios (%) DNIT 449 – PRO 3 a 5
Relação betume vazios (%) DNIT 449 – PRO 65 a 75	Relação betume vazios (%) DNIT 449 – PRO 65 a 75	Relação betume vazios (%) DNIT 449 – PRO 65 a 75
Vazios do agregado mineral (%) DNIT 449 – PRO Tabela 5	Vazios do agregado mineral (%) DNIT 449 – PRO Tabela 5	Vazios do agregado mineral (%) DNIT 449 – PRO Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A) DNIT 449 – PRO 0,6 a 1,6	Proporção filler/asfalto (F/A) DNIT 449 – PRO 0,6 a 1,6	Proporção filler/asfalto (F/A) DNIT 449 – PRO 0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa) DNIT 136 – ME $\geq 0,65$	Resistência à tração (MPa) DNIT 136 – ME $\geq 0,65$	Resistência à tração (MPa) DNIT 136 – ME $\geq 0,65$
Dano por umidade induzida (razão) DNIT 180 – ME $\geq 0,70$	Dano por umidade induzida (razão) DNIT 180 – ME $\geq 0,70$	Dano por umidade induzida (razão) DNIT 180 – ME $\geq 0,70$
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes) DNIT 447 – ME ≥ 500	Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes) DNIT 447 – ME \geq	Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes) DNIT 447 – ME ≥ 500



	500	
CDI	DNIT 426 – IE	<u>Conforme definido em projeto</u>
TDI	DNIT 426 – IE	
Módulo de resiliência	DNIT 135 – ME	
Parâmetros de fadiga	DNIT 183 – ME	
Flow Number (FN)	DNIT 184 – ME	

VAM mínimo				
TNM		Volume de vazios (%) ¹		
ASTM	mm	3,0	4,0	5,0
1"	25,0	11	12	13
3/4"	19,0	12	13	14
1/2"	12,5	13	14	15
3/8"	9,5	14	15	16

¹Para percentuais de vazios não inteiros, entre 3,0 % e 5,0 %, os valores de VAM devem ser interpolados.

Composição final do traço de referência (SICRO 07/2025:

Areia média	0,04052	3,97%
Brita 0	0,13505	13,24%
Brita 1	0,04823	4,73%
Cal hidratada	0,01446	1,42%
Pedrisco	0,22185	21,75%
Pó de Pedra	0,50447	49,46%
CAP 50/70	0,05545	5,44%

3.5. Estudos Hidrológicos

3.5.1. Considerações Gerais

Os Estudos Hidrológicos realizados nesta seção, buscam abordar as diversas vertentes do conhecimento físico e climático, de forma a correlacioná-los, objetivando o entendimento do comportamento hidráulico local.

A metodologia adotada no estudo, é desenvolvida seguindo as indicações contidas na Instrução de Serviço IS-203: Estudos Hidrológicos, das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, do DNIT (2006), objetivando fornecer subsídios para verificação hidráulica dos dispositivos de microdrenagem e macrodrenagem eventualmente existentes, bem como dispositivos de drenagem novos que serão necessários frente a intervenção proposta.



O relatório inicia-se com abordagem das características físicas e climáticas da região, estabelecendo os alicerces da análise de dados. Em seguida, é realizado a coleta, tratamento, análise e apresentação dados pluviométricos.

A sistemática adotada para a execução do Estudo Hidrológico abrangeu:

Coleta de dados climatológicos, pluviométricos, fluviométricos, cartográficos e geomorfológicos da área do projeto junto aos órgãos oficiais;

Elaboração de fluviogramas das alturas máximas, médias e mínimas mensais;

Elaboração dos histogramas de precipitação, curvas intensidade x duração x frequência e curvas de precipitação x duração x frequência;

Determinação das características das bacias hidrográficas;

Seleção dos métodos de cálculo apropriados a serem utilizados;

Determinação das vazões máximas de projeto.

3.5.2. Características da Região

3.5.2.1. Climatologia

O município de Coité do Nória, localizado no agreste alagoano, apresenta clima tropical, classificado como Aw pela classificação de Köppen-Geiger. Esse tipo climático caracteriza-se por temperaturas elevadas ao longo de todo o ano e pela distinção entre duas estações bem definidas: uma chuvosa, que se concentra principalmente nos meses de outono e inverno, e outra seca, predominante na primavera e verão.

O regime pluviométrico é marcado pela maior concentração de chuvas entre abril e agosto, período em que a precipitação é intensificada pela atuação de sistemas meteorológicos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as instabilidades provenientes do oceano Atlântico e a contribuição de ventos alísios. Já o período seco ocorre de setembro a fevereiro, quando os índices pluviométricos sofrem redução significativa.



As temperaturas médias mantêm-se elevadas ao longo do ano, com baixa amplitude térmica, o que é característico das áreas tropicais. Essa condição favorece a evapotranspiração e influencia diretamente as atividades agropecuárias, que representam parte importante da economia local.

3.5.2.2. Ventos

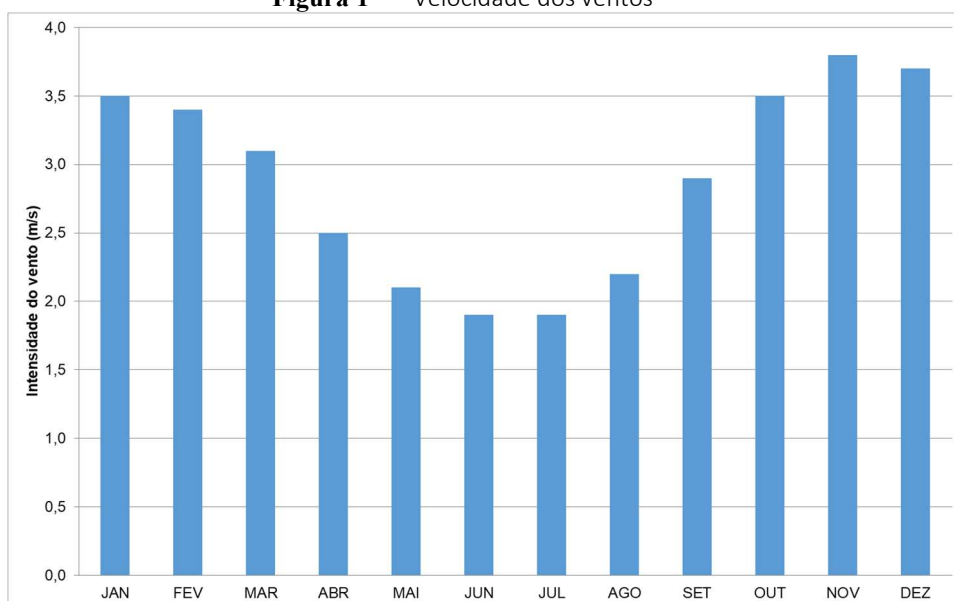
As velocidades de ventos, bem como a média anual, estão expostas na Tabela 2. A intensidade média dos ventos é variável ao longo do ano. Há uma tendência de ventos mais fortes entre os meses de setembro e novembro, correspondentes ao final do inverno e início da primavera. A estação de Palmeira dos Índios – Alagoas registrou intensidade máxima de 3,8 m/s no mês de novembro (Tabela 1 e Figura 1). Sendo a média anual para a estação de 2,9 m/s.

Tabela 1 Velocidade dos ventos (m/s)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
PALMEIRA DOS INDIOS	3,5	3,4	3,1	2,5	2,1	1,9	1,9	2,2	2,9	3,5	3,8	3,7	2,9

Fonte: INMET, 2025.

Figura 1 Velocidade dos ventos



Fonte: INMET, 2025.

3.5.2.3. Temperaturas

Os dados de temperatura associados à estação de referência estão distribuídos em temperaturas máximas (Tabela 2 e Figura 2); que variam entre 26,5 °C e 33,6 °C; e temperaturas mínimas (Tabela 3 e Figura 3), variando entre 18,6 °C e 21,9 °C.



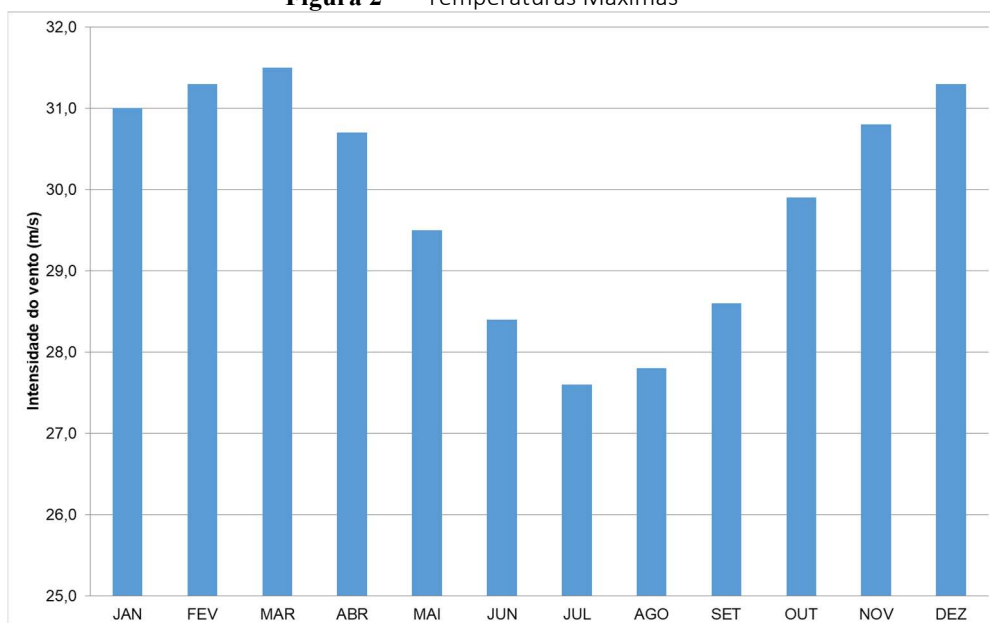
As temperaturas mais baixas ocorrem nos meses de inverno, especialmente entre junho e agosto, quando se registram os menores valores médios de temperatura mínima, enquanto as mais elevadas predominam entre janeiro e março. Apesar dessa variação sazonal, as temperaturas mantêm-se relativamente estáveis ao longo do ano, com média de 30,6 °C para as máximas e 20,5 °C para as mínimas.

Tabela 2 Temperaturas Máximas em°C

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
PALMEIRA DOS INDIOS	33,20	33,10	33,00	31,50	29,30	27,30	26,50	27,00	28,90	31,20	32,90	33,60	30,60

Fonte: INMET, 2025.

Figura 2 Temperaturas Máximas



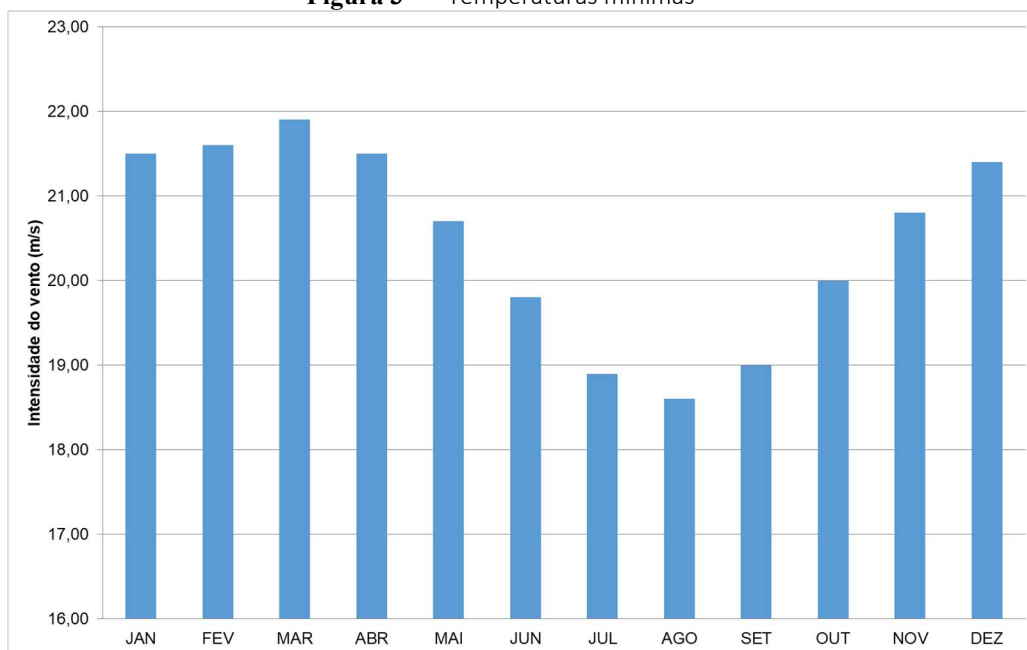
Fonte: INMET, 2025.

Tabela 3 Temperaturas Mínimas em°C

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
PALMEIRA DOS INDIOS	21,50	21,60	21,90	21,50	20,70	19,80	18,90	18,60	19,00	20,00	20,80	21,40	20,50

Fonte: INMET, 2025.

Figura 3 Temperaturas mínimas



Fonte: INMET, 2025.

3.5.2.4. Evaporação e Evapotranspiração

Os dados de evaporação total variam entre 64,5 mm e 219,3 mm, com acumulado anual de 1706,8 mm para a estação de Palmeira dos Índios – Alagoas (Tabela 4 e 0).

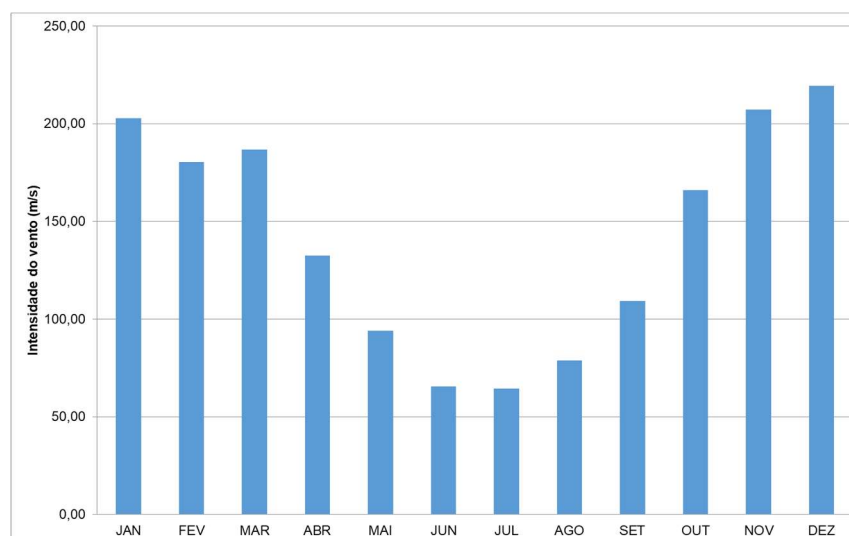
Observa-se que os valores máximos de evaporação ocorrem entre os meses de novembro e janeiro, enquanto os valores mínimos concentram-se entre junho e agosto. Essa variação sazonal está associada principalmente às diferenças na umidade relativa do ar, à temperatura e à intensidade dos ventos, fatores que influenciam diretamente as taxas de evaporação ao longo do ano.

Tabela 4 Evaporação total (mm)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
PALMEIRA DOS INDIOS	202,8	180,3	186,6	132,5	93,9	65,5	64,5	78,8	109,2	166,1	207,3	219,3	1706,8

Fonte: INMET, 2025.

Figura 4 Evaporação Total



Fonte: INMET, 2025.

Os dados utilizados acima foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a partir das normais climatológicas — valores médios calculados para o período de três décadas consecutivas, compreendendo os anos de 1991 a 2020. O posto foi selecionado em função de sua proximidade com a área de estudo, garantindo maior representatividade dos dados obtidos.

3.5.3. Vegetação

O município de Coité do Nória, localizado na região agreste do estado de Alagoas, apresenta uma cobertura vegetal fortemente marcada pelas atividades antrópicas, principalmente voltadas ao setor agrícola. A ocupação do território está historicamente relacionada à fertilidade das terras e à expansão da agropecuária, que transformaram a paisagem original e promoveram a substituição da vegetação nativa por cultivos e pastagens.

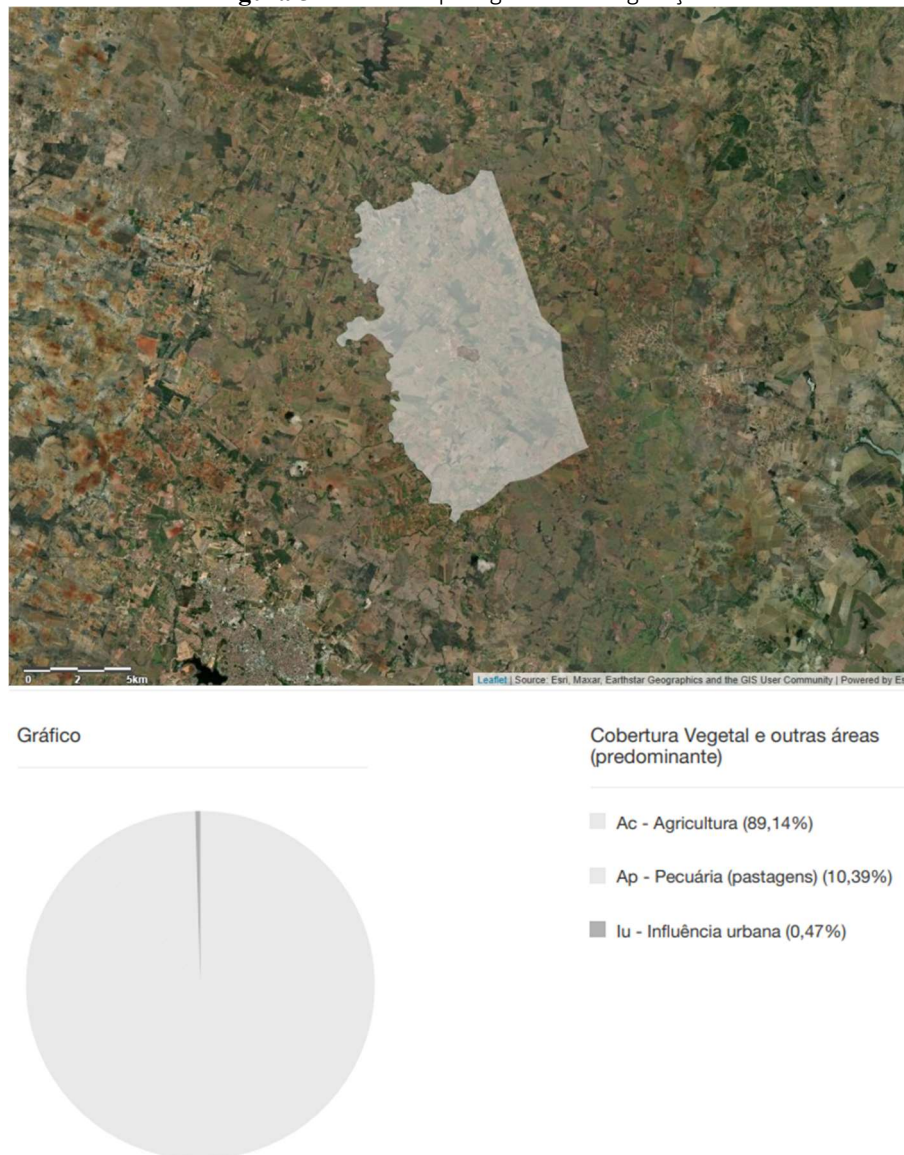
Atualmente, a cobertura vegetal e o uso do solo em Coité do Nória são predominantemente agrícolas, correspondendo a 89,14% da área total do município, refletindo a intensa vocação agrícola local. Em seguida, observa-se a presença de áreas destinadas à pecuária (pastagens), que representam 10,39%, reforçando o papel da atividade agropecuária na economia regional. Já as áreas de influência urbana, embora pouco expressivas, ocupam 0,47% do território, concentrando-se principalmente no núcleo urbano do município e em seu entorno imediato.

Essa configuração evidencia o processo histórico de uso e ocupação do solo, em que a pressão antrópica levou à redução dos fragmentos de vegetação nativa, substituídos por atividades

produtivas. Apesar disso, os espaços urbanos e agropecuários desempenham papel relevante na dinâmica socioeconômica local, sustentando a principal base econômica do município.

No conjunto das classificações de cobertura, destaca-se, portanto, a predominância de Ac – Agricultura (89,14%), seguida por Ap – Pecuária (pastagens) (10,39%) e lu – Influência urbana (0,47%) (Figura 5).

Figura 5 Mapa e gráfico da vegetação



Fonte: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>

3.5.4. Geologia e Geomorfologia

O município de Coité do Nóia, insere-se integralmente na Subprovíncia Estrutural Sergipana-Riacho do Pontal (100%), uma unidade geotectônica que integra o Sistema Orogênico Sergipano, resultante

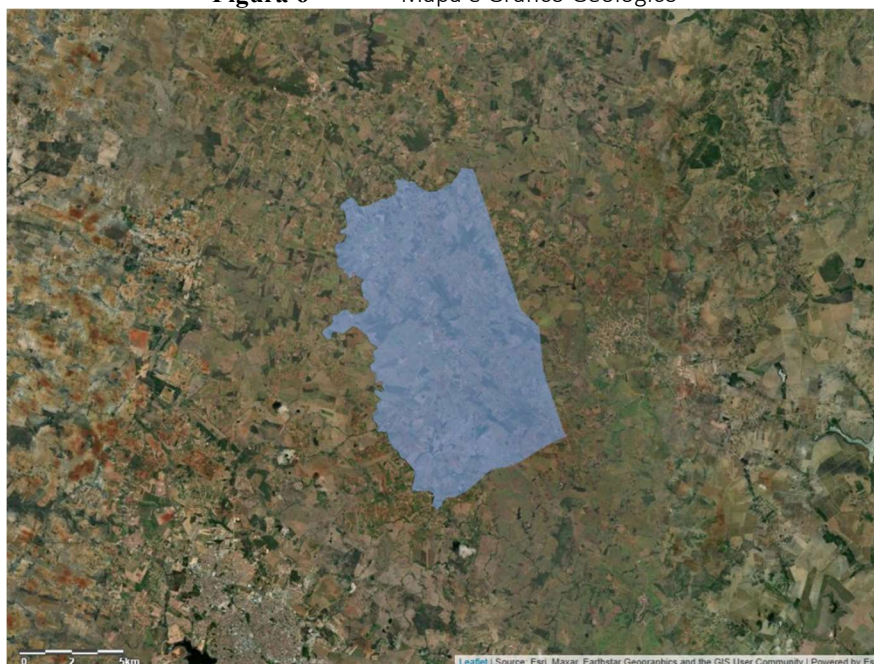


de processos de colisão continental durante o ciclo Brasileiro-Pan-Africano. Essa província estrutural caracteriza-se por apresentar rochas metamórficas e granitoides associados a eventos tectônicos e deformacionais ocorridos no Neoproterozoico, refletindo a evolução geológica vinculada à formação do Supercontinente Gondwana. A presença predominante desta subprovíncia indica um substrato geológico antigo e consolidado, que confere ao território estabilidade estrutural e relevância no contexto da geodinâmica regional (Figura 6).

Do ponto de vista geomorfológico, o município está inserido totalmente na unidade denominada Pediplano do Baixo São Francisco (100%), a qual corresponde a uma extensa superfície aplainada, resultante de longos processos de erosão diferencial. Essa unidade geomorfológica é marcada por formas suavemente onduladas e níveis de dissecação que variam conforme a litologia e a resistência das rochas, predominando feições típicas de pediplanos cristalinos. A morfologia do terreno reflete a ação prolongada de processos denudacionais sob condições climáticas tropicais, associada ao rebaixamento topográfico progressivo ao longo do tempo geológico (Figura 7).

A interação entre o embasamento antigo da Subprovíncia Sergipana-Riacho do Pontal e o modelado geomorfológico do Pediplano do Baixo São Francisco resulta em um relevo de baixa declividade, propício ao uso agropecuário e à ocupação humana. Contudo, a natureza cristalina do substrato geológico limita a presença de solos muito profundos e férteis, impondo condicionantes ao aproveitamento agrícola. Assim, o município apresenta um cenário em que as características geológicas e geomorfológicas estão fortemente ligadas à disponibilidade de recursos naturais e ao ordenamento territorial.

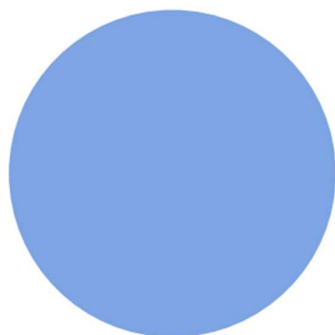
Figura 6 Mapa e Gráfico Geológico



Gráfico

Subprovincias Estruturais

■ Sergipana-Riacho do Pontal (100,00%)



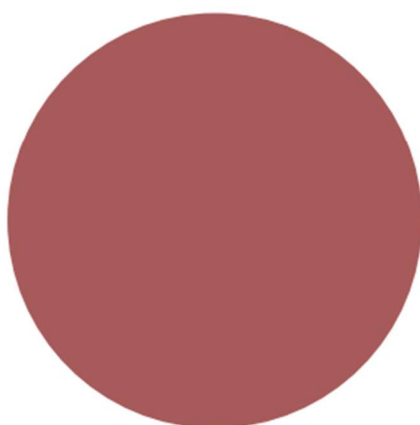
Fonte: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologico>

Figura 7 Mapa e Gráfico Geomorfológico



Gráfico

Unidades Geomorfológicas



■ Pediplano do Baixo São Francisco
(100,00%)

Fonte: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomofologico>

3.5.5. Pedologia

A pedologia do município de Coité do Nóia, em Alagoas, é fortemente influenciada pelos sedimentos provenientes das formações geológicas locais, refletindo a interação entre processos geológicos,



geomorfológicos e climáticos. Essa diversidade de fatores resulta na ocorrência de diferentes classes de solos, que condicionam o uso do solo e a ocupação do território.

O Latossolo Vermelho é a classe mais expressiva, ocupando 41,46% da área do município. Esses solos são profundos, bem drenados e apresentam textura média a argilosa, embora possuam baixa fertilidade natural devido à lixiviação intensa. Com manejo adequado e adubação, são utilizados principalmente para atividades agrícolas.

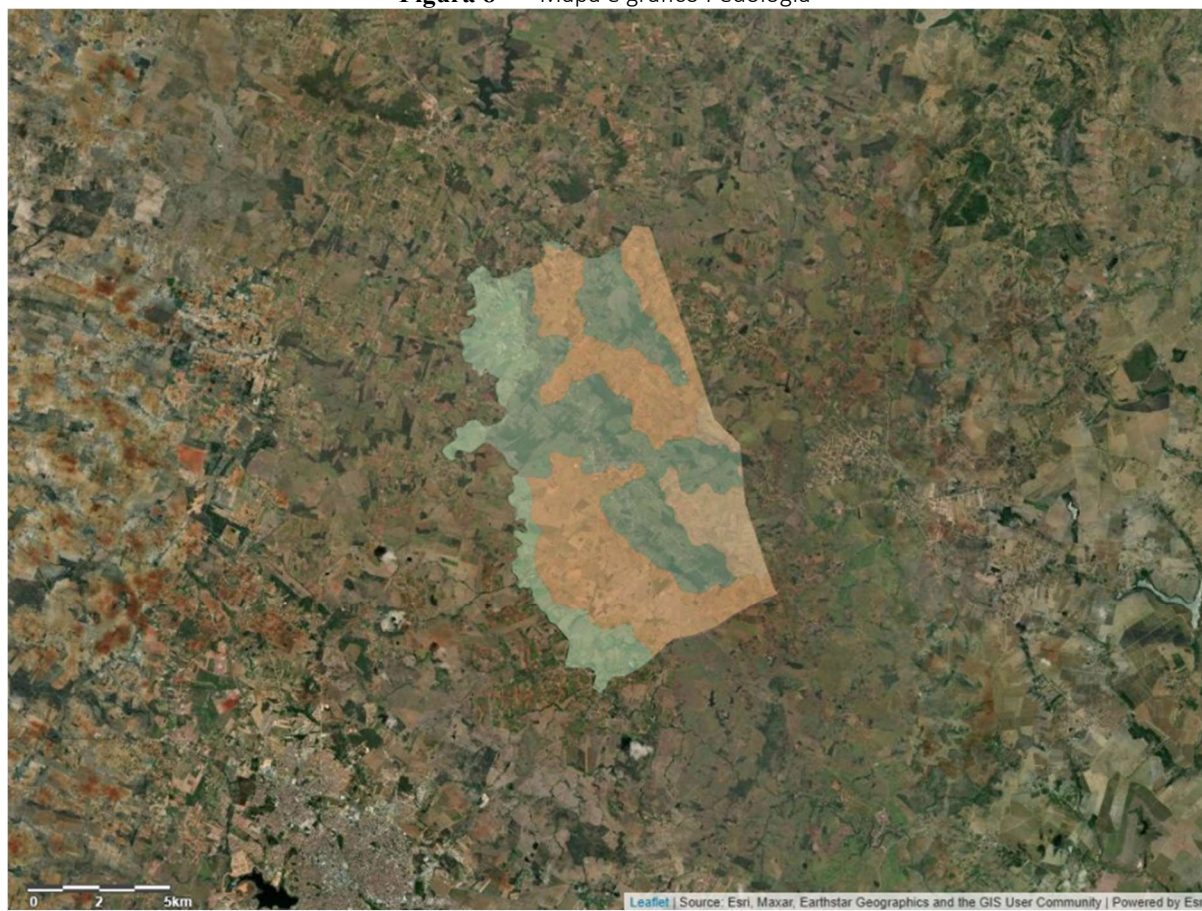
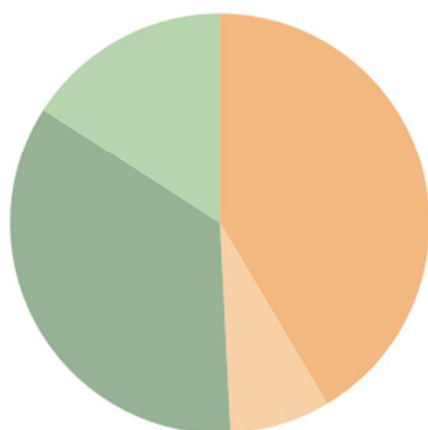
O Neossolo Litólico representa 34,91% do território e ocorre em áreas rasas, geralmente em topos de morros ou locais com afloramento rochoso. Apresentam baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, limitando o uso agrícola direto, sendo mais adequados para pastagens e áreas de preservação natural.

O Planossolo Háplico, que abrange 15,89% da área, caracteriza-se por apresentar horizontes superficiais menos permeáveis, causando acúmulo de água em períodos chuvosos. Esses solos desempenham papel relevante na manutenção da biodiversidade local e na regulação hídrica, podendo ser utilizados em atividades agrícolas específicas com manejo adequado.

Por fim, o Latossolo Vermelho-Amarelo, pouco expressivo (7,73%), apresenta características intermediárias entre os Latossolos Vermelhos e os Argissolos, sendo profundo e bem drenado, mas com fertilidade naturalmente baixa, demandando correções e adubações para produtividade agrícola.

A distribuição dessas classes de solos condiciona diretamente as atividades econômicas do município, orientando o planejamento agrícola, a preservação ambiental e o uso sustentável do território.



Figura 8 Mapa e gráfico Pedologia**Gráfico****Subordens do SiBCS**

- Latossolo Vermelho (41,46%)
- Latossolo Vermelho-Amarelo (7,73%)
- Neossolo Litólico (34,91%)
- Planossolo Háptico (15,89%)

Fonte: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>

3.5.6. Pluviometria

A precipitação média é aproximadamente 1241,25mm/ano na região em estudo. As observações pluviométricas evidenciaram que as precipitações não são uniformes durante o ano, apresentando



maiores alturas no período entre os meses de abril a julho e menores entre os meses de outubro a dezembro.

3.5.7. Fluviometria

A via não possui curso d'água no decorrer do trecho projetado.

3.5.8. Coleta de dados

3.5.8.1. Cartografia

Para uma melhor análise do relevo e a obtenção de sub-bacias e mini bacias, foi utilizado a modelagem digital de terreno (MDT), FABDEM (Forest AndBuildingsremovedCopernicus DEM) é um mapa de elevação global que remove vieses de altura de edifícios e árvores do Copernicus GLO 30 Digital Elevation Model (DEM). Os dados estão disponíveis em espaçamento de grade de 1 segundo de arco (aproximadamente 30 m no equador) para o globo.

3.5.8.2. Pluviometria

Para estabelecer o regime pluviométrico foram pesquisados na base de dados do Hidroweb da ANA (Agência Nacional de Águas) os postos pluviométricos localizados próximos a área de estudo, apresentados na Tabela 5 e Figura 9. Foram levantados e analisados os dados das séries históricas de 17 postos apresentados na tabela a seguir. Para a análise dos dados pluviométricos foi considerado o ano hidrológico que na região do trecho estudado se inicia no mês de janeiro e se encerra no mês de dezembro. Ainda, considerou-se para análise dos dados os anos sem falhas.



Tabela 5 Estações Pluviométricas próximas a área em estudo

ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS									
Código	Estação	Resp.	Lat.	Long.	Período		Anos Válidos	Distância ao centro da obra (m)	Observações
					Início	Fim			
936101	ANADIA	DNOCS	-9,6833	-36,5833				500,00	SEM DADOS
936066	ARAPIRACA	DNOCS	-9,7500	-36,6500	1963	1991		11200,00	
936126	LIMOEIRO DE ANADIA	CPRM	-9,7436	-36,5039				12200,00	SEM DADOS
936019	IGACI	SUDENE	-9,5500	-36,6333	1963	1999		14100,00	
936013	CANUDOS	DNOCS	-9,5833	-36,4833	1913	1926		14600,00	
936065	ARAPIRACA	INMET	-9,8042	-36,6189	1961	1962		15500,00	
936022	LAGOA DA CANOA	SEMARH-AL	-9,8286	-36,5094	1920	2000		19700,00	
936015	CRAIBA	SUDENE	-9,6167	-36,7833	1963	1989		22200,00	
936052	TANQUE D'ARCA	SUDENE	-9,5333	-36,4333	1963	2001		22200,00	
936061	ANADIA (LIMOEIRO)	INMET	-9,6333	-36,3333	1961	1966		28100,00	
936125	FAZENDA SÃO PEDRO	CPRM	-9,6858	-36,2853				28100,00	SEM DADOS
936070	ANADIA	SEMARH-AL	-9,6836	-36,3036	1913	1987		31100,00	
936088	SERESTA	SEMARH-AL	-9,8500	-36,3375	1999	2003		34000,00	
936020	JUNQUEIRO	DNOCS	-9,9333	-36,4833	1913	1987		32000,00	
937040	CAPIVARA II	CPRM	-9,7831	-37,0081	2004	2025		48300,00	
1036062	CAMAÇARI	CPRM	-10,0314	-36,3039	1989	2025		51000,00	
936115	QUEBRANGULO	ANA	-9,3192	-36,4731	1990	2011		42000,00	

Fontes: ANA (<http://hidroweb.ana.gov.br/>)

Figura 9 Mapa dos Postos Pluviométricos com a rede hidrográfica básica



A estação adotada como de referência foi **Camaçari** (Código: 1036062) localizado no município de **Coruripe**, no estado de Alagoas. A estação pluviométrica foi escolhida em relação as



demais tendo em vista dados atuais, a extensão da sua série, a consistência dos dados fornecidos na série histórica e a confiabilidade da fonte. O posto possui 32 anos de dados sem falhas no período de observação, relativo aos anos 1990 a 2024.

3.5.9. Estabelecimento do Regime Pluviométrico

3.5.9.1. Análise Estatística

3.5.9.2. Pluviometria

O estabelecimento do regime pluviométrico teve por base, os dados hidrológicos disponibilizados pela Hidroweb.

Os cálculos hidrológicos anuais foram baseados no ano hidrológico – precipitação máxima e vazão máxima. Para elaboração destes estudos hidrológicos foi utilizada uma série histórica de 32 anos, com dados significativos para a elaboração das Curvas de Intensidade x Duração x Frequência.



POSTO: CAMAÇARI		CÓDIGO: 1036062		PERÍODO DE OBSERVAÇÃO: 32 ANOS)																																																			
ANO	P _i (mm)	M	P _i (decresc.) (mm)	(P _i - \bar{P}) (mm)	(P _i - \bar{P}) ² (mm)	F = M / N+1 (%)	TR = 1/F (ano)																																																
1990	79,1	1	194,00	103,7	10.751,1	3,0	33,0																																																
1991	42,0	2	190,70	100,4	10.077,7	6,1	16,5																																																
1992	111,9	3	153,80	63,5	4.030,7	9,1	11,0																																																
1993	120,0	4	130,50	40,2	1.615,0	12,1	8,3																																																
1994	100,2	5	129,20	38,9	1.512,2	15,2	6,6																																																
1995	109,1	6	120,00	29,7	881,3	18,2	5,5																																																
1996	153,8	7	112,70	22,4	501,2	21,2	4,7																																																
1997	71,6	8	111,90	21,6	466,0	24,2	4,1																																																
1998	49,8	9	111,80	21,5	461,7	27,3	3,7																																																
1999	77,1	10	109,50	19,2	368,2	30,3	3,3																																																
2000	67,6	11	109,10	18,8	353,0	33,3	3,0																																																
2001	66,0	12	100,20	9,9	97,8	36,4	2,8																																																
2002	111,8	13	98,70	8,4	70,4	39,4	2,5																																																
2003	35,0	14	91,20	0,9	0,8	42,4	2,4																																																
2004	51,0	15	85,30	-5,0	25,1	45,5	2,2																																																
2005	194,0	16	83,50	-6,8	46,4	48,5	2,1																																																
2006	66,0	17	79,10	-11,2	125,7	51,5	1,9																																																
2007	129,2	18	77,10	-13,2	174,6	54,5	1,8																																																
2008	91,2	19	74,20	-16,1	259,6	57,6	1,7																																																
2009	85,3	20	71,60	-18,7	350,2	60,6	1,7																																																
2010	112,7	21	70,00	-20,3	412,6	63,6	1,6																																																
2011	109,5	22	67,60	-22,7	515,9	66,7	1,5																																																
2012	74,2	23	66,00	-24,3	591,1	69,7	1,4																																																
2013	65,6	24	66,00	-24,3	591,1	72,7	1,4																																																
2014	83,5	25	65,60	-24,7	610,7	75,8	1,3																																																
2015	70,0	26	53,50	-36,8	1.355,2	78,8	1,3																																																
2016	53,5	27	51,00	-39,3	1.545,5	81,8	1,2																																																
2018	45,0	28	49,80	-40,5	1.641,3	84,8	1,2																																																
2019	44,4	29	45,00	-45,3	2.053,2	87,9	1,1																																																
2022	190,7	30	44,40	-45,9	2.108,0	90,9	1,1																																																
2023	98,7	31	42,00	-48,3	2.334,1	93,9	1,1																																																
2024	130,5	32	35,00	-55,3	3.059,5	97,0	1,0																																																
TOTAIS			2.890,0	-	48.986,6	-	-																																																
<p>Fórmula Geral de Ven Te Chow : $P = \bar{P} + k\sigma$</p> <p>Determinação da Média das Precipitações Máximas Diárias : $\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N}$</p> <p>Determinação do Desvio Padrão das Precipitações Máximas Diárias : $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2}{N - 1}}$</p> <p>$\bar{P} = 90,3$ $\sigma = 39,75$</p> <p>Valores do Coeficiente k :</p> <table> <tr> <th colspan="8">Tempo de Recorrência (anos)</th></tr> <tr> <th>T_R</th><th>5</th><th>10</th><th>15</th><th>20</th><th>25</th><th>50</th><th>100</th></tr> <tr> <th>k</th><td>0,860</td><td>1,530</td><td>1,904</td><td>2,173</td><td>2,377</td><td>3,005</td><td>3,629</td></tr> </table> <p>Determinação da Precipitação pela Fórmula Geral de Ven Te Chow :</p> <table> <tr> <th colspan="8">Tempo de Recorrência (anos)</th></tr> <tr> <th>T_R</th><th>5</th><th>10</th><th>15</th><th>20</th><th>25</th><th>50</th><th>100</th></tr> <tr> <th>P</th><td>124,50</td><td>151,13</td><td>165,99</td><td>176,69</td><td>184,80</td><td>209,76</td><td>234,56</td></tr> </table>								Tempo de Recorrência (anos)								T _R	5	10	15	20	25	50	100	k	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629	Tempo de Recorrência (anos)								T _R	5	10	15	20	25	50	100	P	124,50	151,13	165,99	176,69	184,80	209,76	234,56
Tempo de Recorrência (anos)																																																							
T _R	5	10	15	20	25	50	100																																																
k	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629																																																
Tempo de Recorrência (anos)																																																							
T _R	5	10	15	20	25	50	100																																																
P	124,50	151,13	165,99	176,69	184,80	209,76	234,56																																																
PROCESSO ESTATÍSTICO																																																							



Anos	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Características Anuais			
	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P. Máx. (°)	Data dia / mês	NDC	P. Total (mm)
1990	16,20	2	33,50	9	25,50	6	178,10	18	238,70	19	134,10	24	353,90	24	133,30	24	140,50	12	58,10	12	9,10	6	33,50	6	79,10	27/09/1990	162	1354,50
1991	0,80	1	44,80	5	60,30	8	58,50	10	264,60	25	174,80	23	0,00	0	221,70	23	80,40	14	32,90	6	19,30	6	1,40	2	42,00	19/05/1991	150	1123,30
1992	61,70	7	101,10	16	195,80	20	163,10	11	58,50	12	218,10	23	192,70	18	156,40	20	139,00	16	16,80	3	21,80	6	8,70	2	111,90	06/04/1992	154	1333,70
1993	6,40	3	2,70	4	14,40	5	25,80	6	109,20	19	194,40	22	87,40	17	128,40	20	19,00	9	251,90	14	55,30	11	17,70	7	120,00	09/10/1993	137	912,60
1994	6,70	3	17,80	6	142,30	10	150,90	17	429,60	26	515,50	26	214,90	25	88,70	19	144,50	22	28,40	7	45,00	11	52,60	10	100,20	21/06/1994	182	1836,90
1995	5,60	3	6,30	9	16,30	4	178,40	20	411,40	15	260,80	15	308,90	25	130,00	30	60,20	26	15,60	14	135,50	16	9,30	5	109,10	24/07/1995	182	1538,30
1996	31,80	5	9,50	10	38,90	12	395,90	21	119,20	21	184,20	22	225,20	28	191,40	23	22,20	17	4,40	5	35,90	10	26,50	5	153,80	22/04/1996	179	1285,10
1997	90,00	12	88,60	13	108,60	16	204,40	20	256,40	21	139,20	16	197,90	22	141,70	19	3,80	4	3,40	2	6,80	4	30,90	6	71,60	08/05/1997	155	1271,70
1998	61,70	8	4,90	9	34,30	9	49,00	13	185,20	21	197,90	19	175,70	21	116,60	22	35,00	13	49,60	5	0,00	1	24,30	3	49,80	26/07/1998	144	934,20
1999	10,70	4	16,40	9	6,40	3	63,60	11	158,40	17	146,30	24	241,50	21	86,40	22	126,00	19	146,00	11	97,00	8	21,50	6	77,10	17/07/1999	155	1120,20
2000	59,80	8	95,30	11	141,70	14	313,50	24	123,60	14	254,10	25	206,70	25	117,00	22	153,50	22	20,20	9	10,50	3	41,60	6	67,60	18/06/2000	183	1537,50
2001	22,40	7	10,30	6	65,60	8	74,20	11	38,00	11	397,00	26	300,40	31	154,80	18	44,80	9	178,30	11	33,70	4	86,60	12	66,00	27/06/2001	154	1406,10
2002	213,40	19	72,80	11	57,80	13	99,10	16	286,50	19	370,20	26	178,80	14	157,50	19	20,80	5	22,00	6	0,00	1	25,70	1	111,80	06/06/2002	150	1502,60
2003	9,60	3	32,40	12	86,50	11	92,40	15	149,00	15	113,70	24	135,60	19	109,60	16	42,00	11	36,30	9	29,70	6	5,30	4	35,00	31/03/2003	145	842,10
2004	171,70	21	79,70	10	17,40	4	39,70	7	197,30	20	367,50	26	143,80	22	137,50	20	140,20	18	0,00	0	0,00	1	4,30	2	51,00	02/06/2004	151	1299,10
2005	0,00	0	70,60	7	15,80	5	86,20	12	567,50	23	303,40	26	168,70	19	169,40	21	36,60	12	4,30	2	0,00	1	109,00	2	194,00	05/05/2005	130	1531,50
2006	7,00	2	7,00	5	7,30	1	86,00	9	296,40	13	162,00	20	155,70	21	29,40	7	65,50	5	41,80	2	0,00	1	0,00	0	66,00	16/05/2006	86	898,10
2007	25,00	2	78,60	7	69,00	10	218,50	8	317,10	15	83,00	13	166,80	17	195,60	20	48,40	15	0,00	0	0,00	1	5,70	1	129,20	29/04/2007	109	1207,70
2008	0,00	0	6,70	3	12,70	4	79,90	10	317,70	20	55,60	8	101,40	19	35,00	7	0,00	1	5,00	2	0,00	1	0,00	0	91,20	09/05/2008	75	614,00
2009	4,50	1	83,70	9	0,00	0	0,00	1	0,00	0	211,70	18	82,10	19	378,30	24	52,90	13	18,40	3	0,00	1	7,70	2	85,30	25/08/2009	91	839,30
2010	23,20	4	134,50	12	41,60	3	233,20	19	186,70	22	376,00	25	214,40	24	115,20	21	123,80	22	61,80	5	1,30	2	4,20	2	112,70	08/04/2010	161	1515,90
2011	120,90	11	44,50	13	14,20	3	91,00	7	432,80	22	85,40	21	259,80	29	96,00	11	70,80	8	9,70	2	106,10	7	4,60	2	109,50	25/05/2011	136	1335,80
2012	28,30	7	97,90	13	89,80	8	22,90	5	130,50	5	132,40	21	184,90	21	153,60	24	11,50	5	71,20	15	4,80	3	3,40	2	74,20	23/05/2012	129	931,20
2013	7,70	2	14,50	8	36,60	6	189,90	11	144,40	18	134,00	25	271,00	29	165,50	23	77,50	20	205,90	13	17,20	10	10,50	4	65,60	04/07/2013	169	1274,70
2014	43,20	7	37,40	15	64,10	17	93,30	14	204,20	20	121,90	17	235,10	24	143,00	21	83,80	17	201,10	15	121,20	7	5,00	4	83,50	20/11/2014	178	1353,30
2015	7,50	3	76,30	12	52,30	7	51,60	3	216,40	15	306,40	31	251,20	23	87,60	15	33,90	6	22,30	4	0,00	1	31,50	5	70,00	05/07/2015	125	1137,00
2016	141,90	9	16,10	6	34,70	7	103,50	13	158,50	16	180,60	19	135,80	22	37,00	7	29,90	13	21,50	7	0,00	1	19,30	5	53,50	19/01/2016	125	878,80
2018	77,90	4	71,40	9	46,20	4	9,60	4	109,80	18	164,50	29	146,60	24	38,30	10	36,00	7	0,00	0	19,50	10	23,90	3	46,00	24/01/2018	122	743,70
2019	56,40	10	31,80	10	142,40	12	56,10	9	84,40	8	221,40	27	295,90	22	122,20	20	29,40	8	37,40	4	19,70	3	7,20	2	44,40	12/07/2019	135	1104,30
2022	20,50	4	4,80	5	144,00	19	196,50	20	714,30	26	470,50	29	260,70	28	142,30	24	68,50	10	21,40	3	190,20	10	77,60	6	190,70	25/05/2022	184	2311,30
2023	27,00	5	20,60	5	56,90	6	155,40	14	182,40	10	343,60	28	261,60	24	87,90	18	118,00	20	1,20	1	26,30	3	36,20	8	98,70	09/07/2023	142	1317,10
2024	10,40	2	142,30	12	137,40	8	152,10	20	386,60	25	284,90	28	237,20	24	52,00	16	37,20	14	8,00	4	8,40	5	11,90	8	130,50	07/05/2024	166	1468,40

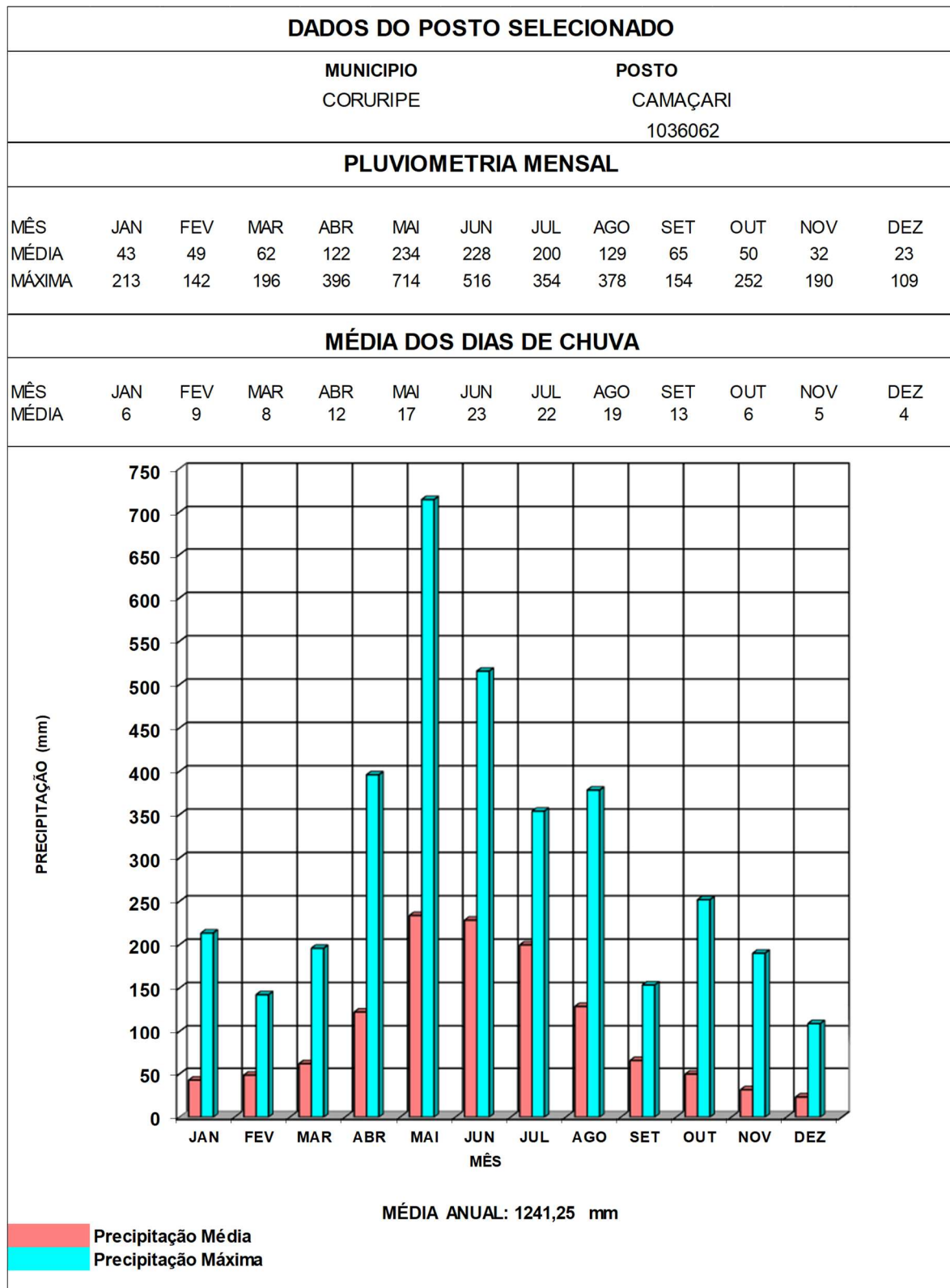
A tabela 6 apresenta a precipitação total mensal média dos 34 anos de coleta de dados, período entre 1990 e 2024.

Tabela 6 Precipitação Total Mensal Média.

Prec. Total Mensal Méd.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média Anual
	43	49	62	123	234	229	200	129	66	50	32	24	1.241,25

É notório, que as precipitações não são uniformes durante o ano, apresentando seu início das maiores alturas a partir do mês de abril, sendo essa considerada o início da estação chuvosa. O Histograma a seguir apresenta as Precipitações Totais Mensais Médias em modelo de ano hidrológico.

A seguir, serão apresentados os histogramas de referência da precipitação, gerados sobre a estação pluviométrica escolhida, para melhor entendimento do regime pluviométrico mensal e anual (baseando-se na premissa da análise, respectiva, sobre o ano hidrológico).



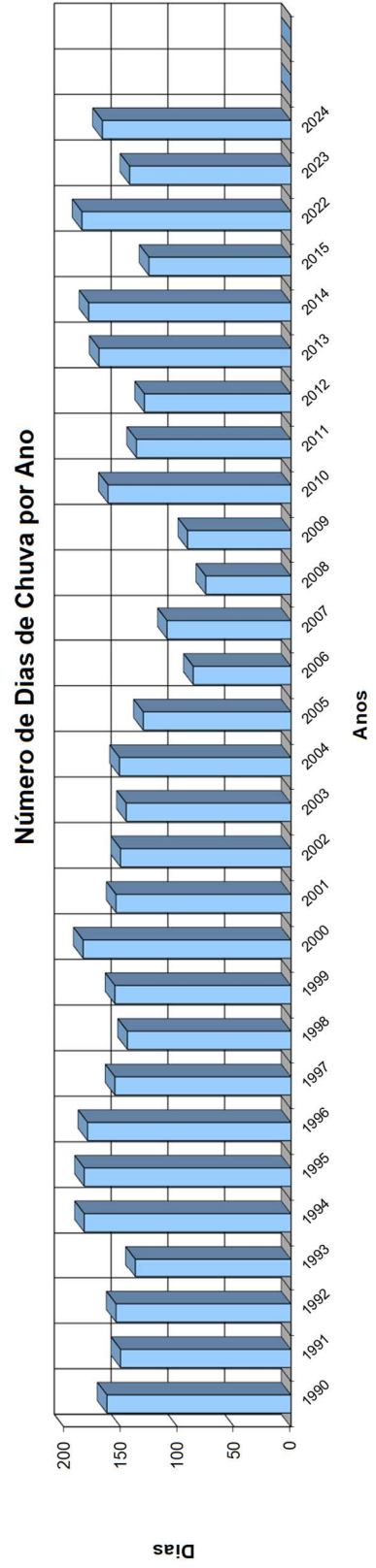
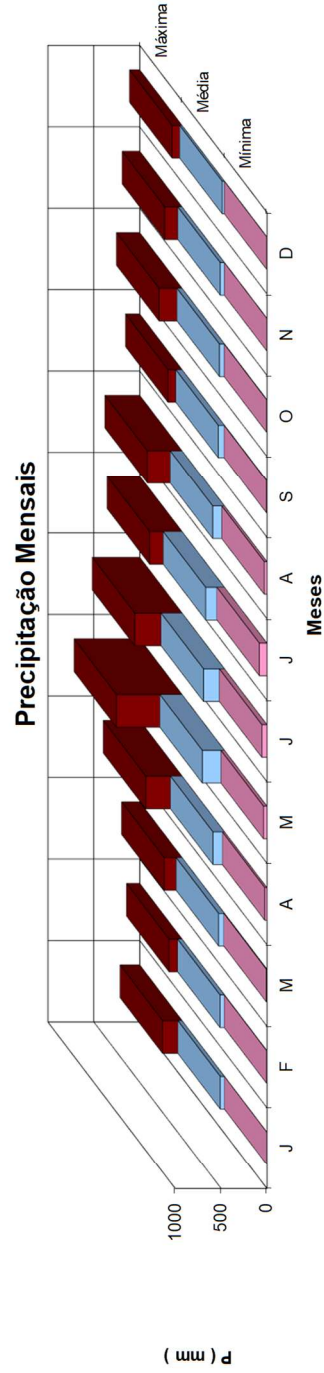
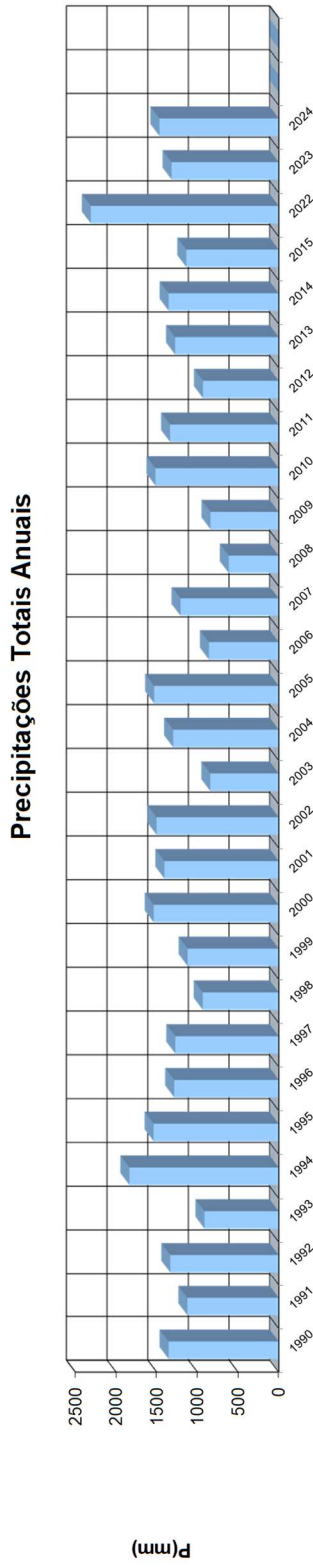


Figura 10 Precipitação totais, mensais e número de dias de chuva.

3.5.9.3. Análise Estatística

3.5.9.4. Regime Pluviométrico

a) Estabelecimento do Regime Pluviométrico

O regime pluviométrico da região na qual está sendo desenvolvido o estudo foi estabelecido de acordo com metodologia amplamente divulgada no meio técnico, que leva em consideração a análise estatística das máximas precipitações diárias anuais, durante todo o período de observação do posto considerado.

Foram extraídos os elementos de chuva máxima diária anual, do período de observação de 1991 a 2024 utilizando-se Método Estatístico e calculada a precipitações média diária máxima e o desvio padrão, utilizando as fórmulas a seguir:

$$P_{Méd} = \frac{\sum P}{n}$$

$$u = \sqrt{\frac{\sum (P - P_{Méd})^2}{n - 1}}$$

Onde:

PMéd.= Precipitação média durante o período observado, em milímetros;

P = Máxima precipitação diária anual, em milímetros;

n = Quantidade total das máximas precipitações diárias anuais consideradas na análise;

u = Desvio padrão das máximas precipitações diárias anuais.

A frequência com que cada uma dessas chuvas poderá ocorrer foi determinada pela equação:

$$F = \frac{N}{n + 1}$$

Onde:

F = Probabilidade de ocorrência de determinada chuva, em percentual;



N = Número de ordem ocupado por cada uma das precipitações máximas diárias anuais, dispostas numa ordem decrescente de valores;

n = Quantidade total das máximas precipitações diárias anuais consideradas na análise.

A probabilidade de ocorrência de cada uma das máximas precipitações diárias anuais foi estabelecida pela equação:

$$T_R = \frac{1}{F}$$

Onde:

TR = Probabilidade de ocorrência de cada uma das máximas precipitações diárias anuais;

F = Frequência de ocorrência de cada uma das máximas precipitações diárias anuais, em decimal.

Nos quadros a seguir são apresentadas as Séries Históricas e os Dados Hidrológicos do Posto analisado e é apresentado também o Tratamento Estatístico.

b) Determinação das Precipitações para Chuvas de 1(um) dia de duração

Para a determinação das precipitações para chuvas de 1 dia de duração, foi utilizada a Fórmula de Ven Te Chow:

$$P_R = P_{Méd} + Ku$$

Onde:

Pr = Precipitação máxima para chuvas de 1 dia de duração, em milímetros;

Pmed. = Precipitação média durante o período observado, em milímetros;

u = Desvio padrão das máximas precipitações diárias anuais;

K = Fator de frequência, obtido da Tabela de Gumbel – Fatores de frequência, em função do período de observação e dos tempos de recorrência.

Para o cálculo do fator de frequência de Gumbel “K” seguiu-se a seguinte metodologia:

$$K = \frac{\gamma - \overline{\gamma_n}}{S_n}$$

Onde:

K – fator de frequência de Gumbel;

Y - variável reduzida;

Yn - média da variável reduzida com n valores extremos;

Sn - desvio padrão da variável Y.



A variável γ é a variável reduzida e o seu valor é deduzido tomando duas vezes o logaritmo neperiano na função de probabilidade, conforme expressão a seguir:

$$\gamma = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

Onde:

γ - variável reduzida;

T – Tempo de Retorno.

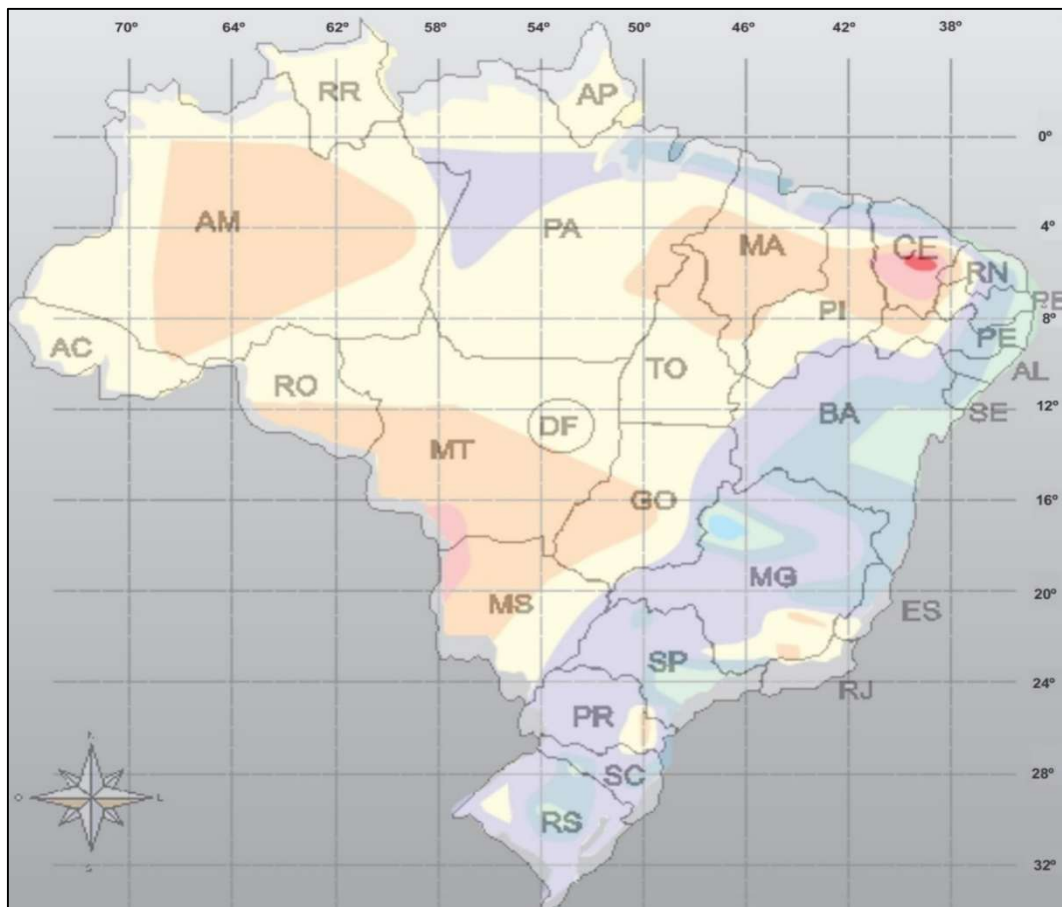
A Tabela a seguir apresenta os valores das Precipitações para 1 dia de duração, considerando os tempos de retorno adotados.

Tabela 7 Precipitações para 1 dia de duração.

Tempo de Recorrência TR (anos)	5	10	15	25	50	100
K	0,860	1,530	1,904	2,377	3,005	3,629
P (1 dia)	124,50	151,13	165,99	184,80	209,76	234,56

Através da análise das Curvas de Intensidade x Duração x Frequência, contidas na publicação “Chuvas Intensas no Brasil” do Eng Otto Pfafstetter, o Engº. Jaime Taborga Torrico, constatou a proporcionalidade entre as relações de precipitações de 6 minutos/24 horas e de 1 hora/24 horas para as diversas regiões brasileiras, traduzindo-as sob forma de Mapa de Isozonas ou Zonas de mesma relação pluviométrica em sua publicação denominada “Práticas Hidrológicas”. Para a obtenção das Curvas de Intensidade x Duração x Frequência, verificou-se que o posto em estudo, está localizado na Zona “C” do Mapa de Isozonas.

Figura 11 Mapa de Isozonas



Fonte: DNIT

Figura 12 Tempo de Recorrência em anos

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS

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

Fonte: DNIT

ENTRANDO COM A ISOZONA “C” NO MAPA DE ISOZONAS, OBTIVERAM-SE OS PARÂMETROS NECESSÁRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES DESEJADAS, APRESENTADOS NA TABELA ABAIXO.



Tabela 8 Fatores a correlacionar

Valores a Correlacionar (%)								
ZONA	1 Hora/ 24 Horas						6 Min/ 24 Horas	
	5	10	15	25	50	100	5-50	100
C	40,1	39,7	39,5	39,2	38,8	38,4	9,8	8,8

O VALOR DAS PRECIPITAÇÕES PARA CHUVAS DE 1 DIA DE DURAÇÃO, CORRESPONDENTES AOS TEMPOS DE RECORRÊNCIA UTILIZADOS NA PROPORCIONALIDADE ENTRE AS RELAÇÕES DE PRECIPITAÇÕES, FORAM CONVENIENTEMENTE CONVERTIDOS PARA CHUVAS COM DURAÇÃO DE 24 HORAS, 1 HORA E 6 MINUTOS, ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DAS PORCENTAGENS INDICADAS NO MAPA DE ISOZONAS, PARA A ISOZONA CORRESPONDENTE A REGIÃO NA QUAL O PROJETO ESTÁ INSERIDO.

PARA CONVERTER A PRECIPITAÇÃO DE 1 DIA NA PRECIPITAÇÃO PARA 24 HORAS, MULTIPLICOU-SE A PRIMEIRA PELO FATOR 1,09, COMO DETERMINA O MANUAL DE HIDROLOGIA DO DNIT. ASSIM AS PRECIPITAÇÕES OBTIDAS ESTÃO APRESENTADAS NA TABELA A SEGUIR.

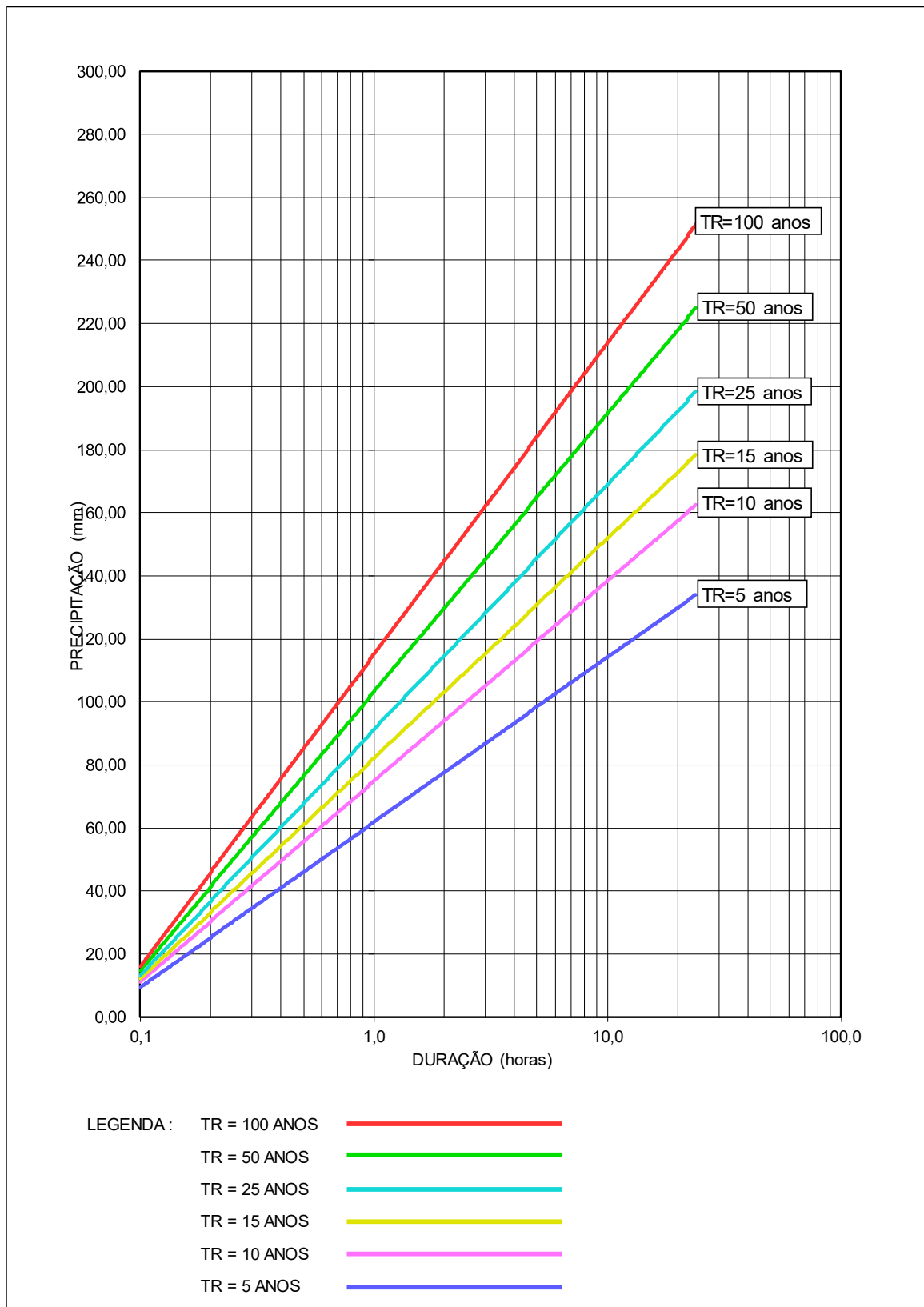
Tabela 9 Precipitações para 1dia/24 horas e para 1 hora/6min.

Tempo de Recorrência (anos)	Precipitação (mm)			
	Diária	24 Horas	1 Hora	6 Min
5	124,50	136,94	54,91	13,42
10	151,13	166,24	66,00	16,29
15	165,99	182,59	72,12	17,89
25	184,80	203,28	79,68	19,92
50	209,76	230,73	89,53	22,61
100	234,56	258,02	99,08	25,29

Através dos valores obtidos das relações pluviométricas, foram determinadas as Retas de Precipitação x Duração x Frequência, para os tempos de recorrência utilizado no projeto, conforme está apresentado a seguir.



Figura 13 Gráfico de Retas de Precipitação x Duração x Frequência



c) Curvas de Intensidade x Duração x Frequência

As Curvas de Intensidade x Duração x Frequência foram obtidas através de analogias com as Retas de Precipitação x Duração x Frequência, respeitando – se os tempos de recorrência utilizados. Elas estão apresentadas a seguir.

Para 6 minutos:

$$i(6 \text{ min}) = P / 0,10 \rightarrow i(6 \text{ min}) = 10P$$

Para 1 hora:

$$i(1 \text{ hora}) = P$$

Para 2 horas:

$$i(2 \text{ hora}) = P/2$$

Tabela 10 Intensidades de chuva de Projeto

T _R (anos)	Intensidade (mm/h)				
	6 min	10 min	30 min	60 min	120 min
TR=5 Anos	134,21	121,70	72,02	54,91	34,72
TR=10 Anos	162,92	146,86	86,63	66,00	41,87
TR=15 Anos	178,94	160,83	94,71	72,12	45,84
TR=25 Anos	199,21	178,24	104,71	79,68	50,78
TR=50 Anos	226,12	201,10	117,75	89,53	57,26
TR=100 Anos	252,86	223,53	130,44	99,08	63,61

d) Tempo de Concentração

Para determinação do Tempo de Concentração da bacia hidrográfica, foram adotadas duas fórmulas: A primeira, Kirpick, foi publicada no California Highway and Public Roads. A mesma foi desenvolvida para bacias menor que 0,8 km² e está sendo apresentada a seguir:

$$T_c = 0,95x \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

T_c = Tempo de Concentração, em horas;

L = Comprimento do Talvegue, em quilômetros;

H = Diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e a seção considerada, em metros.

A segunda, O tempo de concentração foram traduzidos pela Fórmula de Kirpick Modificada, a qual aparece reproduzida a seguir:



Para áreas maiores que 0,8km², na qual:

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

Na qual:

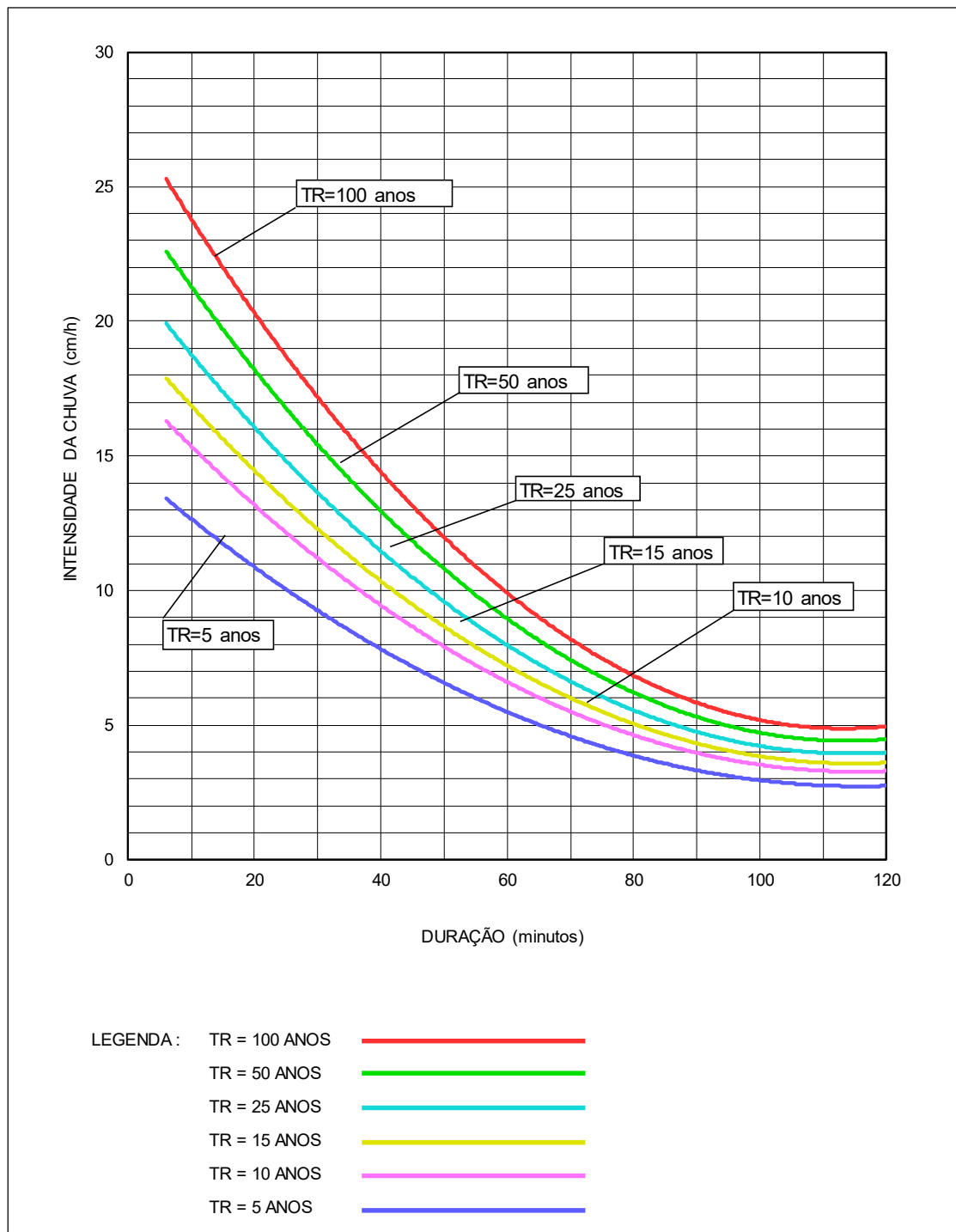
TC = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do curso d'água, em quilômetro;

H = desnível máximo, em metros.

Figura 14 Gráfico de Intensidade-Duração-Frequência





3.5.9.5. Período de Recorrência

O tempo de recorrência estabelecido por análise de frequência indica simplesmente o intervalo médio entre eventos iguais ou maiores que uma dada grandeza, ou a probabilidade de que tal evento ocorrerá em um ano qualquer. Na previsão de chuvas intensas, o tempo de recorrência corresponde ao número médio de anos em que uma dada precipitação seja igualada ou excedida.



Os tempos de recorrência adotados neste projeto para o dimensionamento das estruturas de drenagem estão em conformidade com as Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (IS-203: Estudos Hidrológicos) do DNIT como pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 11 Tempo de Recorrência

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

Fonte: IS-203, do DNIT (2006)

3.5.9.6. Características das Bacias Hidrográficas

Para se obter as sub bacias e mini bacias foi utilizado o Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDE) do Projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) da região em estudo. O MDE foi lançado em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e processado por um pacote de softwares, ArcHydro Tools. Assim, obteve-se a delimitação das sub-bacias, mini bacias e a rede de drenagem correspondente.

Os resultados obtidos após o geoprocessamento foram analisados juntamente com as imagens de satélites e as cartas topográficas do exército, com isso chegou-se a determinação dos talwegues que devem ser traspostos e suas respectivas áreas de deflúvio existente.

Além disso, foram realizadas inspeções de campo e análises em estudos realizados para a área do projeto, com o objetivo de escolher convenientemente os parâmetros a serem adotados.

Área de Drenagem



A área da bacia hidrográfica foi definida a partir da delimitação dos divisores da bacia no MDE, considerando as regiões mais elevadas no entorno do rio principal e seus afluentes. O divisor de águas intercepta a rede de drenagem em apenas um ponto. A área da bacia foi medida utilizando representações digitais da bacia em CAD.

Comprimento do Talvegue

O comprimento do talvegue é a medida entre os pontos inicial e final do curso d'água principal obtida no CAD.

Diferença de Nível

A diferença de altitude entre o ponto mais remoto da bacia e o exultório foi obtida através das curvas de nível.

Declividade

A declividade foi calculada pelo conceito da declividade média: a partir do gráfico do perfil longitudinal do manancial, perene ou não, calcula-se a área do gráfico, obtendo-se um triângulo retângulo de área equivalente, de base igual ao comprimento do curso d'água, ou seja, da nascente até o ponto a ser estudado na passagem da via. O valor da declividade média do trecho considerado é a inclinação da hipotenusa do triângulo retângulo encontrado.

A declividade de uma bacia hidrográfica tem relação importante com vários processos hidrológicos, tais como: infiltração, escoamento superficial e umidade do solo. Além disso, é um dos principais fatores que regulam o tempo de duração do escoamento superficial e o tempo de concentração nos leitos dos cursos d'água.

A declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio, principalmente devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial reduzir a possibilidade de infiltração da água no solo.

Forma da Bacia

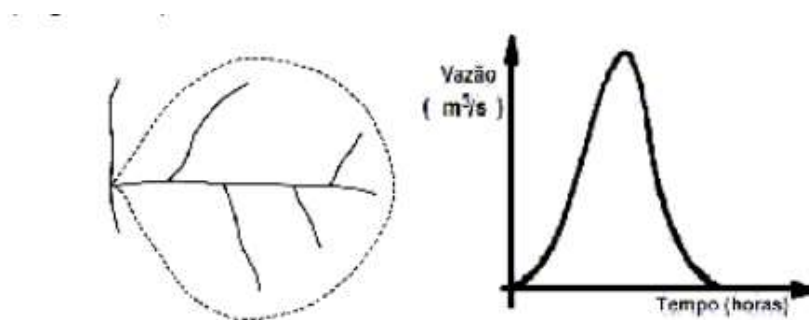


As bacias hidrográficas têm uma variedade infinita de formas, que refletem o comportamento hidrológico da bacia. Em qualquer situação a superfície da bacia é côncava, a qual determina a direção geral do escoamento.

A forma da bacia pode ser influenciada por outras características da bacia, principalmente pela geologia. A forma pode, também, atuar sobre alguns dos processos hidrológicos, ou sobre o comportamento hidrológico da bacia.

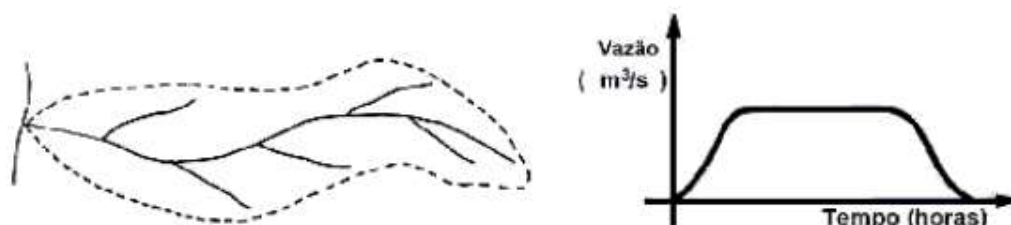
Em uma bacia circular, toda a água escoada tende a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo (Figura 15).

Figura 1 – Bacia Circular



Uma bacia elíptica, tendo a saída da bacia na ponta do maior eixo e, sendo a área igual à da bacia circular, terá o escoamento mais distribuído no tempo, produzindo, portanto, uma vazão máxima menor (Figura 16).

Figura 2 – Bacia Elíptica



3.5.9.7. Cálculo das Vazões Máximas

A determinação das descargas máximas de uma enchente de projeto depende da disponibilidade de dados fluviométricos e do número de anos de observação, além do tamanho da bacia e da importância do conhecimento da forma do fluviograma. Assim, a IS-203: Estudos Hidrológicos, do DNIT, recomenda os métodos listados na Tabela 12.

Tabela 12 Métodos de Cálculo das Vazões

Dados	Método de Cálculo
Sem dados fluviométricos, área da bacia < 10 Km ²	Método Racional e Racional Corrigido
Sem dados fluviométricos, área da bacia > 10 Km ²	Hidrograma ou Similares
Com dados fluviométricos de 10 a 15 anos	Estatísticos

Fonte: IS-203 do DNIT (2006)

Em função do valor da área da bacia de contribuição sem dados fluviométricos, se utilizarão três métodos para o cálculo das vazões máximas de projeto, conforme Tabela 14.

Tabela 13 Limites dos Métodos das Vazões

Área da bacia hidrográfica	Método
Até 4,0 Km ²	Método Racional
Entre 4,0 Km ² e 10,0 Km ²	Método Racional Corrigido
Superior a 10,0 Km ²	Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT)

Fonte: IS-203 do DNIT (2006)

3.5.9.8. Método Racional

O Método Racional estabelece uma relação entre a intensidade pluviométrica e a vazão escoada numa determinada seção da bacia hidrográfica. A fórmula para cálculo das vazões de contribuição por este método é a seguinte:

$$Q = \frac{CIA}{36}$$

Sendo:

Q = descarga máxima, em m³/s;

I = intensidade de chuvas, em cm/h;

A = área da bacia, em ha;

C = coeficiente de escoamento, adimensional.



3.5.9.9. Coeficiente de Escoamento Superficial e CN

O volume de água que é admitido em uma determinada seção hidráulica é uma parcela da quantidade total de água que se precipita na bacia contribuinte, outras parcelas, correspondem às porções que se infiltram no terreno, que são retidas e que se evaporam.

A relação entre esta parcela que vai solicitar a estrutura hidráulica e a quantidade total de água precipitada denomina-se coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio.

O coeficiente de escoamento C , que indica a proporção da precipitação que escorre como deflúvio superficial, avalia-se a partir de observações de bacias em condições hidrológicamente semelhantes.

O coeficiente de escoamento superficial varia conforme a natureza da superfície, conforme quadro Coeficiente de Deflúvio (Quadro19). Neste Estudo Hidrológico, o coeficiente de escoamento superficial adotado foi 0,25.

3.5.9.10. DISPOSIÇÕES FINAIS

Esse projeto foi desenvolvido seguindo as normas nacionais e internacionais.

Qualquer alteração nos parâmetros estabelecidos nesse projeto deve ser submetida à aprovação, por escrito, do responsável técnico. Sem essa aprovação o resultado esperado pode não ser alcançado; nessa hipótese perde-se a garantia do projeto.

Todos os direitos reservados ao autor do projeto; não sendo permitida a cópia parcial ou total do conteúdo desse projeto sem prévia autorização por escrito. A não observância do que aqui está postulado sujeitará o autor do ilícito às sanções legais.

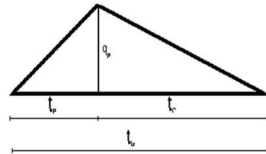
A seguir, está sendo apresentado, tabela de verificação de OAC, Hidrograma Unitário Triangular e Mapa de Bacia.



VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS OBRAS - MÉTODO RACIONAL																						
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA										OBRA PROJETADA												
Bacia	Área A (km²)	Comp. Talveg L (km)	Elevação da Nível H (m)	Tempo de Concentração Tc (horas)	Coef. de Esc. Superficial C	Intensidade da Chuva				Variação de Contribuição						Capacidade Hidráulica			Verificação	Observação	DIAGNÓSTICO	
						I ₀ (mm/h)	I ₁₅ (mm/h)	I ₃₀ (mm/h)	I ₆₀ (mm/h)	Q ₀₋₀ (m³/s)	Q ₀₋₁₅ (m³/s)	Q ₀₋₃₀ (m³/s)	Q ₀₋₆₀ (m³/s)	Tipo da Obra	Tubo/Culata	Dimensões (m)	Q _{canal} (m³/s)	Q _{excesso} (m³/s)				
Bacia 03	0,097	0,586		49	0,11	0,25	160,88	176,68	196,70	223,24	249,61	1,09	1,20	1,33	1,51	1,69	1	X	1,00	1,53	2,40	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (T.R. = 15anos).
Bacia 04	0,125	0,446		47	0,08	0,25	165,08	181,32	201,88	229,18	256,31	1,43	1,57	1,75	1,98	2,22	1	X	1,20	2,42	3,79	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (T.R. = 15anos).
Bacia 05	0,128	0,338		70	0,05	0,25	169,77	186,30	207,68	235,82	263,80	1,51	1,66	1,85	2,10	2,34	1	X	1,20	2,42	3,79	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (T.R. = 15anos).
Bacia 06	0,224	0,653		117	0,09	0,25	163,95	180,07	200,49	227,58	254,50	2,55	2,80	3,12	3,54	3,96	1	X	1,20	2,42	3,79	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (T.R. = 15anos).

VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS OBRAS - MÉTODO RACIONAL CORRIGIDO																							
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA													OBRA PROJETADA										
Bacia	Área A (km²)	Comp. Talvegue L (km)	Diferença de Nível H (m)	Tempo de Concentração T _c (hora)	Coef. de Esc. Superficial C	Intensidade de Chuva					Vazão de Contribuição				Capacidade Hidráulica			Observação	DIAGNÓSTICO				
						10 (mm/h)	15 (mm/h)	20 (mm/h)	30 (mm/h)	100 (mm/h)	Q ₁₀ (m³/s)	Q ₁₅ (m³/s)	Q ₂₀ (m³/s)	Q ₃₀ (m³/s)	Q ₁₀₀ (m³/s)	Tubo/células	Dimensões (m)			Q _{canal} (m³/s)	Q _{seco} (m³/s)		
Bacia 02	5,251	3,586	108	1,02	0,25	64,62	69,96	79,15	88,48	97,41	19,96	21,61	24,45	27,33	30,09	BITCC	3	2,0	X	2,00	28,93	51,89	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, incluindo como canal (TR = 25anos).

VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS OBRAS - MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR																								
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA										OBRA PROJETADA										Observação				
Bacia	Área A (km²)	Comp. Talvege L (km)	Diferença de Nível H (m)	Tempo de Concentração Tc (hora)	Superfície C	Coef. de Esc.	Intensidade de Chuva						Vazão de Contribuição				Capacidade Hidráulica		Verificação	Observação				
							is (mm/h)	iso (mm/h)	is (mm/h)	iso (mm/h)	is (mm/h)	iso (mm/h)	Q15 (m³/s)	Q25 (m³/s)	Q30 (m³/s)	Q40 (m³/s)	Tubo/Células	Dimensões (m)			Qant (m³/s)	Qdes (m³/s)		
Bacia 01	13,762	6,679	152	As vazões de contribuição foram determinadas pelo método do Hidrograma Unitário Triangular.										46,68	59,48	77,74	97,04		3	3,0 X 3,00	79,73	142,98	Atende	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (TR = 23anos).

BACIA	NOME DO CURSO D'ÁGUA	CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA											
		ÁREA - A (km²)	COMP. TALV. - L (km)	DIF.DE NÍVEL - H (m)	TEMPO CONC.-Tc (hora)	PRECIPITAÇÃO (mm)							
						P ₁₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀				
BACIA 01	-	13,76	6,68	151,91	1,84	100,52	111,70	126,49	141,11				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT													
Du = 1/7,5 T _c (min)		15,00											
T _p = 0,5 Du + 0,6 T _c (min)		73,74											
T _r = 1,67 T _p (min)		122,90											
T _b = 2,67 T _p (min)		196,64											
Q _p = $\frac{A}{0,03T_B}$ (m³/s/mm)		2,33											
													
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (R)													
CN= 61		$R = \frac{(P - 5080/N + 50,8)^2}{P + 20320/N - 203,2}$											
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA													
Du	HUT	PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				RELAÇÃO P/P ₀ =			1,03	Ajuste da Precipitação			
(min)	(m³/s/mm)	P ₁₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₁₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀	(A > 25 Km²)			
15,00	0,47	39,96	44,26	49,90	55,42	41,16	45,59	51,39	57,08	$\frac{P}{P_0} = 1 - w \cdot \log A / A_0$ para w = 0,10: $\frac{P}{P_0} = 1 - 0,1 \log \frac{A}{25}$ $\frac{P}{P_0} = 1,03$			
30,00	0,95	60,99	67,68	76,49	85,18	62,82	69,71	78,79	87,73				
45,00	1,42	73,29	81,38	92,05	102,58	75,49	83,82	94,81	105,66				
60,00	1,90	82,02	91,10	103,09	114,93	84,48	93,83	106,18	118,38				
75,75	2,29	89,09	98,98	112,03	124,94	91,76	101,95	115,39	128,68				
90,00	2,02	94,32	104,80	118,65	132,34	97,15	107,94	122,21	136,31				
105,00	1,74	99,00	110,01	124,56	138,95	101,97	113,31	128,30	143,12				
120,00	1,45	103,05	114,52	129,69	144,68	106,14	117,96	133,58	149,03				
135,00	1,17	106,62	118,50	134,21	149,74	109,82	122,05	138,23	154,23				
150,00	0,88	109,82	122,06	138,25	154,26	113,11	125,72	142,40	158,89				
165,00	0,60	112,71	125,28	141,91	158,35	116,09	129,04	146,16	163,11				
180,00	0,32	115,35	128,22	145,24	162,09	118,81	132,07	149,60	166,95				
195,00	0,03	117,78	130,92	148,31	165,53	121,31	134,85	152,76	170,49				
Incremento das Precipitações (mm)		Precipitações Rearranjadas (mm)				Precipitações Acumuladas (mm)							
TR = 15	TR = 25	TR = 50	TR = 100	P ₁₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₁₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀		
41,16	45,59	51,39	57,08	5,39	6,00	6,81	7,62	5,39	6,00	6,81	7,62		
21,66	24,12	27,39	30,65	8,99	10,01	11,37	12,72	14,38	16,01	18,18	20,34		
12,67	14,11	16,02	17,93	12,67	14,11	16,02	17,93	27,05	30,12	34,21	38,27		
8,99	10,01	11,37	12,72	41,16	45,59	51,39	57,08	68,20	75,71	85,60	95,35		
7,28	8,11	9,21	10,31	21,66	24,12	27,39	30,65	89,86	99,83	113,00	126,00		
5,39	6,00	6,81	7,62	7,28	8,11	9,21	10,31	97,15	107,94	122,21	136,31		
4,82	5,36	6,09	6,82	4,82	5,36	6,09	6,82	101,97	113,31	128,30	143,12		
4,17	4,65	5,28	5,90	4,17	4,65	5,28	5,90	106,14	117,96	133,58	149,03		
3,68	4,10	4,65	5,21	3,68	4,10	4,65	5,21	109,82	122,05	138,23	154,23		
3,29	3,67	4,16	4,66	3,29	3,67	4,16	4,66	113,11	125,72	142,40	158,89		
2,98	3,32	3,77	4,21	2,98	3,32	3,77	4,21	116,09	129,04	146,16	163,11		
2,72	3,03	3,44	3,85	2,72	3,03	3,44	3,85	118,81	132,07	149,60	166,95		
2,50	2,79	3,16	3,54	2,50	2,79	3,16	3,54	121,31	134,85	152,76	170,49		
Du	HUT	PERDAS INICIAIS				CHUVA EFETIVA (mm)				INCREMENTOS (mm)			
(min)	(m³/s/mm)					R ₁₅	R ₂₅	R ₅₀	R ₁₀₀	TR = 15	TR = 25	TR=50	TR = 100
15,00	0,47	$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30,00	0,95					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
45,00	1,42					0,00	0,00	0,02	0,20	0,00	0,00	0,02	0,20
60,00	1,90					6,44	9,09	13,09	17,55	6,44	9,09	13,08	17,35
75,75	2,29	S = 162,39				14,98	19,75	26,69	34,18	8,54	10,66	13,59	16,63
90,00	2,02					18,42	23,94	31,93	40,49	3,43	4,20	5,25	6,32
105,00	1,74	20% S = 32,48				20,82	26,86	35,56	44,84	2,40	2,92	3,62	4,34
120,00	1,45					22,98	29,48	38,79	48,70	2,16	2,61	3,23	3,86
135,00	1,17					24,95	31,84	41,71	52,17	1,97	2,37	2,92	3,48
150,00	0,88					26,75	34,01	44,37	55,33	1,80	2,17	2,66	3,16
165,00	0,60					28,42	36,01	46,81	58,23	1,66	2,00	2,45	2,90
180,00	0,32					29,96	37,86	49,08	60,91	1,55	1,85	2,26	2,68
195,00	0,03					31,41	39,58	51,18	63,41	1,45	1,73	2,11	2,49



BACIA Nº		NOME DO CURSO D'ÁGUA													
BACIA 01		-													
TR = 15 anos															
Du	HUT	INCREMENTOS DE CHUVA													VAZÃO
(min)	(m³/s/mm)	0,00	0,00	0,00	6,44	8,54	3,43	2,40	2,16	1,97	1,80	1,66	1,55	1,45	(m³/s)
15,00	0,47	0,00													0,00
30,00	0,95	0,00	0,00												0,00
45,00	1,42	0,00	0,00	0,00											0,00
60,00	1,90	0,00	0,00	0,00	3,05										3,05
75,75	2,29	0,00	0,00	0,00	6,11	4,05									10,15
90,00	2,02	0,00	0,00	0,00	9,16	8,10	1,63								18,88
105,00	1,74	0,00	0,00	0,00	12,21	12,15	3,26	1,14							28,75
120,00	1,45	0,00	0,00	0,00	14,76	16,19	4,88	2,28	1,02						39,15
135,00	1,17	0,00	0,00	0,00	13,02	19,58	6,51	3,42	2,05	0,93					45,51
150,00	0,88	0,00	0,00	0,00	11,19	17,27	7,87	4,56	3,07	1,86	0,85				46,68
165,00	0,60	0,00	0,00	0,00	9,36	14,84	6,94	5,51	4,10	2,79	1,71	0,79			46,05
180,00	0,32	0,00	0,00	0,00	7,53	12,41	5,97	4,86	4,96	3,73	2,56	1,58	0,73		44,32
195,00	0,03	0,00	0,00	0,00	5,70	9,98	4,99	4,18	4,37	4,50	3,42	2,37	1,47	0,69	41,66
TR = 25 anos															
Du	HUT	INCREMENTOS DE CHUVA													VAZÃO
(min)	(m³/s/mm)	0,00	0,00	0,00	9,09	10,66	4,20	2,92	2,61	2,37	2,17	2,00	1,85	1,73	(m³/s)
15,00	0,47	0,00													0,00
30,00	0,95	0,00	0,00												0,00
45,00	1,42	0,00	0,00	0,00											0,00
60,00	1,90	0,00	0,00	0,00	4,31										4,31
75,75	2,29	0,00	0,00	0,00	8,62	5,05									13,67
90,00	2,02	0,00	0,00	0,00	12,92	10,10	1,99								25,01
105,00	1,74	0,00	0,00	0,00	17,23	15,15	3,98	1,38							37,75
120,00	1,45	0,00	0,00	0,00	20,83	20,20	5,97	2,77	1,24						51,01
135,00	1,17	0,00	0,00	0,00	18,38	24,42	7,96	4,15	2,48	1,12					58,51
150,00	0,88	0,00	0,00	0,00	15,79	21,54	9,62	5,53	3,72	2,24	1,03				59,48
165,00	0,60	0,00	0,00	0,00	13,21	18,51	8,49	6,69	4,96	3,37	2,05	0,95			58,22
180,00	0,32	0,00	0,00	0,00	10,62	15,48	7,29	5,90	5,99	4,49	3,08	1,89	0,88		55,63
195,00	0,03	0,00	0,00	0,00	8,04	12,45	6,10	5,07	5,29	5,43	4,11	2,84	1,75	0,82	51,89
TR = 50 anos															
Du	HUT	INCREMENTOS DE CHUVA													VAZÃO
(min)	(m³/s/mm)	0,00	0,00	0,02	13,08	13,59	5,25	3,62	3,23	2,92	2,66	2,45	2,26	2,11	(m³/s)
15,00	0,47	0,00													0,00
30,00	0,95	0,00	0,00												0,00
45,00	1,42	0,00	0,00	0,01											0,01
60,00	1,90	0,00	0,00	0,02	6,20										6,21
75,75	2,29	0,00	0,00	0,03	12,39	6,44									18,86
90,00	2,02	0,00	0,00	0,03	18,59	12,89	2,49								34,00
105,00	1,74	0,00	0,00	0,04	24,79	19,33	4,97	1,72							50,85
120,00	1,45	0,00	0,00	0,04	29,97	25,77	7,46	3,44	1,53						68,20
135,00	1,17	0,00	0,00	0,03	26,44	31,16	9,94	5,15	3,06	1,38					77,17
150,00	0,88	0,00	0,00	0,03	22,72	27,48	12,02	6,87	4,60	2,77	1,26				77,74
165,00	0,60	0,00	0,00	0,02	19,00	23,62	10,60	8,31	6,13	4,15	2,52	1,16			75,51
180,00	0,32	0,00	0,00	0,02	15,28	19,75	9,11	7,33	7,41	5,53	3,78	2,32	1,07		71,60
195,00	0,03	0,00	0,00	0,01	11,56	15,89	7,62	6,30	6,53	6,69	5,04	3,48	2,15	1,00	66,26
TR = 100 anos															
Du	HUT	INCREMENTOS DE CHUVA													VAZÃO
(min)	(m³/s/mm)	0,00	0,00	0,20	17,35	16,63	6,32	4,34	3,86	3,48	3,16	2,90	2,68	2,49	(m³/s)
15,00	0,47	0,00													0,00
30,00	0,95	0,00	0,00												0,00
45,00	1,42	0,00	0,00	0,09											0,09
60,00	1,90	0,00	0,00	0,19	8,22										8,41
75,75	2,29	0,00	0,00	0,28	16,45	7,88									24,61
90,00	2,02	0,00	0,00	0,38	24,67	15,76	2,99								43,80
105,00	1,74	0,00	0,00	0,46	32,89	23,64	5,99	2,06							65,04
120,00	1,45	0,00	0,00	0,40	39,76	31,52	8,98	4,12	1,83						86,62
135,00	1,17	0,00	0,00	0,35	35,07	38,11	11,98	6,18	3,66	1,65					96,99
150,00	0,88	0,00	0,00	0,29	30,14	33,62	14,48	8,23	5,49	3,29	1,50				97,04
165,00	0,60	0,00	0,00	0,23	25,21	28,89	12,77	9,95	7,32	4,94	3,00	1,37			93,68
180,00	0,32	0,00	0,00	0,18	20,27	24,16	10,97	8,78	8,85	6,59	4,50	2,75	1,27		88,31
195,00	0,03	0,00	0,00	0,12	15,34	19,43	9,18	7,55	7,80	7,96	5,99	4,12	2,54	1,18	81,22
Qp ₁₅ =		46,68 m³/s		Qp ₂₅ =		59,48 m³/s		Qp ₅₀ =		77,74 m³/s		Qp ₁₀₀ =		97,04	



3.6. Projeto de Drenagem

3.6.1. Considerações iniciais

O projeto de drenagem para Implantação do Acesso à Rua da Palha foi desenvolvido buscando garantir a segurança dos usuários e prologando a vida útil do pavimento.

Foi elaborado com base em dados de estudos hidrológicos, topográficos e no projeto geométrico, abrangendo a drenagem superficial e profunda.

3.6.2. Drenagem superficial

Os dispositivos de drenagem superficial propostos foram os seguintes:

- Meio fio tipo MFC-05;
- Entradas tipos EDA 04 A,
- Descida d'água de aterros rápido DAR 60-30;
- Sarjeta triangular de concreto STC 100-20
- Dissipadores de energia tipos DES 100-300, DED 03^a.

3.6.3. Comentários sobre a drenagem

A. Meios-fios

Para o trecho de implantação foram previstos em aterros com alturas igual ou superior a 3 (um) metro de altura, conduzindo as águas ao desague em terreno natural garantindo a integridade da rodovia.

Os meios-fios será do tipo MFC-05 do DNIT.

B. Sarjetas de corte

Para o trecho de implantação foram previstos com a finalidade de captar as águas provenientes dos cortes sobre a plataforma, conduzindo-as para o desague em terreno natural garantindo a integridade da rodovia.

Será revestida em concreto, do tipo STC 100-20 do DNIT.

C. Valetas de proteção de aterros

Para o trecho de implantação os locais destes dispositivos foram definidos em função do dimensionamento hidráulico realizado, considerando as extensões previstas para os meios fios.



As entradas tipo EDA-04 A do DNIT foram previstas nos pontos de greide contínuo.

A descida d'água será do tipo DAR-60-30 do DNIT, que são armadas e terão consequentemente, um maior tempo de vida útil.

Os dissipadores foram previstos para atender as descidas projetadas.

Os dissipadores adotados foram o DES 100-300, do DNIT.

D. Bueiro

O bueiro indicado tem como finalidade de transpor as águas de curso d'água natural, esse podendo ser de talvegue ou de greide.

3.6.4. Dimensionamento hidráulico

Neste item estão apresentadas as metodologias e as ferramentas utilizadas no dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem superficial projetados.

As metodologias adotadas integram o Manual de Drenagem de Rodovias, do DNIT – Edição de 2006.

Estão sendo contemplados os seguintes tipos de dispositivos:

- Sarjetas de pé de corte e valetas de corte e aterro;
- Meios-fios;
- Entradas d'água, e
- Descidas d'água.

A seguir estão apresentados os procedimentos seguidos.

A.1 Sarjetas e Valetas de proteção em aterro e corte

O dimensionamento hidráulico destes dispositivos foi realizado de acordo com a seguinte sistemática:

1º-Determinação da vazão de contribuição pelo Método Racional

$$Q_p = \frac{c \times i \times A}{36 \times 10^4}$$

sendo:

Q_p = descarga de projeto, em m³/s;

c = coeficiente de escoamento superficial, adimensional, fixado de acordo com o complexo solo-cobertura e declividade do terreno;



i = intensidade de chuva, em cm/h, para o tempo de recorrência de 10 anos e tempo de concentração de 6 minutos;

A = área de contribuição, em m².

A área de contribuição pode ser formada por superfícies de diferentes coeficientes de escoamento superficial. Neste caso, o valor do coeficiente de escoamento final foi determinado pela média ponderada dos valores de coeficientes de escoamento adotados, usando como peso, as respectivas larguras dos implúvios.

Logo:

$$c = \frac{L_1 \times c_1 + L_2 \times c_2 + \dots + L_n \times c_n}{\sum_{i=1}^n L_i}$$

sendo:

L_1 = faixa da plataforma da rodovia que contribui para o dispositivo considerado;

L_2 = largura da projeção horizontal equivalente do talude;

L_3 = largura do terreno natural;

C_1 = coeficiente de escoamento superficial da plataforma da rodovia;

C_2 = coeficiente de escoamento superficial do talude;

C_3 = coeficiente de escoamento superficial do terreno natural.

2° -

Determinação da capacidade de vazão dos dispositivos pela fórmula de Manning, associada à equação da continuidade:

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \text{ e } Q = AV$$

sendo:

V = velocidade de escoamento da água, em m/s;

R = raio hidráulico, em m;

I = declividade longitudinal do dispositivo, em m/m;

N = coeficiente de rugosidade de Manning, considerado como sendo igual a 0,017 (dispositivo revestido em concreto);

Q = vazão máxima permissível, em m³/s;

A = área da seção molhada, em m².

Procedimentos:



- Igualando-se a equação proposta pelo Método Racional e a fórmula de Manning, e considerando a área de implúvio como sendo igual a $A = L \times d$, tem-se:

$$\frac{c \times i \times L \times d}{36 \times 10^4} = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \quad \therefore$$

$$d = 36 \times 10^4 \times \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{c \times i \times L \times n}$$

- Na equação acima, os valores de A, R e n são conhecidos, conforme a seção escolhida; os valores de c, i e L, são conhecidos, em função da chuva de projeto, dos tipos de superfícies e das características geométricas da rodovia. A única variável existente é a declividade longitudinal (I);
- Determina-se o comprimento crítico e estabelece-se a velocidade de escoamento para este comprimento. Esta velocidade deve ser condicionada à velocidade limite de erosão do material utilizado no revestimento adotado para o dispositivo.

A.2 Meios-fios

O dimensionamento hidráulico consistiu, basicamente, no cálculo da máxima extensão admissível do meio-fio (comprimento crítico), de modo que não houvesse transbordamento, ou que a faixa de alagamento admissível no acostamento, não ultrapassasse os valores pré-fixados. Este cálculo foi realizado através da mesma sistemática proposta para as sarjetas de pé de corte, no item A.1

A.3 Entradas D'água

O dimensionamento hidráulico das entradas d'água consistiu em verificar se o dispositivo é capaz de suportar a descarga proveniente dos meios-fios, sem turbulências, até as respectivas descidas d'água. Para tal, foi utilizada a seguinte fórmula empírica:

$$L = \frac{Q}{K \times Y \times \sqrt{g \times Y}}$$

sendo:

L = comprimento da abertura no meio-fio ou largura da entrada d'água, de modo a interceptar todo o fluxo, em m;

Q = descarga afluente do meio-fio, em m³/s;

g = aceleração da gravidade, em m/s²;

Y = altura do fluxo no meio-fio, em m.

A.4 Descidas D'água



Para o dimensionamento hidráulico das descidas d'água foram utilizadas as seguintes fórmulas empíricas:

$$Q = 2,07 \times L^{0,9} \times H^{1,6}_7$$

sendo:

Q = descarga de projeto a ser conduzida pela descida d'água, em m³/s;

L = largura da descida, em m;

H = altura do fluxo no interior da descida d'água, em m.

A velocidade de escoamento no pé da descida d'água foi estabelecida através da equação da continuidade ($Q = AV$), sendo Q, a descarga de projeto a ser conduzida pela descida e A, a área molhada da seção da descida para a altura do fluxo no seu interior.

O objetivo da determinação da velocidade no pé da descida d'água é o dimensionamento da bacia de amortecimento e da necessidade ou não do projeto de dissipadores de energia, função evidentemente da velocidade limite de erosão do material de que será constituída a descida.

A.5 Dissipadores de Energia

O dimensionamento hidráulico dos dissipadores de energia foi realizado em função da velocidade de escoamento da água a montante e da altura do fluxo afluente. Os procedimentos seguidos foram os seguintes:

1° - Determinação do número de Froude

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \times Y_1}}$$

sendo:

F_1 = número de Froude;

V_1 = velocidade do fluxo afluente à bacia, m/s;

Y_1 = altura do fluxo afluente à bacia, em m;

g = aceleração da gravidade, em m/s².

2° - Determinação da altura do fluxo na saída da bacia de amortecimento

$$\frac{Y_2}{Y_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} \right) - 1$$

sendo:

Y_2 = altura do fluxo na saída, em m;



3° - Determinação do comprimento da bacia de amortecimento

A longitude do ressalto (L) e por conseguinte, o comprimento da bacia de amortecimento foi determinada pelo gráfico apresentado na página 239 do Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (Figura 58), baseado em experiências de laboratório do BPR.

4° - Determinação da altura da parede da bacia de amortecimento

A altura da parede da bacia de amortecimento foi determinada através da expressão:

$$H = y_2' + z$$

sendo:

H = altura da parede, em metros;

$$y_2' = \left(1,10 - \frac{F_1^2}{120}\right) \times y_2$$

$$z = \frac{y_2'}{3}$$

Conforme determina o Manual de Drenagem do DNER, para o número de Froude até 17, devem ser usadas bacias de amortecimento com guarnições, cunhas e dentes. Neste caso, foram usadas as seguintes fórmulas:

$$y_2' = \left(1,10 - \frac{F_1^2}{120}\right) \times y_2 \quad , \text{ para } F_1 = 1,7 \text{ a } 5,5$$

$$y_2' = 0,85 \times y_2 \quad , \text{ para } F_1 \text{ de } 5,5 \text{ a } 11$$

$$y_2' = \left(100 - \frac{F_1^2}{800}\right) \times y_2 \quad , \text{ para } F_1 \text{ de } 11 \text{ a } 17$$

$$c = 0,07 y_2$$

Para a obtenção do número de Froude e do valor de y_2 , foram consideradas as fórmulas apresentadas anteriormente.

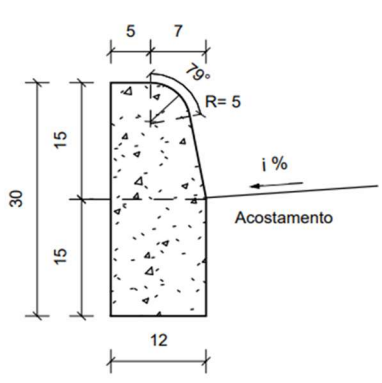
A.6 Resultados obtidos

Todas as ferramentas utilizadas no dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem superficial estão apresentadas a seguir.



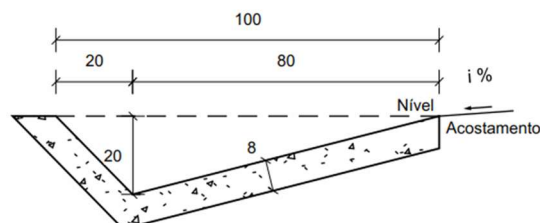
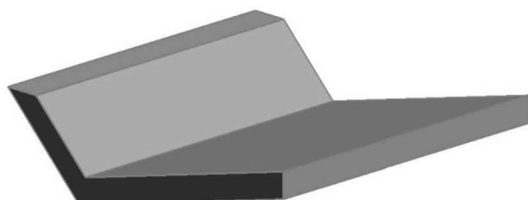
TIPO DE DISPOSITIVO:		Meio-fio tipo MF-05 do DNIT		NOTA: Foi adotado um valor de 1,00 metro de largura da pista como faixa de alagamento para verificação hidráulica do meio-fio.													
TIPO DE REVESTIMENTO:		Concreto sem acabamento (n= 0,017)															
SITUAÇÃO DA PLATAFORMA:		Pistas Existente															
VERIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DO DISPOSITIVO																	
Condição para utilização de meios-fios		$V_{ebp} > V_e$															
V_{ebp} (velocidade de erosão na borda da plataforma)		0.72															
V_e (velocidade de erosão do material do aterro -tabela)																	
I (declividade da reta de maior declive)		4.13															
K (coeficiente de rugosidade de Strickler)		58.82															
c (coeficiente de escoamento superficial)		0.80															
i (intensidade de chuva)		16.29															
L (largura do implúvio)		4.50															
α (declividade transversal da plataforma)		2.00															
β (declividade longitudinal da rodovia)																	
DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO																	
Cálculo do coeficiente de escoamento superficial																	
C1 (coeficiente de escoamento superficial da plat.)	0.80	L1 (largura da plataforma)	3.00														
C2 (coeficiente de escoamento superficial do acost.)	0.80	L2 (largura do acostamento)	0.00														
C3 (coeficiente de escoamento superficial do canteiro)	0.00	L3 (largura da canteiro)	0.00														
C (coeficiente de escoamento superficial adotado)	0.80	L (largura do implúvio)	3.00														
i (intensidade de chuva para TR=10anos e tc=6 minutos)	16.29																
A área da contribuição = (L1 + L2 +L3) *d (extensão)	3.00 d																
Qp (Vazão de contribuição)	0.00011 d																
CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO																	
A (área da seção de vazão do dispositivo)	0.03																
P (perímetro molhado da seção de vazão do dispositivo)	1.34																
R (raio hidráulico da seção de vazão do dispositivo)	0.02	$R^{2/3} = 0.07$															
n (coeficiente de rugosidade de Manning)	0.017																
I (declividade longitudinal do local de instalação)	variável																
Qc (Capacidade de vazão)	0.104 I ^{1/2}																
Fazendo Qp = Qc, tem-se d = 947 I ^{1/2}																	
DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V)																	
I	0.1	0.2	0.3	0.4	0.8	0.9	1.2	1.4	2.7	1.7	1.9	2.0	3.0	3.4	3.7	4.2	5.5
I ^{1/2}	0.03	0.04	0.05	0.06	0.09	0.09	0.11	0.12	0.16	0.13	0.14	0.14	0.17	0.18	0.19	0.21	0.23
d	28	38	47	57	85	85	104	114	152	123	133	133	161	170	180	199	218
V	0.12	0.16	0.21	0.25	0.37	0.37	0.45	0.49	0.66	0.54	0.58	0.58	0.70	0.74	0.78	0.86	0.95
ESTUDO DE CAPACIDADE HIDRÁULICA - MEIO-FIO TIPO MFC-05																	



TIPO DE DISPOSITIVO: Meio-fio tipo MF-05 do DNIT		NOTA: Foi adotado um valor de 1,00 metro de largura da pista como faixa de alagamento para verificação hidráulica do meio-fio.															
TIPO DE REVESTIMENTO: Concreto sem acabamento (n= 0,017)																	
SITUAÇÃO DA PLATAFORMA: Pistas Projetadas																	
VERIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DO DISPOSITIVO																	
Condição para utilização de meios-fios	$V_{ebp} > V_e$	SEÇÃO TIPO 															
V_{ebp} (velocidade de erosão na borda da plataforma)	0.81																
V_e (velocidade de erosão do material do aterro -tabela)																	
I (declividade da reta de maior declive)	4.13																
K (coeficiente de rugosidade de Strickler)	58.82																
c (coeficiente de escoamento superficial)	0.80																
i (intensidade de chuva)	16.29																
L (largura do implúvio)	6.00																
α (declividade transversal da plataforma)	2.00																
β (declividade longitudinal da rodovia)																	
DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO																	
Cálculo do coeficiente de escoamento superficial																	
C1 (coeficiente de escoamento superficial da plat.)	0.80	L1 (largura da plataforma) 6.00															
C2 (coeficiente de escoamento superficial do acost.)	0.80	L2 (largura do acostamento) 0.00															
C3 (coeficiente de escoamento superficial do canteiro)	0.00	L3 (largura da canteiro) 0.00															
C (coeficiente de escoamento superficial adotado)	0.80	L (largura do implúvio) 6.00															
i (intensidade de chuva para TR=10anos e tc=6 minutos)	16.29																
A área da contribuição = (L1 + L2 +L3) *d (extensão)	6.00 d																
Qp (Vazão de contribuição)	0.00022 d																
CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO																	
A (área da seção de vazão do dispositivo)	0.03																
P (perímetro molhado da seção de vazão do dispositivo)	1.34																
R (raio hidráulico da seção de vazão do dispositivo)	0.02	$R^{2/3} = 0.07$															
n (coeficiente de rugosidade de Manning)	0.017																
I (declividade longitudinal do local de instalação)	variável																
Qc (Capacidade de vazão)	$0.104 I^{1/2}$																
Fazendo $Q_p = Q_c$, tem-se $d = 474 I^{1/2}$																	
DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V)																	
I	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.9	1.0	1.2	1.5	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	5.0	5.5
$I^{1/2}$	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.22	0.23
d	14	19	24	28	33	43	47	52	57	62	62	66	76	81	90	104	109
V	0.12	0.16	0.21	0.25	0.29	0.37	0.41	0.45	0.49	0.54	0.54	0.58	0.66	0.70	0.78	0.91	0.95
ESTUDO DE CAPACIDADE HIDRÁULICA - MEIO-FIO TIPO MFC-05 - EM CURVA																	



TIPO DE DISPOSITIVO: Sarjeta para Bermas de Cortes e Aterros Tipo STC 100-20 do DNIT
TIPO DE REVESTIMENTO: Concreto sem acabamento ($n=0,017$)
SITUAÇÃO DA PLATAFORMA: Pistas Projetadas
SEÇÃO TIPO



DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO

Cálculo do coeficiente de escoamento superficial

C1 (coeficiente de escoamento superficial da plataforma)	0.80	L1 (largura da plataforma)	3.00
C2 (coeficiente de escoamento superficial do talude)	0.50	L2 (largura da projeção horizontal do talude)	4.00
C3 (coeficiente de escoamento superficial do ter. natural)	0.40	L3 (largura do terreno natural)	3.00
C (coeficiente de escoamento superficial adotado)	0.60	L (total)	10.00
i (intensidade de chuva para TR=10anos e tc=6 minutos)	16.29		
A área da contribuição = $(L1 + L2 + L3) \cdot d$ (extensão)	10 d		
Qp (Vazão de contribuição)	0.00027 d		

CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO

A (área da seção de vazão do dispositivo)	0.10	
P (perímetro molhado da seção de vazão do dispositivo)	1.11	
R (raio hidráulico da seção de vazão do dispositivo)	0.09	$R^{2/3} = 0.2$
n (coeficiente de rugosidade de Manning)	0.02	
I (declividade longitudinal do local de instalação)	variável	
Qc (Capacidade de vazão)	1.18 I ^{1/2}	

Fazendo $Q_p = Q_c$, tem-se $d = 4370 I^{1/2}$

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V)

I	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.7	2.0	2.8	3.3	5.0	5.0	6.0	7.0	9.0
I ^{1/2}	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.13	0.14	0.17	0.18	0.22	0.22	0.24	0.26	0.3
d	131	175	219	306	350	393	437	481	568	612	743	787	961	961	1049	1136	1311
V	0.35	0.47	0.59	0.82	0.94	1.06	1.18	1.29	1.53	1.65	2.00	2.12	2.59	2.59	2.82	3.06	3.53

ESTUDO DE CAPACIDADE HIDRÁULICA - SARJETA DE CORTE TIPO STC 100-20

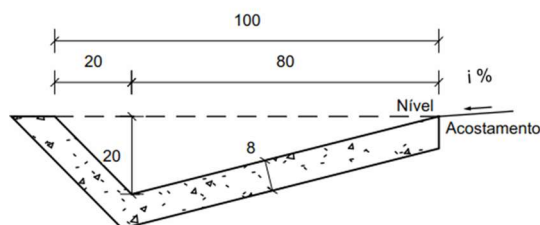
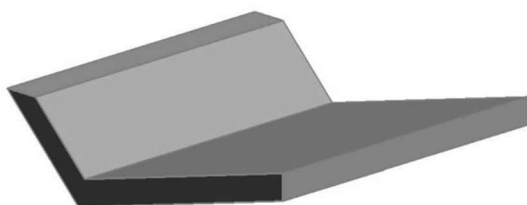


TIPO DE DISPOSITIVO: Sarjeta para Bermas de Cortes e Aterros Tipo STC 100-20 do DNIT

TIPO DE REVESTIMENTO: Concreto sem acabamento ($n=0,017$)

SITUAÇÃO DA PLATAFORMA: Pistas Projetadas

SEÇÃO TIPO



DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO

Cálculo do coeficiente de escoamento superficial

C1 (coeficiente de escoamento superficial da plataforma)	0.80	L1 (largura da plataforma)	6.00
C2 (coeficiente de escoamento superficial do talude)	0.50	L2 (largura da projeção horizontal do talude)	8.00
C3 (coeficiente de escoamento superficial do ter. natural)	0.40	L3 (largura do terreno natural)	6.00
C (coeficiente de escoamento superficial adotado)	0.60	L (total)	20.00
i (intensidade de chuva para TR=10anos e tc=6 minutos)	16.29		
A área da contribuição = $(L1 + L2 + L3) \cdot d$ (extensão)	20.00 d		
Qp (Vazão de contribuição)	0.00054 d		

CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO

A (área da seção de vazão do dispositivo)	0.10	
P (perímetro molhado da seção de vazão do dispositivo)	1.11	
R (raio hidráulico da seção de vazão do dispositivo)	0.09	$R^{2/3} = 0.2$
n (coeficiente de rugosidade de Manning)	0.017	
I (declividade longitudinal do local de instalação)	variável	
Qc (Capacidade de vazão)	1.18 I ^{1/2}	

Fazendo $Q_p = Q_c$, tem-se $d = 2185 I^{1/2}$

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V)

I	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.7	2.0	2.8	3.3	4.6	5.0	6.0	7.0	9.0
I ^{1/2}	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.13	0.14	0.17	0.18	0.21	0.22	0.24	0.26	0.3
d	66	87	109	153	175	197	219	240	284	306	371	393	459	481	524	568	656
V	0.35	0.47	0.59	0.82	0.94	1.06	1.18	1.29	1.53	1.65	2.00	2.12	2.47	2.59	2.82	3.06	3.53

ESTUDO DE CAPACIDADE HIDRÁULICA - SARJETA DE CORTE TIPO STC 100-20 (TRECHOS EM CURVA)



3.6.5. Drenagem Profunda

Foi previsto em planilha o serviço de “DRENO LONGITUDINAL PROFUNDO PARA CORTE EM SOLO - DPS 07 - TUBO PEAD E BRITA COMERCIAL” , visto que grande parte do objeto se encontra em cortes de solo, onde se exige uma maior necessidade de detalhamento do subleito e camadas inferiores na etapa de projeto básico, para que se garanta que as águas subterrâneas não afetem a resistência do material do pavimento.

3.6.6. Obras de Arte Correntes

3.6.6.1. Implantação das Obras de Arte Correntes

Para a implantação das obras de arte correntes, foram utilizadas as metodologias propostas pelo DNIT em seu Manual de Drenagem de Rodovias – Versão 2006, descritas a seguir.

Hidraulicamente, as obras podem ser dimensionadas como canais, vertedouros ou orifícios. No caso específico deste projeto, as obras foram projetadas hidraulicamente somente como canais.

A Dimensionamento como canal

Para o dimensionamento como canal, a metodologia proposta baseou-se na teoria do escoamento crítico, na qual, a energia específica mínima é tomada como sendo igual à altura do bueiro.

Entre os regimes de fluxos possíveis de ocorrer (crítico, rápido e subcrítico), optou-se pela adoção do fluxo crítico.

As fórmulas para bueiros tubulares, celulares de concreto deram origem às tabelas utilizadas para o dimensionamento estão apresentadas a seguir.

Bueiros Tubulares de Concreto

Vazão crítica:

$$\text{bueiro simples} \quad - \quad Q_1 = 1,533 D^{2,5}$$

$$\text{bueiro duplo} \quad - \quad Q_1 = 2 \times 1,533 D^{2,5}$$

$$\text{bueiro triplo} \quad - \quad Q_1 = 3 \times 1,533 D^{2,5}$$

$$\text{Velocidade crítica} - v = 2,56 \sqrt{D}$$

$$\text{Declividade crítica} - I_c = \frac{0,739}{\sqrt[3]{D}} \quad , \text{ em } \%, \text{ para } n = 0,015$$

Bueiros Celulares de Concreto

Vazão crítica:

bueiro simples - $Q_1 = 1,705 B \times H^{1,5}$

bueiro duplo - $Q_1 = 2 \times 1,705 B \times H^{1,5}$

bueiro triplo - $Q_1 = 3 \times 1,705 B \times H^{1,5}$

Velocidade crítica - $V = 2,56 \sqrt{H}$

Declividade crítica - $I_c = \frac{0,0585}{\sqrt[3]{H}} \left(3 + \frac{4H}{B} \right)^{4/3}$, para $n = 0,015$

B Dimensionamento como orifício

Diz-se que um bueiro trabalha como orifício quando o nível d'água a montante (HW) atende a condição:

$HW \geq 1,2 D$, $HW \geq 1,5 D$ ou $HW \geq 2,0 D$, sendo D o diâmetro e H a altura do bueiro.

Neste caso, a vazão depende de sua carga a montante, ou seja, da diferença de cotas dos níveis d'água a montante e a jusante, sendo independente da rugosidade das paredes, do comprimento e da declividade do bueiro.

De acordo com a lei da continuidade,

$$Q = AV = A \sqrt{2g \times h}$$

Considerando que devido à viscosidade do líquido, a velocidade real do jato sofre redução que costuma ser representada por um coeficiente c_v , de valor variando entre 0,97 e 0,98 e que o jato também sofre uma contração, representada pelo coeficiente c_c , que varia de 0,62 a 0,64, tornando-se inferior à seção do orifício, a vazão através do orifício passa a ser:

$$Q = c_v \times c_c \times A \sqrt{2g \times h}$$

Fazendo: $c_v \times c_c = c$ = coeficiente de vazão (varia de 0,62 a 0,63), tem-se:

$$Q = cA \sqrt{2g \times h}$$

As tabelas utilizadas para o dimensionamento hidráulico dos bueiros tubulares e celulares como orifício são as do Manual de Drenagem, que consideraram o coeficiente de vazão (c) igual a 0,63.

Imediatamente após os comentários sobre as obras projetadas, estão apresentadas as tabelas utilizadas como referência para determinar a dimensão da obra compatível com a vazão determinada no estudo hidrológico.

3.6.6.2. Comentários sobre as obras de arte correntes

A Bueiros projetados

Está sendo previsto bueiros de segmento de talvegue, estes dimensionados através da bacia hidrográfica. Os cálculos do dimensionamento estão sendo apresentados no estudo hidrológico.

Tabela 1 - Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de concreto trabalhando como canal ($ec = D$)

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

Tabela 2 - Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros celulares de concreto trabalhando como canal ($ec = d$)

TIPO	BASE X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSCC	1,0 x 1,0	0,67	1,71	2,56	0,78
BSCC	1,5 x 1,5	1,50	4,70	3,14	0,68
BSCC	2,0 x 1,5	2,00	6,26	3,14	0,56
BSCC	2,0 x 2,0	2,67	9,64	3,62	0,62
BSCC	2,0 x 2,5	3,33	13,48	4,05	0,69
BSCC	2,0 x 3,0	4,00	17,72	4,43	0,76
BSCC	2,5 x 2,5	4,17	16,85	4,05	0,58
BSCC	3,0 x 1,5	3,00	9,40	3,14	0,44
BSCC	3,0 x 2,0	4,00	14,47	3,62	0,47
BSCC	3,0 x 2,5	5,00	20,22	4,05	0,51
BSCC	3,0 x 3,0	6,00	26,58	4,43	0,54
BDCC	2,0 x 1,5	4,00	12,53	3,14	0,56
BDCC	2,0 x 2,0	5,33	19,29	3,62	0,62
BDCC	2,0 x 2,5	6,67	26,96	4,05	0,69
BDCC	2,0 x 3,0	8,00	35,44	4,43	0,76
BDCC	2,5 x 2,5	8,33	33,70	4,05	0,58
BDCC	3,0 x 1,5	6,00	17,79	3,14	0,44
BDCC	3,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,47
BDCC	3,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,51
BDCC	3,0 x 3,0	12,00	53,16	4,43	0,54
BTCC	2,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,62
BTCC	2,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,69
BTCC	2,5 x 2,5	12,50	50,55	4,05	0,58
BTCC	3,0 x 2,0	12,00	43,40	3,63	0,47
BTCC	3,0 x 2,5	15,00	60,66	4,05	0,51
BTCC	3,0 x 3,0	18,00	79,73	4,43	0,54

Tabela 23 - Vazão, velocidade e carga hidráulica de bueiros tubulares trabalhando como orifício com $c = 0,63$

TIPO	DIÂMETRO (m)	h = 1,2 D		h = 1,5 D		h = 2D	
		Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)
BSTC OU BSTM	0,60	0,67	2,37	0,75	2,65	0,86	3,06
	0,80	1,37	2,73	1,54	3,06	1,77	3,53
	1,00	2,40	3,06	2,68	3,42	3,10	3,95
	1,10	3,05	3,21	3,41	3,58	3,93	4,14
	1,20	3,79	3,35	4,23	3,74	4,89	4,32
	1,30	4,63	3,48	5,17	3,90	5,97	4,50
	1,40	5,57	3,62	6,23	4,04	7,19	4,67
	1,50	6,62	3,74	7,40	4,19	8,54	4,83
	1,60	7,78	3,87	8,69	4,32	10,04	4,99
	1,70	9,05	3,98	10,12	4,46	11,68	5,14
	1,80	10,44	4,10	11,67	4,58	13,48	5,29
	1,90	11,95	4,21	13,36	4,71	15,43	5,44
	2,00	13,58	4,32	15,19	4,83	17,54	5,58

Vazão:

$$\text{bueiro simples: } Q_1 = \frac{c\sqrt{2g}}{4} \times D^2 \times 3,14159 \sqrt{h} \quad \text{e} \quad Q_1 = 2,192 \times D^2 \sqrt{h}$$

Velocidade:

$$V = c\sqrt{2g \times h} \quad \text{e} \quad V = 2,79 \sqrt{h}$$

h = carga hidráulica

Tabela 24 - Vazão, velocidade e carga hidráulica de bueiros tubulares trabalhando como orifício com $c = 0,63$

TIPO	DIÂMETRO	h = 1,2 D		h = 1,5 D		h = 2D	
		Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)
BDTC OU BDTM	0,80	2,75	2,73	2,92	3,06	3,37	3,53
	1,00	4,80	3,06	5,37	3,42	6,20	3,95
	1,10	6,09	3,21	6,81	3,58	7,87	4,14
	1,20	7,58	3,85	8,47	3,74	9,78	4,32
	1,30	9,25	3,48	10,35	3,90	11,95	4,50
	1,40	11,14	3,62	12,45	4,04	14,38	4,67
	1,50	13,23	3,74	14,80	4,18	17,08	4,83
	1,60	15,55	3,87	17,39	4,32	20,08	4,99
	1,70	18,10	3,98	20,23	4,46	23,36	5,14
	1,80	20,88	4,10	23,34	4,58	26,95	5,25
	1,90	23,90	4,21	26,72	4,71	30,85	5,44
	2,00	27,17	4,32	30,37	4,83	35,07	5,58
BTTC OU BTTM	1,00	7,20	3,06	8,05	3,42	9,30	3,95
	1,10	9,14	3,21	10,22	3,58	11,80	4,14
	1,20	11,36	3,35	12,70	3,74	14,67	4,32
	1,30	13,88	3,48	15,52	3,90	17,92	4,50
	1,40	16,71	3,62	18,68	4,04	21,57	4,67
	1,50	19,85	3,74	22,19	4,18	25,63	4,83
	1,60	23,33	3,87	26,08	4,32	30,11	4,99
	1,70	27,14	3,98	30,35	4,46	35,04	5,14
	1,80	31,31	4,10	35,01	4,58	40,43	5,29
	1,90	35,85	4,21	40,08	4,71	46,28	5,44
	2,00	40,75	4,32	45,56	4,83	52,61	5,58

Vazão:

$$\text{bueiro duplo: } Q_2 = 2Q_1 = 4,384 \times D^2 \sqrt{h}$$

$$\text{bueiro triplo: } Q_3 = 3Q_1 = 6,576 \times D^2 \sqrt{h}$$

Velocidade:

$$V = 2,79 \sqrt{h}$$

h = carga hidráulica

Tabela 25 - Vazão e velocidade dos bueiros celulares trabalhando como orifício para cargas hidráulicas em relação à altura do bueiro

TIPO	B	H	h = 1,2 H		h = 1,5 H		h = 2,0 H	
			Q	V	Q	V	Q	V
BSCC	1,00	1,00	3,06	3,06	3,42	3,42	3,95	3,95
	1,50	1,50	8,43	3,74	9,42	4,19	10,88	4,83
	2,00	1,50	11,23	3,74	12,56	4,19	14,50	4,83
	2,00	2,00	17,30	4,32	19,34	4,83	22,33	5,58
	2,00	2,50	24,17	4,83	27,02	5,40	31,20	6,24
	2,00	3,00	31,77	5,30	35,52	5,92	41,02	6,84
	2,50	2,50	30,21	4,83	33,78	5,40	39,01	6,24
	3,00	1,50	16,85	3,74	18,84	4,19	21,75	4,83
	3,00	2,00	25,94	4,32	29,00	4,83	33,49	5,58
	3,00	2,50	36,26	4,83	40,54	5,40	46,81	6,24
	3,00	3,00	47,66	5,30	53,29	5,92	61,53	6,84
BDCC	2,00	2,00	34,59	4,32	38,67	4,83	44,66	5,58
	2,00	2,50	48,34	4,83	54,05	5,40	62,41	6,24
	2,00	3,00	63,55	5,30	71,05	5,92	82,04	6,84
	2,50	2,50	60,43	4,83	67,56	5,40	78,01	6,24
	3,00	2,00	51,89	4,32	58,01	4,83	66,98	5,58
	3,00	2,50	72,51	4,83	81,07	5,40	93,61	6,24
	3,00	3,00	95,32	5,30	106,57	5,92	123,06	6,84
BTCC	2,00	2,00	51,89	4,32	58,01	4,83	66,98	5,58
	2,00	2,50	72,51	4,83	81,07	5,40	93,61	6,24
	2,50	2,50	90,64	4,83	101,34	5,40	117,02	6,24
	3,00	2,00	77,83	4,32	87,01	4,83	100,48	5,58
	3,00	2,50	108,77	4,83	121,61	5,40	140,42	6,24
	3,00	3,00	142,98	5,30	159,86	5,92	184,59	6,84

Vazão:

bueiro simples: $Q_1 = 2,791BH\sqrt{h}$

bueiro duplo: $Q_2 = 2 \times Q_1$

bueiro triplo: $Q_3 = 3 \times Q_1$

B = Base, H = altura do bueiro e h = carga hidráulica

Velocidade: $V = 2,79\sqrt{h}$

* A velocidade excede o valor limite de erosão do concreto (4,5 m/s), significando nesses casos que a vazão do bueiro corresponderá à carga hidráulica que satisfaça a velocidade admissível.

A seguir, está sendo apresentado, tabela de verificação de OAC, Hidrograma Unitário Triangular e Mapa de Bacia.

VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS OBRAS - MÉTODO RACIONAL

CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA															OBRA PROJETADO							Verificação	Observação	DIAGNÓSTICO	
Bacia	Área A (km²)	Comp. Talvegue L (km)	Diferença de Nível H (m)	Tempo de Concentração Tc (hora)	Coef. de Esc. Superficial C	Intensidade de Chuva					Vazão de Contribuição					Capacidade Hidráulica									
						i10 (mm/h)	i15 (mm/h)	i25 (mm/h)	i50 (mm/h)	i100 (mm/h)	Qp10 (m³/s)	Qp15 (m³/s)	Qp25 (m³/s)	Qp50 (m³/s)	Qp100 (m³/s)	Tipo da Obra	Tubos/Céulas	Dimensões (m)	Qcanal (m³/s)	Qortifício (m³/s)					
Bacia 03	0,097	0,586	49	0,11	0,25	160,88	176,68	196,70	223,24	249,61	1,09	1,20	1,33	1,51	1,69	BSTC	1		X	1,00	1,53	2,40	Atende	Canal	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (TR = 15anos).
Bacia 04	0,125	0,446	47	0,08	0,25	165,08	181,32	201,88	229,18	256,31	1,43	1,57	1,75	1,98	2,22	BSTC	1		X	1,20	2,42	3,79	Atende	Canal	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (TR = 15anos).
Bacia 05	0,128	0,338	70	0,05	0,25	169,77	186,50	207,68	235,82	263,80	1,51	1,66	1,85	2,10	2,34	BSTC	1		X	1,20	2,42	3,79	Atende	Canal	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (TR = 15anos).
Bacia 06	0,224	0,653	117	0,09	0,25	163,95	180,07	200,49	227,58	254,50	2,55	2,80	3,12	3,54	3,96	BSTC	1		X	1,20	2,42	3,79	Atende	Canal	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (TR = 15anos).

VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS OBRAS - MÉTODO RACIONAL CORRIGIDO

CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA															OBRA PROJETADA									DIAGNÓSTICO
Bacia	Área A (km²)	Comp. Talvegue L (km)	Diferença de Nível H (m)	Tempo de Concentração Tc (hora)	Coef. de Esc. Superficial C	Intensidade de Chuva					Vazão de Contribuição					Capacidade Hidráulica					Verificação	Observação		
						i ₁₀ (mm/h)	i ₁₅ (mm/h)	i ₂₅ (mm/h)	i ₅₀ (mm/h)	i ₁₀₀ (mm/h)	Q _{p10} (m³/s)	Q _{p15} (m³/s)	Q _{p25} (m³/s)	Q _{p50} (m³/s)	Q _{p100} (m³/s)	Tipo da Obra	Tubos/Células	Dimensões (m)		Q _{canal} (m³/s)			Q _{ortifício} (m³/s)	
Bacia 02	5,251	3,586	108	1,02	0,25	64,62	69,96	79,15	88,48	97,41	19,96	21,61	24,45	27,33	30,09	BTCC	3	2,0 X 2,00	28,93	51,89	Atende	Canal	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (TR=25anos).	

VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS OBRAS - MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR

CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA													OBRA PROJETADO						Verificação		Observação	Observação			
Bacia	Área A (km²)	Comp. Talvegue L (km)	Diferença de Nível H (m)	Tempo de Concentração Tc (hora)	Coef. de Esc. Superficial C	Intensidade de Chuva					Vazão de Contribuição				Capacidade Hidráulica										
						i5	i10	i15	i25	i50	i100	Qp15	Qp25	Qp50	Qp100	Tipo da Obra	Tubos/Céulas	Dimensões (m)		Qcanal (m³/s)	Qortifício (m³/s)				
						i5	i10	i15	i25	i50	i100	Qp15	Qp25	Qp50	Qp100			X	Y						
Bacia 01	13,762	6,679	152	As vazões de contribuição foram determinadas pelo método do Hidrograma Unitário Triangular.								46,68	59,48	77,74	97,04	BTCC	3	3,0	X	3,00	79,73	142,98	Atende	Canal	A capacidade hidráulica da obra atende a vazão de contribuição, trabalhando como canal (TR = 25anos).

3.6.7. Apresentação do Projeto de Drenagem

O Projeto de Drenagem está apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.

3.7. Projeto Geométrico

3.7.1. Introdução

Os elementos básicos utilizados na elaboração deste projeto foram obtidos a partir do levantamento planialtimétrico cadastral da área. Foram seguidas as Instruções de Serviço para Projeto Geométrico no Manual de Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, do DNIT.

Para a elaboração do Projeto Geométrico buscou-se evitar desapropriações, preservando grande parte do traçado original e suas características técnicas, fazendo-se necessários ajustes em algumas curvas. O greide de pavimentação foi projetado respeitando as cotas do terreno existente, bem como as soleiras das edificações, no perímetro urbano. Ajustes nas declividades longitudinais foram necessários, de forma a permitir um eficiente escoamento das águas pluviais.

3.7.2. Projeto Planialtimétrico

O projeto planialtimétrico foi elaborado em conformidade com as características técnicas definidas anteriormente, usando os elementos fornecidos pelos estudos topográficos, através do cadastramento e levantamento planialtimétrico das áreas. Estes dados serviram de base para a elaboração do projeto geométrico em planta e perfil.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

EXTENSÃO

- EXTENSÃO
7,962 km

PLANTA

- TIPO DE REGIAO ATRAVESSADA: Ondulada
- CLASSE DA RODOVIA: CLASSE IV - RODOVIA LOCAL RURAL

- NÚMERO DE FAIXAS 2
- LARGURA DA PLATAFORMA; 6,00 m
- LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO: 3,00 m

DECLIVIDADE TRANSVERSAL MÉDIA	2%
--------------------------------------	-----------

VELOCIDADE DIRETRIZ	40 km/h
----------------------------	----------------

3.8. Projeto de Terraplenagem

3.8.1. Elementos Básicos

Os elementos básicos utilizados na elaboração deste projeto foram obtidos a partir do levantamento planialtimétrico, estudos geotécnicos e projeto geométrico.

Os elementos obtidos nos estudos e no projeto geométrico foram reunidos eletronicamente, gerando volumes de corte e aterro a serem movimentados. Com base no mapa de cubação, verificou-se a necessidade de empréstimos laterais para suprir a falta de volume dos aterros a serem executados.

3.8.2. Concepção

O projeto de terraplanagem foi elaborado observando-se as instruções da IS-209 do DNIT, que em síntese consiste na quantificação e determinação das distâncias de transporte, demonstrado através de quadros e gráficos de distribuição e resumo dos materiais a movimentar.

O cálculo volumétrico dos cortes foi feito utilizando-se programa específico de processamento denominado AutoCAD Civil 3D 2019, que resultou no volume conforme mapa de cubação relativo à terraplenagem a ser realizada na área para implantação da pavimentação e indicam os volumes parciais e acumulados de cortes apresentado.

O projeto foi composto das seguintes análises:

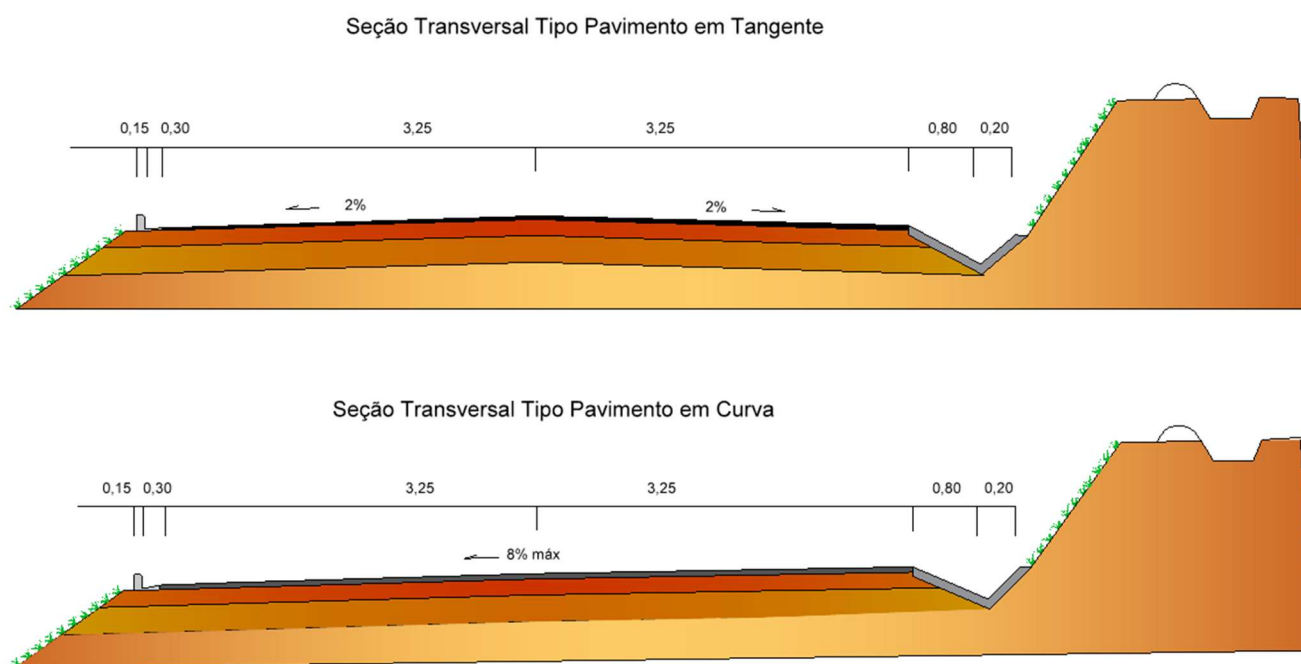
- Cálculo dos Volumes de Corte e Aterro;
- Caixas de Empréstimos;
- Áreas Bota-fora;

- Definição para projeto da camada de aterro final com no mínimo 10% de CBR.

3.8.3. Seção transversal tipo

Na seção transversal tipo para a plataforma, adotando-se um caimento transversal de 2%, nas seções em tangente e 8% nas seções em curva, para as extremidades com taludes de 2(H):3(V) para as seções em corte e 3(H):2(V) para as seções em aterro com alturas de cortes e aterros obtidos no perfil longitudinal do projeto geométrico.

A seguir apresentamos as seções tipo de terraplenagem adotada:



3.8.4. Movimentação de Terras

No movimento de terras elaborado, os solos provenientes das operações de corte foram classificados como materiais de 1ª e 3ª categorias que serão destinados, para confecção de aterro e bota-fora, respectivamente.

A compactação do material de aterro deverá ser executada a 100% do proctor normal, por outro lado, em face às características geotécnicas dos solos constituintes do subleito e/ou terreno natural, recomenda-se que os últimos 0,60 m do greide de terraplenagem projetado, tanto em corte quanto em aterro, sejam constituídos de solo que satisfaça a condição de suporte, com a energia do Proctor Intermediário, de CBR > 12,46% e expansão de ≤ 2%. O grau de compactação exigido será de 100%, em relação à massa

especifica aparente seca máxima, obtida em laboratório, e, a confecção desses últimos 60 cm, deverá ser executada em camadas de 20 cm cada, com energia do P.I.

Assim, na execução das camadas do corpo de aterro não será permitido o uso de solos de baixa capacidade de suporte ($ISC < 2\%$) e expansão $> 4\%$. Tudo em conformidade com a especificação de serviço DNIT 108/2009-ES, aprovada em 04/08/2009 que substitui a Norma DNER-AS 282/97.

3.8.5. Apresentação

O Projeto de Terraplenagem consta de Seções transversais (tipo e do trecho projetado), quadro de distribuição e os volumes de terraplenagem. Os dados acima são apresentados no "Volume 2 - Projeto de Execução".

3.9. Projeto de Pavimentação

3.9.1. Considerações Gerais

O projeto de pavimentação foi elaborado através dos elementos fornecidos pelos Estudos de Tráfego e Geotécnicos e pelo Projeto de Terraplenagem, realizados para o trecho em estudo, bem como nas Especificações Gerais de Serviços do DNIT.

Visando definir e detalhar estruturas viáveis que suportem a solicitação de carga em seu período de vida útil, em termos técnico-econômicos a serem executados na pista de rolamento da via, considerando-se os seguintes aspectos:

- Subleito;
- Critérios de dimensionamento;
- Resultados obtidos;
- Solução para implantação da pavimentação;
- Apresentação dos resultados.

3.9.2. Dimensionamento Pavimento

Para o dimensionamento da estrutura de pavimentação empregou-se o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis – DNER, através da utilização do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis, do Eng. Murilo Lopes Souza, baseado nas

características de resistência dos solos de fundação e dos materiais de constituição do pavimento

Objetivando uma segurança maior, adotou-se como parâmetro definidor da capacidade de suporte do subleito, o índice de suporte (IS), sugerido pelo DNIT.

Para aplicação do método citado, é necessário o conhecimento dos seguintes parâmetros:

- Características do subleito – ISC (CBR)
- Parâmetro de Tráfego – “Número N”
- Características do subleito – ISC (CBR)

Os resultados encontrados para o ISC (CBR) dos materiais do subleito foram submetidos a tratamento estatísticos, por grupos de classificações HRB, sendo desprezados os resultados dos ensaios que apresentaram valores discrepantes. Tudo em conformidade com as instruções em vigor.

3.9.2.1. Parâmetro de Tráfego – “Número N”

As características do tráfego que solicitarão os pavimentos são de fundamental importância, uma vez que se relacionam intimamente com os esforços internos solicitantes originados na estrutura do pavimento.

Para o dimensionamento de pavimentos novos, o tráfego é caracterizado pelo número “N” de passagens equivalentes ao eixo simples padrão de 80 kN (8,2 tf), ou seja, todos os tipos de eixo e cargas dos veículos comerciais são transformados para um eixo simples padrão de roda dupla equivalente de 80 kN.

Consideram-se apenas os veículos comerciais no cálculo do número “N”, visto que os automóveis possuem um peso praticamente desprezível quando comparado aos veículos comerciais.

Para o período de projeto considerado de 10 anos o número “N” calculado nos Estudos de Tráfego é:

$$N = 2,0 \times 10^6$$

3.9.2.2. Estudo do material para capa de rolamento pavimentação

O sistema de rodovias é o principal meio de transporte de cargas e passageiros do Brasil. A nossa malha viária conta com uma rede de 1.720.700 quilômetros de estradas, ocupando o quarto lugar no mundo. Além disso, 61% das cargas movimentadas no país são transportadas por via terrestre.

Um dos pontos estudados previamente, de muita importância inclusive, é o tipo de pavimentação que será utilizada, e pensando nisso surgem o TSD e o CBUQ, estão entres os mais adotados no Brasil.

➤ **PAVIMENTAÇÃO TSD**

O Tratamento Superficial Duplo, denominado comumente como TSD, refere-se ao processo de aplicação de ligantes asfálticos e agregados na pista sem uma mistura prévia e com compactação, resultando no recobrimento de pequenas irregularidades.

O processo consiste em:

- 1) Aplicação do ligante asfáltico em base bem preparada;
- 2) Espelhamento do agregado após a aplicação do ligante;
- 3) Compactação, passo executado logo após o espelhamento do agregado.

Esse tipo de pavimentação visa imprimir (impermeabilizar) o pavimento, gerar efeito antiderrapante e propiciar revestimento de alta elasticidade para acompanhar as deformações nas camadas inferiores.

➤ **PAVIMENTAÇÃO CBUQ**

O tipo de pavimentação mais utilizado no Brasil é o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). Este produto é obtido por meio da mistura de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico de petróleo, ambos aquecidos em altas temperaturas.

As proporções de cada material utilizado são definidas previamente durante a elaboração do projeto, de forma que a junção do agregado (brita) com ligante asfáltico deve criar uma massa homogênea.

Esses processos são executados em usinas de asfalto, aonde deve atendendo todos os parâmetros da norma DNIT 031/2024-ES.

Ambos são modelos de pavimentos flexíveis. A capa asfáltica é a última das camadas do pavimento e deve cumprir os seguintes requisitos exigidos por norma:

- Entregar conforto de rolamento aos usuários por meio de uma pista bem nivelada e padronizada em toda a sua extensão;
- Promover segurança através de boa aderência entre a superfície os pneus dos veículos; escoamento adequado da água das chuvas atendendo as normativas;
- Transmitir as cargas dos veículos para as camadas seguintes do pavimento para que não ocorra deformação permanente pré-matura;
- Garantia total da obra de pavimentação por cinco anos com responsabilidade do executor para qualquer reparo neste período.

Os dois tipos de pavimentações são distinguidos por meio de suas particularidades técnicas, seus métodos de construção, conservação e manutenção. A mistura TSD é preparada diretamente na pista e aplicada em duas camadas de agregados e ligantes para então haver compactação.

Já a CBUQ é preparada na usina e já deixa a fábrica pronta para ser aplicada sem qualquer manipulação em seu conteúdo. Enquanto é aplicada, o seu revestimento alcança altas temperaturas, chegando em torno de 160°.

A dosagem de CBUQ tem como objetivo obter e resultar:

- Mistura adequadamente trabalhável,
- Mistura estável sobre ações de cargas estáticas ou móveis,
- Mistura durável com teor de asfalto adequado,
- Baixa deformação permanente
- Mistura pouco suscetível à fissuração por fadiga e
- Possuir vazios suficientes e não excessivos.

LIGANTE ASFÁLTICO DA MISTURA

- **CBUQ:** Utiliza-se o CAP (cimento asfáltico de petróleo). É o mais nobre dentre os ligantes para capa asfáltica pois não sofre diluição e nem cortes com água em sua composição, o que o torna mais resistente a água, oxidação, tração, corrosão, além de possuir propriedades de recuperação elástica superiores a qualquer tipo de emulsão ou ADP (asfalto diluído de petróleo).

Além de suas propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, o CAP é caracterizado por sua flexibilidade e alta resistência. Ao ser aplicado, deve ser homogêneo e estar livre de água para que sua utilização seja adequada, e siga as orientações do DNIT, órgão que faz o controle das rodovias federais em execução, conservação e restauração.

- **TSD:** Utiliza-se a emulsão asfáltica RR-2C. A composição desta emulsão é de 67% de CAP, 0,2% de emulsificantes e 32,8% de água. A qualidade e padronização deste ligante é mais suscetível a variações, pois o corte com água é executado dentro das distribuidoras. São necessários ensaios para atestar a % de resíduos (CAP).

CBUQ e TSD, possuem as mesmas faixas de especificação e normativas quanto a encaixe granulométrico, resistência, abrasão, adesividade e índice de forma para os agregados utilizados na capa.

A usina de CBUQ possibilita a utilização de até cinco agregados na composição para promover o encaixe, enquanto o TSD normalmente utiliza apenas dois agregados mais uma camada de pó quando é aplicada a capa selante (camada extra para dar melhor acabamento na pista).

A grande dificuldade da execução da pavimentação asfáltica em CBUQ é a aquisição do insumo, que nas maiorias das vezes as usinas ficam localizadas em grandes distâncias, dificultando o controle da temperatura do material durante o transporte, e também onerando o orçamento devido os valores de transportes para grandes distâncias.

Atualmente existem diversas usinas alfticas de CBUQ, instaladas na região do município, em uma raio de 90km do centro da rodovia foram localizadas 4 unidades no município de Arapiraca – Alagoas, viabilizando a utilização do CBUQ no empreendimento.

3.9.2.3. Aplicação do Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNIT

O método de dimensionamento do DNER do Eng. Murilo Lopes de Souza faz algumas recomendações quanto aos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais e quanto às espessuras mínimas de revestimento betuminoso. Os coeficientes estruturais dos materiais utilizáveis nas camadas do pavimento são:

Componentes do Pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento do concreto betuminoso	2,00
Camadas granulares	1,00

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão. As espessuras a seguir recomendadas visam, especialmente, as bases de comportamento puramente granular e são ditadas pelo que se tem observado.

Número N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N < 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos.
$106 < N < 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura.
$5 \times 10^6 < N < 10^7$	Revestimentos betuminosos com 7,5 cm de espessura.
$10^7 < N < 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura.
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.

O método considera as seguintes espessuras:

- Hm - espessura total necessária para proteger um material com $ISC = m$;
- Hn - espessura da camada de pavimento com $ISC = n$;

$$H_n = 77.67 N^{0.0482} \times CBR^{-0.598}$$

DADOS		H20 (cm)	H27 (cm)	REVESTIMENTO (cm)
NUMERO "N"	2,0,E+06	20	0	5,0
CBR do Sub-Base	55,11%			
CBR do Subleito	12,46 %			

Determinadas as espessuras de H_n (n: valor referente ao CBR de projeto do subleito), H20 e R, as espessuras da base e sub-base são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$RKR + BKB = H_{20};$$

$$RKR + BKB + h_{20} KSB = H_n;$$

Os coeficientes de equivalência estrutural adotados para os diferentes materiais constituintes do pavimento foram os seguintes:

Concreto Betuminoso Usinado a Quente	KR =	2,00
Base Granular	KB =	1,00
Sub-base Granular	KS =	1,00

Para o caso do dimensionamento em questão, temos os seguintes parâmetros:

- h_{20} espessura da sub-base;
- B espessura da base;
- R espessura do revestimento.

Aplicando as inequações do método, tem-se: a espessura mínima total do pavimento determinada em função do número N e do ISC da sub-base (20%) será de 34,6 cm.

- Base estabilizada granulometricamente com mistura solo brita (70% jazida - 30% brita 01) aonde, os percentuais de piçarra e brita podem varia desde que o CBR>80% com 15 cm de espessura;
- Revestimento em CBUQFx."C" com 5 cm de espessura.

3.9.3. Método Construtivo

- 1) Regularização do subleito;
- 2) Execução de sub-base de solo pedregulhoso ou picarra de jazida, CBR>20,00%, com 15 cm de espessura;
- 3) Base estabilizada granulometricamente com mistura solo brita (70% jazida - 30% brita 01) aonde, os percentuais de piçarra e brita podem varia desde que o CBR>80% com 15 cm de espessura;
- 4) Imprimação com Emulsão EAI taxa 1,3 L/m² em toda superfície da base;
- 5) Pintura de ligação com RR-1C taxa de 0,00045t/m² em toda superfície da base imprimada;
- 6) Capa de rolamento com Concreto Betuminoso Usinado a Quente com 5,0 cm de espessura.

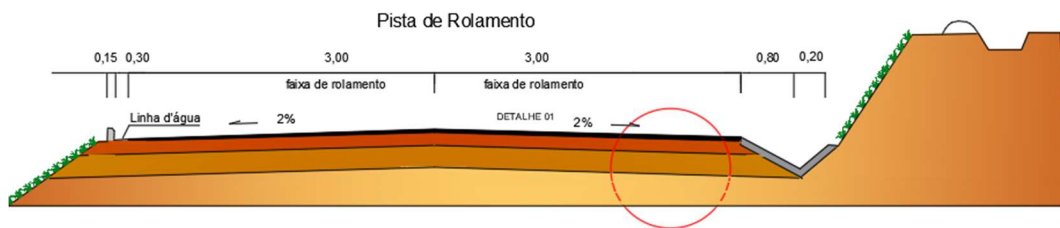
Foram projetados limpa rodas nos principais acessos laterais, a fim de evitar danos na rodovia.

No Volume 2 – Projeto Basico, consta a Memória de Cálculo dos serviços de Pavimentação.

3.9.4. Seção tipo de pavimentação

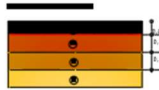
A seguir estão apresentadas as seções transversais com as respectivas soluções de restauração do pavimento existente.

Seção Transversal Tipo Pavimento em Tangente

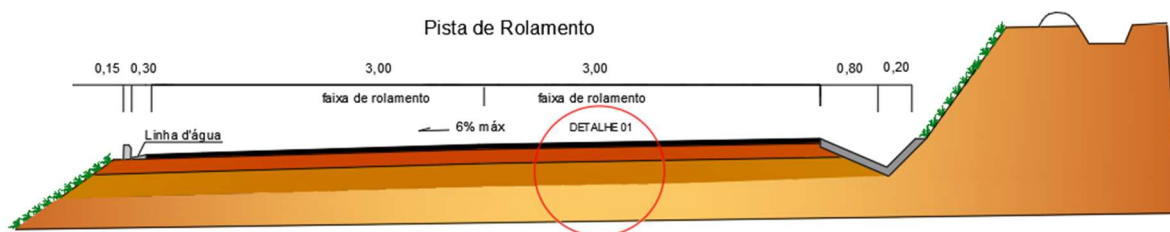


Método Construtivo:

- 01 - Camada final de terraplenagem
 - 02 - Execução de sub-base em solo estabilizado, espessura 20,0 cm;
 - 03 - Execução de base estabilizada granulometricamente com mistura solo brita (70% jazida - 30% Brita 01), espessura 15,0 cm;
 - 04 - Imprimação da base EAI taxa: 0,00130m²;
 - 05 - Pintura de ligação RR-1C taxa: 0,00049m²;
 - 06 - Revestimento em CBUQ Fx."C", espessura 5,0 cm na pista de rolamento.
- OBS: Cotas em metro (m)

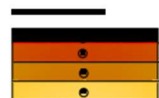


Seção Transversal Tipo Pavimento em Curva



Método Construtivo:

- 01 - Camada final de terraplenagem
 - 02 - Execução de sub-base em solo estabilizado, espessura 20,0 cm;
 - 03 - Execução de base estabilizada granulometricamente com mistura solo brita (70% jazida - 30% Brita 01), espessura 15,0 cm;
 - 04 - Imprimação da base EAI taxa: 0,00130m²;
 - 05 - Pintura de ligação RR-1C taxa: 0,00045m²;
 - 06 - Revestimento em CBUQ Fx."C", espessura 5,0 cm na pista de rolamento.
- OBS: Cotas em metro (m)



3.10. Projeto de Sinalização

3.10.1. Metodologia

O projeto de sinalização foi elaborado segundo as modernas técnicas de Engenharia de Tráfego, objetivando basicamente: regulamentar o uso da Rodovia; advertir o usuário sobre a ocorrência e natureza de situações potencialmente perigosas e informar eficientemente.

O Projeto de Sinalização foi elaborado seguindo as instruções do Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT (IS – 215), que faz parte integrante deste Projeto, regendo todas as questões, símbolos, palavras, letras, localização e posição dos sinais, marcas e acessórios. Objetivando basicamente: regulamentar o uso da Rodovia; advertir o

usuário sobre a ocorrência e natureza de situações potencialmente perigosas e informar eficientemente.

3.10.2. Sinalização Vertical

Os dispositivos de sinalização adotados ao longo do trecho, projetados para atender às necessidades normativas e de circulação, constam de placas de advertência, regulamentação, indicação.

- Placa de advertência – são utilizados sempre que se julga necessário chamar a atenção dos usuários para situações permanentes ou eventuais de perigo, na via ou em suas adjacências.
- Placa de regulamentação – têm por objetivo notificar os usuários sobre as restrições, proibições, e obrigações que governam o uso da via e cuja violação constitui infração prevista no Código Brasileiro de Trânsito.
- Placa indicativa – têm como finalidade principal orientar os usuários da via no curso de seu deslocamento, fornecendo-lhes as informações necessárias para a definição das direções e sentidos a serem por eles seguidos, e as informações quanto às distâncias a serem percorrida nos diversos segmentos do seu trajeto.

Os sinais possuem formas padronizadas, associadas ao tipo de mensagem que pretende transmitir (regulamentação, advertência ou indicação) com relação à sinalização vertical projetada.

a) Sinalização Vertical de Regulamentação

A sinalização vertical de regulamentação tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais. Assim, o desrespeito aos sinais de regulamentação constitui infrações previstas no capítulo XV do código de trânsito brasileiro - CTB.

Pelo risco à segurança dos usuários das vias e pela imposição de penalidades que são associadas às infrações relativas a essa sinalização, os princípios da sinalização de trânsito devem ser observados e atendidos com rigor.

As proibições, obrigações e restrições devem ser estabelecidas para dias, períodos, horários, locais, tipos de veículos ou trechos em que se justificam, de modo que se legitimem perante os usuários.

É importante que haja especial cuidado com a coerência entre diferentes regulamentações, ou seja, que a obediência a uma regulamentação não incorra em desrespeito a outra.

Características dos sinais de regulamentação:

Forma		Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO	 PROIBIÇÃO	Fundo	Branca
		Símbolo	Preta
		Tarja	Vermelha
		Orla	Vermelha
		Letras	Preta

Cor	
Fundo	Branca
Orla interna (opcional)	Vermelha
Orla externa	Branca
Tarja	Vermelha
Legenda	Preta

Utilizações das cores nos sinais de regulamentação devem ser feitas obedecendo-se aos critérios abaixo e ao padrão Munsell indicado.

Cor	padrão			Utilização nos sinais de regulamentação
	PM	R	N	
vermelha	7,5	4/14		- fundo do sinal R-1; - orla e tarja dos sinais de regulamentação em geral.
preta			0,5	- símbolos e legendas dos sinais de regulamentação.
branca			9,5	- fundo de sinais de regulamentação; - letras do sinal R-1.

PM - Padrão Munsell
 R - Red -vermelho
 N - Neutral (cores absolutas)

Dimensões:

Devem ser observadas as dimensões mínimas estabelecidas por tipo de via conforme tabelas a seguir:

Dimensões mínimas - sinais de forma circular


Via	Diâmetro mínimo (m)	Tarja mínima (m)	Orla mínima (m)
Urbana	0,40	0,040	0,040
Rural (estrada)	0,50	0,050	0,050
Rural (rodovia)	0,75	0,075	0,075
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,30	0,030	0,030

No projeto, as placas regulamentares de forma circular **são de 0,50 m de diâmetro**.

b) Sinalização Vertical de advertência

A sinalização vertical de advertência tem por finalidade alertar aos usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via adjacentes a ela, indicando a natureza dessas situações à frente, quer sejam permanentes ou eventuais. Deve ser utilizada sempre que o perigo não se evidencie por si só. Essa sinalização exige geralmente uma redução de velocidade com o objetivo de propiciar maior segurança no trânsito, devendo-se evitar o seu uso indiscriminado ou excessivo, pois compromete a confiabilidade e a eficácia da sinalização.

Característica dos sinais de advertência:

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

Utilizações das cores nos sinais de advertência devem ser feitas obedecendo-se aos critérios abaixo e ao padrão Munsell indicado.

Cor	Padrão Munsell	Utilização nos Sinais de Advertência
Amarela	10YR 7,5/14	fundo e orla externa dos sinais de advertência; foco semaforico do simbolo do sinal A-14.
Preta	N 0,5	simbolos, tarjas, orlas internas e legendas dos sinais de advertência.
Verde	10 G 3/8	foco semaforico do simbolo do sinal A-14.
Vermelha	7,5 R 4/14	foco semaforico do simbolo do sinal A-14.

PM – Padrão Munsell
Y – Yellow-amarelo
N – Neutral (cores absolutas)
R – Red-vermelho
G – Green-verde

Dimensões:

Via	Lado mínimo (m)	Orla externa mínima (m)	Orla interna mínima (m)
Urbana	0,450	0,009	0,018
Rural (estrada)	0,500	0,010	0,020
Rural (rodovia)	0,600	0,012	0,024
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,300	0,006	0,012

No projeto, todas as placas de advertência de forma quadrada são de 0,50 m de lado.

c) Sinalização Vertical de Indicação

A Sinalização Vertical de Indicação é a comunicação efetuada por meio de um conjunto de placas, com finalidade de identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos e pedestres quanto aos percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares, atrativos turísticos, podendo também ter como função a educação do usuário.

As placas de sinais que compõem a sinalização vertical são metálicas, e serão suspensas e afixadas em postes de madeira de lei, e têm a finalidade de fornecer, aos usuários da rodovia, uma alternativa ótica de substancial importância.

3.10.3. Sinalização Horizontal

A Sinalização Horizontal compreende os símbolos, legenda e linhas de borda de pista, proibição de ultrapassagem, demarcadoras de faixas de tráfego, canalização e áreas zebradas, sendo pintadas no pavimento com largura de 10 cm e seguindo as seguintes finalidades:

- 1) Linhas de borda de pista (LBO)– delimitam para o usuário a parte da pista destinada ao tráfego.
- 2) Linhas simples contínua (LFO-1)– são implantadas em rodovias de pista simples, nos segmentos onde a manobra de ultrapassagem venha a representar risco de acidentes, em função de:
 - Insuficiência de visibilidade em relação ao sentido oposto de tráfego, o que não garante ao usuário a possibilidade de executar aquela manobra de forma segura;
 - Ocorrência de fatores adicionais de risco num determinado segmento, como a existência de pontes estreitas e travessias de interseções, especialmente em nível, tornando a manobra de ultrapassagem ainda mais perigosa.
- 3) Linhas de canalização – balizam alterações de percurso em áreas de confluência ou divergência do fluxo de tráfego (proximidade de nariz, alargamentos e estreitamentos de pista), e ainda em aproximações de obstáculos, orientando os usuários quanto à trajetória a ser seguida. Elas dão continuidade às linhas de eixo ou de borda, delimitando áreas normalmente não trafegáveis (áreas neutras) e que devem ser preenchidas por linhas diagonais, formando as áreas zebradas.
- 4) Áreas zebradas – têm como finalidade básica preencher áreas pavimentadas não trafegáveis, decorrente de canalizações de fluxo divergente ou convergente, ou ainda de estreitamentos e alargamentos de pista (áreas neutras) e delimitadas ao menos por uma linha de canalização. São compostas por linhas que formam um ângulo α , igual ou próximo de 45° , com a linha de canalização que lhe é adjacente.

As linhas demarcadoras serão usadas na cor branca e amarela de tinta termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm, conforme especificação Norma DNIT 100/2009-ES e 372/2009-EM, designando orientação e advertência.

As setas, símbolos, dizeres e zebrados serão usadas cor branca de tinta termoplástico por extrusão, conforme especificação Norma DNIT 100/2009-ES e 372/2009-EM, designada para orientação.

A memória de cálculo dos serviços de sinalização consta no Volume 2 – Projeto Básico.

3.11. SERVIÇOS COMPLEMENTARES

3.11.1. Remoção e Implantação de Cercas

Previsto em planilha quantitativo para o serviço de Remoção e Implantação de cercas, de acordo com o apresentado em relatório preliminar de cadastro, devendo ter seu quantitativo ajustado na elaboração do projeto executivo.

3.11.2. Remoção de Adutora e Assentamento de Tubos

Previsto em planilha quantitativo para o serviço de Remoção de Adutora e Assentamento de Tubos, de acordo com o apresentado em relatório preliminar de cadastro, devendo ter seu quantitativo ajustado na elaboração do projeto executivo.

3.11.3. Deslocamento de Postes de concreto

Previsto em planilha quantitativo para o serviço de Deslocamento de Postes de Concreto, de acordo com o apresentado em relatório preliminar de cadastro, devendo ter seu quantitativo ajustado na elaboração do projeto executivo.

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO













