

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO, PAVIMENTAÇÃO, DRENAGEM, SINALIZAÇÃO E OBRAS

(Objeto: Implantação de Pavimentação e drenagem no povoado Impueiras, visando o escoamento da produção local no Município de Estrela de Alagoas, no Estado de Alagoas)

RODOVIA: ACESSO - CLASSE IV

**TRECHO: LIGANDO ZONA URBANA DO MUNICIPIO DE ESTRELA DE
ALAGOAS AO POVOADO IMPUEIRAS.**

EXTENSÃO: 5,3835km

**VOLUME 1
RELATÓRIO DO PROJETO**

AGOSTO/2023

Sumário

1.0	APRESENTAÇÃO.....	3
1.1	Introdução	4
1.2	Justificativa.....	4
1.3	Escolha do Traçado.....	5
1.4	Características Locais de Estrela de Alagoas	6
1.5	Mapa de situação	9
1.6	Estudo geológico.....	9
2.	ESTUDOS	11
1.1	Estudo de Tráfego	11
1.1.1	Introdução	11
1.1.2	Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego.....	12
1.1.3	Estudo para a estimativa de “N” para os dimensionamentos de Pavimento.....	14
1.2	Estudo Topográfico.....	20
1.3	Estudo Geotécnico.....	23
		29
1.4	Estudo de materiais para Pavimentação	34
1.5	Estudos Hidrológicos	36
3.1.1	Regime Pluviométrico da Região	41
	ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES DASMÁXIMAS DIÁRIAS	41
	Método das Isozonas	43
3.1.1.3	Cálculo das Vazões Afluentes – QpGeneralidades	40
	Tempo de Recorrência – Tr.....	40
	Coeficientes de Escoamento – C	41
	Tempo de Concentração – Tc.....	42
	Metodologias de Cálculo	43
	Construção do hidrograma Unitário Triangular.....	46
3.1.1.4	Bacias Hidrográficas.....	48
3.1.1.4.1	ESTACA 107+5,00.....	50
3.1.1.4.2	ESTACA 136+5,00.....	54
3.1.1.4.3	ESTACA 147	58
3.1.1.4.4	ESTACA 168;.....	62
3.1.1.4.5	ESTACA 240 +2;.....	66
3.1.1.4.6	ESTACA 276 +1;.....	70
1.6	Projeto Geométrico	74
1.7	Projeto de Terraplenagem.....	75
1.8	Projeto de Pavimentação	78

1.9	Projeto de Drenagem e Obras d'Arte Corrente	87
1.10	Projeto de Sinalização.....	89
5.	Relatório Fotográfico.....	96

1.0 APRESENTAÇÃO

1.1 Introdução

A prefeitura de Estrela de Alagoas, apresenta o Projeto Básico de Engenharia para Implantação da via ligando zona urbana do município de Estrela de Alagoas ao povoado Impueiras, pertencente ao estado de Alagoas, com 5,3835km de extensão e Coordenadas: Inicial do Trecho (UTM SIRGAS 2000): - 9.3968027781481,-36.762705555556 e Final do Trecho (UTM SIRGAS 2000): - 36.774516666667, - 36.774516666667.

TRECHO	EXTENSÃO (Km)	COORDENADAS: EM UTM SIRGAS 2000
TRECHO 01	5,3835	Inicial: - 9.3968027781481 - 36.762705555556 Final: - 9.440275000372 - 36.774516666667

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 volumes quais sejam:

VOLUMES DISCRIMINAÇÃO FORMATO		
VOLUMES	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO
1	RELATÓRIO DO PROJETO A-4	A-4
2	PROJETO BÁSICO DE IMPLANTAÇÃO	A-4; A-1
3	ORÇAMENTO – ESPECIFICAÇÕES	A-4
4	DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR	A-4

Este relatório ainda por sua vez, apresenta os estudos realizados para a elaboração do projeto de Engenharia onde contém as soluções e características técnicas para a execução da implantação da pavimentação. O segmento desenvolve-se atualmente em região plana a ondulada, com plataforma definida.

1.2 Justificativa

O município de Estrela de Alagoas apresenta aproximadamente 70% da população

residente na zona rural, aonde grande parte da população faz uso de estradas vicinais, tanto para realizar deslocamento para zona urbana do município quanto para cidades circunvizinhas com intuito promover a escoção da produção agrícola.

Diante de tal problemática a prefeitura municipal de Estrela de Alagoas, vem desenvolvendo diversos projetos voltados no melhoramento da mobilidade da população rural, visto que os produtores rurais é a engrenagem primordial na economia do município.

A implantação da rodovia em questão servirá como ligação dos moradores dos povoados adjacentes a Impueiras até a zona urbana do município de Estrela de Alagoas, passando por vários povoados facilitando assim o escoamento da produção agrícola para a região do sertão alagoano.

O traçado adotado foi definido de maneira de modo que atender o maior número de beneficiados da região, além de já utilizarem a estrada vicinal existente.

1.3 Escolha do Traçado

O traçado adotado foi definido de maneira de facilitar a ligação da zona urbana até o povoado Impueiras encurtando o tempo de viagem, e assim fomenta o desenvolvimento da região.

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 da comunidade Impueiras e adjacências até a zona urbana do município;

Devido as condições topográficas e inviabilidade financeira para grandes desapropriação o referido projeto apresenta apenas um traçado. Conforme imagem a seguir, podemos verificar que existe apenas um acesso que liga o centro da cidade ao centro do povoado:

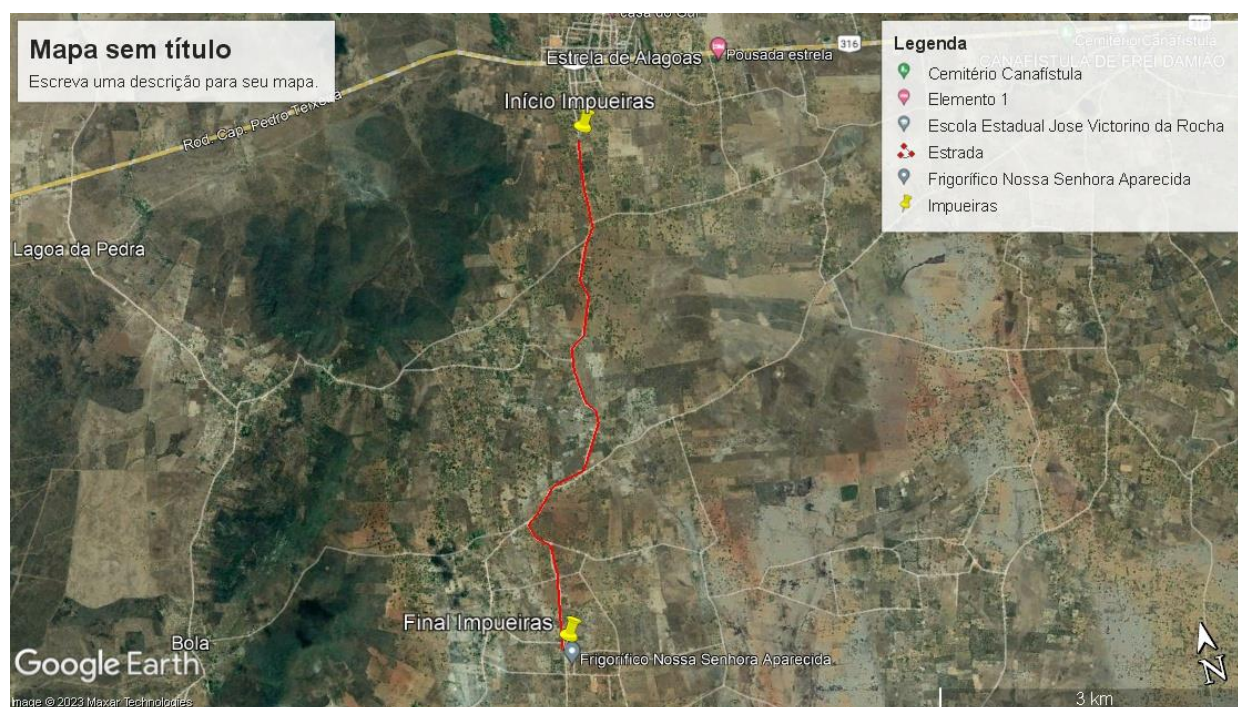


Imagem 01: Traçado 01

- **Extensão:** 5,3835km;
- **Comunidades atendidas:** 07;
- **Áreas a serem desapropriadas:** Inexistente, visto que o traçado acompanha

a estrada vicinal existente, vai ocorrer pequenas correções em pontos de tangentes.

1.4 Características Locais de Estrela de Alagoas

1.4.1 Localização

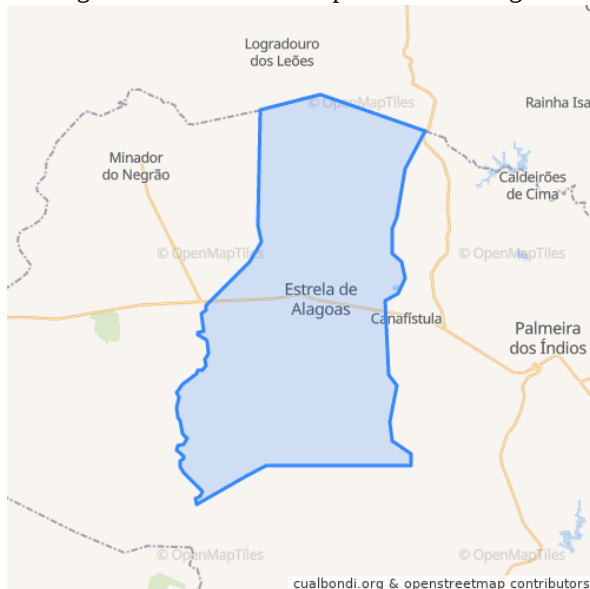
O trecho contemplado pelo projeto está situado no município alagoano de Estrela de Alagoas. A seguir são apresentadas as características desse município com o intuito de salientar a importância da realização da implantação.

O município de Estrela de Alagoas está localizado na região centro-norte do Estado de Alagoas, limitando-se a norte com o estado de Pernambuco, a sul com Igaci, a leste com Palmeira dos Índios e a oeste com Cacimbinhas e Minador do Negrão.

A área municipal ocupa 264,41 km² (0,95% de AL), inserida na mesorregião do Agreste Alagoano e na micror região de Palmeira dos Índios, predominantemente na Folha Palmeira dos Índios (SC.24-X-D-II), na escala 1:100.000, editada pelo MINTER/SUDENE

em 1973. A sede do município tem uma altitude aproximada de 290 m e coordenadas geográficas de 9°23'25'' de latitude sul e 36°45'36'' de longitude oeste.

Figura 1 – Limites municipais. Fonte: Google.



1.4.2 Aspectos Socioeconômicos

O município foi criado em 1989, segundo o censo 2000 do IBGE, a população total residente é de 16.341 habitantes, dos quais 7.929 do sexo masculino (48,50%) e 8.412 do sexo feminino (51,50%). São 3.260 os habitantes da zona urbana (19,90%) e 13.081 os da zona rural (80,10%). A densidade demográfica é de 61,80 hab/km².

A rede pública de saúde não dispõe de hospital, tendo apenas 10 Unidades Ambulatoriais e 06 Postos de Saúde. Não existem consultórios médicos ou odontológicos registrados no município. Na área educacional, são 16 escolas de ensino pré-escolar, com 449 alunos matriculados e 30 escolas de ensino fundamental, com 4.043 alunos matriculados. Não há estabelecimentos de ensino médio. No município, existem 6.974 habitantes alfabetizados com idades acima de 10 anos (42,70% da população).

Existem 7.579 eleitores cadastrados no município (46,40% da população).

Existem no município 3.891 domicílios particulares permanentes, dos quais 1.684

(43,30%) possuem banheiro ou sanitário e destes, apenas 03 (0,08%) possuem banheiro e esgotamento sanitário via rede geral.

Cerca de 768 (19,70%) são abastecidos pela rede geral de água, enquanto que 285 (7,30%) são abastecidos por poço ou nascente e 2.838 utilizam outras formas de abastecimento (72,90%). Apenas 834 (21,40%) domicílios são atendidos pela coleta de lixo, evidenciando a existência de uma fonte de sérios problemas ambientais e de saúde pública para a população.

Existe 01 agência dos Correios na sede do município.

Não há infraestrutura bancária disponível. A infra-estrutura urbana indica 50% das vias pavimentadas e 90% iluminadas.

O PIB de Estrela de Alagoas foi de U\$6.095.542,00 e o PIB per capita foi de U\$399,00 em 1998. O FPM = R\$2.125.535,79, o ITR = R\$1.275,41 e o Fundef = R\$885.055,98 (Anuário Estatístico de Alagoas– 2001). O salário médio mensal é de R\$120,52 (46,35% do salário mínimo nacional).

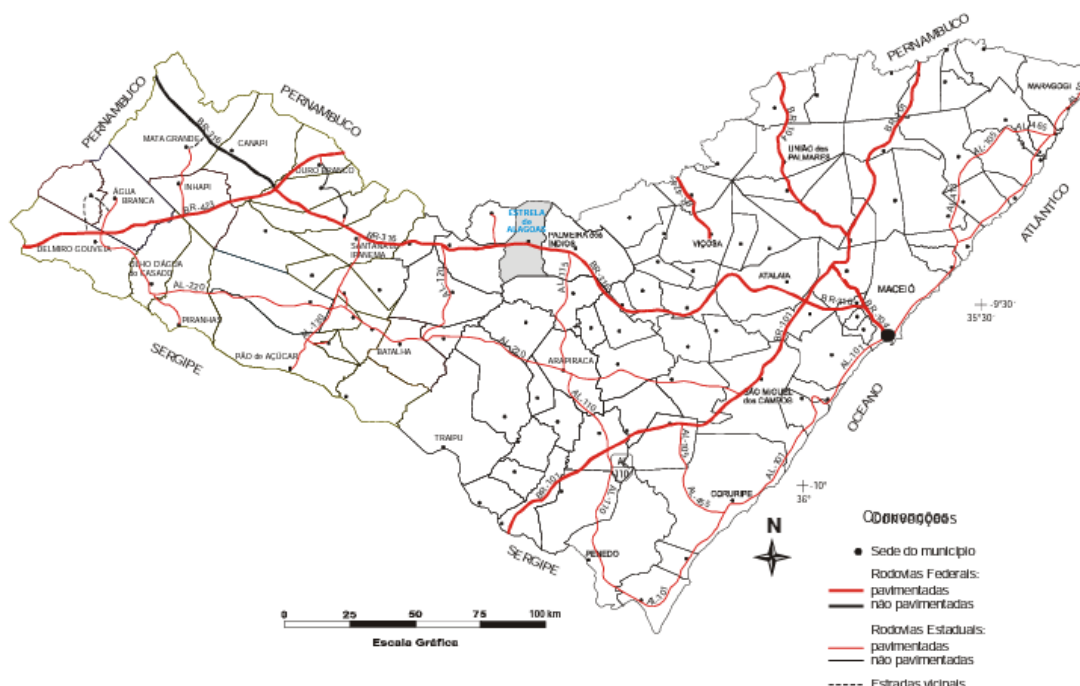
As principais atividades econômicas do município são: Comércio, serviços e agropecuária. Atualmente conta com 38 empresas com CNPJ, atuantes (1998), ocupando 167 pessoas (1,02% da população).

Na área de pecuária, conta com os seguintes rebanhos (cabeças): bovinos–10.713; suínos–1.856; eqüinos–762; asininos–88; muares–168; caprinos–976; ovinos–3.029, aves–21.134.

A produção leiteira é de 4.046.000 litros e a de ovos de galinha–27.000 dúzias. Na área agrícola: Coco-da-Baía– 06 ha (18.000 frutos); Laranja– 09 ha (275.000 frutos); Manga–15 ha (181.000 frutos); Maracujá– 03 ha (31.000 frutos); Algodão– 12 ha (01 t); Batata Doce– 05 ha (30 t); Fava– 14 ha (2 t); Feijão–390 ha (93 t); Mandioca–180 ha (1.530 t) e Milho–500 ha (210 t). O Extrativismo produz 13 t de Castanha de Caju, 2 t de Carvão Vegetal e 818 m³ de Lenha.

No ranking de desenvolvimento, Estrela de Alagoas está em 84º lugar no estado (84/102 municípios) e em 5.340º lugar no Brasil (5.340/5.561 municípios) (www.desenvolvimentomunicipal.com.br).

1.5 Mapa de situação



1.6 Estudio geológico

O município de Estrela de Alagoas encontra-se geologicamente inserido na Província Borborema, abrangendo rochas do embasamento gnáissico-migmatítico, datadas do Arqueano ao Paleoproterozóico e a seqüência metamórfica oriunda de eventos tectônicos ocorridos durante o Meso e NeoProterozóico.

A Província está aqui representada pelos litótipos dos complexos Cabrobó, Belém de São Francisco e Marancó, Suíte Itaporanga e Granitóides Indiscriminados (Figura 3).

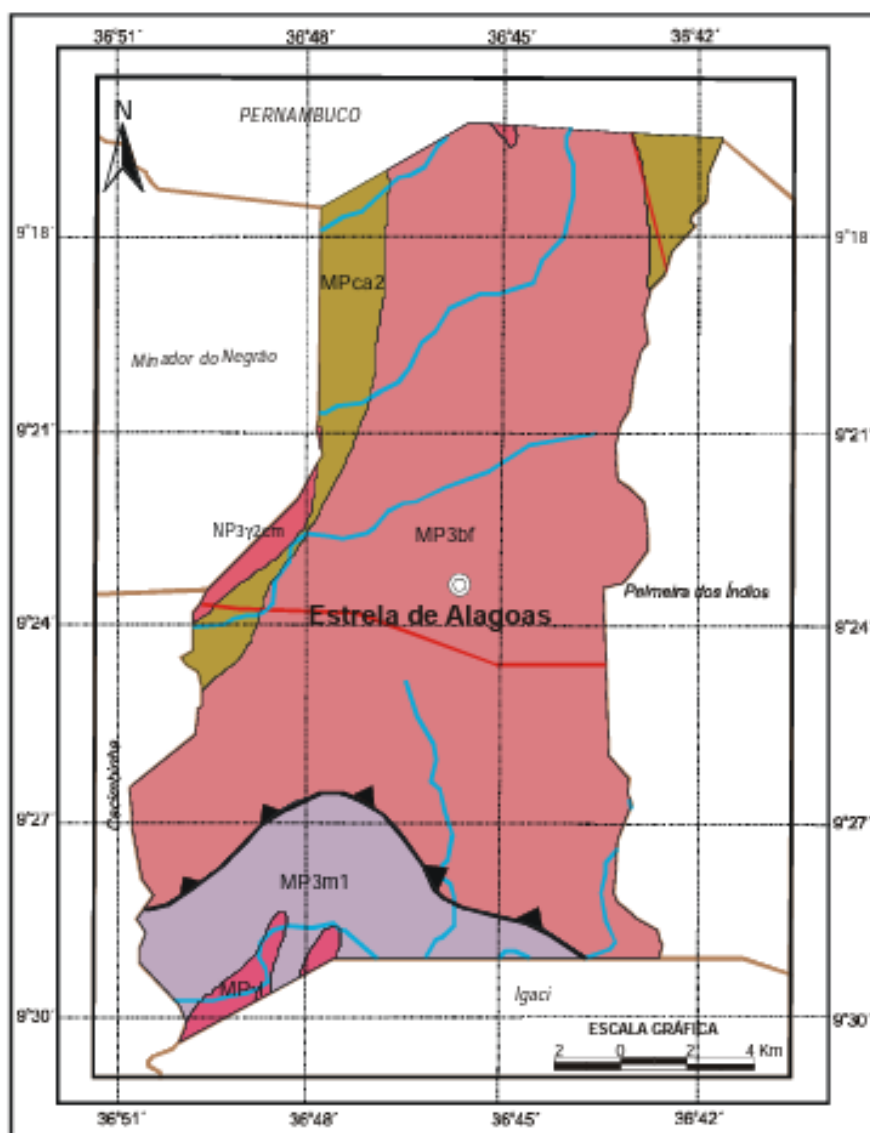
O Complexo Cabrobó-Unidade 2 (MPca2), situa-se nos quadrantes NE e NW do município, sendo constituído por xistos, gnaisses, leucognaisses, metarcóseos, metagrauvacas e quartzitos.

O Complexo Belém de São Francisco (MP3bf), aflora a NE, SE, SW e NW da área, sendo representado por leuco-ortognaisses tonalítico-granodioríticos migmatizados e enclaves de supracrustais.

O Complexo Marancó-Unidade 1 (MP3mr1), ocorre nos quadrantes SE e SW da área, formado por xistos, gnaisses, metagrauvacas, metavulcanoclásticas e metamáficas e metaultramáficas.

A Suíte Intrusiva Itaporanga, calcialcalina de médio a alto potássio (NP3γ2cm), aflora no extremo NE da área, englobando granitos e granodioritos associados a dioritos.

Os Granitóides Indiscriminados (MPgi), ocorrem ao sul do município.



2. ESTUDOS

1.1 Estudo de Tráfego

1.1.1 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 e 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 mais similar a via em questão, sendo assim foram adotadas as Instruções de Projeto 02/2004 (Classificação das Vias) da Prefeitura Municipal de São Paulo na qual estabelece que para estradas de características 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	$1,4 \times 10^5$ 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		$3 \times 10^{6(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

1.1.2 Classificação das 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" deve seguir integralmente as recomendações e instruções do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT-1996.

As vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas, 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:
 1. 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 10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.
 2. 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 $5,0 \times 10^7$ solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

1.1.3 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:

P_u = carga útil;

P_1 = carga Eixo Dianteiro;

P_2 = carga Eixo Traseiro;

e_1 = fator de equivalência de P_1 ;

e_2 = fator de equivalência de P_2 ;

e = fator de equivalência total;

a) Caminhão Médio 2 C:

P_u = 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.

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:

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

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

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:

$$P1 = 0,081 (P_u) + 3,50 \quad e_1 = [P1 / 8,25]^{4,0175}$$

$$P2 = 0,919 (P_u) + 8,499 \quad e_2 = [P2 / 17,09]^{5,571}$$

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: $0,66 \times 9,42 + 0,20 \times 3,42 + 0,04 \times 11,17 + 0,10 \times 0,052 = 7,35$.

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:

$$P1 = 0,0625 (P_u) + 3,499 \quad e_1 = [P1 / 8,25]^{4,0175}$$

$$P2 = 0,240 (P_u) + 4,52 \quad e_2 = [P2 / 8,26]^{6,2542}$$

$$P3 = 0,708 (P_u) + 8,508 \quad e_3 = [P3 / 17,09]^{5,571}$$

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:

$$P_1 = 0,051 (P_u) + 3,518 \text{ e } 1 = [P_1 / 8,25]^{4,0175}$$

$$P_2 = 0,362 (P_u) + 6,497 \text{ e } 2 = [P_2 / 11,5]^{5,484}$$

$$P_3 = 0,586 (P_u) + 8,506 \text{ e } 3 = [P_3 / 17,09]^{5,571}$$

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

.

1.2 Estudo Topográfico

1.2.1 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 Executivo 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 estudos topográficos foram realizados do dia 13 de junho de 2023 até dia 21 de junho de 2023, e teve como base de partida o ponto com a coordenada, coordenadas – N: 8.960.428,996 – E: 745.660,573 – Z: 342,800, conforme foto assegurar:



E teve como marco auxiliar o ponto com coordenadas – N: 8.958.908,321 – E: 745.420,118 – Z: 348,704



Os serviços topográficos levantados forneceram os seguintes resultados:

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

1.2.2 Estudo do Traçado

A diretriz do projeto orientou-se no traçado existente com extensão locada de 5,3835, 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.

1.2.3 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 Seções Transversais e Detalhamento do traçado;
- Levantamento Cadastral;
- Levantamento dos dispositivos de drenagem existentes;
- Elaboração de planta topográfica.

Para materialização do eixo da rodovia, foi implantada a Rede Geral de Apoio consistindo na implantação de marcos de concreto e rede de apoios consistindo na implantação de pino de aço e rastreados com equipamento rastreados com equipamentos de GPS – RTK ao longo da diretriz.

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 Seções 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.

1.3 Estudo Geotécnico

1.3.1 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.

Durante a execução da obra, deverar ser realizado controle, aonde 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 pontos que a equipe tecnica constatou comportamento anormal da sub-base, como variação visualmente perceptível da composição do solo, aonde foram realizados mais 3 sondagens, visto que a CODEVASF forneceu um ponto de sondagem na estaca 240, totalizando assim 04 amostras, onde 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, vale salientar que em nenhum dos pontos investigados apresentou presença de água.

Através deste levantamento, constatamos que em alguns pontos de coleta de material para análise, já havia sido executado algum serviço de pavimentação e melhoramento da via. Assim, os resultados de ensaios de laboratório nestes trechos não retratam as condições reais da via com homogeniedade. No geral, o material do subleito apresentou suporte mínimo aceitável, sendo então adotado **CBR de 10%** para a camada do subleito de projeto e o posterior dimensionamento das camadas, visto que a via passa constantemente por manutenções.

A seguir apresentamos a planilha resumo dos ensaios realizados no subleito.

RESULTADO DE ENSAIOS SOLOS										
				OBRA: PAVIMENTAÇÃO ESTRELA DE ALAGOAS						
				INTERESSADO: F3 CONSULTORIA E PROJETOS						
RESULTADO DE ENSAIOS				PROCEDÊNCIA:		ESTRELA DE ALAGOAS		OCORRÊNCIA:		SUB-LEITO
					Obs: Estaca 240 ensaio fornecido pela CODEDAVASF					
AMOSTRA		01	02	03	04					
ESTACA		60	120	190	240					
POSIÇÃO										
PROFUND. (cm)	DE									
	A									
GRANULOMETRIA % EM PESO PASSANDO	3"	0,0	0,0	0,0						
	2"	0,0	0,0	0,0	0,0					
	1 1/2"	0,0	0,0	0,0	0,0					
	1"	98,0	98,2	98,3	0,0					
	3/4"	0,0	0,0	0,0	0,0					
	3/8"	93,6	95,0	99,6	99,00					
	Nº 4	76,2	79,3	89,2	71,00					
	Nº 10	62,0	62,5	81,6	26,0					
	Nº 40	53,2	55,9	70,9	19,0					
	Nº 200	32,2	37,3	46,4	16,0					
	Nº 270	0,0	0,0	0,0	0,0					
LL		31,1	32,2	32,0						
LP		16,8	17,3	17,5						
IP		14,3	14,9	14,5						
IG		1	2	4						
CLASSIFICAÇÃO (TRB)		A-2-6	A-6	A-6	A-1-b					
		0,0	0,0	0,0	0,0					
TIPO DE SUBLEITO		III	III	III	III					
CAMPO	M.E.A.S. NAT.									
	UMID. NAT.									
	% COMPAC.									
LABORATÓRIO	ENERGIA	INTER	INTER	INTER						
	M.E.A.S. MÁX.	2,010	2,000	1,985						
	UMID. ÓTIMA	12,3	13,5	13,8						
	I.S.C.	34,0	23,0	26,0						
	EXPANSÃO	0,0	0,0	0,0						
OBS.:										
Laboratorista		Chefe de Laboratório				Engenheiro				

1.3.2 Estudo do Empréstimo

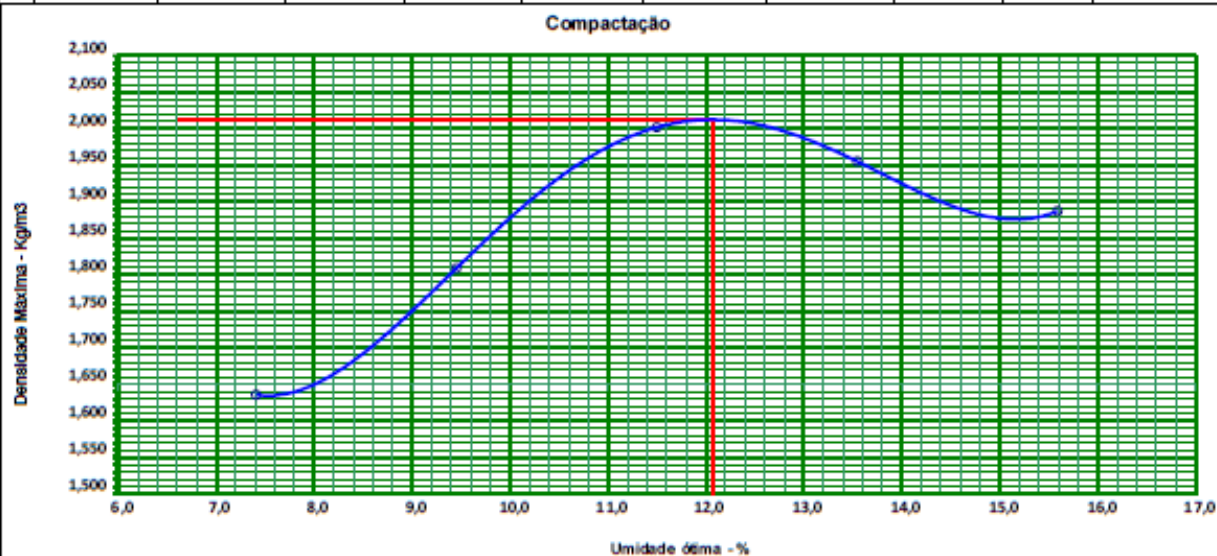
Foi encontrado na região de projeto empréstimo que apresentou características geotécnicas satisfatórias para ser usado no corpo de aterro como também quantidade suficiente.

Desse modo, indicou-se, tanto para o uso na terraplenagem quanto na camada de sub-base, empréstimo/jazida, de coordenadas (UTM SIRGAS 2000): -9.4281871992201 e -36.791801762191, aonde foram realizados duas coletas de material para a realização de análises.

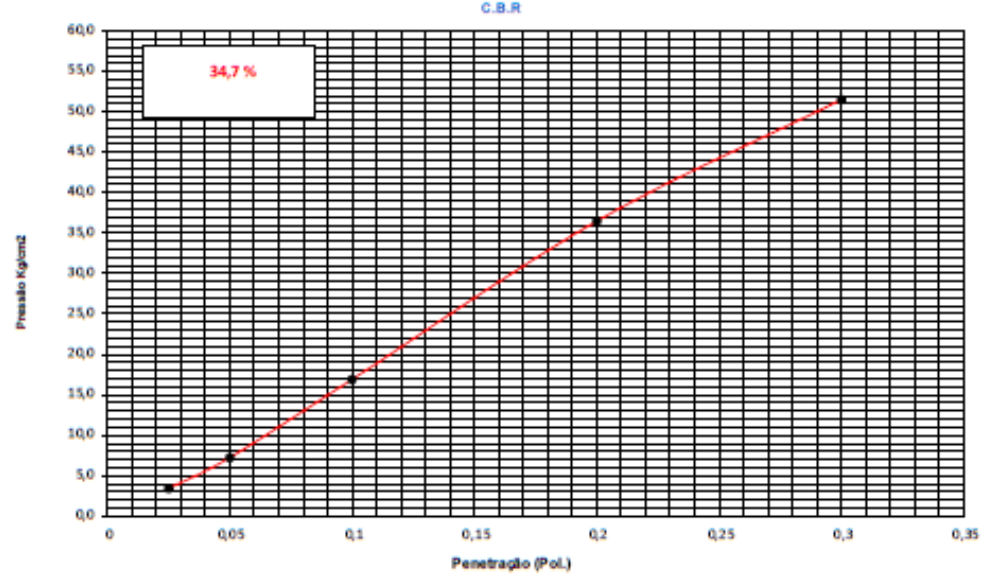
1.3.2.1 AMOSTRA 01

Umidade Higroscópica	%	%	Molde Nº	6	Densidade Máxima: 2,013 kg/m³
Cápsula - N°	G	H	Volume do Molde	2061	
Peso Bruto Úmido	50,00	7.000	Peso do Molde	5354	
Peso Bruto Seco		6.843	Peso do Soquete	4536	
Peso da Cápsula			Espessura do disco Espaador	2 1/2"	Umidade ótima: 12,1 %
Peso da Água	1,12	157			
Peso do Solo Seco	48,88		Golpes / Camada	26	
Umidade (%)	2,3				
Umidade Média	2,3		Nº de Camadas	5	

PONTO Nº	Peso Bruto Úmido	Peso do Solo Úmido	Densidade do Solo Úmido	Determinação da Umidade					Umidade Média %	Densidade do Solo Seco %
				Peso Bruto Úmido	Água adicionada	Peso da Água Solo úmido	Peso água acumulada	Umidade %		
1	8.975	3.621	1,757		350	157	507		7,4	1,636
2	9.435	4.081	1,980		140		647		9,5	1,809
3	9.955	4.601	2,232		140		787		11,5	2,002
4	9.930	4.576	2,220		140		927		13,5	1,955
5	9.850	4.496	2,181		140		1067		15,6	1,887
6										



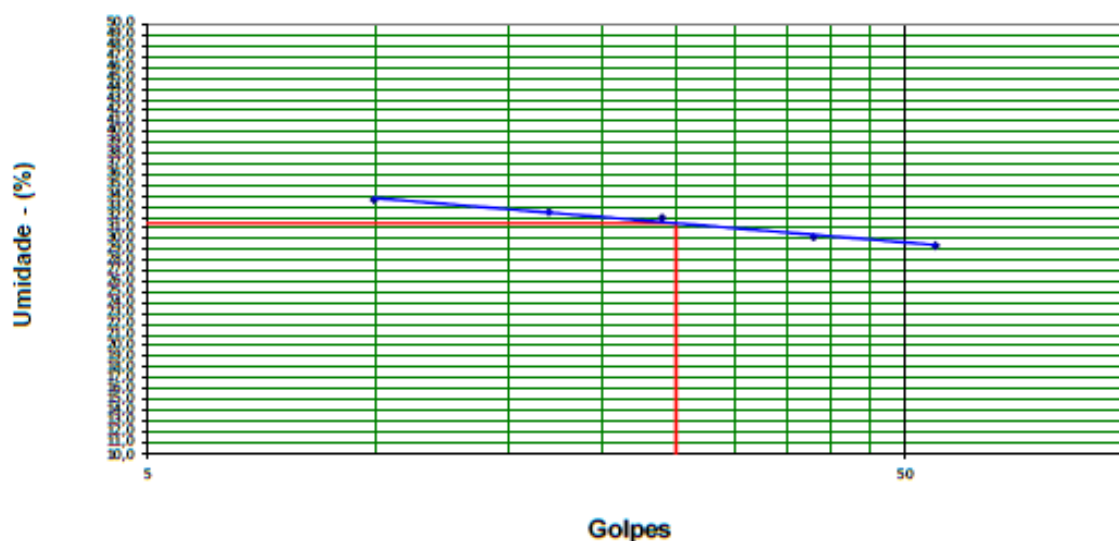
Rodovia :	Trecho: ESTRELA DE ALAGOAS		Sub - Trecho :		
Camada: ESTUDO SUB - BASE	Local / Furo / Estaca JAZIDA BOLA	Lado E-X-D	Prof. Cm :	Registro N°:	
Laboratório:	Operador : EQUIPE	Data : 27/06/2023	Calculista : EQUIPE	Furo: AM 01	
		Compactação			

Umidade	Higroscópica			De Moldagem		Molde Nº		6				
Cápsula - N°						Peso do Molde		5354				
Peso Bruto Úmido	50,00			50,00		Volume do Molde		2061				
Peso Bruto Seco	48,96			44,59		Nº de Camadas		5				
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26				
Peso da Água	1,04			5,41		Peso do Soquete		4536				
Peso do Solo Seco						Espessura do disco espalhador		2 1/2 "				
Umidade (%)	2,1					Altura do cilindro (mm)		113,5				
Umidade Média (%)	2,1			12,1								
Dados da Compactação				Cálculos da Água				Aneil Din.				
Densidade Máxima - Kg/m³	2,013			Peso do Solo		Úmido	2982	Nº				
Umidade ótima - %	12,1			Passando na # Nº 4		Seco	2920					
Umidade Higroscópica - %	2,1			Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		4018		Constante				
Diferença de Umidade - %	9,9			Água a Juntar		371		k= 0,1030				
Ensaio de Penetração						Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. mm
	Pol	mm		Determ.	Corrigid	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	33	3,4								
1	0,050	1,27	70	7,2								
2	0,1	2,54	164	16,9	16,9	70	24,1	20/11/2022	13:11	1,00		
4	0,2	5,08	354	36,5	36,5	105	34,7	21/11/2022		1,08	0,08	
6	0,3	7,62	500	51,5		133		22/11/2022		1,08	0,08	
8	0,4	10,16		0,0		161		23/11/2022		1,08	0,08	
10	0,5	12,70		0,0		182		24/11/2022		1,08	0,08	0,1
Moldagem de Verificação	CBR : 34,7 %						Expansão (%):					
Peso Bruto Úmido												
9,995 g												
4,64jg												
Densidade Úmida												
2,252 kg/m³												
Densidade Seca												
2,008 kg/m³												
Obs:												
99,8 %												
Rodovia :	Trecho :			Sub - Trecho :								
	ESTRELA DE ALAGOAS											
Camada:	Local / Furo / Estaca:			lado E-X-D			Prof Cm:			Registro Nº :		
ESTUDO SUB - BASE	JAZIDA BOLA											
Laboratório:	Operador :			Data:			Calculista :			Furo		
	EQUIPE			27/06/2023						AM 01		
				Cbr - I.S.C								

Limite de Liquidez							
Cápsula	N.º	4	12	1	9	8	Operador: EQUIPE
Golpes	g	10	17	24	38	55	
Peso Bruto Úmido	g	17,43	17,89	17,31	18,62	17,26	Data: 20/11/2022
Peso Bruto Seco	g	15,30	15,70	14,71	16,36	15,31	
Peso da Cápsula	g	8,96	8,95	6,56	8,85	8,66	Calculista:
Peso da Água	g	2,13	2,19	2,60	2,26	1,95	
Peso do Solo Seco	g	6,34	6,75	8,15	7,51	6,65	LL= 31,4%
Umidade	%	33,6	32,4	31,9	30,1	29,3	

Limite de Plasticidade							
Cápsula	N.º	25	23	24	22	17	LP = 20,9%
Peso Bruto Úmido	g	8,34	9,18	7,70	7,09	7,83	
Peso Bruto Seco	g	7,70	8,49	7,26	6,73	7,35	LP= 10,5%
Peso da Cápsula	g	4,76	5,15	4,94	4,94	5,06	
Peso da Água	g	0,64	0,69	0,44	0,36	0,48	Obs:
Peso do Solo Seco	g	2,94	3,34	2,32	1,79	2,29	
Umidade	%	21,8	20,7	19,0	20,1	21,0	
		OK	OK	Abandona	OK	OK	

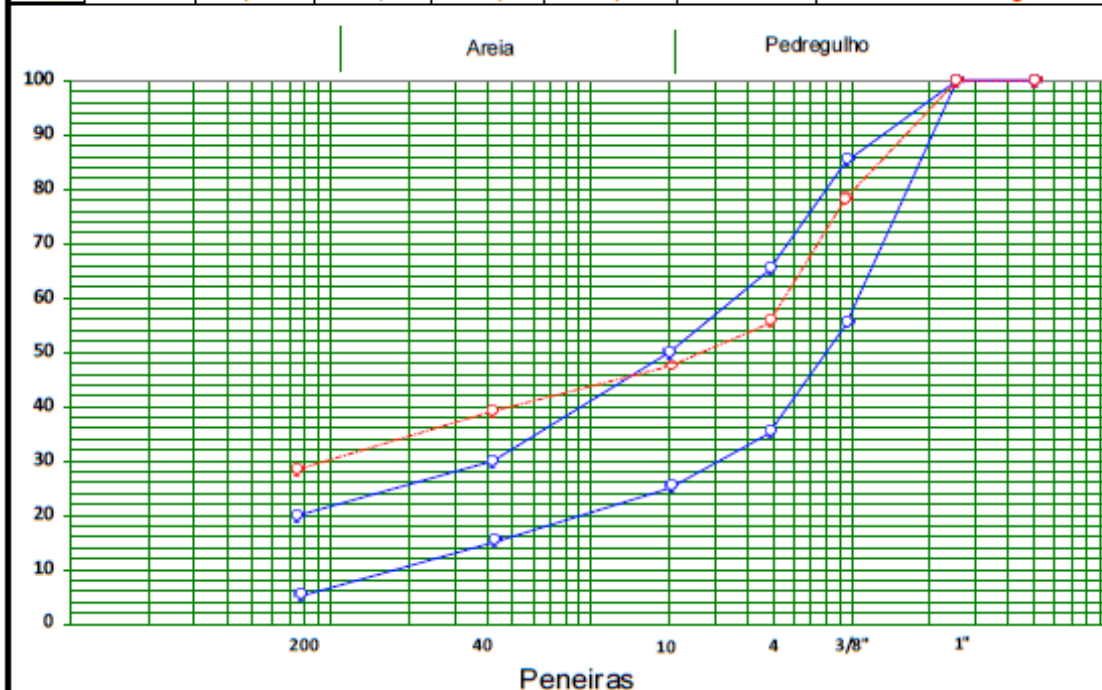
Limite de liquidez



Rodovia :	Trecho : ESTRELA DE ALAGOAS	Sub - Trecho :		
Camada : ESTUDO SUB - BASE	Local / Furo / Estaca : JAZIDA BOLA	Lado E-X-D :	Prof :	Registro :
Laboratório :	Operador : EQUIPE	Data : 27/06/2023	Calculista : EQUIPE	Furo : AM 01
Limites de Consistência				

Umidade	%	%	Amostra	Total	Parcial
Cápsula - N°			Cápsula - N°		
Peso Bruto Úmido	50,00		Peso Bruto Úmido		
Peso Bruto Seco			Peso Úmido	2000,0	200,0
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	1041,4	
Peso da Água	1,00		Peso Úmido Pass. na # N° 10	958,6	
Peso do Solo Seco	49,00		Peso Seco Pass. na # N° 10	939,4	
Umidade	2,0		Peso da amostra Seca	2 1980,8	3 197,0
Umidade Média		2,0			

Peneiramento							
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	Constantes
	Pol	mm				Pol	
	2	50,8				2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0505$
	1 1/2	38,1				1 1/2	
	1	25,4			100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,2407$
	3/4	19,1				3/4	
	1/2	12,7				1/2	
	3/8	9,5	428,9	1551,9	78,3	3/8	Faixa "F/F" da AASHO
	004	4,8	457,4	1094,5	4 55,3	004	Obs: A-2-6 Seixo e areia siltosos ou argilosos
	010	2,0	155,1	939,4	4 47,4	010	
Am. parcial	040	0,42	34,3	162,7	39,2	040	
	200	0,074	44,5	118,2	28,5	200	

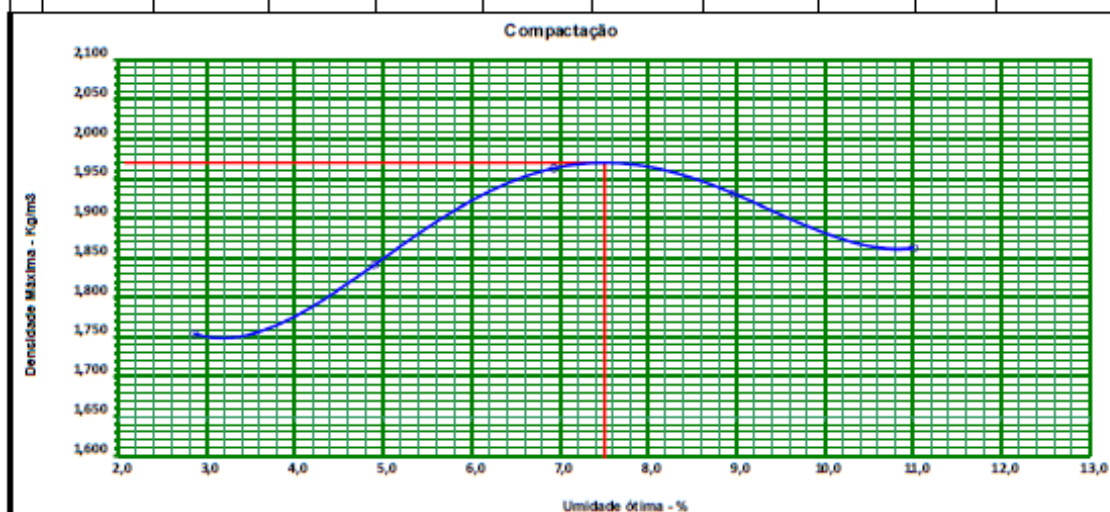


Rodovia :	Trecho : ESTRELA DE ALAGOAS	Sub - Trecho :		
Camada: ESTUDO SUB - BASE	Local / Furo / Estaca : JAZIDA BOLA	Lado E-X-D :	Prof Cm:	Registro:
Laboratório :	Operador: EQUIPE	Data: 27/06/2023	Calculista: EQUIPE	furo: AM 01
Granulometria Por Peneiramento				

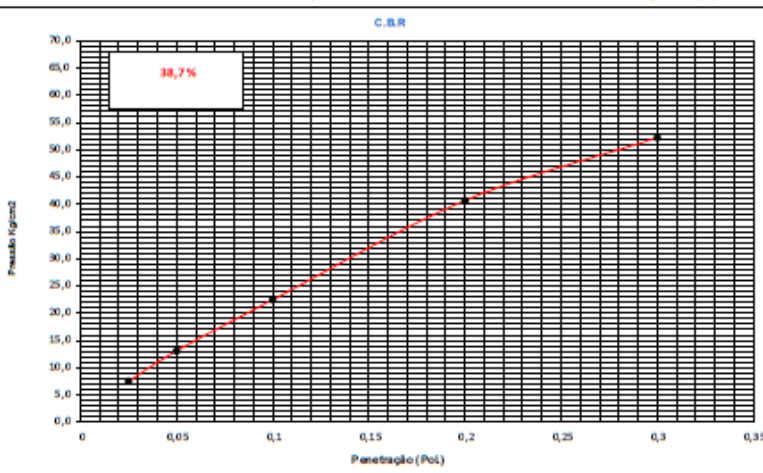
1.3.2.2 AMOSTRA 02

Unidade Higroscópica	%	%	Molde Nº	6	Densidade Máxima: 1,970 kg/m³
Cápsula - Nº	G	H	Volume do Molde	2061	
Peso Bruto Úmido	50,00	7.000	Peso do Molde	5354	
Peso Bruto Seco		6.882	Peso do Soquete	4536	
Peso da Cápsula			Espessura do disco Espaçador	2 1/2"	Umidade ótima: 7,5 %
Peso da Água	0,84	118			
Peso do Solo Seco	49,16		Golpes / Camada	26	
Umidade (%)	1,7				
Umidade Média	1,7		Nº de Camadas	5	

PONTO Nº	Peso Bruto Úmido	Peso do Solo Úmido	Densidade do Solo Úmido	Determinação da Umidade					Umidade Média %	Densidade do Solo Seco %
				Peso Bruto Úmido	Água adicionada	Peso da Água Solo úmido	Peso água acumulada	Umidade %		
1	9.075	3.721	1,805		80	118	198		2,9	1,755
2	9.335	3.981	1,932		140		338		4,9	1,841
3	9.680	4.326	2,099		140		478		6,9	1,963
4	9.690	4.336	2,104		140		618		9,0	1,931
5	9.615	4.261	2,067		140		758		11,0	1,862
6										

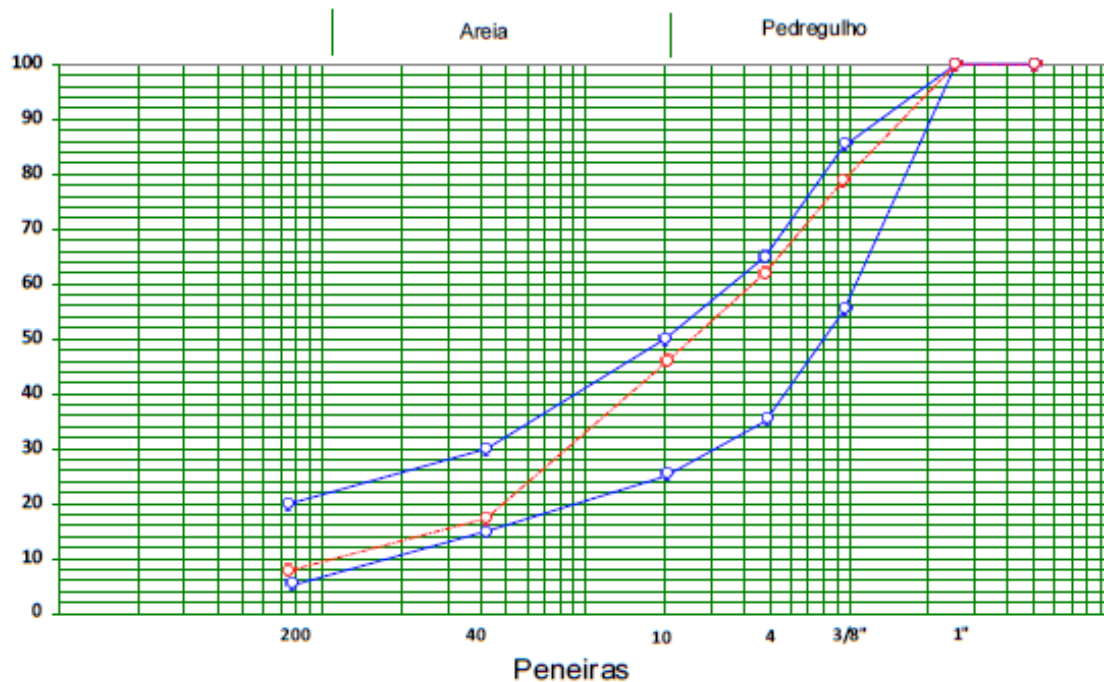


Rodovia :	Trecho:	Sub - Trecho :		
	ESTRELA DE ALAGOAS			
Camada:	Local/ Furo / Estaca	Lado E-X-D	Prof. Cm :	Registro N°:
ESTUDO SUB - BASE	JAZIDA BOLA			
Laboratório:	Operador :	Data :	Calculista :	Furo:
	EQUIPE	27/06/2023	EQUIPE	AM 02
Compactação				

Umidade	Hígroscópica	De Moldagem	Molde Nº	21
Cápsula - Nº			Peso do Molde	5550
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Volume do Molde	2120
Peso Bruto Seco	49,26	46,56	Nº de Camadas	5
Peso da Cápsula			Golpes/Camada	26
Peso da Água	0,74	3,44	Peso do Soquete	4536
Peso do Solo Seco			Espessura do disco espáçador	2 1/2 "
Umidade (%)	1,5		Altura do cilindro (mm)	113,5
Umidade Média (%)	1,5	7,4		
Dados da Compactação		Cálculos da Água		Anel Din.
Densidade Máxima - Kg/m³	1,970	Peso do Solo Passando na #Nº 4	Úmido 2660 Seco 2621	Nº
Umidade ótima - %	7,5	Peso de Pedregulho Retido na #Nº 4	4340	Constante
Umidade e Hígroscópica - %	1,5	Água a Juntar	244	lc= 0,1030
Diferença de Umidade - %	6,0			
Ensaio de Penetração				Expansão
Tempo min.	Penetração	Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm²	Datas
	Pol mm	Determ. corrig. Padrão %		Leitura Difer. Exp. mm mm mm
30 seg	0,025 0,63	73 7,5		
1	0,050 1,27	127 13,1		
2	0,1 2,54	218 22,5	22,5 70 32,1	20/11/2022 14:58 1,00
4	0,2 5,08	395 40,7	40,7 105 38,7	21/11/2022 1,00
6	0,3 7,62	507 52,2	133	22/11/2022 1,00
8	0,4 10,16	0,0	161	23/11/2022 1,00
10	0,5 12,70	0,0	182	24/11/2022 1,00 0,00 0,0
Moldagem de Verificação	CBR : 38,7 % Expansão (%):			
Peso Bruto Úmido				
10.025 g				
4,425g				
Densidade Úmida				
2,111 kg/m³				
Densidade Seca				
1,966 kg/m³				
Obs: 99,8 %				
Rodovia :	Trcho : ESTRELA DE ALAGOAS	Sub - Trcho :		
Camada: ESTUDO SUB - BASE	Local / Furo / Estaca: JAZIDA BOLA	Lado E-X-D	Prof Cm :	Registro Nº :
Laboratório:	Operador : EQUIPE	Data : 27/06/2023	Calculista : EQUIPE	Furo AM 02
Cbr - I.S.C				

Umidade	%	%	Amostra	Total	Parcial
Cápsula - N°			Cápsula - N°		
Peso Bruto Úmido	50,00		Peso Bruto Úmido		
Peso Bruto Seco			Peso Úmido	2000,0	200,0
Peso da Cápsula			Peso Retido na # Nº 10	1080,7	
Peso da Água	0,78		Peso Úmido Pass. na # Nº 10	919,3	
Peso do Solo Seco	49,22		Peso Seco Pass. na # Nº 10	905,0	
Umidade	1,6		Peso da amostra Seca	2 1985,7	3 197,0
Umidade Média		1,6			

Peneiramento						
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras
	Pol	mm				Pol
	2	50,8				2
	1 1/2	38,1				1 1/2
	1	25,4			100,0	1
	3/4	19,1				3/4
	1/2	12,7				1/2
	3/8	9,5	420,4	1565,3	78,8	3/8
	004	4,8	333,2	1232,1	4 62,0	004
	010	2,0	327,1	905,0	4 45,6	010
	040	0,42	122,0	75,0	17,4	040
Am. parcial	200	0,074	41,1	33,9	7,9	200
Constantes						
$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0504$						
$K_2 = \frac{4}{3} = 0,2313$						
Faixa "F/F" da AASHO						
Obs: A.1.a Calhau, Seixo e Areia						

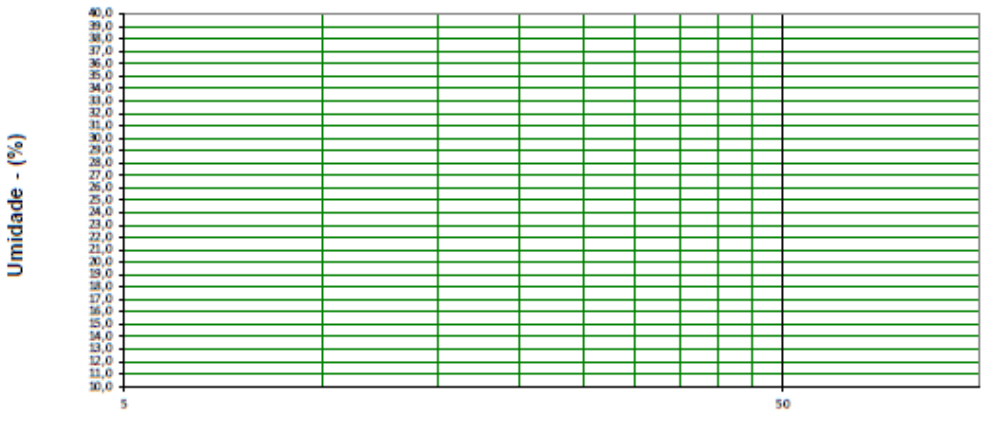


Rodovia:	Trecho:	Sub - Trecho:		
	ESTRELA DE ALAGOAS			
Camada:	Local / Furo / Estaca:	Lado E-X-D:	Prof Cm:	Registro:
ESTUDO SUB - BASE	JAZIDA BOLA			
Laboratório:	Operador:	Data:	Calculista:	furo:
	EQUIPE	27/06/2023	EQUIPE	AM 02
Granulometria Por Peneiramento				

Limite de Liquidez									
Cápsula	N.º							Operador:	
Golpes	g							EQUIPE	
Peso Bruto Úmido	g							Data:	
Peso Bruto Seco	g							20/11/2022	
Peso da Cápsula	g							Calculista:	
Peso da Água	g								
Peso do Solo Seco	g							LL _p	NL
Umidade	%								

Limite de Plasticidade									
Cápsula	N.º							LP =	NP
Peso Bruto Úmido	g								
Peso Bruto Seco	g							LP _p	
Peso da Cápsula	g							Obs:	
Peso da Água	g								
Peso do Solo Seco	g								
Umidade	%								

Limite de liquidez



Umidade - (%)

Golpes

Rodovia :	Tredho :	Sub - Tredho :		
	ESTRELA DE ALAGOAS			
Camada :	Local / Furo / Estaca :	Lado E-X-D :	Prof :	Registro :
ESTUDO SUB - BASE	JAZIDA BOLA			
Laboratório :	Operador :	Data :	Calculista :	Furo :
	EQUIPE	27/06/2023	EQUIPE	AM 02
		Limites de Consistência		

1.4 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 (UTM SIRGAS 2000): 9.4281871992201 e -36.791801762191.

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 1.3.2.

➤ 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

Devido à escassez de jazidas que apresentassem características geotécnicas e volumes que pudessem ser usadas na camada de base do pavimento, optou-se em indicar, brita graduada, oriunda da pedraira, licenciada, localizada no município Arapiraca, distante aproximadamente 65 km, do centro da rodovia.

➤ Concreto Betuminoso Usinado a Quente _ CBUQ

A determinação do traço de Concreto Betuminoso Usinado a quente segue a especificação de serviço - DNIT- ES-31/2006, 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:

		Especificação
Ligante	5,5	4,5 - 9,0
Densidade teórica	2,470	-
Densidade aparente	2,379	-
% Vazios	3,9	3 - 5 (%)
R. B. V	76,3	75 - 82 (%)
Estabilidade	1130	> 500 (Kgf)
Resistência à Tração	0,93	≥ 0,65 (MPa)

Composição final do traço:

- Brita 3/4"..... 9,5 %
- Brita 1/2"..... 35,9 %
- Pó de Pedra48,2 %
- Filler..... 0,9 %
- CAP 50-705,5%

1.5 Estudos Hidrológicos

1.5.1 Objetivo

Os estudos hidrológicos foram procedidos com a finalidade de identificar e qualificar as circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas da área onde se localiza a área em estudo.

Os presentes estudos realizados de acordo com as normas técnicas vigentes, constaram dos serviços de coleta de dados, processamento dos dados coletados e suas devidas análises.

Realizou-se coleta de dados hidrológicos nos órgãos oficiais, coleta de dados bibliográficos disponíveis que possibilitou a caracterização climática, pluviométrica, pluviográfica e geomorfológica do trecho em estudo.

Realizou-se também a coleta de elementos para a definição das dimensões das áreas de contribuições.

Consistiu para conclusão do estudo hidrológico o processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos que possibilitou o elenco de medidas necessárias ao dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem.

1.5.2 Coletas de Dados

A coleta de dados para os estudos hidrológicos foi desenvolvida com a finalidade de permitir a caracterização climática e pluviométrica na área do projeto e o levantamento das condicionantes topográficas e geomorfológicas das bacias interceptadas.

A adoção dos coeficientes de impermeabilização e run-off baseou-se no Manual de Drenagem de Rodovias (2006) - DNIT.

Dados pluviométricos fornecidos pela SIH/ANA - Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas, a estação escolhida foi a mais representativa do regime pluviométrico da região.

A Metodologia Empregada na Elaboração do Estudo Hidrológico em questão foi extraída basicamente das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários–2006/DNIT/IPR, DNIT-IS-203.

1.5.3 Regime Pluviométrico da Região

Através de textos e dados coletados referentes ao clima, se buscam um entendimento desse fenômeno e a sua manifestação na área atravessada pela estrada, com precipitações, temperaturas etc. Como se sabe a precipitação, por exemplo, é um fenômeno explicado pelo entendimento do clima, que depende este de fatores estáticos (topográficos, altitudes, longitudes, latitudes, presença de serras, vales etc.) e de fatores dinâmicos como as correntes de circulação atmosférica (os anticiclones, as correntes perturbadas etc.).

O estudo das precipitações é fundamental para um projeto, principalmente nos estudos dos seguintes tópicos:

- Verificação das estatísticas de descarga (curva dupla acumulação) ou dedução dessas quando não há informações disponíveis;
- Levantamento da possibilidade de danos ambientais decorrentes do aumento do deflúvio superficial e do direcionamento das águas pluviais, como: erosões, assoreamentos, inundações etc.;
- Planejamento da construção a fim de evitar interrupções de trabalho devido às chuvas ou inundações;
- Efeito sobre a umidade do solo-drenagem profunda.

Para definição do posto pluviométrico foi levado em conta os seguintes fatores:

- Disponibilidade de dados seja em séries completas ou incompletas, durante o mesmo período;
- Proximidade geográfica com o local de estudo;
- Séries confiáveis.

1.5.4 Pluviometria e Pluviografia

Para estudo estatístico escolheu-se a estação de Arapiraca, a qual define com segurança o regime pluviométrico da região e que tem série histórica confiável. Os dados foram obtidos junto ao ANA (Agência Nacional de Águas). Foram utilizados os dados dos últimos 20 anos de observação disponíveis e mais representativos.

Para a Estação Pluviométrica estudada, são apresentados abaixo os seguintes gráficos:

- Pluviograma – Precipitações Totais Anuais, Precipitações Mensais e Número de Dias de Chuva por ano;
- Análise Estatística Pluviométrica das Precipitações Máximas Diárias. Para o estudo das chuvas precipitadas sobre a região, procuramos junto aos órgãos controladores de postos pluviométricos, dados referentes à pluviometria nas proximidades do trecho em estudo, de interesse para o projeto.

Gráfico 2 – Precipitações Totais Anuais

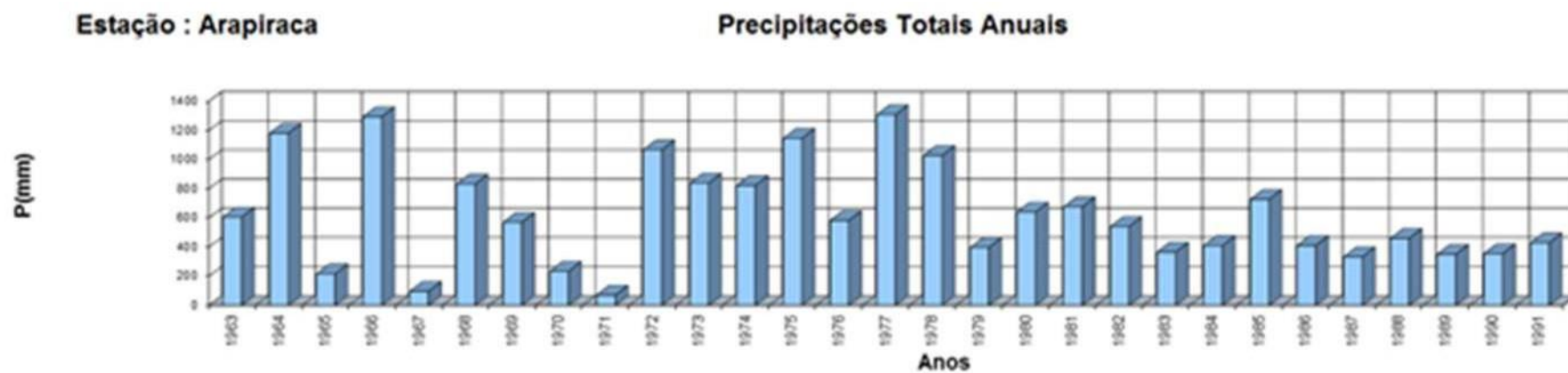


Gráfico 3 – Precipitações mensais

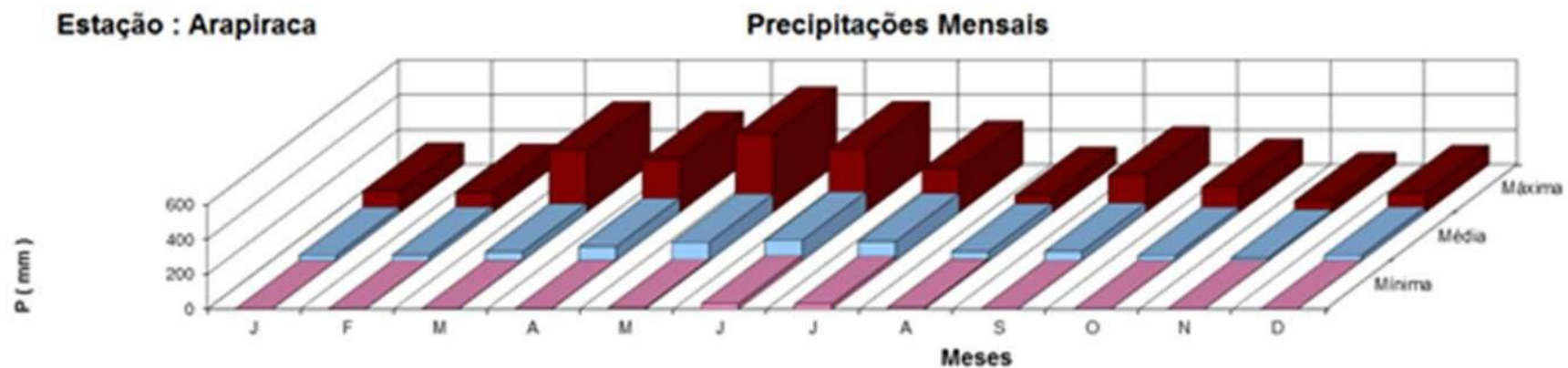


Gráfico 4 – Números de dias de chuva por ano



3.1.1 Regime Pluviométrico da Região

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

Com os dados de chuva coletados elaborou-se o presente estudo, visando à determinação das alturas para períodos de recorrência e diferentes durações.

A metodologia empregada foi o método de “Probabilidade Extrema de Gumbel”. Para este estudo escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano durante todo o período, para o posto. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo Método das Isozonas.

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

$$\text{MÉDIA:} \quad \bar{P} = \frac{\sum P}{15} = 45,44$$

$$\text{DESVIO PADRÃO:} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{m-1}} = 23,48$$

Cálculo das alturas de precipitação de um dia de chuva para os tempos de recorrência (T_r) de 05, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, fórmula de VEN TE CHOW:

$$P_r = \bar{P} + \sigma \times K$$

- P - valor máximo de precipitação diária, no período de 1 ano;
- $\bar{P}$ - precipitação média;
- m - números de anos observados;
- F - frequência de vazões de enchentes observadas;
- T_r - tempo de recorrência;
- n - número de ordem, variável de 1 a m;
- S - desvio padrão;
- K - coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do período de recorrência - valor tabelado por Weise e Reid.;
- P_r - fórmula devida a Ven Te Chow, onde P_r é a precipitação para um certo período de recorrência.

TABELAS DOS CÁLCULOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

ESTÇÃO: ARAPRACA

CÓDIGO: 0936066

PERÍODO: 1963-1991

ENTIDADE: DNOC 5

LATITUDE: -9°45'0"

LONGITUDE: -38°39'0"

DATA DIÁRIO ANO	SEQ.	P (mm)	Nº ordem (n)	P - ordenada (mm)	P.Pm	(P.Pm) ²	F-n(m+1)%	Tr-1F
26/6/1963	22	27,0	1	101,00	55,6	3.086,8	3,3	30,0
1/7/1964	20	28,4	2	90,20	44,8	2.003,3	6,7	15,0
11/5/1965	25	25,3	3	83,80	38,4	1.471,4	10,0	10,0
13/4/1966	10	50,7	4	82,20	36,8	1.351,2	13,3	7,5
28/3/1967	28	20,0	5	75,00	29,6	873,7	16,7	6,0
17/7/1968	19	30,1	6	72,00	26,6	705,4	20,0	5,0
1/6/1969	24	26,1	7	64,00	18,6	344,4	23,3	4,3
2/1/1970	8	60,4	8	60,40	15,0	223,8	26,7	3,8
18/5/1971	29	16,0	9	52,80	7,4	54,1	30,0	3,3
24/3/1972	5	75,0	10	50,70	5,3	27,7	33,3	3,0
11/3/1973	3	83,8	11	50,00	4,6	20,8	36,7	2,7
20/4/1974	9	52,8	12	43,80	-1,6	2,7	40,0	2,5
25/6/1975	6	72,0	13	40,20	-5,2	27,5	43,3	2,3
1/10/1976	7	64,0	14	38,00	-7,4	55,4	46,7	2,1
20/5/1977	2	90,2	15	36,80	-8,6	74,7	50,0	2,0
6/4/1978	1	101,0	16	35,20	-10,2	104,9	53,3	1,9
28/4/1979	17	32,8	17	32,80	-12,6	159,8	56,7	1,8
3/10/1980	16	35,2	18	31,00	-14,4	208,6	60,0	1,7
14/3/1981	4	82,2	19	30,10	-15,3	235,4	63,3	1,6
7/5/1982	12	43,8	20	28,40	-17,0	290,4	66,7	1,5
5/2/1983	18	31,0	21	28,00	-17,4	304,2	70,0	1,4
2/4/1984	22	27,0	22	27,00	-18,4	340,1	73,3	1,4
25/4/1985	11	50,0	23	27,00	-18,4	340,1	76,7	1,3
20/7/1986	14	38,0	24	26,10	-19,3	374,1	80,0	1,3
2/7/1987	13	40,2	25	25,30	-20,1	405,7	83,3	1,2
12/3/1988	15	36,8	26	25,00	-20,4	417,8	86,7	1,2
5/12/1989	26	25,0	27	25,00	-20,4	417,8	90,0	1,1
30/1/1990	26	25,0	28	20,00	-25,4	647,3	93,3	1,1
19/11/1991	21	28,0	29	16,00	-29,4	866,8	96,7	1,0

Obs.: Método de "Probabilidade Extrema de Gumbel" - Ver publicação do DNHR 478/26 - 1975 "Vazão de Dimensionamento de Bueiros".

CÁLCULO DA CHUVA DE UM DIA, NO TEMPO DE RECORRÊNCIA PREVISTO

$$\text{MÉDIA } \bar{P} = \frac{\sum P}{29} = 45,44$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1}} = 23,48$$

Cálculo das alturas de precipitação de um dia de chuva para os tempos de recorrência (Tr) de 05, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos. Fórmula de VEM TE CHOW:

$$P_T = \bar{P} + \sigma \times K$$

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (*)	P (mm)
5 anos	0,87	65,87
10 anos	1,547	81,76
15 anos	1,924	90,62
20 anos	2,196	97,00
25 anos	2,402	101,84
50 anos	3,037	116,75
100 anos	3,667	131,54
1.000 anos	-	181,32
10.000 anos	-	231,10

$$\bar{P} = 45,44$$

$$\sum P = 1.317,80$$

$$\sum (\bar{P} - P)^2 = 15.435,63$$

$$m - 1 = 28$$

$$\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1} = 551,3$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1}} = 23,5$$

K para o Período de Recorrência (Tr, anos)							
N/Tr	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,639	2,032	2,317	2,533	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,206	2,412	3,048	3,681
29	0,87	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653

Fonte: "Hidrologia Básica", Nelson L. de Souza Pinto, SP, 1976.

CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEM TE CHOW - P _{Tr} (mm)	
P5 = 45,44 + 0,87 x 23,48 = 65,87 mm	
P10 = 45,44 + 1,547 x 23,48 = 81,76 mm	
P15 = 45,44 + 1,924 x 23,48 = 90,62 mm	
P20 = 45,44 + 2,196 x 23,48 = 97 mm	
P25 = 45,44 + 2,402 x 23,48 = 101,84 mm	
P50 = 45,44 + 3,037 x 23,48 = 116,75 mm	
P100 = 45,44 + 3,667 x 23,48 = 131,54 mm	
P1000 = P100 + (P100 - P100) = 181,32 mm	
P10000 = P1000 + (P1000 - P1000) = 231,1 mm	

3.1.1.2 Avaliação das Relações Intensidade-Duração-frequência

Dada à necessidade de se avaliar as relações intensidade/ duração/frequência das chuvas de curta duração numa região onde as únicas informações disponíveis são as chuvas diárias, apresenta-se a seguir o método que permite avaliar as chuvas de curta duração a partir das chuvas de 24 horas.

Método das Isozonas

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores a 24 horas, e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolação destes postos distantes até o local de projeto. O método utilizado para esta extrapolação é o das Isozonas, esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração necessários inferiores a 24 horas.

O trabalho do Eng^o Torrico partiu da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto. Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independe de alturas de precipitação.

A estas áreas homólogas, o autor denominou de Isozonas e elaborou o mapa, relacionando as alturas de precipitações máximas com duração de 1 a 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 10.000 anos e com duração de 6 minutos e 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 100 anos.

Descrição da metodologia adotada:

A partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calculou-se para as estações em estudo, a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto.

Converteu-se esta chuva de um dia, em chuva de 24 horas, multiplicando-se esta, pelo coeficiente 1,10, que é a relação 24 horas/1 dia.

Determinou-se no mapa apresentado a seguir, a isozona correspondente a região do

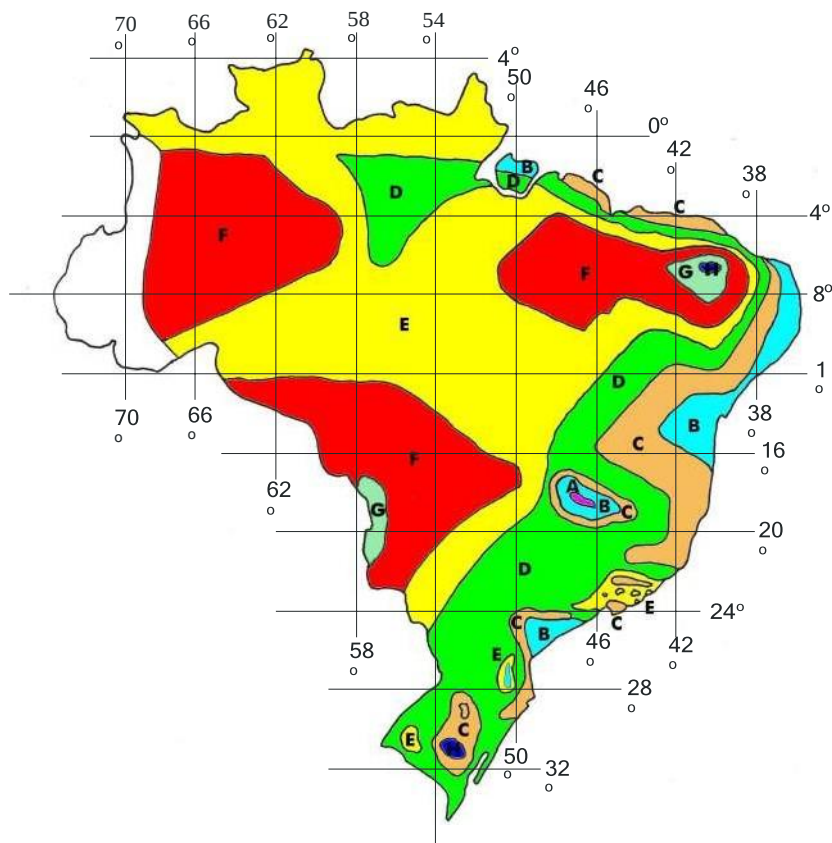
projeto. Em nosso estudo a isozona utilizada foi a Isozona B.

Após ter-se determinado a isozona, fixam-se para ela as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora.

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

Segue a apresentação do mapa das isozonas, e o quadro com os valores característicos.

MÉTODO DAS ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO



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

Conclusões:

Pela análise dos dados conclui-se que:

A estação de Arapiraca, a mais próxima, que tem um período de observação de 29 anos (1963 – 1991), tem maior proximidade média com o trecho e por apresentar valores maiores de precipitações representa a pluviometria da região. Portanto, foi escolhida para fornecer os dados de precipitações para dimensionamentos e verificações hidráulicas das obras de drenagem do trecho.

A seguir apresentam-se as Precipitações e Intensidade em função da Duração da Precipitação e do Tempo de Recorrência e os gráficos contendo as relações entre altura de chuva, tempo de duração e tempo de recorrência, para a distribuição de chuvas para o trecho em estudo, para a Estação de Arapiraca.

ISOZONA "B"									ESTAÇÃO: ARAPIRACA (936070)								
Tempo de Recorrência em anos	1 hora / 24 horas chuva (A)							6 min / 24 horas (B)		Duração	Tempo de recorrência						
	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100		5	10	15	20	25	50	100
Porcentagem	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	36,6	8,4	7,5	24 horas (C)	94,16	107,03	114,21	119,38	123,29	135,36	147,32
As isozonas B e C tipificam zonas de influencia marítima, com coeficientes de intesidades suaves. Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas.										1 hora (D)	35,87	40,46	42,83	44,65	45,99	49,95	53,92
										6 minutos (E)	7,91	8,99	9,59	10,03	10,36	11,37	11,05
										Notas: Macha de cálculo: 1- (C) = PTr (mm) x 1,10, onde PTr é dado pela fórmula de VEN TE CHOW. 2- (D) = (C) x (A) 3- (E) = (C) x (B)							

ESTAÇÃO: ARAPIRACA (936070) - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA															
Tempo de Recorrência Tempo de Duração de Chuva		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
		P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
6 min	(0,1h)	7,91	79,09	8,99	89,91	9,59	95,93	10,03	100,28	10,36	103,56	11,37	113,70	11,05	110,49
12 min	(0,2h)	16,33	81,66	18,47	92,33	19,60	97,98	20,45	102,25	21,08	105,41	22,98	114,91	23,97	119,84
36 min	(0,6h)	29,67	49,45	33,47	55,79	35,45	59,08	36,96	61,60	38,08	63,46	41,38	68,97	44,41	74,02
60 min	(1,0h)	35,87	35,87	40,46	40,46	42,83	42,83	44,65	44,65	45,99	45,99	49,95	49,95	53,92	53,92
120 min	(2,0h)	48,58	24,29	54,96	27,48	58,39	29,19	60,94	30,47	62,84	31,42	68,56	34,28	74,29	37,15
240 min	(4,0h)	61,29	15,32	69,48	17,37	73,96	18,49	77,23	19,31	79,69	19,92	87,19	21,80	94,66	23,67
1440 min	(24,0h)	94,16	3,92	107,03	4,46	114,21	4,76	119,38	4,97	123,29	5,14	135,36	5,64	147,32	6,14

Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfield e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica.

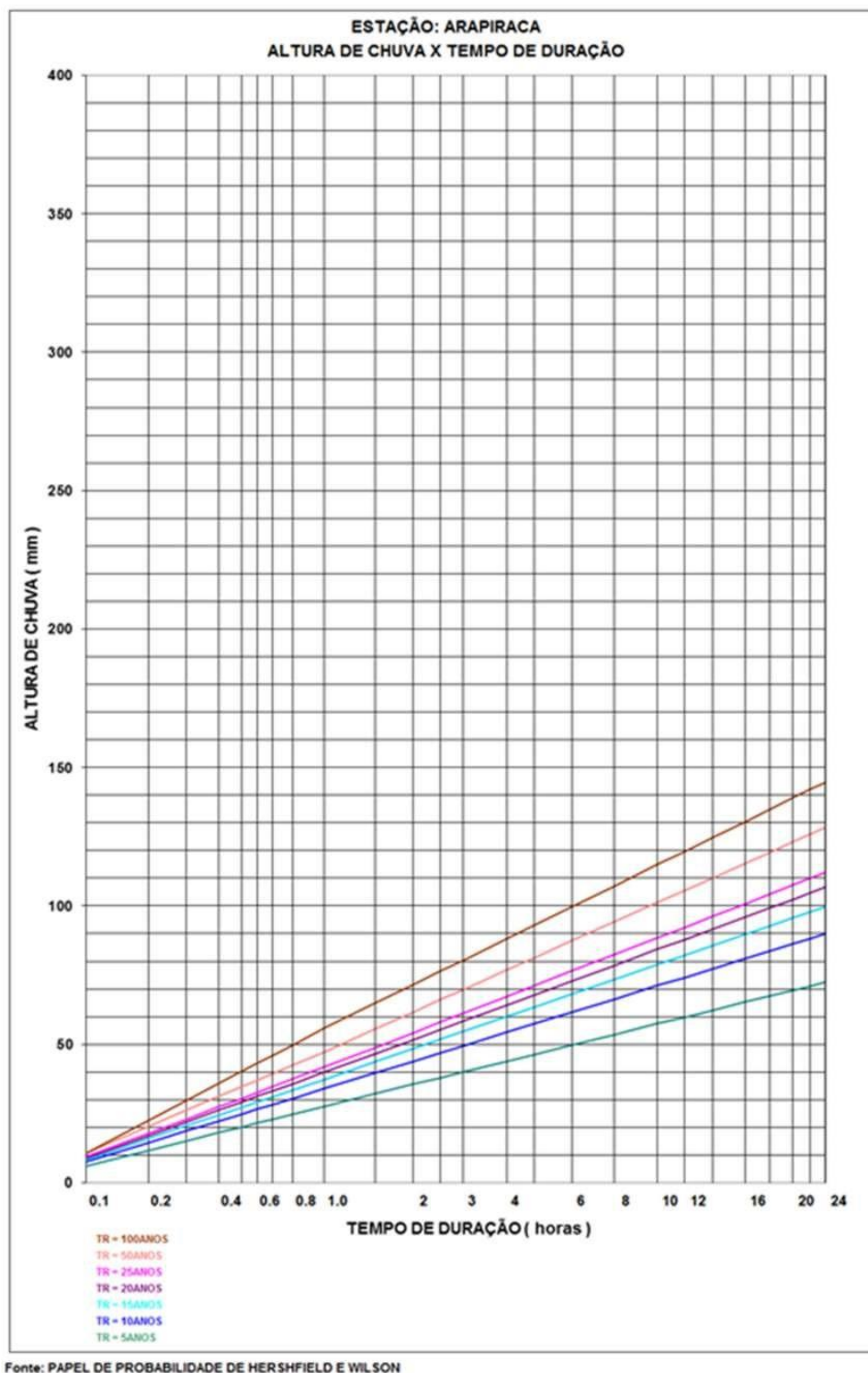


Gráfico 5 - Altura de Chuva x Tempo de Duração

ESTAÇÃO : ARAPIRACA

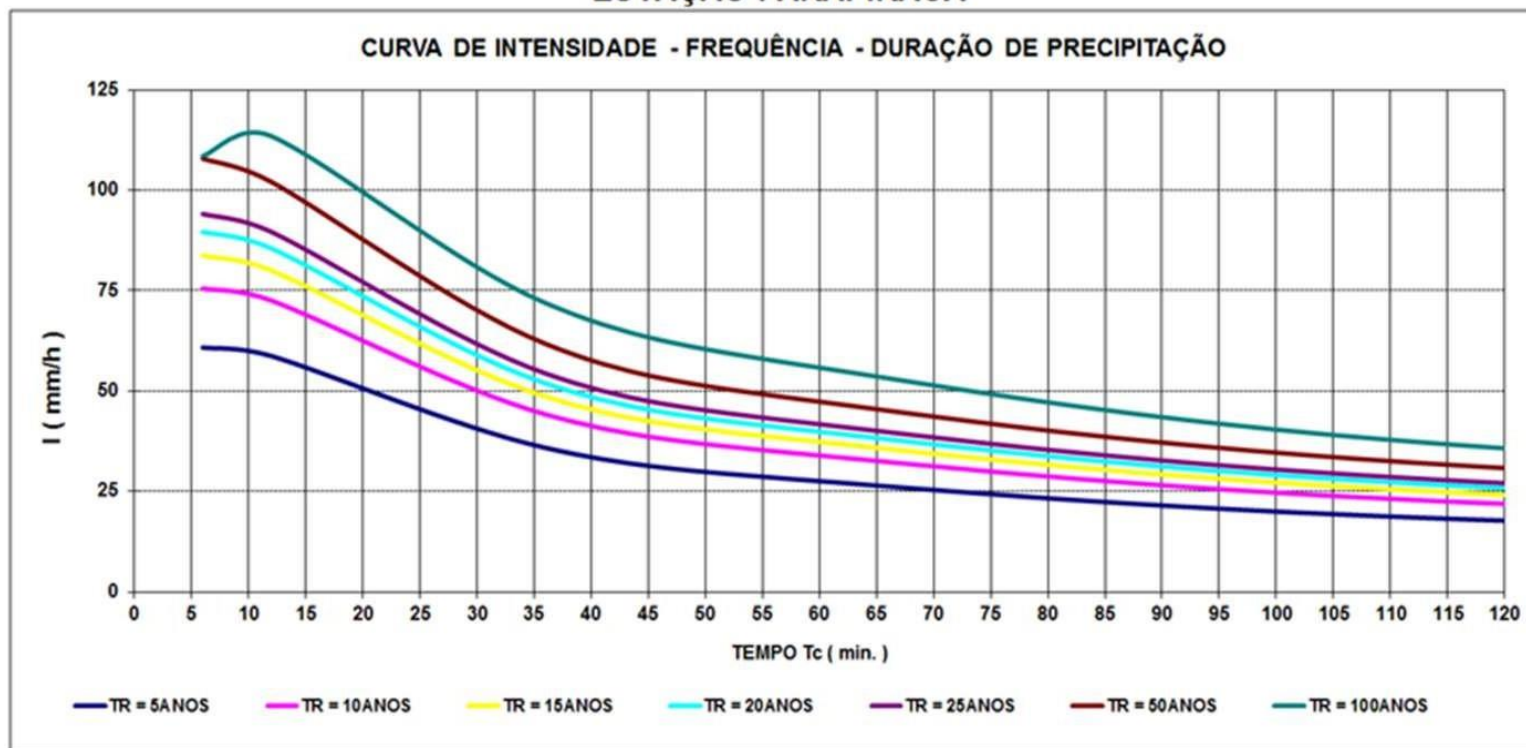


Gráfico 6 - Curva de Intensidade – Frequência – Duração de Precipitação

3.1.1.3 Cálculo das Vazões Afluentes – Qp

Generalidades

O estudo das vazões das bacias de contribuição para efeito de dimensionamento das obras de drenagem foi feito separadamente, considerando as especificações da IS-203, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT:

Para as bacias hidrográficas pequenas com áreas até 4,0 km² (400 ha), usou-se para o cálculo das vazões afluentes o Método Racional;

Para as bacias intermediárias com áreas entre 4,0 e 10,0 km² (500-1000 ha), usou-se para o cálculo das vazões afluentes o Método Racional Corrigido;

Para as bacias com áreas superiores a 10,0 km² (1.000 ha), usou-se para o cálculo das vazões afluentes o Método do Hidrograma Unitário Triangular – HUT;

Tempo de Recorrência –Tr

O tempo de recorrência para o projeto dos dispositivos de drenagem foi fixado, levando-se em consideração os seguintes fatores:

- Importância e segurança da obra;
- No caso de interrupção do tráfego, os prejuízos econômicos;
- Danos às obras de drenagem;
- Estimativa de custos de restauração, na hipótese de destruição;
- Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações ribeirinhas e às propriedades;
- Outros fatores de ordem econômica.

Em face desses fatores, foram usados os seguintes períodos de recorrência segundo a Instrução de Serviço – IS-203 do DNIT:

Tabela 10– Tempo ou Período de Recorrência – Tr

Espécie	Tempo de recorrência em (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

Coefficientes de Escoamento – C

Para cada Método Racional e Hidrograma Unitário Triangular - HUT os coeficientes de drenagem superficial ou de escoamento e o do complexo solo-vegetação foram adotados com o auxílio do quadro abaixo:

Tabela 11– Coeficiente de Escoamento - "Run-Off"

Fixação do coeficiente de escoamento (C), para o método racional e racional corrigido, e o coeficiente do complexo solo vegetação (CN), para o método do hidrograma unitário triangular (HUT)							
Condições de Superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Terrenos estéreis e áreas urbanizadas	A	0,10	50	0,20	55	0,30	65
	B	0,20	55	0,30	60	0,40	70
	C	0,40	60	0,50	65	0,60	75
	D	0,60- 0,80	70	0,60-0,90	75	0,60- 1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,20	45	0,30	50	0,40	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,30	60	0,40	60	0,50	70
	D	0,40	65	0,50	70	0,60	75
Culturas e pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
Culturas terraceadas	A	0,10	30	0,20	40	0,30	50
	B	0,15	40	0,30	50	0,40	55
	C	0,20	50	0,40	55	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
A = Superfície muito permeável ("LOESS" em camadas espessas); B = Superfície permeável ("LOESS" em camadas rasas e areias);		C = Superfície semipermeável (Solos Siltosos e Argilosos); e D = Superfície pouco permeável (Solos com argilas expansivas e pavimentos).					

Tempo de Concentração – Tc

É definido como sendo o tempo necessário para que a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada. De uma maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer depende de vários parâmetros tais como:

- Área da bacia e sua forma;
- Comprimento e declividade do canal mais longo (principal);
- Tipo, recobrimento vegetal, uso da terra, etc.

Segundo estudos, as características que influem principalmente no tempo de concentração são as três citadas acima.

Para o cálculo do tempo de concentração adotou-se a fórmula de Kirpich (segundo recomendações das especificações técnicas para estudos hidrológicos, do DNIT):

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Onde:

T_c - Tempo de concentração em horas;

L - Comprimento do talvegue em km; e

S - Declividade média ponderada do talvegue em %.

Metodologias de Cálculo

Método Racional (Pequenas Bacias)

Os limites de aplicação do chamado Método Racional, segundo os hidrólogos, são muito variáveis, vamos adotar o seguinte procedimento:

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas até 4,0 km², vamos adotar o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d,$$

Onde:

Q_p = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento Superficial; e

I = Intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

Onde:

P = altura de chuva para o tempo de concentração (mm); e

T_c = tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula do Kirpich:

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média ponderada do talvegue em %;

A_d = área da bacia, em km².

Método Racional Corrigido (Médias Bacias)

Usado para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas 4,0 e 10,00 km².

A fórmula do Método Racional, geralmente leva ao superdimensionamento das obras de drenagem. Para o dimensionamento mais criterioso dos elementos em questão, corrigiram-se as vazões afluentes calculadas utilizando-se o coeficiente de retardo adimensional (ϕ), que visa a correção da precipitação pontual para a precipitação uniformemente distribuída pela área, adotando-se a seguinte expressão:

$$\phi = 4,38/A^{0,20}L \text{ (sendo } 0,50 \leq \phi \leq 1,00\text{)}$$

Onde:

A = área da bacia em km²; e

L = Comprimento do talvegue em km ϕ .

Portanto, a fórmula adotada para o cálculo de vazões, pelo Método Racional Corrigido, é:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d \times \phi$$

Método do Hidrograma Unitário Triangular – HUT (Grandes Bacias)

Aplicado para o cálculo de vazões afluentes em bacias hidrográficas com área superior a 10,0 km².

No desenvolvimento do método foram adotadas as seguintes fórmulas:

1 - Cálculo de tempo de Pico (Tp).

Tempo de ascensão do hidrograma, em horas. Fórmula:

$$T_p = \frac{\Delta T}{2} + 0,6 T_c,$$

Sendo:

Δt = duração de chuva unitária, antes estabelecido em horas.

T_c = tempo de concentração, em horas.

O tempo de concentração é obtido, utilizando-se a fórmula de Kirpich, que é:

$$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

Onde:

L = comprimento do talvegue em km e

S = declividade média ponderada do talvegue em %.

O cálculo da duração da chuva unitária - Δt , é dado pela expressão:

$$\Delta t = T_c/5, \text{ em horas.}$$

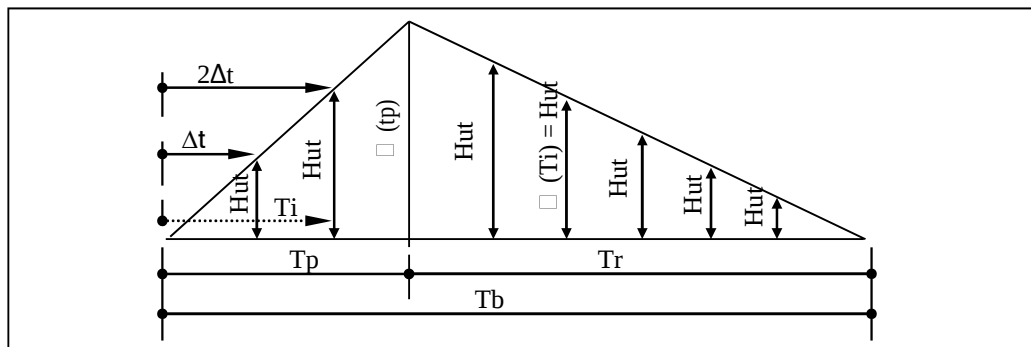
2 - Cálculo do tempo de descida (T_r): $T_r = 1,67 T_p$, em horas.

3 - Cálculo do tempo de base (T_b): $T_b = 2,67 T_p$, em horas.

Construção do hidrograma Unitário Triangular

Os parâmetros do Hidrograma Unitário Triangular (HUT), tempo Unitário (Δt), são os seguintes:

Par
a o
cál
cul
o
da
des



carga de pontos do HUT, utiliza-se a fórmula:

$$\phi(T_p) = \frac{2,08}{T_p} A,$$

Onde:

$\phi(T_p)$ = descarga de pico para chuva efetiva de 1cm, em m/s/cm;

A = área da bacia, em km²; e

T_p = tempo do pico, em horas.

Para o cálculo do Excesso de Precipitação, utilizam-se as seguintes expressões:

$$P_m = P_i \times (1,0 - 0,10 \log A/25),$$

Onde:

P_m = precipitação média (mm) e $(1,0 - 0,10 \log A/25) = C_r$ (coeficiente de redução), segundo Jaime Taborga:

A = área da bacia em km²; e

P_i = precipitação em mm, $P = f(\Delta T)$ obtido no gráfico de precipitações.

$$P_e = \frac{[P_m - (\frac{5080}{C_n} - 50,8)]^2}{P_m + \frac{20320}{C_n} - 203,2},$$

Sendo:

P_e = chuva efetiva, em mm;

C_n = complexo solo - vegetação ou número de deflúvio e

P_m = precipitação média, em mm.

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

$$q_i \approx P_{e_i} - P_{e_{(i-1)}}$$

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

- $HUT = \frac{\phi(T_p) \times T_i}{T_p}$, $T_i \leq T_p$
- $HUT = \frac{\phi(T_p) \times (T_b - T_i)}{T_r}$, $T_i \geq T_p$

Após obtenção das chuvas parciais q_i e do HUT, procede-se a construção dataabela típica, para o cálculo dos valores de Q_i , pela expressão:

$$Q_i = q_i \times \varphi_1 + q_{i-1} \times \varphi_2 + q_{i-2} \times \varphi_3 + \dots + q_i \times \varphi_i.$$

3.1.1.4 Bacias Hidrográficas

Para as obras de arte correntes – bueiros, travessias das pequenas bacias hidrográficas, foram estudadas as vazões de contribuição para os tempos de recorrência de 50 anos.

Os estudos topográficos da barcia foi desenvolvido com base em dados extraídos software:

- **GOOGLE EARTH** - É um programa de computador desenvolvido e distribuído pela empresa estadunidense do Google cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e GIS 3D. Desta forma, o programa pode ser usado simplesmente como um gerador de mapas bidimensionais e imagens de satélite ou como um simulador das diversas paisagens presentes no Planeta Terra. Com isso, é possível identificar lugares, construções, cidades, paisagens, entre outros elementos. O programa é similar, embora mais complexo, ao serviço também oferecido pelo Google conhecido como Google Maps.
- **ArcGis** - Através do Software ArcGis ele processa os dados provenientes de VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados), ou via satélite, tanto em 2D com 3D. Extraindo as curvas de nível a partir do Modelo Numérico de Elevação MDE, seja de Superfície (MDS) ou de Terreno (MNT) e a partir de nuvem de pontos, interpretando as feições poligonais, lineares ou pontuais contidos no levantamento, gerando as áreas de bacias, a partir da determinação do ponto de montante/jusante e exportar essas informações e elementos gráficos para softwares de desenho assistido por computado (CAD) na extensão DWG, AutoCAD & Civil 3D.

Após a realização dos estudos topograficos e georreferenciamento digital, o resultado indicou que a rodovia irá transpor por uma microbacia hidrografica, que constiruiem uma área de aproximadamente 36,76 km², conforme a imagem assegurar:



A referida estrada secciona

Alem dos estudos topograficos, foram realizadas visitas a moradores que residem no entorno da implantação da rodovia, com intuito de contrapor os resultados dos estudos realizados, e conhecer o historico das grandes chuvas da região, sendo assim, verificou a necessidade da implantação dos seguintes dispositivos nas seguintes Estacas:

- Estaca 107+5,00;
- Estaca 136+5,00;
- Estaca 147;
- Estaca 168;
- Estaca 240+2,00;
- Estaca 276+1,00;

Para efeito de dimensionamento das estruturas hídricas, foi definido que nos locais que necessitasse, de dispositivos de drenagem profunda que seccionar a rodovia, iria-se optar por bueiros de tubos de concreto armado.

Os aspectos físicos do material, tubos de concreto armado demonstra melhor desempenho e eficiência hidráulica, principalmente no que se refere ao desgaste, comparado com os tubos de plástico, o concreto mantém a sua forma e alinhamento por muito mais tempo, até a reação a fatores externos (como pressão ou impacto) depois de já instalados, são muito resistentes ao fogo já que são

feitos de material não inflamável.

Quando comparado com os bueiros celulares, o uso de tubos em concreto armado além de ser mais rápido, visto que o procedimento de instalação são bem mais simples, da fundação, escoramentos, assentamento e reaterro. É possível a redução de gastos com matéria-prima e mão de obra sem perder a qualidade no resultado final.

3.1.1.4.1 ESTACA 107+5,00

A referida estaca é localizada, em um trecho da rodovia que secciona uma área de vale da microbacia, aonde em períodos chuvosos pequenas movimentação de água são apresentadas no local.

Atualmente existe um bueiro de concreto de Ø 600 mm, sendo insuficiente para a vazão das águas, segundo moradores da região.



MONTANTE



JUSANTE



Estrada vicinal

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Após a realização dos estudos topográficos e georreferenciamento digital, o resultado indicou que a área de contribuição a montante da microbacia hidrográfica, que contribuem uma área de aproximadamente 1,5 km².

Vazão de projeto

Dada a dimensão da bacia de contribuição, no local de instalação do bueiro, será utilizado o Método Racional (Pequenas Bacias).

O tempo de recorrência a ser empregado será de 50 (cinquenta) anos.

A Estação Fluviométrica selecionada para a realização da modelagem estatística dos dados fluviométricos é a de Arapiraca, a mais próxima, que tem um período de observação de 29 anos (1963 – 1991), tem maior proximidade média com o trecho e por apresentar valores maiores de precipitações representa a pluviometria da região. Portanto, foi escolhida para fornecer os dados de precipitações para dimensionamentos e verificações hidráulicas das obras de drenagem do trecho.

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas até 4,0km², com isso, foi adotado o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d$$

Onde:

Q_p = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento Superficial; e

I = Intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

Onde:

P = altura de chuva para o tempo de concentração (mm); e

T_c = tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula do Kirpich:

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média ponderada do talvegue em %;

A_d = área da bacia, em km².

Logo teremos para a referida bacia:

$$L = 0,4866 \text{ km}$$

$$S = 3,0\%$$

$$T_c = 0,39 (0,4862/0,03)^{0,385}$$

$$T_c = 0,86 \text{ horas ou } 51,6 \text{ minutos}$$

Com os dados da bacia hidrográfica verificamos na - Curva de Intensidade – Frequência – Duração de Precipitação, para a estação de Arapiraca, adotaremos uma precipitação de 38mm/h.

Logo:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

$$I = 44,18 \text{ mm}$$

Como o solo da área de contribuição é composto por arenoso de áreas cultivadas, adotemos o coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial C = 0,25.

Então:

$$Q_p = 0,278 \times 0,25 \times 44,18 \times 1,50,$$

$$Q_p = 4,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamento do Bueiro

O dimensionamento será realizado utilizando-se a equação de Chezy e será utilizado o aplicativo SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos, através do módulo “Estruturas Hidráulicas” (disponível em: <https://www.pimentadeavila.com.br/sisccoh>) desenvolvido por BAPTISTA, COELHO & ALEXANDRE.

A tela a seguir mostra os dados de entrada, aonde as medidas geométricas foram oriundos do projeto geométrico, com isso ficou preestabelecido comprimento e altura dos elementos de drenagem de acordo com o mesmo, servindo assim de dado de entrada para o Software para início do processo de cálculo:

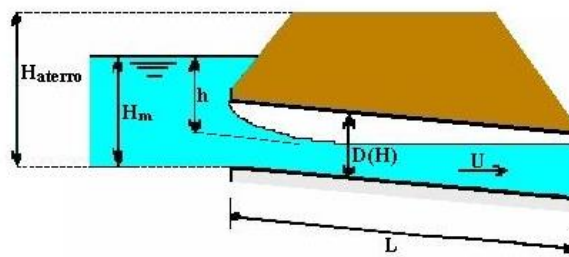
SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Bueiros

Dados de Entrada		
Vazão afluyente (m ³ /s)	4,6	
Coeficiente de Manning	0,015	
Declividade (m/m)	0,011	
Comprimento do bueiro (m)	13,50	
Diâmetro (m)	1,20	
Altura do aterro em Relação ao emboque (m)	3,00	
Resultados		
Tipo de bueiro	BDTC Ø 1,2	
Condição de funcionamento hidráulico do bueiro		
Carga a partir do eixo da obra (m)	0,5883	
Altura total do NA a montante (m)		11.883
Profundidade Operacional em Escoamento Uniforme (m)	0,704	
Velocidade Associada à Prof. Operacional em Esc. Uniforme (m/s)		33.347

A tela a seguir demonstra os resultados provenientes dos cálculos hidráulicos:

D (m)	1,2	U (m/s)	3,334	L (m)	13,5
H _m (m)	1,188	h (m)	0,588	H _{aterro} (m)	3

BDTC Ø 1,2 - Funcionando como Orifício



Logo na estaca 107+5,00, deverar ser composta 2 bueiros com diâmetro de Ø 1200 mm, fucionando como Orifício atendendo com folga cheias durante a quadra invernosa, e o bueiro existente permanecerá implantado de modo que, em uma grande cheia comtribua com a drenagem das águas que carrearem a montante do dispositivo, visto que o mesmo se encontra em bom estado de conservação, apresentando apenas vazão insuficiente.

3.1.1.4.2 ESTACA 136+5,00

A referida estaca é localizada, em um trecho da rodovia que a montante esta localizada uma colina, aonde em periodos chuvosos pequenas movimentação de água são apresentadas no local.

Atualmente existe um bueiro de concreto com de Ø 300 mm, fucionando de maneira precaria, conforme imagens asseguir:



MONTANTE



JUSANTE

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Após a realização dos estudos topográficos e georreferenciamento digital, o resultado indicou que a área de contribuição a montante da microbacia hidrográfica, que constituem uma área de aproximadamente 1,40 km².

Vazão de projeto

Dada a dimensão da bacia de contribuição, no local de instalação do bueiro, será utilizado o Método Racional (Pequenas Bacias).

O tempo de recorrência a ser empregado será de 50 (cinquenta) anos.

A Estação Fluviométrica selecionada para a realização da modelagem estatística dos dados fluviométricos é a de Arapiraca, a mais próxima, que tem um período de observação de 29 anos (1963 – 1991), tem maior proximidade média com o trecho e por apresentar valores maiores de precipitações representa a pluviometria da região. Portanto, foi escolhida para fornecer os dados de precipitações para dimensionamentos e verificações hidráulicas das obras de drenagem do trecho.

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas até 4,0km², com isso, foi adotado o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d$$

Onde:

Q_p = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m^3/s ;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento Superficial; e

I = Intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

Onde:

P = altura de chuva para o tempo de concentração (mm); e

T_c = tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula do Kirpich:

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média ponderada do talvegue em %;

A_d = área da bacia, em km^2 .

Logo teremos para a referida barcia:

$$L = 1,147 \text{ Km}$$

$$S = 5,3\%$$

$$T_c = 0,39 (1,147^2/0,053)^{0,385}$$

$$T_c = 1,34 \text{ horas ou } 80,40 \text{ minutos}$$

Com os dados da bacia hidrográfica verificamos na - Curva de Intensidade – Frequência – Duração de Precipitação, para a estação de Arapiraca, adotaremos uma precipitação de 38mm/h.

Logo:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

$$I = 28,36 \text{ mm}$$

Como o solo da área de contribuição é composto por arenoso de áreas cultivadas, adotemos o coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial $C = 0,25$.

Então:

$$Q_p = 0,278 \times 0,25 \times 28,36 \times 1,40,$$

$$Q_p = 2,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamento do Bueiro

O dimensionamento será realizado utilizando-se a equação de Chezy e será utilizado o aplicativo SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos, através do módulo “Estruturas Hidráulicas” (disponível em: <https://www.pimentadeavila.com.br/sisccoh>) desenvolvido por BAPTISTA, COELHO & ALEXANDRE.

A tela a seguir mostra os dados de entrada, aonde as medidas geométricas foram oriundos do projeto geométrico, com isso ficou preestabelecido comprimento e altura dos elementos de drenagem de acordo com o mesmo, servindo assim de dado de entrada para o Software para início do processo de cálculo:

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Bueiros

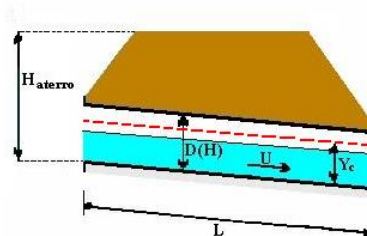
Dados de Entrada		
Vazão afluyente (m ³ /s)	2,76	
Coeficiente de Manning	0,015	
Declividade (m/m)	0,056	
Comprimento do bueiro (m)		15.235
Diâmetro (m)	1,00	
Altura do aterro em Relação ao emboque (m)	2,00	
Resultados		
Tipo de bueiro	BDTC Ø 1 Canal	
Condição de funcionamento hidráulico do bueiro	Supercrítico	
Declividade crítica (m/m)	0,0074	
Profundidade crítica (m)	0,6773	
Vazão admissível (m ³ /s)		29.127
Profundidade Operacional em Escoamento Uniforme (m)	0,3624	
Velocidade Associada à Prof. Operacional do Esc. Uniforme (m/s)		53.736

A tela a seguir demonstra os resultados provenientes dos cálculos hidráulicos:

Esquema das condições hidráulicas do bueiro:

D (m)	1	U (m/s)	5,373	L (m)	15,23
Yc (m)	0,677	H _{aterro} (m)	2		

BDTC Ø 1 - Funcionando como Canal
Escoamento Supercrítico



Logo na estaca 136+5,00, deverar ser composta 2 bueiros com diâmetro de Ø 1000 mm, fucionando como Canal Supercrítico atendendo com folga cheias durante a quadra invernosa e os dispositivos implantados atualmente serão removidos e demolidos, visto que não fucionam adequadamente.

3.1.1.4.3 ESTACA 147

A referida estaca é localizada, em um trecho da rodovia que secciona uma área de vale da microbacia, aonde em periodos chuvosos pequenas movimentação de água são apresentadas no local.

Atualmente existe um bueiro de concreto com de Ø 300 mm, fucionando de maneira precaria, conforme imagens asseguir:



MONTANTE



JUSANTE

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Após a realização dos estudos topográficos e georreferenciamento digital, o resultado indicou que a área de contribuição a montante da microbacia hidrográfica, que constitui em uma área de aproximadamente 0,75 km².

Vazão de projeto

Dada a dimensão da bacia de contribuição, no local de instalação do bueiro, será utilizado o Método Racional (Pequenas Bacias).

O tempo de recorrência a ser empregado será de 50 (cinquenta) anos.

A Estação Fluviométrica selecionada para a realização da modelagem estatística dos dados fluviométricos é a de Arapiraca, a mais próxima, que tem um período de observação de 29 anos (1963 – 1991), tem maior proximidade média com o trecho e por apresentar valores maiores de precipitações representa a pluviometria da região. Portanto, foi escolhida para fornecer os dados de precipitações para dimensionamentos e verificações hidráulicas das obras de drenagem do trecho.

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas até 4,0km², com isso, foi adotado o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d$$

Onde:

Q_p = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento Superficial; e

I = Intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

Onde:

P = altura de chuva para o tempo de concentração (mm); e

T_c = tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula do Kirpich:

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média ponderada do talvegue em %;

A_d = área da bacia, em km².

Logo teremos para a referida barcia:

$$L = 0,532 \text{ Km}$$

$$S = 4,5\%$$

$$T_c = 0,39 (0,532^2/0,045)^{0,385}$$

$$T_c = 0,79 \text{ horas ou } 47,50 \text{ minutos}$$

Com os dados da bacia hidrográfica verificamos na - Curva de Intensidade – Frequência – Duração de Precipitação, para a estação de Arapiraca, adotaremos uma precipitação de 38mm/h.

Logo:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

$$I = 48,10 \text{ mm}$$

Como o solo da área de contribuição é composto por arenoso de áreas cultivadas, adotemos o coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial $C = 0,25$.

Então:

$$Q_p = 0,278 \times 0,25 \times 48,10 \times 0,75,$$

$$Q_p = 2,50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamento do Bueiro

O dimensionamento será realizado utilizando-se a equação de Chezy e será utilizado o aplicativo SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos, através do módulo “Estruturas Hidráulicas” (disponível em: <https://www.pimentadeavila.com.br/sisccoh>) desenvolvido por BAPTISTA, COELHO & ALEXANDRE.

A tela a seguir mostra os dados de entrada, aonde as medidas geométricas foram oriundos do projeto geométrico, com isso ficou preestabelecido comprimento e altura dos elementos de drenagem de acordo com o mesmo, servindo assim de dado de entrada para o Software para início do processo de cálculo:

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Bueiros

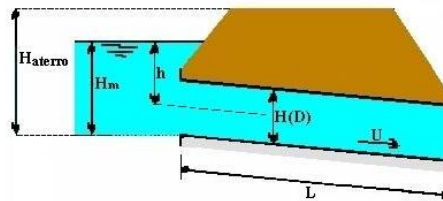
Dados de Entrada		
Vazão afluyente (m ³ /s)	2,50	
Coeficiente de Manning	0,015	
Declividade (m/m)	0,025	
Comprimento do bueiro (m)	13,80	
Diâmetro (m)	0,800	
Altura do aterro em Relação ao emboque (m)	2,00	
Resultados		
Tipo de bueiro	BDTC Ø 0,8	
Condição de funcionamento hidráulico do bueiro		
Carga a partir do eixo da obra (m)	0,8797	
Altura total do NA a montante (m)		12.797
Profundidade Operacional em Escoamento Uniforme (m)	0,4884	
Velocidade Associada à Prof. Operacional em Esc. Uniforme (m/s)		38.883

A tela a seguir demonstra os resultados provenientes dos cálculos hidráulicos:

Esquema das condições hidráulicas do bueiro:

D (m)	0,8	U (m/s)	3,888	L (m)	13,8
H _m (m)	1,279	H _{aterro} (m)	2		

BDTC Ø 0,8 - Funcionando como Orifício



Logo na estaca 147,00, deverar ser composta 2 bueiros com diâmetro de Ø 800 mm, fucionando como Orifício atendendo com folga cheias durante a quadra invermosa e os dispositivos implantados atualmente serão removidos e demolidos, visto que não fucionam adequadamente.

3.1.1.4.4 ESTACA 168;

A referida estaca é localizada, em um trecho da rodovia que secciona uma área de vale da microbacia, aonde em periodos chuvosos pequenas movimentação de água são apresentadas no local.

Atualmente existe um bueiro de concreto com de Ø 300 mm, fucionando de maneira precaria, conforme imagens asseguir:



MONTANTE



JUSANTE

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Após a realização dos estudos topográficos e georreferenciamento digital, o resultado indicou que a área de contribuição a montante da microbacia hidrográfica, que constituem uma área de aproximadamente 0,64 km².

Vazão de projeto

Dada a dimensão da bacia de contribuição, no local de instalação do bueiro, será utilizado o Método Racional (Pequenas Bacias).

O tempo de recorrência a ser empregado será de 50 (cinquenta) anos.

A Estação Fluviométrica selecionada para a realização da modelagem estatística dos dados fluviométricos é a de Arapiraca, a mais próxima, que tem um período de observação de 29 anos (1963 – 1991), tem maior proximidade média com o trecho e por apresentar valores maiores de precipitações representa a pluviometria da região. Portanto, foi escolhida para fornecer os dados de precipitações para dimensionamentos e verificações hidráulicas das obras de drenagem do trecho.

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas até 4,0km², com isso,

foi adotado o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d$$

Onde:

Q_p = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento Superficial; e

I = Intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

Onde:

P = altura de chuva para o tempo de concentração (mm); e

T_c = tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula do Kirpich:

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média ponderada do talvegue em %;

A_d = área da bacia, em km².

Logo teremos para a referida bacia:

$$L = 1,110 \text{ km}$$

$$S = 5,5\%$$

$$T_c = 0,39 (1,110^2/0,055)^{0,385}$$

$$T_c = 1,29 \text{ horas ou } 77,46 \text{ minutos}$$

Com os dados da bacia hidrográfica verificamos na - Curva de Intensidade – Frequência – Duração de Precipitação, para a estação de Arapiraca, adotaremos uma precipitação de 38mm/h.

Logo:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

$$I = 29,46 \text{ mm}$$

Como o solo da área de contribuição é composto por arenoso de áreas cultivadas, adotemos o coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial $C = 0,25$.

Então:

$$Q_p = 0,278 \times 0,25 \times 29,46 \times 0,64,$$

$$Q_p = 1,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamento do Bueiro

O dimensionamento será realizado utilizando-se a equação de Chezy e será utilizado o aplicativo SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos, através do módulo “Estruturas Hidráulicas” (disponível em: <https://www.pimentadeavila.com.br/sisccoh>) desenvolvido por BAPTISTA, COELHO & ALEXANDRE.

A tela a seguir mostra os dados de entrada, aonde as medidas geométricas foram oriundos do projeto geométrico, com isso ficou preestabelecido comprimento e altura dos elementos de drenagem de acordo com o mesmo, servindo assim de dado de entrada para o Software para início do processo de cálculo:

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Bueiros

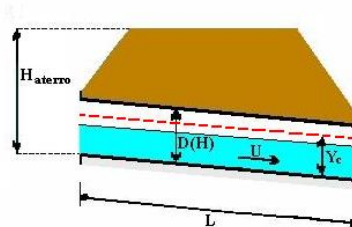
Dados de Entrada		
Vazão afluyente (m ³ /s)	1,31	
Coeficiente de Manning	0,015	
Declividade (m/m)	0,012	
Comprimento do bueiro (m)	12,60	
Diâmetro (m)	0,80	
Altura do aterro em Relação ao emboque (m)		2
Resultados		
Tipo de bueiro	BDTC Ø 0,8 Canal	
Condição de funcionamento hidráulico do bueiro	Supercrítico	
Declividade crítica (m/m)	0,008	
Profundidade crítica (m)	0,4918	
Vazão admissível (m ³ /s)		16.673
Profundidade Operacional em Escoamento Uniforme (m)	0,4102	
Velocidade Associada à Prof. Operacional do Esc. Uniforme (m/s)		25.241

A tela a seguir demonstra os resultados provenientes dos cálculos hidráulicos:

Esquema das condições hidráulicas do bueiro:

D (m)	0,8	U (m/s)	2,524	L (m)	12,6
Yc (m)	0,491	H _{aterro} (m)	2		

BDTC Ø 0,8 - Funcionando como Canal
Escoamento Supercrítico



Logo na estaca 168,00, deverar ser composta 2 bueiros com diâmetro de Ø 800 mm, fucionando como canal escoamento supercritico atendendo com folga cheias durante a quadra invernosa e os dispositivos implantados atualmente serão removidos e demolidos, visto que não fucionam adequadamente.

3.1.1.4.5 ESTACA 240 +2;

A referida estaca é localizada, em um trecho da rodovia que secciona uma área de vale da microbacia, aonde em periodos chuvosos pequenas movimentação de água são apresentadas no local.

Atualmente existe um bueiro de concreto com de Ø 300 mm, fucionando de maneira precaria, conforme imagens asseguir:



MONTANTE



JUSANTE

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Após a realização dos estudos topográficos e georreferenciamento digital, o resultado indicou que a área de contribuição a montante da microbacia hidrográfica, que constitui uma área de aproximadamente 0,35 km².

Vazão de projeto

Dada a dimensão da bacia de contribuição, no local de instalação do bueiro, será utilizado o Método Racional (Pequenas Bacias).

O tempo de recorrência a ser empregado será de 50 (cinquenta) anos.

A Estação Fluviométrica selecionada para a realização da modelagem estatística dos dados fluviométricos é a de Arapiraca, a mais próxima, que tem um período de observação de 29 anos (1963 – 1991), tem maior proximidade média com o trecho e por apresentar valores maiores de precipitações representa a pluviometria da região. Portanto, foi escolhida para fornecer os dados de precipitações para dimensionamentos e verificações hidráulicas das obras de drenagem do trecho.

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas até 4,0km², com isso, foi adotado o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d$$

Onde:

Q_p = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento Superficial; e

I = Intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

Onde:

P = altura de chuva para o tempo de concentração (mm); e

T_c = tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula do Kirpich:

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média ponderada do talvegue em %;

A_d = área da bacia, em km².

Logo teremos para a referida barcia:

$$L = 0,530 \text{ Km}$$

$$S = 2,5\%$$

$$T_c = 0,39 (0,530^2/0,025)^{0,385}$$

$$T_c = 0,99 \text{ horas ou } 59,39 \text{ minutos}$$

Com os dados da bacia hidrográfica verificamos na - Curva de Intensidade – Frequência – Duração de Precipitação, para a estação de Arapiraca, adotaremos uma precipitação de 38mm/h.

Logo:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

$$I = 38,38 \text{ mm}$$

Como o solo da área de contribuição é composto por arenoso de áreas cultivadas, adotemos o coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial $C = 0,25$.

Então:

$$Q_p = 0,278 \times 0,25 \times 38,38 \times 0,35,$$

$$Q_p = 0,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamento do Bueiro

O dimensionamento será realizado utilizando-se a equação de Chezy e será utilizado o aplicativo SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos, através do módulo “Estruturas Hidráulicas” (disponível em: <https://www.pimentadeavila.com.br/sisccoh>) desenvolvido por BAPTISTA, COELHO & ALEXANDRE.

A tela a seguir mostra os dados de entrada, aonde as medidas geométricas foram oriundos do projeto geométrico, com isso ficou preestabelecido comprimento e altura dos elementos de drenagem de acordo com o mesmo, servindo assim de dado de entrada para o Software para início do processo de cálculo:

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Bueiros

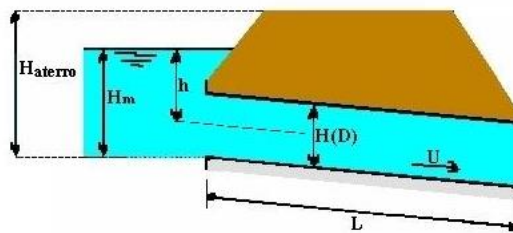
Dados de Entrada	
Vazão afluyente (m ³ /s)	0,93
Coeficiente de Manning	0,015
Declividade (m/m)	0,011
Comprimento do bueiro (m)	7,00
Diâmetro (m)	0,6
Altura do aterro em Relação ao emboque (m)	2,00
Resultados	
Tipo de bueiro	BSTC Ø 0,6
Condição de funcionamento hidráulico do bueiro	
Carga a partir do eixo da obra (m)	13.889
Altura total do NA a montante (m)	16.889
Profundidade Operacional em Escoamento Uniforme (m)	-
Velocidade Associada à Prof. Operacional em Esc. Uniforme (m/s)	-

A tela a seguir demonstra os resultados provenientes dos cálculos hidráulicos:

Esquema das condições hidráulicas do bueiro:

D (m)	0,6	U (m/s)	3,375	L (m)	7
H _m (m)	1,688	H _{aterro} (m)	2		

BSTC Ø 0,6 - Funcionando como Orifício



Logo na estaca 240,00 +2,00, deverar ser composta 1 bueiros com diâmetro de Ø 600 mm seccionando a rodovia, devido o embutimento da tubulação deverar ter um prolongamento de 25,00 metros com manilhas de 1000 mm devido sua facilidade de manutenção, aonde seu fucionando como canal escoamento supercritico atendendo com folga cheias durante a quadra invernos e os dispositivos implantados atualmente serão removidos e demolidos, visto que não fucionam adequadamente.

3.1.1.4.6 ESTACA 276 +1;

A referida estaca é localizada, em um trecho da rodovia que secciona uma área de vale da microbacia, aonde em periodos chuvosos pequenas movimentação de água são apresentadas no local.

Atualmente existe um bueiro de concreto com de Ø 300 mm, fucionando de maneira precaria, conforme imagens asseguir:



MONTANTE



JUSANTE

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Após a realização dos estudos topográficos e georreferenciamento digital, o resultado indicou que a área de contribuição a montante da microbacia hidrográfica, que constituem uma área de aproximadamente 0,15 km².

Vazão de projeto

Dada a dimensão da bacia de contribuição, no local de instalação do bueiro, será utilizado o Método Racional (Pequenas Bacias).

O tempo de recorrência a ser empregado será de 50 (cinquenta) anos.

A Estação Fluviométrica selecionada para a realização da modelagem estatística dos dados fluviométricos é a de Arapiraca, a mais próxima, que tem um período de observação de 29 anos (1963 – 1991), tem maior proximidade média com o trecho e por apresentar valores maiores de precipitações representa a pluviometria da região. Portanto, foi escolhida para fornecer os dados de precipitações para dimensionamentos e verificações hidráulicas das obras de drenagem do trecho.

Para o cálculo das vazões afluentes em bacias hidrográficas com áreas até 4,0km², com isso, foi adoto o Método Racional e para o cálculo de descarga de pico em áreas rurais, acredita-se na fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_d$$

Onde:

Q_p = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento Superficial; e

I = Intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

Onde:

P = altura de chuva para o tempo de concentração (mm); e

T_c = tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula do Kirpich:

$$T_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média ponderada do talvegue em %;

A_d = área da bacia, em km².

Logo teremos para a referida barcia:

$$L = 0,625 \text{ Km}$$

$$S = 3,2\%$$

$$T_c = 0,39 (0,625^2/0,032)^{0,385}$$

$$T_c = 1,022 \text{ horas ou } 61,31 \text{ minutos}$$

Com os dados da bacia hidrográfica verificamos na - Curva de Intensidade – Frequência – Duração de Precipitação, para a estação de Arapiraca, adotaremos uma precipitação de 38mm/h.

Logo:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

$$I = 37,18 \text{ mm}$$

Como o solo da área de contribuição é composto por arenoso de áreas cultivadas, adotemos o coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial $C = 0,25$.

Então:

$$Q_p = 0,278 \times 0,25 \times 37,18 \times 0,15,$$

$$Q_p = 0,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamento do Bueiro

O dimensionamento será realizado utilizando-se a equação de Chezy e será utilizado o aplicativo SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos, através do módulo “Estruturas Hidráulicas” (disponível em: <https://www.pimentadeavila.com.br/sisccoh>) desenvolvido por BAPTISTA, COELHO & ALEXANDRE.

A tela a seguir mostra os dados de entrada, aonde as medidas geométricas foram oriundos do projeto geométrico, com isso ficou preestabelecido comprimento e altura dos elementos de drenagem de acordo com o mesmo, servindo assim de dado de entrada para o Software para início do processo de cálculo:

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Bueiros

Dados de Entrada	
Vazão afluyente (m ³ /s)	0,38
Coeficiente de Manning	0,015
Declividade (m/m)	0,043
Comprimento do bueiro (m)	7,00
Diâmetro (m)	0,6
Altura do aterro em Relação ao emboque (m)	2,00
Resultados	
Tipo de bueiro	BSTC Ø 0,6 Canal
Condição de funcionamento hidráulico do bueiro	Supercrítico
Declividade crítica (m/m)	0,0088
Profundidade crítica (m)	0,4038
Vazão admissível (m ³ /s)	0,4275
Profundidade Operacional em Escoamento Uniforme (m)	0,2429
Velocidade Associada à Prof. Operacional em Esc. Uniforme (m/s)	35.415

A tela a seguir demonstra os resultados provenientes dos cálculos hidráulicos:



Logo na estaca 276,00 +1,00, deverar ser composta 1 bueiros com diâmetro de Ø 600 mm seccionando a rodovia, devido o embutimento da tubulação deverar ter um prolongamento de 25,00 metros com manilhas de 800 mm devido sua facilidade de manutenção, aonde seu fucionando como canal escoamento supercritico atendendo com folga cheias durante a quadra invernos e os dispositivos implantados atualmente serão removidos e demolidos, visto que não fucionam adequadamente.

1.6 Projeto Geométrico

1.6.1 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.

1.6.2 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.

1.6.3 Características técnicas e operacionais

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

EXTENSÃO

- EXTENSÃO TOTAL: 5,3835Km

PLANTA

- TIPO DE REGIAO ATRAVESSADA: Ondulada
- CLASSE DA RODOVIA: ACESSO - CLASSE IV
- NUMERO DE FAIXAS 2
- LARGURA DA PLATAFORMA; 7,00 m
- LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO: 3,00 m
- LARGURA DO ACOSTAMENTO: 0,50 m

DECLIVIDADE TRANSVERSAL MÉDIA

2%

VELOCIDADE DIRETRIZ

60 km/h

1.7 Projeto de Terraplenagem

1.7.1 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 mapade cubação, verificou-se a necessidade de empréstimos laterais para suprir a falta de volume dos aterros a serem executados.

1.7.2 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.

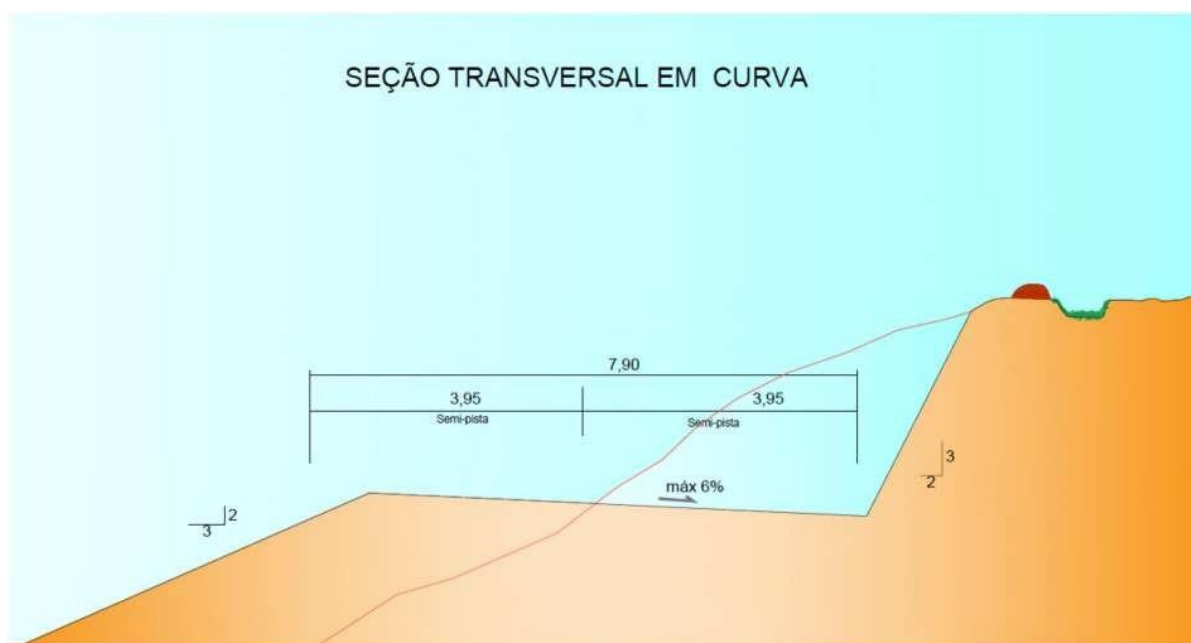
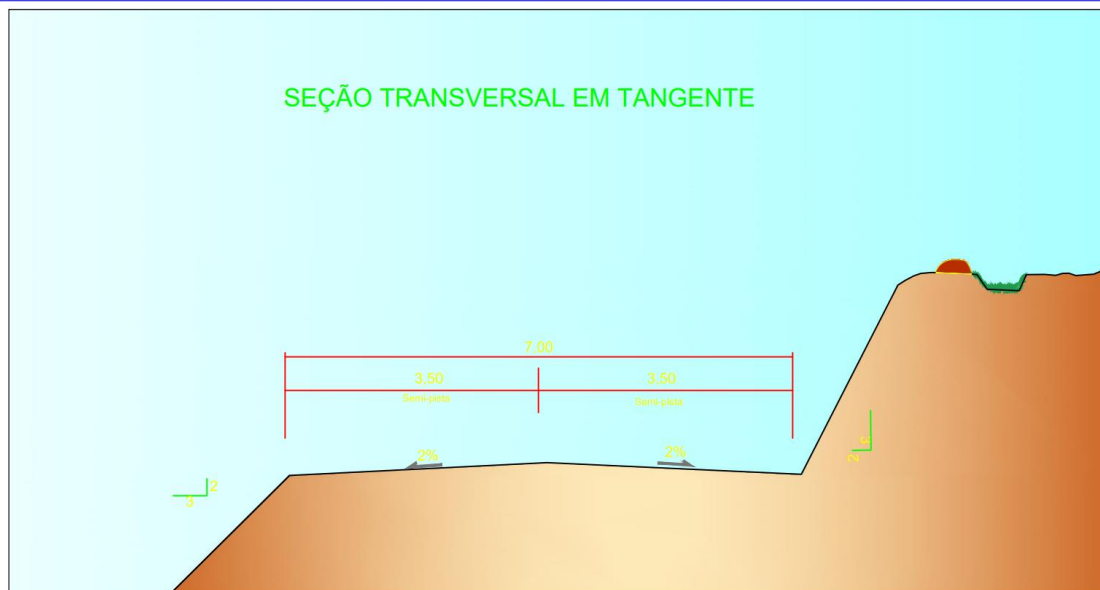
O projeto foi composto das seguintes análises:

- 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;

1.7.3 Seção transversal tipo

Na seção transversal tipo para a plataforma, adotando-se um caimento transversal de 2%, nas seções em tangente e 6% 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 corte e aterros obtidos no perfil longitudinal do projeto geométrico.

A seguir apresentamos as seções tipo de terraplenagem adotada:



1.7.4 Movimentação de Terras

No movimento de terras elaborado, os solos provenientes das operações de corte foram classificados como materiais de 1ª, 2ª 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 > 10 % e expansão de $\leq 2\%$. O grau de compactação exigido será de 100%, em relação à massa específica 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.

1.7.5 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"

1.8 Projeto de Pavimentação

1.8.1 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.

1.8.2 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”

4.3.2.1 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.

4.3.2.2 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:

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

4.3.2.3 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 031/2006-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 asfálticas de CBUQ, instaladas na região do município, em uma raio de 50km do centro da rodovia foram localizadas 4 unidades no município de Arapiraca – Alagoas, viabilizando a utilização do CBUQ no empreendimento.

4.3.2.4 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.
$10^6 < N < 5 \times 10^6$	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;

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

DADOS		H20 (cm)	H10 (cm)	REVESTIMENTO (cm)
NUMERO "N"	2,0E+06	24	40	5,0
CBR do Sub-Base	20 %			
CBR do Subleito	10 %			

Determinadas as espessuras de Hn (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:

$$RK_R + BK_B = H_{20};$$

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_{SB} = H_n;$$

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

Concreto Betuminoso Usinado a Quente	: K_R	= 2,00
Base Granular	: K_B	= 1,00
Sub-base Granular	: K_S	= 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 de base + revestimento, determinada em função do número N e do ISC da sub-base (20%) será de 24 cm. A espessura da base será então de:

$$R \times K_R + B \times K_B > 24 \text{ cm}$$

$$5 \times 2 + B \times 1,0 = 24$$

$$B > 24 - 10 \text{ ou } B = 14 \text{ cm}$$

Adotou-se $B = 15 \text{ cm}$

Para a camada de sub-base, em função do ISC do subleito (10%) e do número N , tem-se:

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_s = H_{11}$$

$$5 \times 2 + 15 \times 1,0 + h_{20} = 40 \text{ cm}$$

$$h_{20} > 40 - 25 \text{ ou } h_{20} = 15 \text{ cm}$$

Adotou-se $h_{20} = 15 \text{ cm}$

Assim, pela aplicação do método do Engº Murilo Lopes de Souza, foram obtidas as seguintes espessuras:

- Sub-base de solo pedregulhoso ou picarra de jazida, $\text{CBR} > 20\%$, com 15 cm de espessura;
- Base de brita com $\text{CBR} > 80\%$ com 15 cm de espessura;
- Revestimento em CBUQFx.”C” com 5 cm de espessura.

1.8.3 Método Construtivo:

- 1- Regularização do subleito;
- 2- Execução de sub-base de solo pedregulhoso ou picarra de jazida, $\text{CBR} > 20\%$, com 15 cm de espessura;
- 3- Execução de base de brita com espessura de 15 cm;

- 4- Imprimação com Emulsão EAI taxa 1,3 L/m² em toda superfície da base;
- 5- Pintura de ligação com RR-1C taxa de 0,0004t/m² em toda superfície da base imprimada;
- 6- Capa de rolamento com Concreto Betuminoso Usinado a Quente com 5,0 cm de espessura.

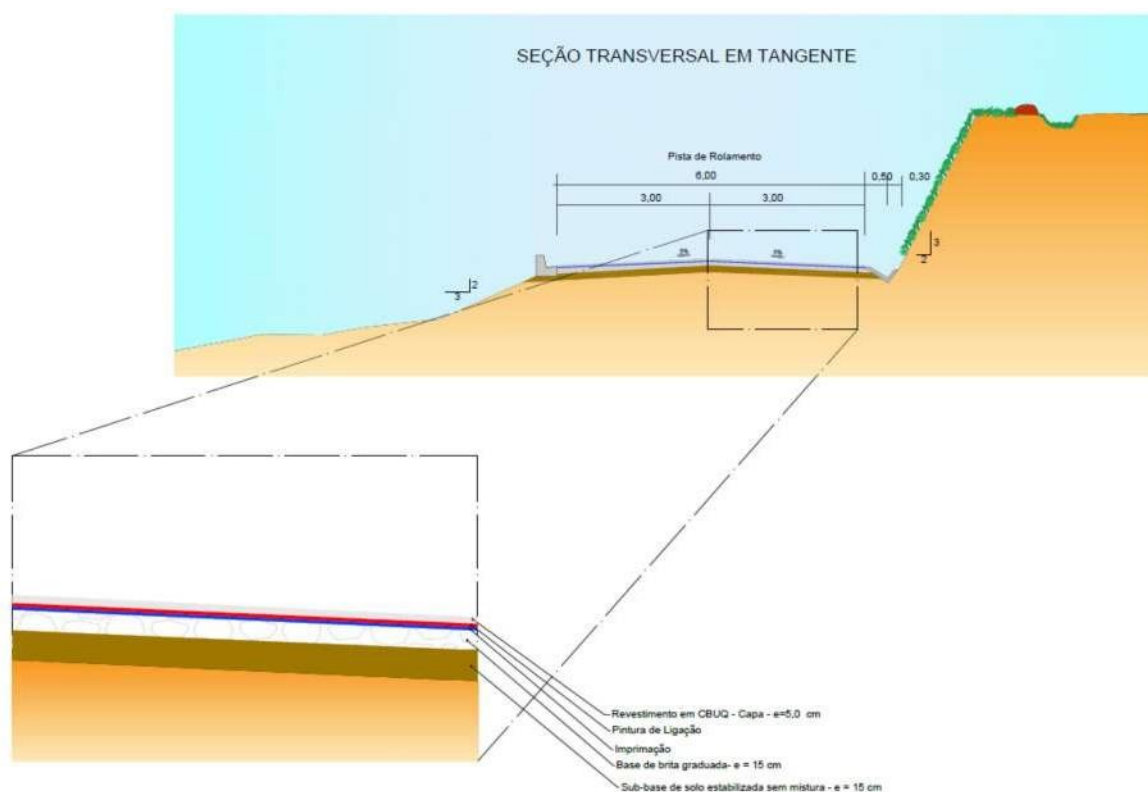
Foram projetados limpa rodas nos principais acessos laterais, a fim de evitar danos na rodovia.

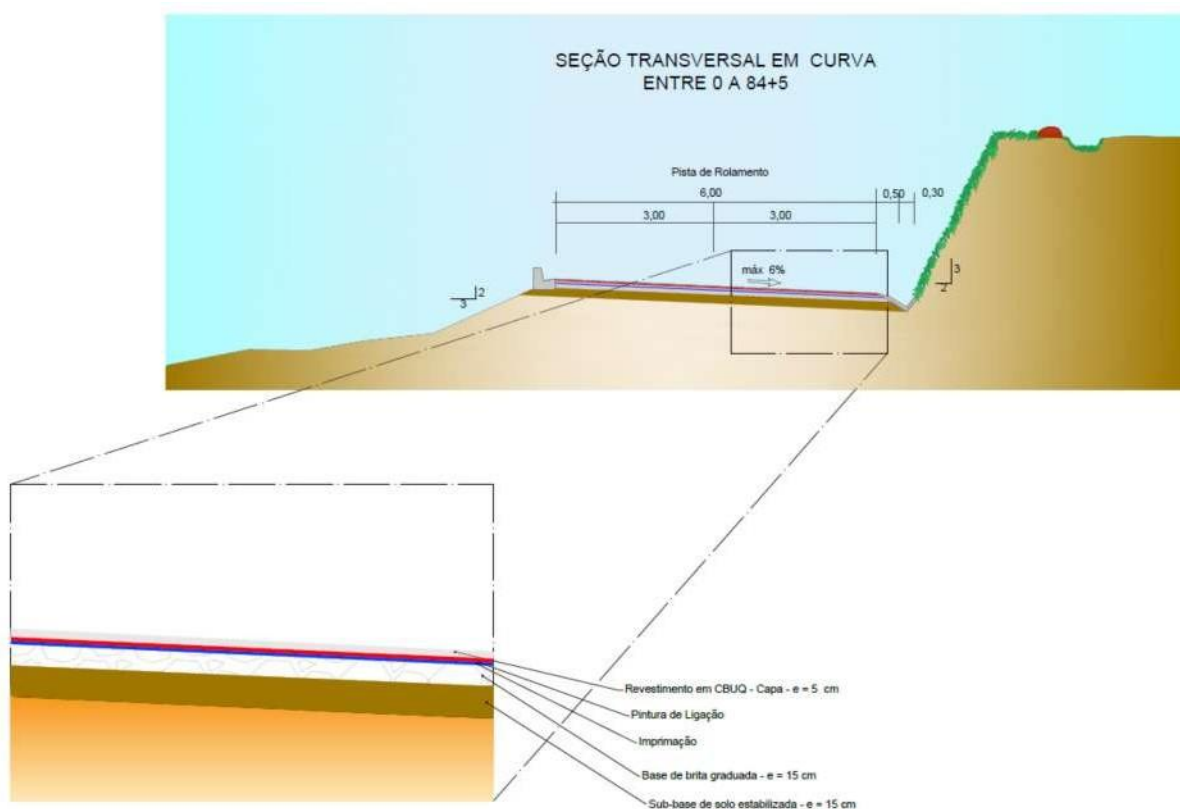
No Volume 2 – Projeto Básico, consta a Memória de Cálculo dos serviços de Pavimentação.

1.8.4 Seção tipo de pavimentação

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

Seção Transversal Tipo de Pavimentação





1.9 Projeto de Drenagem e Obras d'Arte Corrente

1.9.1 Introdução

O desenvolvimento desta etapa foi estruturado observando as disposições da IS-210: Projeto de Drenagem do DNIT.

A obra de drenagem objetivou proteger o segmento rodoviário em estudo das águas que, de algum modo, possam prejudicá-lo ou que intercepta o traçado, conduzi-las para local de deságue seguro.

Os dispositivos utilizados no projeto são aqueles padronizados pelos Órgãos Rodoviários como DNIT (antigo DNER) e pelo DER-ES (antigo DER), visando-se tanto o aspecto técnico quanto de quantificação dos mesmos.

1.9.2 Metodologia de Cálculo e dimensionamento hidráulico

Para alcançar o objetivo proposto, foram adotados os procedimentos metodológicos definidos pelas Normas do DNIT, que constitui referência básica, tanto no que toca ao cálculo hidráulico como na definição das obras tipo.

O estudo do dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial constitui na determinação da máxima extensão admissível a qual não ocorra transbordamento da mesma ou atinja uma largura de inundação permitida. Esta extensão está condicionada a capacidade máxima de vazão da seção em análise. Para isto levou-se em consideração o tipo da obra e sua declividade de instalação, permitindo determinar o posicionamento das saídas d'água.

No dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem utilizou-se para cálculos a fórmula de Manning.

Utilizou-se, também, a equação da continuidade: $Q = A \times V$, onde: A = área da seção molhada do canal em m^2 , e V = velocidade do escoamento em m/s ., combinando-se a fórmula de Manning com a equação da continuidade.

1.9.3 Drenagem Superficial

Nesta parte estão compreendidas as obras que servem para coletar e conduzir para fora do corpo estradal as águas que caem sobre o pavimento e aquelas que para ali se dirigem.

Com o levantamento topográfico e o relatório cadastral dos dispositivos gerou-se planilhas com os quantitativos os dispositivos existentes e a implantar, constante no Volume 2 Projeto Executivo.

1.9.4 Obras de Arte Corrente – Bueiros

Em função dos elementos cartográficos disponíveis, na escala 1:100.000, foi possível coletar elementos para o cálculo das vazões de projeto, das bacias contribuintes, que puderam ser identificadas e delimitadas através de seus divisores topográficos.

Metodologias distintas foram levadas a efeito para a determinação da vazão dos bueiros celulares e tubulares. Os bueiros tubulares foram projetados objetivando escoar as águas drenadas pelo sistema superficial da via ou permitir a transposição de cursos de água já existentes.

O dimensionamento fundamentou-se nas vazões obtidas no âmbito dos estudos hidrológicos, considerando-se o período de recorrência e tempo de concentração calculados.

Para as pequenas bacias, onde não houve possibilidade de obtenção de dados, optou-se por dimensionar as obras de forma comparativa, e observações locais, complementadas com informações obtidas junto a moradores locais.

Foram adotadas obras de drenagem objetivando atender as contribuições de vazões estimadas para cada trecho da via e de forma a manter o escoamento controlado, dentro dos

limites admissíveis de velocidade.

Os bueiros geralmente são dimensionados para um período de recorrência de 25 anos, funcionando como canal, e 50 anos com sobrecarga hidráulica. A verificação foi efetuada para a situação mais crítica, ou seja, a obra funcionando com sobrecarga hidráulica.

Procurou-se projetar bueiros com seções compatíveis, de maneira a controlar o afogamento na boca da obra. O afogamento máximo admitido é de 1.00 m acima da geratriz superior do bueiro.

A metodologia recomenda para dimensionamento de bueiros duas condições distintas de operação hidráulica: a primeira com controle a montante e a segunda com controle à jusante. A operação hidráulica da obra com controle a montante conduz o bueiro a se comportar como orifício, sendo as condições de entrada o único parâmetro de vazão.

Nesse método de dimensionamento, são fixadas as dimensões da obra e determinada a altura atingida pela lâmina d'água na boca do bueiro, de modo a permitir a vazão compatível com a descarga da bacia. Verifica-se então, se essa altura d'água é compatível com as características geométricas do aterro.

1.10 Projeto de Sinalização

1.10.1 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.

1.10.2 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, os sinais de regulamentação serão: R-1, R-2, R-7, R-12, R-19, R-34. As placas de Advertência serão: A-1b, A-2a, A-2b, A-3a, A-3b, A-5a, A-10, A-7a, A-7b, A-8, A-32b, e A-33b.

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	
	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:

Via	Diâmetro (m)	Tarja (m)	Orla (m)
Urbana (de trânsito rápido)	0,75	0,075	0,075
Urbana (demais vias)	0,50	0,050	0,050
Rural (estrada)	0,75	0,075	0,075
Rural (rodovia)	1,00	0,100	0,100

No projeto, as placas regulamentares de forma circular são de 0,80 e 0,60 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 semafórico do símbolo do sinal A-14.
Preta	N 0,5	símbolos, tarjas, orlas internas e legendas dos sinais de advertência.
Verde	10 G 3/8	foco semafórico do símbolo do sinal A-14.
Vermelha	7,5 R 4/14	foco semafórico do símbolo do sinal A-14.

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

Dimensões:

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

Dimensões mínimas – Sinais de forma quadrada

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

(*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.

Obs.: Nos casos de sinais de advertência desenhados em placa adicional, o lado mínimo pode ser de 0,30m.

No projeto, todas as placas de advertência de forma quadrada são de 0,80 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.

Neste projeto utilizou-se a sinalização de Indicação educativa. 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.

1.10.3 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 15 cm e seguindo as seguintes finalidades:

1. Linhas de borda de pista – delimitam para o usuário a parte da pista destinada ao tráfego.
2. Linhas de proibição de ultrapassagem – 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 demarcadoras de faixas de tráfego – delimitam as faixas de rolamento, sendo tracejadas na proporção de 1:3 (do segmento pintado de 3,0 metros, para interrompido de 6,0 metros), à exceção das aproximações de zonas de proibição de ultrapassagem sendo tracejadas na proporção de 1:1, também com comprimento de 3,0 metros, numa extensão de 152,0 metros. As cores das linhas são brancas e amarelas, branca para separação de faixas com mesmo sentido de tráfego (pista dupla ou múltiplas) e amarela para separação de faixas com sentido opostos de tráfego (pistas simples).
 4. 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.
 5. 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.

Como também, foram projetadas tachas e tachões bidirecionais, objetivando uma melhor orientação dos usuários da rodovia.

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

5. Relatório Fotográfico

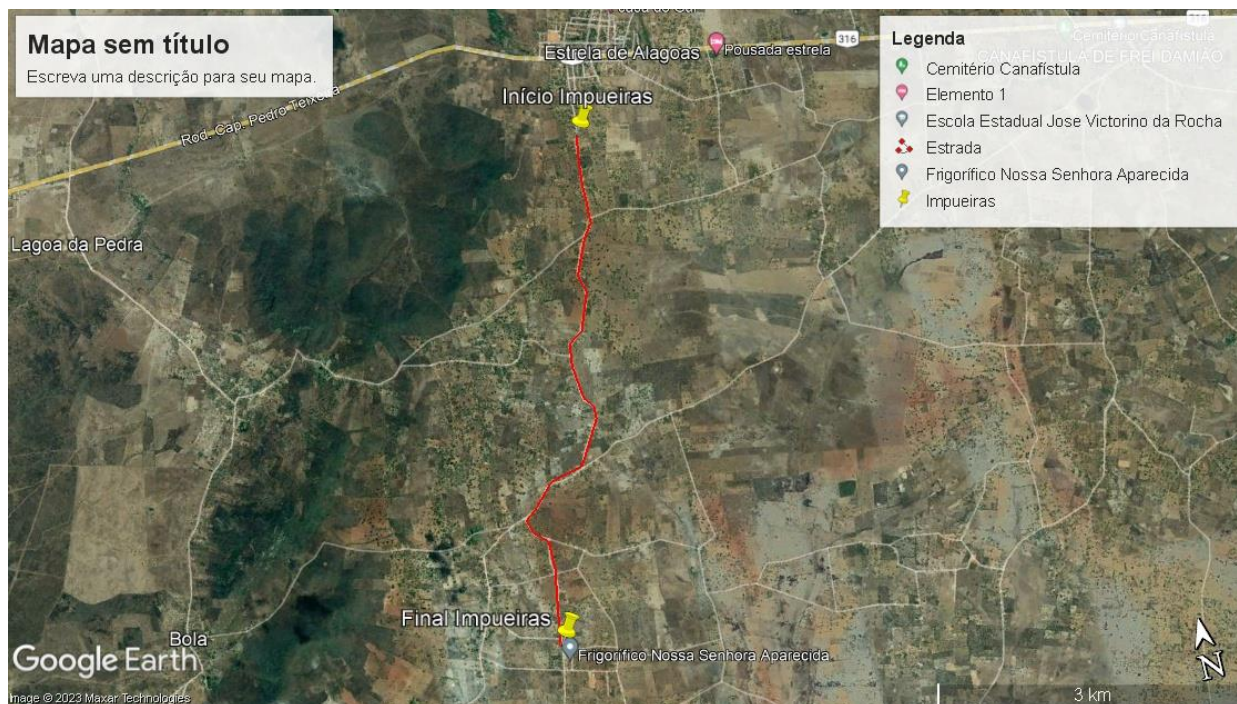


Imagem arruamento





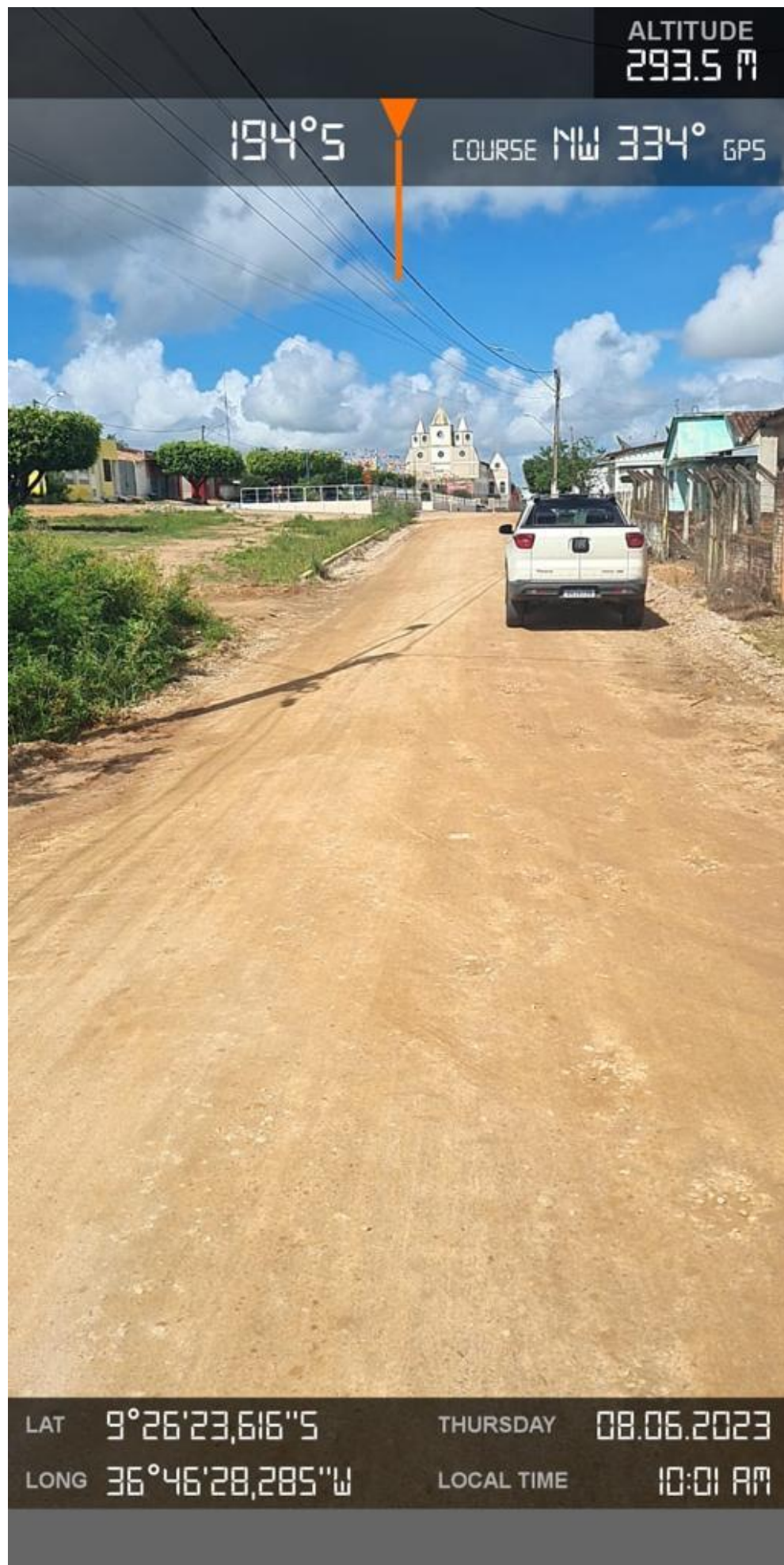




































Thannys Nascimento da Silva
Engenheiro Civil
CREA-AL N° 021768374-6