

FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

Projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem

Jacarecia, Maceió-AL

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

VICTOR
LEONARDO ACIOLI
BARROS:06176894
409

Assinado de forma digital por VICTOR
LEONARDO ACIOLI
BARROS:06176894409
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria
da Receita Federal do Brasil - RFB,
ou=RFB e-CPF A1, ou=AC SERASA RFB,
ou=29091571000160, ou=PRESENCIAL,
cn=VICTOR LEONARDO ACIOLI
BARROS:06176894409
Dados: 2022.07.21 19:44:15 -03'00'

Projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem

Jacarecia, Maceió-AL

Histórico do Documento

Revisão	Descrição	Editado	Verificado	Autorizado	Data
00	RELATÓRIO DE PROJETO				30-06-2022

FUTURE ATP, S.A.
Sede – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112
Cerqueira César – CEP 01419-001
São Paulo, Brasil
Tel: +55 11 3266 2769



Índice

1.	DADOS CADASTRAIS DO PROJETO	8
2.	INTRODUÇÃO	9
3.	MAPA DE SITUAÇÃO	10
4.	ESTUDOS TÉCNICOS	13
4.1	Estudos de tráfego	14
4.1.1	Introdução	14
4.1.2	Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego	15
4.1.3	Estudo para a estimativa de "N" para o dimensionamento de Pavimento em vias de tráfego leve.	15
4.1.3.1	Fatores de equivalência.....	15
4.1.3.2	Cálculo dos valores de "N" característicos para vias urbanas em condições de tráfego leve.....	18
4.2	Estudos Topográficos	19
4.2.1	Objetivo	19
4.2.2	Metodologia.....	19
4.3	Estudo Geotécnico	20
4.3.1	Metodologia do estudo	20
4.3.2	Ocorrências de Materiais para Pavimentação.....	21
4.3.3	Apresentação de Resultados dos Ensaios	22
4.4	Estudo Hidrológico	51
4.4.1	Coletas de Dados.....	51
4.4.2	Características da Região	52
4.4.2.1	Clima.....	52
4.4.2.2	Hidrografia.....	52
4.4.3	Regime Pluviométrico da Região	53
5.	PROJETOS	60
5.1	Projeto Geométrico	61
5.1.1	Introdução	61
5.1.2	Apresentação	61
5.2	Projeto de Terraplanagem	62
5.2.1	Considerações Gerais.....	62

5.2.2	Nota de Serviço de Terraplanagem	62
5.2.3	Movimento de Terra.....	62
5.2.4	Determinação do Fator de Empolamento	66
5.2.5	Memorial de Distribuição de Material	66
5.3	Projeto de Drenagem	67
5.3.1	Metodologia.....	67
5.3.2	Projeto Tipo	67
5.3.3	Dimensionamento Hidráulico.....	67
5.3.4	Drenagem Superficial.....	68
5.3.4.1	Generalidades.....	68
5.3.4.2	Composição.....	69
5.3.4.3	Dimensionamento	69
5.3.4.4	Tempo de concentração e de recorrência.....	69
5.3.4.5	Intensidade de precepitação.....	69
5.3.4.6	Áreas de contribuição	69
5.3.4.7	Determinação da vazão de contribuição	69
5.3.4.8	Determinação da capacidade máxima de vazão	70
5.3.4.9	Fator de redução da capacidade de vazão	70
5.3.4.10	Tipos de revestimento	71
5.3.4.11	Velocidade Admissível	71
5.3.4.12	Coeficiente de Escoamento	72
5.3.5	Resultados do Dimensionamento Rede de Galerias	73
5.3.6	Dimensionamento hidráulico	74
5.3.7	Dispositivos Superficiais	75
5.3.8	Nota de Serviço Drenagem Superficial.....	75
5.4	Projeto de Pavimentação	76
5.4.1	Dimensionamento do Pavimento Flexível	76
5.4.1.1	Dimenssionamento	79
5.4.2	Seção Transversal de Pavimentação	81
5.4.3	Nota de Serviço de Pavimentação.....	82
5.5	Projeto de Sinalização	83
5.5.1	Metodologia.....	83
5.5.2	Sinalização Horizontal	83
5.5.3	Sinalização Vertical	83

5.5.4	Sinalização de Obra	84
5.5.5	Dispositivos de sinalização	84
5.5.6	Nota de serviço de sinalização	84
5.6	Projeto de Obras Complementares.....	85
5.6.1	Passeio em Concreto.....	85
5.6.2	Rampas de Acesso e Pisos Tátil	85
5.6.3	Notas de Serviços de Obras Complementares	85
6.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	86
6.1	Especificações técnicas.....	87
6.1.1	Terraplenagem.....	87
6.1.2	Pavimentação	87
6.1.3	Drenagem.....	87
6.1.4	Obras complementares	87

Tabela 1 Classificação das vias e parâmetros de tráfego.....	14
Tabela 2 - Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Médio 2C.....	16
Tabela 3 - Cargas e fatores de equivalência - Ônibus.....	17
Tabela 4 - Distribuição de veículos de carga e ônibus.....	17
Tabela 5 - Fator de equivalência para vias urbanas típicas.	18
Tabela 6 - Quadro resumo de DMT (Jacarecica/São Jorge).....	21
Tabela 7 – Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos.....	22
Tabela 8 - Ensaio de Compactação (Amostra 01 - Subleito).....	23
Tabela 9 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 01 - Subleito).....	24
Tabela 10 - Análise Granulométrica (Amostra 01 - Subleito).....	25
Tabela 11 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 01 - Subleito).....	26
Tabela 12 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).....	27
Tabela 13 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).....	28
Tabela 14 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).....	29
Tabela 15 Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).....	30
Tabela 16 Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).....	31
Tabela 17 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).....	32
Tabela 18 Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).....	33
Tabela 19 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).....	34
Tabela 20 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).....	35
Tabela 21 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).....	36
Tabela 22 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).....	37
Tabela 23 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).....	38
Tabela 24 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).....	39
Tabela 25 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).....	40
Tabela 26 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).....	41
Tabela 27 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).....	42
Tabela 28 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).....	43

Tabela 29 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).....	44
Tabela 30 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).....	45
Tabela 31 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).....	46
Tabela 32 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).....	47
Tabela 33 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).....	48
Tabela 34 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).....	49
Tabela 35 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).....	50
Tabela 36 - Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais.....	54
Tabela 37 - Coeficiente de Manning.....	68
Tabela 38 - Fator de redução da descarga em função da declividade.....	71
Tabela 39 - Velocidade Máxima Admissível	71
Tabela 40 - Velocidade Admissível para Revestimento Vegetal.....	72
Tabela 41 - Velocidade Mínima de Sedimentação.....	72
Tabela 42 - Coeficiente de Escoamento.....	73
Tabela 43 Dimensionamento da rede coletora	74
Tabela 44 Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de	75
Tabela 45 – Taxa de ligantes asfálticos.....	81
Figura 1 - Dados da estação de Maceió.....	52

1. DADOS CADASTRAIS DO PROJETO

RAZÃO SOCIAL: SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA – SEMINFRA

ENDEREÇO: RUA DO IMPERADOR, Nº 307 – CENTRO

CEP: 57.020-670

CNPJ: 17.926.123/0001-50

Responsável Legal

Secretaria Municipal de Infraestrutura

Responsável Técnico pelos Projetos

2. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo complementar a documentação técnica do projeto, apresentando as características e condicionantes do projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem.

O objetivo deste memorial é estabelecer as diretrizes básicas que devem ser seguidas para a execução da Implantação de Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem, Sinalização, Obras complementares, Acessibilidade de vias, dissertando sobre aspectos técnicos e características que definiram a configuração final do projeto em questão.

Nesse contexto, serão aqui apresentadas as características principais da proposta, assim como os critérios e parâmetros utilizados.

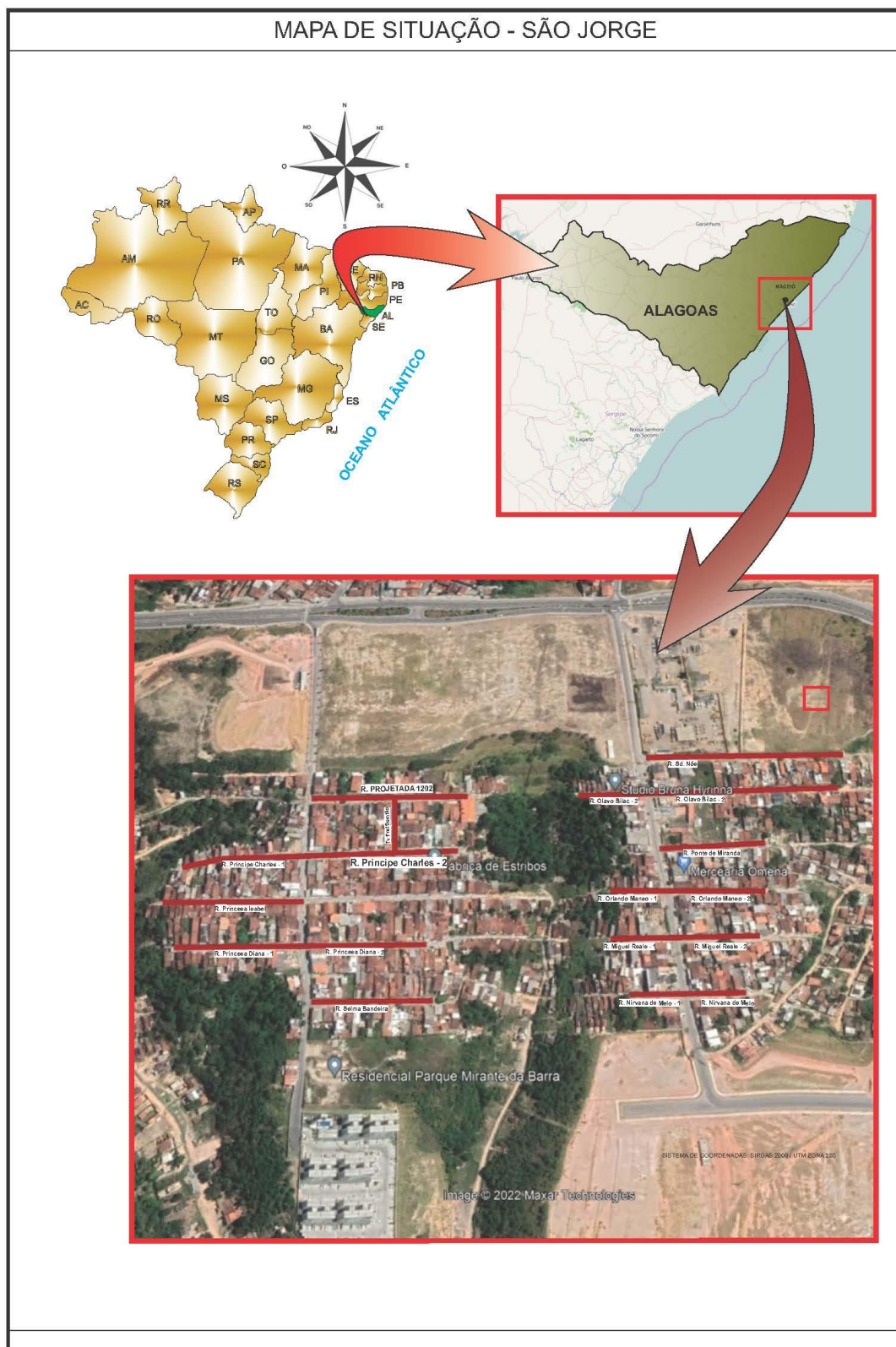
- Empreendimento: Conforme apresentaremos no Volume 02.

RUAS PROJETADAS									
Logradouro	Estaca Inicial	Coordenadas		Estaca Final	Coordenadas		Extensão (m)	Largura (m)	
		Norte	Este		Norte	Este			
GRUPO 1									
RUA PROJETADA 01	0 + 0,00	8935626,986	204208,876	21 + 10,35	8935624,541	203797,834	430,35	5,00 ~ 7,00	
RUA PROJETADA 02	0 + 0,00	8935295,245	203881,405	38 + 10,00	8935765,876	203415,898	770,00	7,00	
RUA PROJETADA 03	0 + 0,00	8935644,922	204178,224	1 + 0,23	8935626,130	204170,742	20,23	6,00	
RUA PROJETADA 04	0 + 0,00	8935651,084	204184,345	1 + 9,73	8935624,772	204198,176	29,73	6,00	
RUA PROJETADA 05	0 + 0,00	8935760,321	203483,547	3 + 6,96	8935826,434	203494,157	66,96	6,00	
RUA PROJETADA 06	0 + 0,00	8935765,649	203421,612	10 + 11,51	8935926,969	203489,296	211,51	7,00	

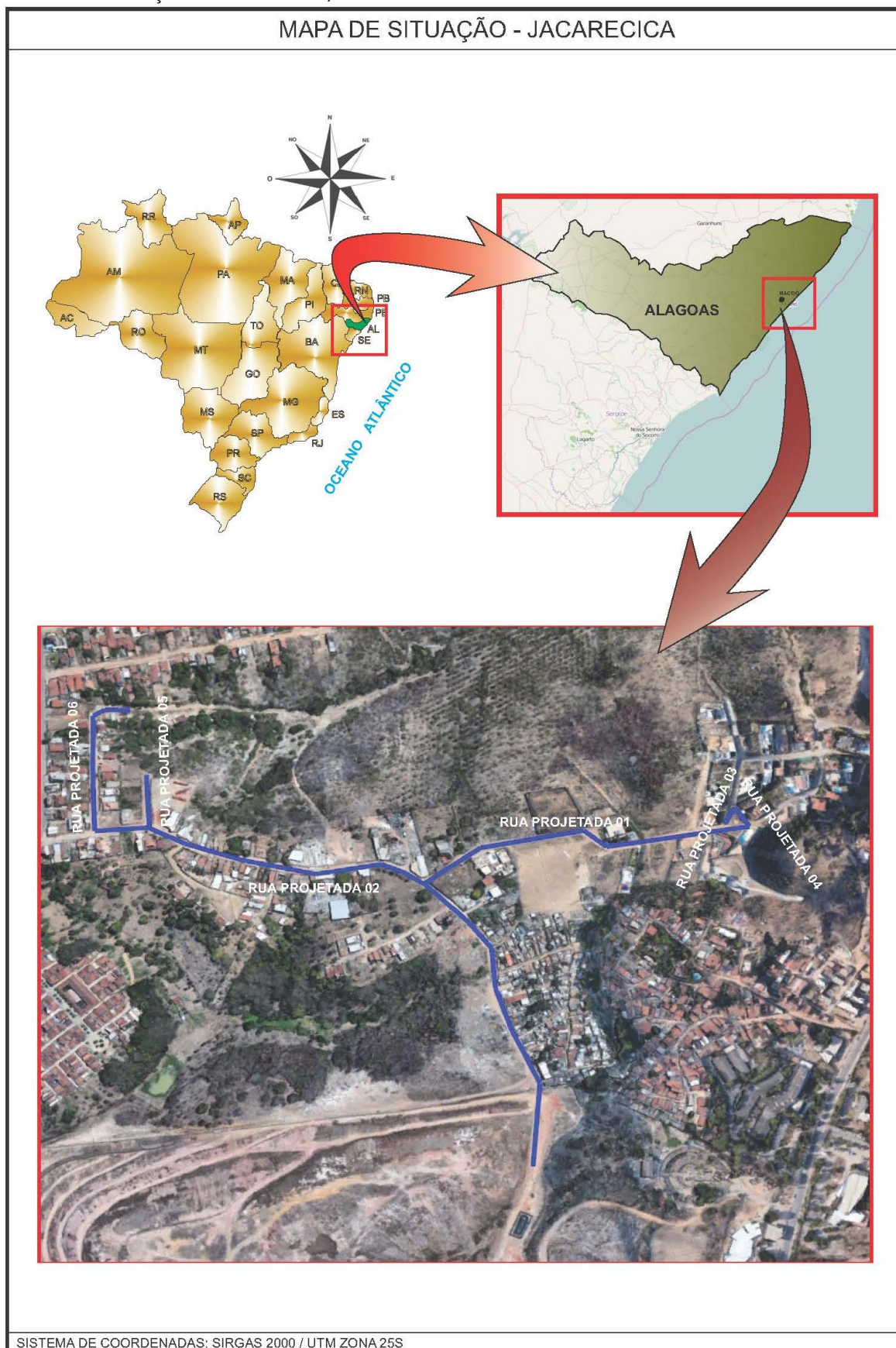
Extensão total: 1.528,78 metros

3. MAPA DE SITUAÇÃO

MAPA DE SITUAÇÃO – GRUPO 1.



MAPA DE SITUAÇÃO – JACARECICA/SÃO JORGE.



4. ESTUDOS TÉCNICOS

4.1 Estudos de tráfego

4.1.1 Introdução

O estudo de tráfego foi elaborado tendo em vista analisar as condições das vias locais em estudo, com o intuito de determinar quantitativamente a capacidade das vias 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 contida nas Instruções de Projeto 02/2004 (Classificação das Vias) da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) na qual estabelece que para estradas de características essencialmente vias locais o tráfego pode ser considerado leve, admitindo a passagem de caminhões e ônibus em número máximo de 4 a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" $1,0 \times 10^5$ 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 400 veículos leve, 20 veículos ente ônibus e caminhões.

Adotando-se, ainda, os parâmetros estabelecidos pela Prefeitura de São Paulo, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1 Classificação das vias e parâmetros de tráfego.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3×10^6 ⁽¹⁾	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Fonte: Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

4.1.2 Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego

A classificação do tipo de tráfego da via foi adotada a premissa do método de dimensionamento estabelecido 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" dever 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.

4.1.3 Estudo para a estimativa de "N" para o dimensionamento de Pavimento em vias de tráfego leve.

Conforme a Instruções de Projeto 02/2004 da PMSP, em condições de tráfego leve, as vias urbanas são caracterizadas por ruas 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.

A seguir é apresentado a metodologia para a estimativa do número "N" para dimensionamento de pavimento em condições de tráfego leve:

4.1.3.1 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:

Características do veículo:

- P_u = Peso útil máximo = 8,5 t (85 kN);
- tara = 6,5 ton (65 kN); e
- bruto total = 15 ton (150 kN).

Tabela 2 - Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Médio 2C.

% de Carga	P_u	P_1 ($P_1 = 0,176.P_u + 3,448$)	P_2 ($P_2 = 0,823.P_u + 2,998$)	DNIT		
				e_1^*	e_2^*	e ($e_1 + e_2$)
100%	8,50	5,00	10,00	0,13	3,30	3,43
75%	6,37	4,60	8,20	0,095	0,95	1,05
105%	8,92	5,02	10,30	0,135	3,97	4,10
Vazio	0,00	3,50	3,00	0,032	0,017	0,049
$* P > 8 \quad e = (P_1 / 8,26)^{6,2542}$ $0 < P \leq 8 \quad e = (P_1 / 8,25)^{4,0175}$						

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

Adotando a seguinte distribuição do veículo 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:

$$(65\% \times e_{100\%}) + (18\% \times e_{75\%}) + (4\% \times e_{105\%}) + (13\% \times e_{\text{vazio}})$$

$$0,65 \times 3,43 + 0,18 \times 1,05 + 0,04 \times 4,10 + 0,13 \times 0,049 = \mathbf{2,60}.$$

b) Ônibus

Características do veículo:

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

Tabela 3 - Cargas e fatores de equivalência - Ônibus.

% de Carga	P_U	P_1 ($P_1 = 0,4 \cdot P_U + 2,70$)	P_2 ($P_2 = 0,6 \cdot P_U + 4,597$)	DNIT		
				e_1 ($P_1/8,25$) ^{4,0175}	e_2 ($P_1/8,26$) ^{6,2542}	e ($e_1 + e_2$)
100%	5,50	4,90	7,90	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	0,00	2,70	4,60	0,011	0,026	0,037

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

Adotando a seguinte distribuição do veículo 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:
 - $(35\% \times e_{100\%}) + (40\% \times e_{75\%}) + (20\% \times e_{105\%}) + (10\% \times e_{vazio\%})$
 - $(0,35 \times 0,88) + (0,40 \times 0,46) + (0,20 \times 0,99) + (0,10 \times 0,04) = \mathbf{0,69}$.
- Na tabela abaixo, é apresentada a distribuição por tipo de veículo de carga e ônibus em vias urbanas típicas.

Tabela 4 - Distribuição de veículos de carga e ônibus.

Tipos de Veículos		Vias Urbanas Típicas
2C (Caminhão eixo simples)	Médio	40%
Ônibus	Ônibus	60%

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

- O fator de equivalência para vias urbanas típicas é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 5 - Fator de equivalência para vias urbanas típicas.

Veículo	e/e veíc.	%	e i	e total
2C	2,6	40	1,05	1,47
Ônibus	0,69	60	0,42	

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

4.1.3.2 Cálculo dos valores de "N" característicos para vias urbanas em condições de tráfego leve.

Com a equação seguinte, calcula-se o número total de solicitações do eixo simples padrão de 80 kN, para o período de vida de projeto em condições de tráfego leve a meio pesado.

Onde:

V_0 = volume diário de Ônibus e caminhões;

e = equivalente por classe da via; e

P = vida de projeto.

$$N_t = \left(\frac{V_0 + 1,5 \cdot V_0}{2} \right) \cdot e \cdot 365 \cdot P$$

Na sequência, o número "N" e suas projeções dentro do horizonte de projeto para o dimensionamento do pavimento é:

$$N_t = \left(\frac{20 + 1,5 \cdot 20}{2} \right) \cdot 1,5 \cdot 365 \cdot 10$$

$$N_t = 1,4 \times 10^5$$

4.2 Estudos Topográficos

4.2.1 Objetivo

Foram realizados estudos topográficos conforme a Instrução de Serviço IS-204, (Estudos Topográficos para o Projeto) 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 das vias locais a ser implantada, fornecendo subsídios que possibilitem a elaboração do projeto de implantação.

4.2.2 Metodologia

Os serviços topográficos realizados podem ser resumidos conforme detalhamento abaixo:

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

Para materialização do eixo das vias locais, 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 de GPS – RTK ao longo da diretriz, como também, a utilização de um marco do IBGE.

4.3 Estudo Geotécnico

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.

4.3.1 Metodologia do estudo

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

A pesquisa do subleito destinada à elaboração do projeto das vias locais foi realizada por intermédio de sondagens a trado. A profundidade destas sondagens, em sua maioria, foi de 0,60m.

Durante a realização das sondagens, verificou-se a existência de aterro, com resíduos da construção civil, para se fazer o estacionamento de uma empresa de conserto de automóveis.

Cada furo de sondagem trouxe obrigatoriamente as seguintes informações:

- Número do furo
- Posição (no caso, eixo);
- Profundidade expedita de cada amostra;
- Anotação da presença de mica e matéria orgânica.

Em cada material terroso foram executados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento;
- Limite de liquidez;
- Limite de plasticidade;
- Compactação Proctor Normal para os solos do subleito;
- Compactação Proctor Intermediário para os solos da sub-base;
- Densidade específica seca máxima;
- Índice de Suporte Califórnia;
- Expansão.

4.3.2 Ocorrências de Materiais para Pavimentação

Na Tabela abaixo são apresentadas as distâncias do areal, da pedreira, da jazida, materiais diversos e dos materiais asfálticos.

Tabela 6 - Quadro resumo de DMT (Jacarecica/São Jorge).

QUADRO DMT									
SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		TRANSP. LOCAL (DMT) Km			TRANSP. COMERCIAL (DMT)		
		ORIGEM	DESTINO	N P	P	TOTAL	N P	P	TOTAL
PAVIMENTO FLEXÍVEL									
SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE	SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE	JAZIDA - SOLO	PISTA	-	-	0,00	3,37	17,30	20,67
BASE DE BRITA	BRITA GRADUADA - BGS	PEDREIRA POLIMIX - AL	PISTA	-	-	0,00	3,37	32,50	35,87
IMPRIMAÇÃO	CM - 30	MARACANA/CE	USINA	-	-	0,00	0,00	942,00	942,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	3,37	15,30	18,67
PINTURA DE LIGAÇÃO	RR - 1C	MARACANA/CE	USINA	-	-	0,00	0,00	942,00	942,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	3,37	15,30	18,67
CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE - CBUQ	CAP - 50/70	CANDEIAS - BA	USINA	-	-	0,00	0,00	566,00	566,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	3,37	15,30	18,67
MATERIAIS									
AREIA - MACEIÓ / AL		AREAL	PISTA	-	-	0,00	3,37	23,70	27,07
		AREAL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	23,70	23,70
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	3,37	0,00	3,37
PEDREIRA		PEDREIRA POLIMIX - AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	32,50	32,50
		PEDREIRA POLIMIX - AL	PISTA	-	-	0,00	3,37	32,50	35,87
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	3,37	0,00	3,37
MATERIAIS DIVERSOS (CIMENTO, TIJOLO, FÔRMA E AÇO)		MACEIÓ / AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	12,90	12,90
		MACEIÓ / AL	PISTA	-	-	0,00	3,37	12,90	16,27
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	3,37	0,00	3,37
CONCRETO USINADO - POLO DE MACEIÓ / AL		MACEIÓ / AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	12,80	12,80
		MACEIÓ / AL	PISTA	-	-	0,00	3,37	12,80	16,17
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	3,37	0,00	3,37
ATERRO SANITÁRIO - V2 MACEIÓ/ AL		PISTA	ATERRO	-	-	0,00	9,87	8,00	17,87
		INSTALAÇÕES	ATERRO	-	-	0,00	6,50	8,00	14,50
		PISTA	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	3,37	0,00	3,37

Quadro Resumo de DMT conforme Linear de Ocorrência.

4.3.3 Apresentação de Resultados dos Ensaios

Tabela 7 – Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO SUBLEITO/TERRENO NATURAL					
FÓRMULAS		MÉDIA ARITMÉTICA	DESVIO PADRÃO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Nº DE AMOSTRAS: 4		$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$	$X_{min.} = \bar{X} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \cdot \sigma$	$X_{max.} = \bar{X} + \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} + 0,68 \cdot \sigma$
ENSAIOS FÍSICOS	L.L.	0,40	0,00	0,40	0,40
	L.P.	0,30	0,00	0,30	0,30
	I.P.	0,10	0,00	0,10	0,10
GRANULOMETRIA PENEIRA (% PASSANDO)	3"	0,00	0,00	0,00	0,00
	2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1 1/2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1"	100,00	0,00	100,00	100,00
	3/4"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1/2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	3/8"	99,50	0,30	99,10	99,90
	Nº 4	98,20	0,80	97,10	99,30
	Nº 10	96,10	1,30	94,40	97,80
	Nº 40	70,00	5,90	62,20	77,80
	Nº 200	40,60	0,90	39,40	41,80
	Nº 270	0,00	0,00	0,00	0,00
I.G.		1,10	0,20	0,80	1,40
AASHTO INTERMEDIÁRIO 26 GOLPES	D. MÁXIMA (kg/dm³)	1,71	0,03	1,67	1,74
	U. ÓTIMA (%)	15,59	0,40	15,07	16,12
	I.S.C. (%)	9,03	0,84	7,92	10,14
	EXPANSÃO	0,90	0,10	0,76	1,03

LEGENDA:

N = número de amostras.

X = valor individual de cada amostra.

\bar{X} = média aritmética.

$X_{min.}$ = valor mínimo provável (estatisticamente).

$X_{max.}$ = valor máximo provável (estatisticamente).

I.S.C. = índice de suporte califórnia.

L.L. = limite de liquidez.

L.P. = limite de plasticidade.

I.P. = índice de plasticidade.

I.G. = índice de granulometria.

OBSERVAÇÕES:

Tabela 8 - Ensaio de Compactação (Amostra 01 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)											
OBRA: JACARECICA											
PROCEDENCIA		TRECHO				SUB TRECHO					
MATERIAL EXISTENTE		ACESSO JACARECICA AO SÍTIO SÃO JORGE				RUA EBENEZER DE OLIVEIRA					
FURO		POSICÃO		PROFUND.D.O FURO (M)		PROFUND. DO ENSAIO (M)					
1		EIXO		30 - 70							
CAMADA:		OPERADOR		EST. COLETA		DATA		CALCULISTA		VISTO	
EXISTENTE (mistura)				300 MT A .500 MT		09/09/21					
UMIDADE HIGROSCÓPIA	%	%	MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA:				
Cápsula - Nº	10	10	VOLUME DO MOLDE		2014						
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	PESO DO MOLDE		4608		1,689 g/cm³				
Peso Bruto Seco	47,30	47,30	PESO DO SOQUETE		4536						
Peso da Cápsula			ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:				
Peso da Água	2,70	2,70	GOLPES / CAMADA		26						
Peso do Solo Seco	47,30	47,30					16,0 %				
Umidade (%)	5,7	5,7	Nº DE CAMADAS		5						
Umidade Média	5,7										

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %	
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO			UMIDADE %
1	7900	3292	1,635		50,00	44,68		5,32	44,68		11,9	1,461
2	8210	3602	1,788		50,00	43,90		6,10	43,90		13,9	1,570
3	8550	3942	1,957		50,00	43,14		6,86	43,14		15,9	1,689
4	8400	3792	1,883		50,00	42,41		7,59	42,41		17,9	1,597
5	8260	3652	1,813		50,00	41,70		8,30	41,70		19,9	1,512

Compactação

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL

Tabela 9 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 01 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)																									
OBRA: JACARECICA																									
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO													
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE (mistura)				1				JACARECICA AO SÍTIO SÃ													
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)																	
RUA EBENEZER DE OLIVEIRA				300 MT A .500 MT				0,35																	
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:													
				10/09/2021																					
UMIDADE		Higroscópica				De Moldagem				Molde Nº		02													
Cápsula - Nº		7		4		05		06		Peso do Molde		4482													
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		50,00		50,00		Volume do Molde		2068													
Peso Bruto Seco		47,50		47,50		43,35		43,35		Nº de Camadas		05													
Peso da Cápsula										Golpes/Camada		26													
Peso da Água		2,50		2,50		6,65		6,65		Peso do Soquete		4536													
Peso do Solo Seco		47,50		47,50		43,35		43,35		Espessura do disco Espaçador		2 1/2													
Umidade (%)		5,3		5,3		15,3		15,3		Altura do Cilindro (mm)		114,0													
Umidade Média (%)		5,3		5,3		15,3		15,3		Peso da Amostra		7000													
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA						Anel Din.													
Densidade Máxima - Kg/m³		1,689				Peso do Solo				Úmido		6877													
Umidade ótima - %		16,0				Passando na # Nº 4				Seco		6533													
Umidade Higroscópica - %		5,3				Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4				123		2,46													
Diferença de Umidade - %		10,7				Água a Juntar				704		k= 0,105													
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão																	
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura		Difer.		Exp.									
		Pol		mm		Extens.		Determ.		Corrigido		Padrão		%		Dia		Hora		Defl.mm		mm		mm	
30 seg		0,025		0,63		14		1,5		1,5						10/09/21		8:00		0,00		0,78		0,78	
1		0,05		1,27		30		3,2		3,2						11/09/21		8:00		0,78		0,99		0,87	
2		0,1		2,54		59		6,2		6,2		70		8,9		12/09/21		8:00		0,99		1,13		0,99	
4		0,2		5,08		88		9,2		9,2		105		8,8		13/09/21		8:00		1,13		1,26		1,11	
6		0,3		7,62		110		11,6		11,6		133													
8		0,4		10,16								161													
10		0,5		12,7								182													
Moldagem de Verificação		CBR 8,9%																							
Peso Bruto Úmido																									
8.490																									
Peso Úmido																									
4.008																									
Densidade Úmida																									
1,938																									
Densidade Seca																									
1,680																									
Grau de Compactação																									
99,5%																									
Obs:																									

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 10 - Análise Granulométrica (Amostra 01 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)						
OBRA: JACARECICA						
Ensaio de Granulometria por Peneiramento						
UMIDADE	%	%	AMOSTRA	Total	Parcial	
Cápsula - N°	42	43	Cápsula - N°	11	29	
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Peso Bruto Úmido	2000	200	
Peso Bruto Seco	47,50	47,50	Peso Úmido	2000	200	
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	96,9		
Peso da Água	2,50	2,50	Peso Úmido Pass. na # N° 10	1903,2		
Peso do Solo Seco	47,50	47,50	Peso Seco Pass. na # N° 10	1808,0		
Umidade	5,3	5,3	Peso da amostra Seca	1904,8	190,0	
Umidade Média	5,3					

Peneiramento									
Peneiras	Pol	mm	Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	Pol	CONSTANTES	
								$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0525$	
								$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4996$	
								FAIXA " D " da AASHO	
								Obs:	

AREIA

PEDREGULHO

PENEIRAS

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 11 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 01 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: JACARECICA							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	M-1	K-3	L-1	08	10	Operador:
Golpes	g	12	18	26	33	42	
Peso Bruto Úmido	g	11,08	11,99	12,00	11,25	12,52	Data: 21/09/2021
Peso Bruto Seco	g	9,64	10,90	11,27	9,60	10,72	Calculista:
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	9,45	5,39	6,00	
Peso da Água	g	1,44	1,09	0,73	1,65	1,80	LL= 40,0%
Peso do Solo Seco	g	3,40	2,65	1,82	4,21	4,72	
Umidade	%	42,35	41,13	40,11	39,19	38,14	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	20	11	F-03	60	41	LP = 25,4%
Peso Bruto Úmido	g	12,00	12,36	11,80	11,98	11,07	I.P.= 14,6%
Peso Bruto Seco	g	10,98	11,06	10,17	10,31	9,66	
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	OBS:
Peso da Água	g	1,02	1,30	1,63	1,67	1,41	
Peso do Solo Seco	g	3,96	5,16	6,47	6,60	5,56	
Umidade	%	25,76	25,19	25,19	25,30	25,36	
		OK	OK	OK	OK	OK	
<p>Limite de Liquidez</p>							
PROCEDENCIA				TRECHO		SUB TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				SO JACARECICA AO SITO SÃO JO		RUA EBENEZER DE OLIVEIRA	
CAMADA				ESTACA		PROFUNDIDADE (M)	
EXISTENTE (mistura)				300 MT A .500 MT		30 - 70	
CALCULISTA				DATA		VISTO	
				21/09/2021			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div>ENC. LABORATORIO</div> <div>FISCALIZAÇÃO</div> <div>ENGº RESPONSÁVEL</div> </div>							

Tabela 12 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)											
OBRA: JACARECICA											
PROCEDENCIA		TRECHO				SUB TRECHO					
MATERIAL EXISTENTE		ACESSO JACARECICA AO SÍTIO SÃO JORGE				RUA EBENEZER DE OLIVEIRA					
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO FURO (M)		PROFUND. DO ENSAIO (M)					
2		EIXO		30 - 70							
CAMADA:		OPERADOR		EST. COLETA		DATA		CALCULISTA		VISTO	
EXISTENTE (mistura)				500 MT A 700 MT		09/09/21					
UMIDADE DE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1,685</div> g/cm³	
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2014			
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4608			
Peso Bruto Seco		48,10		48,10		PESO DO SOQUETE		4536			
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">15,0</div> %	
Peso da Água		1,90		1,90							
Peso do Solo Seco		48,10		48,10		GOLPES / CAMADA		26			
Umidade (%)		4,0		4,0							
Umidade Média				4,0		Nº DE CAMADAS		5			

PUNTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO			
1	7820	3212	1,595		50,00	45,13		4,87	45,13		10,8	1,439
2	8100	3492	1,734		50,00	44,33		5,67	44,33		12,8	1,537
3	8500	3892	1,932		50,00	43,55		6,45	43,55		14,8	1,683
4	8350	3742	1,858		50,00	42,81		7,19	42,81		16,8	1,591
5	8090	3482	1,729		50,00	42,09		7,91	42,09		18,8	1,455

Compactação

Umidade

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL

Tabela 13 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)																									
OBRA: JACARECICA																									
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE				CAMADA EXISTENTE (mistura)				FURO 2				TRECHO JACARECICA AO SITO SÁ													
SUB TRECHO RUA EBENEZER DE OLIVEIRA				ESTACA 500 MT A .700 MT				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,35																	
OPERADOR:				DATA: 10/09/2021				CALCULISTA:				VISTO:													
UMIDADE		Higroscópica				De Moldagem				Molde Nº		01													
Cápsula - Nº		7		4		05		06		Peso do Molde		4404													
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		50,00		50,00		Volume do Molde		2068													
Peso Bruto Seco		48,19		48,19		43,51		43,51		Nº de Camadas		05													
Peso da Cápsula										Golpes/Camada		26													
Peso da Água		1,81		1,81		6,49		6,49		Peso do Soquete		4536													
Peso do Solo Seco		48,19		48,19		43,51		43,51		Espessura do disco Espaçador		2 1/2													
Umidade (%)		3,8		3,8		14,9		14,9		Altura do Cilindro (mm)		114,0													
Umidade Média (%)		3,8				14,9				Peso da Amostra		6000													
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA						Anel Din.													
Densidade Máxima - Kg/m³						1,685						Peso do Solo													
Umidade ótima - %						15,0						Úmido		5860											
Umidade Higroscópica - %						3,8						Passando na # Nº 4		Seco	5648										
Diferença de Umidade - %						11,3						Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		140	2,8										
						Água a Juntar						640		Constante											
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão																			
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura		Difer.		Exp.									
		Pol		mm		Extens.		Determin.		Corrigido		Padrão		%		Dia		Hora		Defl. mm		mm		mm	
30 seg		0,025		0,63		18		1,9		1,9						10/09/21		8:30		0,00		0,78		0,78	
1		0,05		1,27		29		3,0		3,0						11/09/21		8:30		0,78		0,99		0,87	
2		0,1		2,54		55		5,8		5,8		70		8,3		11/09/21		8:30		0,78		0,99		0,87	
4		0,2		5,08		84		8,8		8,8		105		8,4		12/09/21		8:30		0,99		1,13		0,99	
6		0,3		7,62		99		10,4		10,4		133				12/09/21		8:30		0,99		1,13		0,99	
8		0,4		10,16								161				13/09/21		8:30		1,13		1,26		1,11	
10		0,5		12,7								182				13/09/21		8:30		1,13		1,26		1,11	
Moldagem de Verificação				CBR 8,4%																					
Peso Bruto Úmido				8.390																					
Peso Úmido				3.986																					
Densidade Úmida				1,927																					
Densidade Seca				1,677																					
Grau de Compactação				99,5%																					
Obs:																									

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 14 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: JACARECICA									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		42	43	Cápsula - N°		11	29		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,39	48,39	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		83,9			
Peso da Água		1,61	1,61	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1916,1			
Peso do Solo Seco		48,39	48,39	Peso Seco Pass. na # N° 10		1854,4			
Umidade		3,3	3,3	Peso da amostra Seca		1938,3	193,6		
Umidade Média		3,3							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					K ₁ = $100 - 0,0516$		
	2	50,8		1938,3	100,0	2	2		
	1 1/2	38,1		1938,3	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1938,3	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3} = 0,4943$		
	3/4	19,1	0,00	1938,3	100,0	3/4	3		
	1/2	12,7	0,00	1938,3	100,0	1/2			
	3/8	9,5	10,15	1928,2	99,5	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
Am. parcial	nº4	4,8	28,93	1899,2	98,0	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	44,80	1854,4	95,7	nº10			
	nº40	0,42	60,23	133,3	65,9	nº40			
	nº200	0,074	52,99	80,3	39,7	nº200			
<div><div>AREIA</div><div>PEDREGULHO</div><div>PENEIRAS</div></div>									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			O JACARECICA AO SITO SÃO			RUA EBENEZER DE OLIVEIRA			
FURO		POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)			OBSERVAÇÃO			
2		EIXO	0						
CAMADA		DATA:	OPERADOR		CALCULISTA	VISTO:			
EXISTENTE (mistura)		10/09/2021							

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 15 Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: JACARECICA									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	M-1	K-3	L-1	08	10	Operador:		
Golpes	g	12	18	25	33	41			
Peso Bruto Úmido	g	12,00	11,87	12,05	11,99	11,56	Data: 20/09/2021		
Peso Bruto Seco	g	10,28	10,81	10,14	10,12	10,01			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,72	1,06	1,91	1,87	1,55			
Peso do Solo Seco	g	4,04	2,56	4,74	4,73	4,01	LL= 40,3%		
Umidade	%	42,57	41,41	40,30	39,53	38,65			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	20	11	F-03	60	41	LP = 26,5%		
Peso Bruto Úmido	g	11,58	12,10	11,00	12,00	12,30			
Peso Bruto Seco	g	10,63	10,80	9,45	10,28	10,57	I.P.= 13,8%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,95	1,30	1,55	1,72	1,73	OBS:		
Peso do Solo Seco	g	3,61	4,90	5,75	6,57	6,47			
Umidade	%	26,32	26,53	26,96	26,18	26,74			
		OK	OK	OK	OK	OK			
<p>Limite de Liquidez</p>									
PROCEDENCIA		MATERIAL EXISTENTE			TRECHO		SO JACARECICA AO SITO SÃO JOÃO		
CAMADA		EXISTENTE (mistura)			ESTACA		500 MT A .700 MT		
CALCULISTA					DATA		20/09/2021		
					SUB TRECHO		RUA EBENEZER DE OLIVEIRA		
					PROFUNDIDADE (M)		30 - 70		
					VISTO				
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%; text-align: center;">ENC. LABORATORIO</div> <div style="width: 30%; text-align: center;">FISCALIZAÇÃO</div> <div style="width: 30%; text-align: center;">ENGº RESPONSÁVEL</div> </div>									

Tabela 16 Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: JACARECICA												
PROCEDENCIA		TRECHO					SUB TRECHO					
MATERIAL EXISTENTE		ACESSO JACARECICA AO SÍTIO SÃO JORGE					RUA EBENEZER DE OLIVEIRA					
FURO		POSIÇÃO			PROFUND. DO FURO (M)			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
3		EIXO			30 - 70							
CAMADA:		OPERADOR		EST. COLETA		DATA		CALCULISTA		VISTO		
EXISTENTE (mistura)				700 MT A .900 MT		09/09/21						
UMIDADE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2014				
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4608				
Peso Bruto Seco		48,50		48,50		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,50		1,50								
Peso do Solo Seco		48,50		48,50		GOLPES / CAMADA		26				
Umidade (%)		3,1		3,1								
Umidade Média		3,1				Nº DE CAMADAS		5		15,3 %		

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %	
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO			UMIDADE %
1	8020	3412	1,694		50,00	44,92		5,08	44,92		11,3	1,522
2	8270	3662	1,818		50,00	44,13		5,87	44,13		13,3	1,605
3	8510	3902	1,937		50,00	43,37		6,63	43,37		15,3	1,681
4	8400	3792	1,883		50,00	42,63		7,37	42,63		17,3	1,605
5	8250	3642	1,808		50,00	41,91		8,09	41,91		19,3	1,516

Compactação

Umidade

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL

Tabela 17 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)											
OBRA: JACARECICA											
PROCEDÊNCIA			CAMADA			FURO			TRECHO		
MATERIAL EXISTENTE			EXISTENTE (mistura)			3			JACARECICA AO SÍTIO SÁ		
SUB TRECHO			ESTACA			PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA EBENEZER DE OLIVEIRA			700 MT A .900 MT			0,35					
OPERADOR:			DATA:			CALCULISTA:			VISTO:		
0			10/09/2021			0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		03			
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde		4456			
Peso Bruto Úmido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde		2068			
Peso Bruto Seco		48,55 48,55		43,59 43,59		Nº de Camadas		05			
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26			
Peso da Água		1,45 1,45		6,41 6,41		Peso do Soquete		4536			
Peso do Solo Seco		48,55 48,55		43,59 43,59		Espessura do disco Espaçador		2 1/2			
Umidade (%)		3,0 3,0		14,7 14,7		Altura do Cilindro (mm)		114,0			
Umidade Média (%)		3,0		14,7		Peso da Amostra		6000			
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.			
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,681		Peso do Solo		Úmido		5860		Nº 1	
Umidade ótima - %		15,3		Passando na # Nº 4		Seco		5690			
Umidade Higroscópica - %		3,0		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		140		2,8		Constante	
Diferença de Umidade - %		12,3		Água a Juntar		704		k= 0,105			
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão					
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm ²		Datas		Leitura	
Extens. mm		mm		Extens. mm		Determ. mm		Dia		Defl. mm	
						Corrigido mm		Hora		Difer. mm	
						Padrão mm				Exp. mm	
						%					
30 seg		0,025 0,63		18		1,9 1,9		10/09/21		8:30 0,00 0,78 0,78	
1		0,05 1,27		29		3,0 3,0		11/09/21		8:30 0,78 0,99 0,87	
2		0,1 2,54		55		5,8 5,8 70 8,3		12/09/21		8:30 0,99 1,13 0,99	
4		0,2 5,08		84		8,8 8,8 105 8,4		13/09/21		8:30 1,13 1,26 1,11	
6		0,3 7,62		99		10,4 10,4 133					
8		0,4 10,16				161					
10		0,5 12,7				182					
Moldagem de Verificação		CBR 8,4%									
Peso Bruto Úmido											
8.480											
Peso Úmido											
4.024											
Densidade Úmida											
1,946											
Densidade Seca											
1,696											
Grau de Compactação											
100,9%											
Obs:											

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 18 Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: JACARECICA									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		42	43	Cápsula - N°		11	29		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,51	48,51	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		83,9			
Peso da Água		1,49	1,49	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1916,1			
Peso do Solo Seco		48,51	48,51	Peso Seco Pass. na # N° 10		1859,0			
Umidade		3,1	3,1	Peso da amostra Seca		2	1942,9	3	194,0
Umidade Média		3,1							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm				Pol	K ₁ = $\frac{100}{2}$ = 0,0515		
	2	50,8		1942,9	100,0	2	2		
	1 1/2	38,1		1942,9	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1942,9	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3}$ = 0,4931		
	3/4	19,1	0,00	1942,9	100,0	3/4	3		
	1/2	12,7	0,00	1942,9	100,0	1/2			
	3/8	9,5	10,15	1932,7	99,5	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	nº4	4,8	28,93	1903,8	98,0	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	44,80	1859,0	95,7	nº10			
Am. parcial	nº40	0,42	60,23	133,8	66,0	nº40			
	nº200	0,074	52,99	80,8	39,9	nº200			
<div><div>AREIA</div><div>PEDREGULHO</div><div>PENEIRAS</div></div>									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			O JACARECICA AO SITO SÃO			RUA EBENEZER DE OLIVEIRA			
FURO	POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)			OBSERVAÇÃO			
3	EIXO		0						
CAMADA	DATA:		OPERADOR		CALCULISTA	VISTO:			
EXISTENTE (mistura)	10/09/2021		0		0				

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 19 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: JACARECICA									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	M-1	K-3	L-1	08	10	Operador:		
Golpes	g	12	20	32	38	52			
Peso Bruto Úmido	g	11,00	11,98	12,17	11,78	12,00	Data: 21/09/2021		
Peso Bruto Seco	g	9,58	10,89	10,22	9,97	10,33			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,42	1,09	1,95	1,81	1,67			
Peso do Solo Seco	g	3,34	2,64	4,82	4,58	4,33	LL= 40,7%		
Umidade	%	42,51	41,29	40,46	39,52	38,57			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	20	11	F-03	60	41	LP = 26,5%		
Peso Bruto Úmido	g	12,05	11,55	11,67	11,99	12,00			
Peso Bruto Seco	g	11,00	10,36	10,02	10,25	10,34	I.P.= 14,2%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	1,05	1,19	1,65	1,74	1,66	OBS:		
Peso do Solo Seco	g	3,98	4,46	6,32	6,54	6,24			
Umidade	%	26,38	26,68	26,11	26,61	26,60			
		OK	OK	OK	OK	OK			
<p style="color: blue;">Limite de Liquidez</p>									
PROCEDENCIA			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			SO JACARECICA AO SITO SÃO JO			RUA EBENEZER DE OLIVEIRA			
CAMADA			ESTACA			PROFUNDIDADE (M)			
EXISTENTE (mistura)			700 MT A .900 MT			30 - 70			
CALCULISTA			DATA			VISTO			
0			21/09/2021						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div>ENC. LABORATORIO</div> <div>FISCALIZAÇÃO</div> <div>ENGº RESPONSÁVEL</div> </div>									

Tabela 20 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)											
OBRA: JACARECICA											
PROCEDENCIA		TRECHO				SUB TRECHO					
MATERIAL EXISTENTE		ACESSO JACARECICA AO SITO SÃO JORGE				RUA EBENEZER DE OLIVEIRA					
FURO		POSICÃO		PROFUND.D.O FURO (M)		PROFUND. DO ENSAIO (M)					
4		EIXO		30 - 70							
CAMADA:		OPERADOR		EST. COLETA		DATA		CALCULISTA		VISTO	
EXISTENTE (mistura)				900 MT A .1100 MT		09/09/21					
UMIDADE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA: 1,747 g/cm³	
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2014			
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4608			
Peso Bruto Seco		48,33		48,33		PESO DO SOQUETE		4536			
Peso da Cápsula						ESPESURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA: 15,5 %	
Peso da Água		1,67		1,67							
Peso do Solo Seco		48,33		48,33		GOLPES / CAMADA		26			
Umidade (%)		3,5		3,5							
Umidade Média		3,5				Nº DE CAMADAS		5			

PONT. Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO		
1	8000	3392	1,684		50,00	44,92		5,08	44,92	11,3	1,513
2	8290	3682	1,828		50,00	44,13		5,87	44,13	13,3	1,614
3	8660	4052	2,012		50,00	43,37		6,63	43,37	15,3	1,745
4	8530	3922	1,947		50,00	42,63		7,37	42,63	17,3	1,660
5	8400	3792	1,883		50,00	41,91		8,09	41,91	19,3	1,578

Compactação

Densidade Aparente Seca - g/cm³

Umidade

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL

Tabela 21 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)															
OBRA: JACARECICA															
PROCEDÊNCIA			CAMADA			FURO			TRECHO						
MATERIAL EXISTENTE			EXISTENTE (mistura)			4			JACARECICA AO SITO SÃ						
SUB TRECHO			ESTACA			PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)									
RUA EBENEZER DE OLIVEIRA			900 MT A .1100 MT			0,35									
OPERADOR:			DATA:			CALCULISTA:			VISTO:						
			10/09/2021												
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº				04					
Cápsula - Nº		7		4		05		06		Peso do Molde					
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		50,00		50,00		Volume do Molde					
Peso Bruto Seco		48,55		48,55		43,44		43,44		Nº de Camadas					
Peso da Cápsula										Golpes/Camada					
Peso da Água		1,45		1,45		6,56		6,56		Peso do Soquete					
Peso do Solo Seco		48,55		48,55		43,44		43,44		Espessura do disco Espaçador					
Umidade (%)		3,0		3,0		15,1		15,1		Altura do Cilindro (mm)					
Umidade Média (%)		3,0				15,1				Peso da Amostra					
										6000					
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA									
Densidade Máxima - Kg/m ³						Peso do Solo									
1,747						Úmido									
Umidade ótima - %						Passando na # Nº 4									
15,5						Seco									
Umidade Higroscópica - %						Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4									
3,0						125									
Diferença de Umidade - %						Água a Juntar									
12,5						716									
						k= 0,105									
ENSAIO DE PENETRAÇÃO															
Tempo		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm ²				Datas		Expansão			
min.		Pol		mm		Extens.		Determ.		Corrigido		Padrão		%	
30 seg		0,025		0,63		15		1,6		1,6		70		9,9	
1		0,05		1,27		33		3,5		3,5		105		9,3	
2		0,1		2,54		66		6,9		6,9		161			
4		0,2		5,08		93		9,8		9,8		182			
6		0,3		7,62		105		11,0		11,0		133			
8		0,4		10,16											
10		0,5		12,7											
13/09/21		8:30		1,13		1,26									
Moldagem de Verificação		CBR 9,9%													
Peso Bruto Úmido															
8.480															
Peso Úmido															
4.176															
Densidade Úmida															
2,019															
Densidade Seca															
1,754															
Grau de Compactação															
100,4%															
Obs:															

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 22 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: JACARECICA									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%		%		AMOSTRA		Total	Parcial
Cápsula - N°		42		43		Cápsula - N°		11	29
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		Peso Bruto Úmido		2000	200
Peso Bruto Seco		48,39		48,39		Peso Úmido		2000	200
Peso da Cápsula						Peso Retido na # N° 10		92,6	
Peso da Água		1,61		1,61		Peso Úmido Pass. na # N° 10		1907,4	
Peso do Solo Seco		48,39		48,39		Peso Seco Pass. na # N° 10		1846,0	
Umidade		3,3		3,3		Peso da amostra Seca		2	1938,6
Umidade Média				3,3				3	193,6
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					K ₁ = 100 . 0,0516		
	2	50,8		1938,6	100,0	2	2		
	1 1/2	38,1		1938,6	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1938,6	100,0	1	K ₂ = 4 = 0,4920		
	3/4	19,1	0,00	1938,6	100,0	3/4	3		
	1/2	12,7	0,00	1938,6	100,0	1/2			
	3/8	9,5	19,20	1919,4	99,0	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	nº4	4,8	33,24	1886,1	97,3	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	40,15	1846,0	4	95,2			
Am. parcial	nº40	0,42	54,98	138,6	68,2	nº40			
	nº200	0,074	56,63	82,0	40,3	nº200			
<div><div>AREIA</div><div>PEDREGULHO</div><div>100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0</div><div>200 100 50 40 16 10 4 3/8" 1" 1 1/2 2"</div><div>PENEIRAS</div></div>									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:				TRECHO			SUB TRECHO		
MATERIAL EXISTENTE				O JACARECICA AO SITO SÃO			RUA EBENEZER DE OLIVEIRA		
FURO		POSICÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)			OBSERVAÇÃO		
4		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
EXISTENTE (mistura)		10/09/2021							

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 23 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS							
(DNER-ME 082/94)							
OBRA: JACARECICA							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	M-1	K-3	L-1	08	10	Operador:
Golpes	g	12	20	32	38	52	
Peso Bruto Úmido	g	11,80	12,10	11,99	11,80	11,25	Data: 21/09/2021
Peso Bruto Seco	g	10,14	10,98	10,10	10,00	9,80	
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:
Peso da Água	g	1,66	1,12	1,89	1,80	1,45	
Peso do Solo Seco	g	3,90	2,73	4,70	4,61	3,80	LL= 40,5%
Umidade	%	42,56	41,03	40,21	39,05	38,16	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	17	14	13	10	19	LP = 26,5%
Peso Bruto Úmido	g	11,05	11,42	12,11	11,96	11,25	
Peso Bruto Seco	g	10,20	10,27	10,35	10,23	9,75	I.P.= 14,0%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	0,85	1,15	1,76	1,73	1,50	OBS:
Peso do Solo Seco	g	3,18	4,37	6,65	6,52	5,65	
Umidade	%	26,73	26,32	26,47	26,53	26,55	
		OK	OK	OK	OK	OK	
<p style="color: blue;">Limite de Liquidez</p>							
PROCEDENCIA		TRECHO			SUB TRECHO		
MATERIAL EXISTENTE		SÍTIO JACARECICA AO SÍTIO SÃO JOÃO			RUA EBENEZER DE OLIVEIRA		
CAMADA		ESTACA			PROFUNDIDADE (M)		
EXISTENTE (mistura)		900 MT A .1100 MT			30 - 70		
CALCULISTA		DATA			VISTO		
		21/09/2021					
ENC. LABORATORIO		FISCALIZAÇÃO			ENGº RESPONSÁVEL		

Tabela 24 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: SÃO JORGE												
PROCEDENCIA		TRECHO					SUB TRECHO					
MATERIAL EXISTENTE		ACESSO JACARECICA AO SÍTIO SÃO JORGE					RUA EBENEZER DE OLIVEIRA					
FURO		POSIÇÃO			PROFUND. DO FURO (M)			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
5		EIXO			30 - 70							
CAMADA:		OPERADOR		EST. COLETA		DATA		CALCULISTA		VISTO		
EXISTENTE (mistura)				1100 MT A .1300 MT		09/09/21						
UMIDADE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2014				
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4608		1,720 g/cm³		
Peso Bruto Seco		48,20		48,20		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,80		1,80		GOLPES / CAMADA		26		15,4 %		
Peso do Solo Seco		48,20		48,20								
Umidade (%)		3,7		3,7								
Umidade Média		3,7				Nº DE CAMADAS		5				

PUNTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %	
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO			UMIDADE %
1	8080	3472	1,724		50,00	44,92		5,08	44,92		11,3	1,549
2	8310	3702	1,838		50,00	44,13		5,87	44,13		13,3	1,622
3	8600	3992	1,982		50,00	43,37		6,63	43,37		15,3	1,719
4	8480	3872	1,923		50,00	42,63		7,37	42,63		17,3	1,639
5	8330	3722	1,848		50,00	41,91		8,09	41,91		19,3	1,549

Compactação

Umidade

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL

Tabela 25 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)											
OBRA: SÃO JORGE											
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE				CAMADA EXISTENTE (mistura)		FURO 5		TRECHO JACARECICA AO SÍTIO SÁ			
SUB TRECHO RUA EBENEZER DE OLIVEIRA				ESTACA 1100 MT A .1300 MT		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,35					
OPERADOR:			DATA: 10/09/2021			CALCULISTA:			VISTO:		
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		05			
Cápsula - Nº		7		4		05		06		Peso do Molde	
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		50,00		50,00		Volume do Molde	
Peso Bruto Seco		48,30		48,30		43,42		43,42		Nº de Camadas	
Peso da Cápsula										Golpes/Camada	
Peso da Água		1,70		1,70		6,58		6,58		Peso do Soquete	
Peso do Solo Seco		48,30		48,30		43,42		43,42		Espessura do disco Espaçador	
Umidade (%)		3,5		3,5		15,2		15,2		Altura do Cilindro (mm)	
Umidade Média (%)		3,5				15,2				Peso da Amostra	
										6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA					
Densidade Máxima - Kg/m³		1,720		Peso do Solo				Úmido		5890	
Umidade ótima - %		15,4		Passando na # Nº 4				Seco		5690	
Umidade Higroscópica - %		3,5		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4				110		2,2	
Diferença de Umidade - %		11,9		Água a Juntar				678		k= 0,105	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão					
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²		Dias		Leitura	
		Pol		Extens.		Determ.		Hora		Defl. mm	
		mm				Corrigido				Difer.	
						Padrão				mm	
						%				Exp.	
										mm	
30 seg		0,025		0,63		19		2,0		10/09/21	
1		0,05		1,27		37		3,9		8:30	
2		0,1		2,54		70		7,4		0,00	
4		0,2		5,08		104		10,9		0,78	
6		0,3		7,62		133		14,0		0,99	
8		0,4		10,16				161		1,13	
10		0,5		12,7				182		1,26	
13/09/21										1,13	
										1,26	
										1,11	
Moldagem de Verificação		CBR 10,5%									
Peso Bruto Úmido		<div style="text-align: center;"> C.B.R </div>									
8.600											
Peso Úmido											
4.124											
Densidade Úmida											
1,994											
Densidade Seca											
1,732											
Grau de Compactação											
100,7%											
Obs:											

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 26 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: SÃO JORGE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%		%		AMOSTRA		Total	Parcial
Cápsula - N°		42		43		Cápsula - N°		11	29
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		Peso Bruto Úmido		2000	200
Peso Bruto Seco		48,39		48,39		Peso Úmido		2000	200
Peso da Cápsula						Peso Retido na # N° 10		89,9	
Peso da Água		1,61		1,61		Peso Úmido Pass. na # N° 10		1910,1	
Peso do Solo Seco		48,39		48,39		Peso Seco Pass. na # N° 10		1848,6	
Umidade		3,3		3,3		Peso da amostra Seca		21938,5	3193,6
Umidade Média				3,3					
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					Pol	K ₁ = 100 _ 0,0516	
	2	50,8		1938,5	100,0	2	2		
	1 1/2	38,1		1938,5	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1938,5	100,0	1	K ₂ = 4 _ 0,4927		
	3/4	19,1	0,00	1938,5	100,0	3/4	3		
	1/2	12,7	0,00	1938,5	100,0	1/2			
	3/8	9,5	10,87	1927,6	99,4	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	nº4	4,8	28,90	1898,7	97,9	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	50,10	1848,6	495,4	nº10			
Am. parcial	nº40	0,42	56,60	137,0	67,5	nº40			
	nº200	0,074	54,96	82,0	40,4	nº200			
<div><div>AREIA</div><div>PEDREGULHO</div><div>PENEIRAS</div></div>									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			O JACARECICA AO SITO SÃO			RUA EBENEZER DE OLIVEIRA			
FURO	POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)			OBSERVAÇÃO			
5	EIXO		0						
CAMADA		DATA:	OPERADOR		CALCULISTA	VISTO:			
EXISTENTE (mistura)		10/09/2021							

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 27 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: SÃO JORGE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	01	02	03	04	05	Operador:
Golpes	g	12	18	25	34	42	
Peso Bruto Úmido	g	11,08	11,80	12,55	12,87	12,00	Data: 20/09/2021
Peso Bruto Seco	g	9,63	10,76	10,49	10,77	10,34	Calculista:
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	
Peso da Água	g	1,45	1,04	2,06	2,10	1,66	LL= 40,2%
Peso do Solo Seco	g	3,39	2,51	5,09	5,38	4,34	
Umidade	%	42,77	41,43	40,47	39,03	38,25	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	20	11	F-03	60	41	LP = 26,4%
Peso Bruto Úmido	g	12,05	11,74	11,58	11,64	12,55	I.P.= 13,8%
Peso Bruto Seco	g	10,99	10,52	9,94	9,98	10,79	
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	OBS:
Peso da Água	g	1,06	1,22	1,64	1,66	1,76	
Peso do Solo Seco	g	3,97	4,62	6,24	6,27	6,69	
Umidade	%	26,70	26,41	26,28	26,48	26,31	
		OK	OK	OK	OK	OK	
<p>Limite de Liquidez</p>							
PROCEDENCIA		TRECHO			SUB TRECHO		
✓ MATERIAL EXISTENTE		✓ SO JACARECICA AO SITIO SÃO JOSE			✓ RUA EBENEZER DE OLIVEIRA		
CAMADA		ESTACA			PROFUNDIDADE (M)		
✓ EXISTENTE (mistura)		✓ 1100 MT A .1300 MT			✓ 30 - 70		
CALCULISTA		DATA			VISTO		
		20/09/2021					
ENC. LABORATORIO		FISCALIZAÇÃO			ENGº RESPONSÁVEL		

Tabela 28 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)											
OBRA: JACARECICA											
PROCEDENCIA		TRECHO				SUB TRECHO					
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO SÃO JORGE				RUA I					
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO FURO (M)		PROFUND. DO ENSAIO (M)					
1		EIXO		0,35 A 0,70							
CAMADA:		OPERADOR		EST. COLETA		DATA		CALCULISTA		VISTO	
EXISTENTE				EST. 0 A EST. 13		15/04/22					
UMIDADE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		14		DENSIDADE MÁXIMA: 1,690 g/cm³	
Cápsula - Nº						VOLUME DO MOLDE		2069			
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4830			
Peso Bruto Seco		48,21		48,21		PESO DO SOQUETE		4536			
Peso da Cápsula						ESPESURA DO DISCO ESPACADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA: 16,1 %	
Peso da Água		1,79		1,79							
Peso do Solo Seco		48,21		48,21		GOLPES / CAMADA		26			
Umidade (%)		3,7		3,7							
Umidade Média		3,7		3,7		Nº DE CAMADAS		5			

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO		
1	8110	3280	1,585		50,00	44,60		5,40	44,60	12,1	1,414
2	8550	3720	1,798		50,00	43,82		6,18	43,82	14,1	1,576
3	8890	4060	1,962		50,00	43,07		6,93	43,07	16,1	1,690
4	8730	3900	1,885		50,00	42,34		7,66	42,34	18,1	1,596
5	8565	3735	1,805		50,00	41,63		8,37	41,63	20,1	1,503

Compactação

Umidade

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL

Tabela 29 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)											
OBRA: JACARECICA											
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE				CAMADA EXISTENTE		FURO 1		TRECHO BAIRRO SÃO JORGE			
SUB TRECHO RUA I				ESTACA EST. 0 A EST. 13		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,0 A 0,35					
OPERADOR: 0			DATA: 15/04/2022			CALCULISTA: 0			VISTO:		
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		63			
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde		4598			
Peso Bruto Úmido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde		2014			
Peso Bruto Seco		48,25 48,25		43,05 43,05		Nº de Camadas		05			
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26			
Peso da Água		1,75 1,75		6,95 6,95		Peso do Soquete		4536			
Peso do Solo Seco		48,25 48,25		43,05 43,05		Espessura do disco Espaçador		2 1/2			
Umidade (%)		3,6 3,6		16,1 16,1		Altura do Cilindro (mm)		114,0			
Umidade Média (%)		3,6		16,1		Peso da Amostra		6000			
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.			
Densidade Máxima - Kg/m³		1,690		Peso do Solo		Úmido		5890		Nº 1	
Umidade ótima - %		16,1		Passando na # Nº 4		Seco		5684			
Umidade Higroscópica - %		3,6		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		110		2,2		Constante	
Diferença de Umidade - %		12,5		Água a Juntar		714		k=		0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão					
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²		Datas		Leitura	
		Pol mm		Extens. mm		Determ. Corrigido Padrão %		Dia Hora		Defl. mm	
30 seg		0,025 0,63		15		1,6 1,6		15/04/22 10:00		0,00 0,41	
1		0,05 1,27		31		3,3 3,3		16/04/22 10:00		0,41 0,77	
2		0,1 2,54		55		5,9 70		17/04/22 10:00		0,77 0,93	
4		0,2 5,08		84		9,1 105		18/04/22 10:00		0,93 0,96	
6		0,3 7,62		110		11,9 133					
8		0,4 10,16				161					
10		0,5 12,7				182					
Moldagem de Verificação		CBR 8,6%									
Peso Bruto Úmido		8.550									
Peso Úmido		3.952									
Densidade Úmida		1,962									
Densidade Seca		1,690									
Grau de Compactação		99,9%									
Obs:											

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 30 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: JACARECICA									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%		%		AMOSTRA		Total	Parcial
Cápsula - N°		20		22		Cápsula - N°		10	12
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		Peso Bruto Úmido		2000	200
Peso Bruto Seco		48,20		48,20		Peso Úmido		2000	200
Peso da Cápsula						Peso Retido na # N° 10		35,2	
Peso da Água		1,80		1,80		Peso Úmido Pass. na # N° 10		1964,8	
Peso do Solo Seco		48,20		48,20		Peso Seco Pass. na # N° 10		1894,1	
Umidade		3,7		3,7		Peso da amostra Seca		2	1929,3
Umidade Média		3,7						3	192,8
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					K ₁ = $\frac{100}{2}$ = 0,0518		
	2	50,8		1929,3	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1929,3	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1929,3	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3}$ = 0,5092		
	3/4	19,1	0,00	1929,3	100,0	3/4	3		
	1/2	12,7	0,00	1929,3	100,0	1/2			
	3/8	9,5	3,16	1926,1	99,8	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	nº4	4,8	9,22	1916,9	99,4	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	22,78	1894,1	98,2	nº10			
Am. parcial	nº40	0,42	37,88	154,9	78,9	nº40			
	nº200	0,074	71,90	83,0	42,3	nº200			
<div><div>AREIA</div><div>PEDREGULHO</div></div> <div>100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0</div> <div>200 100 50 40 16 10 4 3/8 1" 1 1/2 2"</div> <div>PENEIRAS</div>									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO SÃO JORGE			RUA I			
FURO	POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)			OBSERVAÇÃO			
1	EIXO		0						
CAMADA		DATA:	OPERADOR		CALCULISTA	VISTO:			
EXISTENTE		18/04/2022	0		0				

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 31 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: JACARECICA							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	26	22	21	24	25	Operador:
Golpes	g	09	15	25	32	41	
Peso Bruto Úmido	g	26,10	25,90	26,44	27,10	26,81	Data: 19/04/2022
Peso Bruto Seco	g	19,93	20,50	20,10	20,65	20,75	Calculista:
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	
Peso da Água	g	6,17	5,40	6,34	6,45	6,06	LL= 42,7%
Peso do Solo Seco	g	13,69	12,25	14,70	15,26	14,75	
Umidade	%	45,07	44,08	43,13	42,27	41,08	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	30	31	33	36	35	LP = 30,5%
Peso Bruto Úmido	g	17,82	17,30	16,40	16,96	16,58	I.P.= 12,2%
Peso Bruto Seco	g	15,30	14,61	13,40	13,90	13,69	
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	OBS:
Peso da Água	g	2,52	2,69	3,00	3,06	2,89	
Peso do Solo Seco	g	8,28	8,71	9,70	10,19	9,59	
Umidade	%	30,43	30,88	30,93	30,03	30,14	
		OK	OK	OK	OK	OK	
<p>Limite de Liquidez</p>							
PROCEDENCIA		TRECHO		SUB TRECHO			
✓ MATERIAL EXISTENTE		✓ BAIRRO SÃO JORGE		✓ RUA I			
CAMADA		ESTACA		PROFUNDIDADE (M)			
✓ EXISTENTE		✓ EST. 0 A EST. 13		✓ 0,35 A 0,70			
CALCULISTA		DATA		VISTO			
0		19/04/2022					
ENC. LABORATORIO		FISCALIZAÇÃO		ENGº RESPONSÁVEL			

Tabela 32 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)											
OBRA: JACARECICA											
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO SÃO JORGE				SUB TRECHO RUA J					
FURO 1		POSIÇÃO EIXO		PROFUND.DO FURO (M) 0,35 A 0,70		PROFUND. DO ENSAIO (M)					
CAMADA: EXISTENTE		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 5		DATA 15/04/22		CALCULISTA		VISTO	
UMIDADE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		14		DENSIDADE MÁXIMA:	
Cápsula - Nº						VOLUME DO MOLDE		2069			
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4830		1,741 g/cm³	
Peso Bruto Seco		48,35		48,35		PESO DO SOQUETE		4536			
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:	
Peso da Água		1,65		1,65							
Peso do Solo Seco		48,35		48,35		GOLPES / CAMADA		26		15,7 %	
Umidade (%)		3,4		3,4							
Umidade Média		3,4				Nº DE CAMADAS		5			

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %	
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO			UMIDADE %
1	8350	3520	1,701		50,00	44,72		5,28	44,72		11,8	1,522
2	8780	3950	1,909		50,00	43,94		6,06	43,94		13,8	1,678
3	9000	4170	2,015		50,00	43,18		6,82	43,18		15,8	1,741
4	8925	4095	1,979		50,00	42,44		7,56	42,44		17,8	1,680
5	8765	3935	1,902		50,00	41,74		8,26	41,74		19,8	1,588

Compactação

The graph plots 'Densidade Aparente Seca - g/cm³' on the y-axis (ranging from 1,300 to 2,200) against 'Umidade' on the x-axis (ranging from 6,0 to 22,0). A blue curve represents the compaction data, starting at approximately (11,8, 1,522) and peaking at (15,7, 1,741) before declining to (19,8, 1,588). A vertical line is drawn from the peak of the curve down to the x-axis at 15,7.

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL

Tabela 33 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)											
OBRA: JACARECICA											
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE				CAMADA EXISTENTE		FURO 1		TRECHO BAIRRO SÃO JORGE			
SUB TRECHO RUA J				ESTACA EST. 0 A EST. 5		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,35 A 0,70					
OPERADOR: 0			DATA: 15/04/2022			CALCULISTA: 0			VISTO:		
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		64			
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde		4520			
Peso Bruto Úmido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde		2014			
Peso Bruto Seco		48,41 48,41		43,30 43,30		Nº de Camadas		05			
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26			
Peso da Água		1,59 1,59		6,70 6,70		Peso do Soquete		4536			
Peso do Solo Seco		48,41 48,41		43,30 43,30		Espessura do disco Espaçador		2 1/2			
Umidade (%)		3,3 3,3		15,5 15,5		Altura do Cilindro (mm)		114,0			
Umidade Média (%)		3,3		15,5		Peso da Amostra		6000			
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA					
Densidade Máxima - Kg/m ³						Anel Din.					
Umidade ótima - %						Nº 1					
Umidade Higroscópica - %						Constante					
Diferença de Umidade - %						k= 0,108					
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão			
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm ²		Datas		Leitura	
30 seg		Pol mm		Extens.		Determin. Corrigido Padrão %		Dia Hora		Defl. mm	
1		0,05 1,27		33		1,9 1,9		15/04/22 11:00		0,00 0,55	
2		0,1 2,54		55		3,6 3,6		16/04/22 11:00		0,55 0,98	
4		0,2 5,08		83		5,9 70 8,5		17/04/22 11:00		0,98 1,26	
6		0,3 7,62		115		9,0 105 8,5		18/04/22 11:00		1,26 1,35	
8		0,4 10,16				12,4 12,4 133					
10		0,5 12,7				161 182					
Moldagem de Verificação		CBR 8,5%									
Peso Bruto Úmido											
8.545											
Peso Úmido											
4.025											
Densidade Úmida											
1,999											
Densidade Seca											
1,731											
Grau de Compactação											
99,4%											
Obs:											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>TEC. DE LABORATÓRIO</div> <div>FISCALIZAÇÃO</div> <div>ENGº RESPONSÁVEL</div> </div>											

Tabela 34 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: JACARECICA									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		20	22	Cápsula - N°		10	12		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,50	48,50	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		44,4			
Peso da Água		1,50	1,50	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1955,6			
Peso do Solo Seco		48,50	48,50	Peso Seco Pass. na # N° 10		1897,0			
Umidade		3,1	3,1	Peso da amostra Seca		2	1941,3	3	194,0
Umidade Média		3,1							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					Pol	K ₁ = 100 - 0,0515	
	2	50,8		1941,3	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1941,3	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1941,3	100,0	1	K ₂ = 4 - 0,5037		
	3/4	19,1	0,00	1941,3	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1941,3	100,0	1/2			
	3/8	9,5	6,34	1935,0	99,7	3/8	FAIXA "D" da AASHO		
	n°4	4,8	12,44	1922,6	99,0	n°4	Obs:		
	n°10	2,0	25,60	1897,0	4	97,7	n°10		
n°40	0,42	38,91	155,1	78,1	n°40				
n°200	0,074	73,84	81,3	40,9	n°200				

AREIA PEDREGULHO

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

200 100 50 40 16 10 4 3/8 1 1/2 2"

PENEIRAS

ENSAIOS FÍSICOS			
PROCEDENCIA:		TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO SÃO JORGE	RUA J
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)	OBSERVAÇÃO
1	EIXO	0	
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA
EXISTENTE	18/04/2022	0	0
		VISTO:	

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 35 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: JACARECICA							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	41	44	47	45	46	Operador:
Golpes	g	08	14	25	33	42	
Peso Bruto Úmido	g	26,25	25,99	26,39	27,22	26,95	Data: 19/04/2022
Peso Bruto Seco	g	20,09	20,62	20,12	20,85	20,95	
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:
Peso da Água	g	6,16	5,37	6,27	6,37	6,00	
Peso do Solo Seco	g	13,85	12,37	14,72	15,46	14,95	LL = 41,9%
Umidade	%	44,48	43,41	42,60	41,20	40,13	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	50	52	51	56	55	LP = 29,5%
Peso Bruto Úmido	g	17,59	17,50	16,30	16,82	16,44	
Peso Bruto Seco	g	15,20	14,89	13,44	13,81	13,60	I.P. = 12,4%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	2,39	2,61	2,86	3,01	2,84	OBS:
Peso do Solo Seco	g	8,18	8,99	9,74	10,10	9,50	
Umidade	%	29,22	29,03	29,36	29,80	29,89	
		OK	OK	OK	OK	OK	
<p>Limite de Liquidez</p>							
PROCEDENCIA		TRECHO		SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO SÃO JORGE		RUA J			
CAMADA		ESTACA		PROFUNDIDADE (M)			
EXISTENTE		EST. 0 A EST. 5		0,35 A 0,70			
CALCULISTA		DATA		VISTO			
0		19/04/2022					
ENC. LABORATORIO		FISCALIZAÇÃO		ENGº RESPONSÁVEL			

4.4 Estudo Hidrológico

Os estudos hidrológicos foram procedidos com a finalidade de identificar e qualificar as circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas da área onde se localiza o trecho em estudo, balizar-se a aplicação de modelos pluviais necessários ao dimensionamento das obras para adequação do sistema de drenagem existente.

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, informações de enchentes ocorridas, junto aos moradores mais antigos da região e 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 bacias, utilizando-se as cartas geográficas.

A fase definitiva consistiu do processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos para apresentação e conclusão do estudo hidrológico, e possibilitou o elenco de medidas necessárias ao dimensionamento hidráulico das obras de arte correntes, assim como das obras de drenagem superficial e profunda relativa ao projeto.

Levando em consideração à proximidade, o posto definido para o estudo foi o de número 935004 do Município de Maceió, de responsabilidade da ANA, onde foi utilizada a série histórica do período de 10 anos (2009 a 2018) de observação de chuva para o estudo.

Coletou-se junto aos órgãos oficiais: dados hidrológicos e, em estudos existentes, dados referentes ao clima, pluviometria e geomorfologia da área em que se localiza o trecho.

4.4.1 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.

Os dados utilizados para realização dos Estudos Hidrológicos estão abaixo relacionados:

Dados pluviométricos fornecidos pela INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, a estação escolhida foi a mais representativa do regime pluviométrico da região mais próxima do empreendimento, sendo:

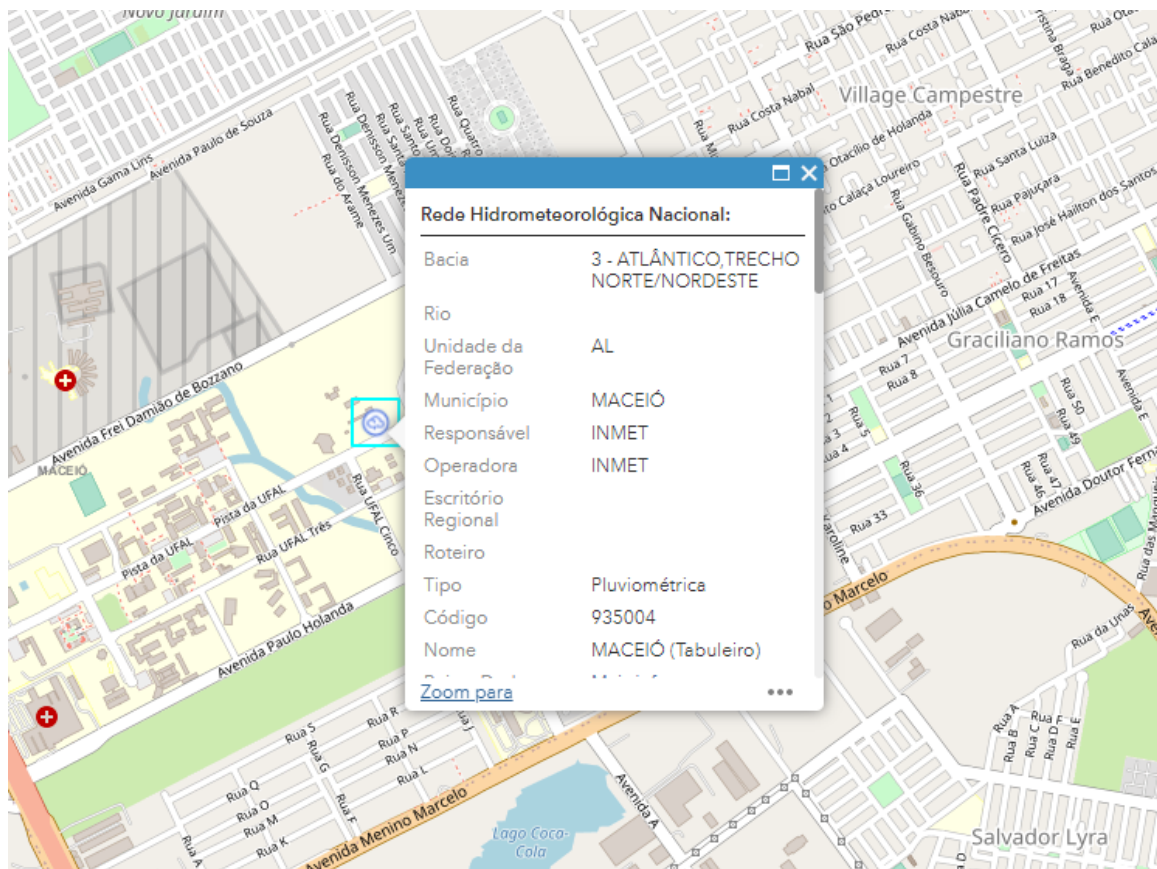


Figura 1 - Dados da estação de Maceió.

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.

4.4.2 Características da Região

4.4.2.1 Clima

O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro.

4.4.2.2 Hidrografia

Águas superficiais

Os cursos d'água que drenam o município apresentam-se perenes, com direcionamento consequente de extensão aproximada de 12 quilômetros.[21] Suas principais cabeceiras localizam-se na serra da Saudinha (rios Meirim, Saúde e Prataji), nos tabuleiros (riachos Reginaldo, Jacarecica, Doce e o rio Sauaçuí), alguns próximos à área urbana do município, nas proximidades dos conjuntos residenciais Henrique Equelman, Moacir Andrade e do Parque Residencial Benedito Bentes I e II.

Águas subterrâneas

A área do município em estudo está inserida no Domínio Hidrogeológico Intersticial, composto por rochas de idade Tércio-quaternária, constituída pelos sedimentos de cobertura da Formação Barreiras, e aluviões e sedimentos arenosos, siltosos e argilosos de idade Quaternária.

4.4.3 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.).

Considerações

O estudo das precipitações é fundamental num projeto de estradas, principalmente nos estudos dos seguintes tópicos:

- Verificação das estatísticas de descarga (curva dupla acumulação) ou dedução dessas quando não há informações disponíveis;
- Determinação das enchentes para projeto das obras de drenagem, ponte, etc.;
- Levantamento da possibilidade de danos ambientais decorrentes do aumento do deflúvio superficial e do direcionamento das águas pluviais, como: erosões, assoreamentos, inundações, etc.;
- Escolha do tipo de revestimento da pista de rolamento;
- Planejamento da construção a fim de evitar interrupções de trabalho devido as 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 segmento em projeto;
- Séries confiáveis.

Para a Estação Pluviométrica estudada, são apresentados abaixo:

- Os dados de precipitações mensais e anuais de pluviometria e números de dias de chuva são apresentados na tabela abaixo;
- Histograma do Ano de Maior Pluviosidade na Região;

Pluviograma – Precipitações Totais Anuais, Precipitações Mensais e Número de Dias de Chuva por ano.

Tabela 36 - Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais.

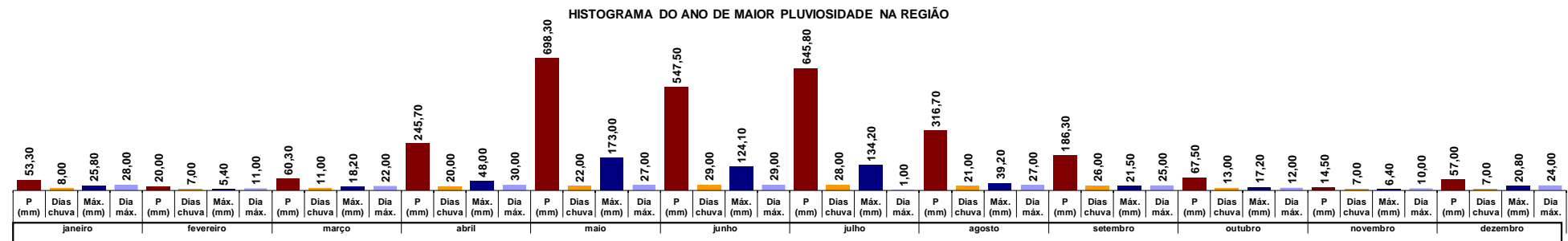
DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSIS E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSIS E ANUAIS

ESTACÃO : MACEIÓ (Tabuleiro)
LATITUDE : -9°33'4" (UTM N = 8.941.886,67 m)
LONGITUDE : -35°46'12" (UTM E = 195.908,13 m)
CÓDIGO : 935004

ENTIDADE : INMET
PERÍODO : 1961-2013
UF : ALAGOAS
MUNICÍPIO : MACEIÓ

ANOS	MESES																																														DADOS ANUAIS					
	janeiro				fevereiro				março				abril				maio				junho				julho				agosto				setembro				outubro				novembro				dezembro				Total (mm)	Dias de chuva	Máxima (mm)	Dia da máxima
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.												
2009	35,0	6	11,0	29	222,1	16	36,2	23	205,8	4	148,8	2	190,1	11	46,4	23	788,5	27	155,2	27	462,1	26	143,5	10	273,3	27	40,8	22	331,5	26	75,2	7	103,7	13	27,0	14	14,9	7	5,2	4	16,8	10	4,2	3	30,5	9	17,1	23	2.674,3	182	155,2	27/5/2009
2010	212,3	15	85,0	20	175,0	17	70,6	12	151,1	8	45,2	25	172,5	17	30,6	14	152,1	19	28,1	13	713,0	25	187,8	5	257,0	25	42,9	9	188,0	21	32,2	19	146,8	18	47,3	2	96,8	6	53,6	23	5,7	7	1,6	7	22,2	5	12,9	17	2.292,5	183	187,8	5/6/2010
2011	142,1	21	31,8	23	122,7	14	39,6	19	17,5	6	6,2	22	595,4	22	135,0	19	397,3	27	61,4	24	235,0	21	81,6	22	366,2	27	105,7	31	209,1	17	89,4	23	111,1	19	24,2	18	49,8	13	18,8	23	112,3	13	38,1	6	14,2	3	8,8	20	2.372,7	203	135,0	19/4/2011
2012	189,9	12	90,4	20	67,8	10	34,2	19	172,1	7	110,5	6	56,2	9	11,9	20	85,3	12	22,8	25	272,8	23	72,3	12	271,3	22	48,0	17	154,4	21	23,9	18	27,0	9	10,2	30	69,8	11	18,0	15	0,0	0	0,0	1	13,8	6	7,0	25	1.380,4	142	110,5	6/3/2012
2013	63,4	7	32,8	8	12,4	4	5,3	9	25,6	6	14,0	5	174,4	13	63,2	24	266,3	18	89,8	10	252,3	24	45,5	13	378,8	25	145,2	3	174,9	21	20,9	2	89,9	18	24,8	10	218,6	16	97,4	13	111,7	17	33,2	11	11,4	3	6,2	2	1.779,7	172	145,2	3/7/2013
2014	52,1	12	14,8	10	117,4	15	33,2	6	53,5	11	13,8	17	152,9	16	27,0	30	383,6	23	83,2	2	180,4	24	22,2	15	223,3	23	44,6	29	162,6	20	34,2	10	142,6	12	37,6	8	274,1	17	73,0	7	21,4	4	9,4	3	31,7	8	13,9	4	1.795,6	185	83,2	2/5/2014
2015	29,0	6	9,8	25	108,5	8	48,4	18	58,6	12	25,1	9	17,6	5	13,6	13	223,9	21	44,0	25	345,7	27	59,2	25	313,8	26	44,0	5	159,4	11	51,9	21	37,2	9	10,6	1	53,4	6	31,6	14	1,6	1	1,6	4	73,4	12	27,6	26	1.421,8	142	59,2	25/6/2015
2016	162,6	12	64,8	18	62,2	10	25,4	19	152,8	13	37,0	30	138,5	13	45,2	14	312,3	22	173,0	30	171,3	18	24,5	5	136,5	23	19,9	3	94,1	15	25,9	20	63,9	12	16,0	4	13,2	8	7,8	13	22,5	9	4,4	6	29,6	9	8,4	15	1.359,5	164	173,0	30/5/2016
2017	53,3	8	25,8	28	20,0	7	5,4	11	60,3	11	18,2	22	245,7	20	48,0	30	698,3	22	173,0	27	547,5	29	124,1	29	645,8	28	134,2	1	316,7	21	39,2	27	186,3	26	21,5	25	67,5	13	17,2	12	14,5	7	6,4	10	57,0	7	20,8	24	2.912,9	199	173,0	27/5/2017
2018	175,8	11	89,0	23	142,7	12	48,4	19	172,9	14	58,2	3	402,0	20	78,4	22	205,3	22	35,0	1	172,1	23	26,4	29	226,9	24	43,6	1	65,1	14	17,4	1	65,2	15	25,3	3	5,0	2	3,8	31	61,1	15	10,1	27	80,5	10	25,6	17	1.774,6	182	89,0	23/1/2018

Obs.: A) - Instrumento medidor: Pluviômetro B) - Os dados dos anos mais representativos para elaboração das análises estatísticas C) - Posto que caracteriza o regime pluviométrico do trecho (método de THIESEN), as alturas estão em acordo com mapas Isoietas.



ANO	janeiro				fevereiro				março				abril				maio				junho				julho				agosto				setembro				outubro				novembro				dezembro				Total	Dias de	Máxima	Dia
	P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		(mm)	chuva	(mm)	máxima								
	P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		P	(mm)	Dias chuva		(mm)	chuva	(mm)	máxima												
2017	53,3	8	25,8	28	20	7	5,4	11	60,3	11	18,2	22	245,7	20	48,0	30	698,3	22	173,0	27	547,5	29	124,1	29	645,8	28	134,2	1	316,7	21	39,2	27	186,3	26	21,5	25	67,5	13	17,2	12	14,5	7	6,4	10	57,0	7	20,8	24	2.912,9	199	173	27/5/2017

FONTES: SIH/ANA - Sistema de Informações Hidrológicas (HIDRO - versão Web: <http://hidroweb.ana.gov.br/>)



Gráfico 1 - Precipitações totais anuais.

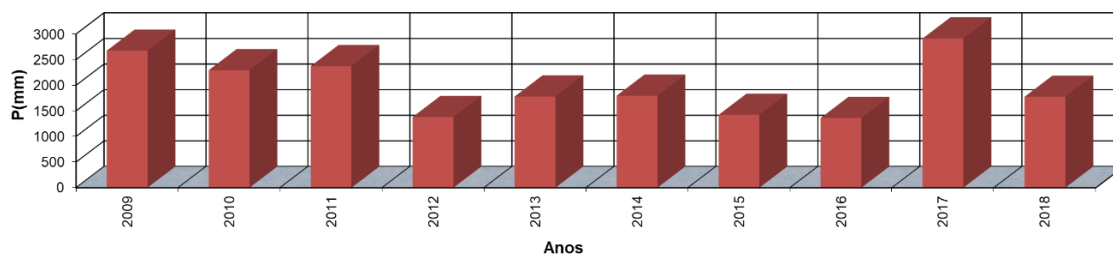


Gráfico 2 - Precipitações mínimas, médias e máximas mensais.

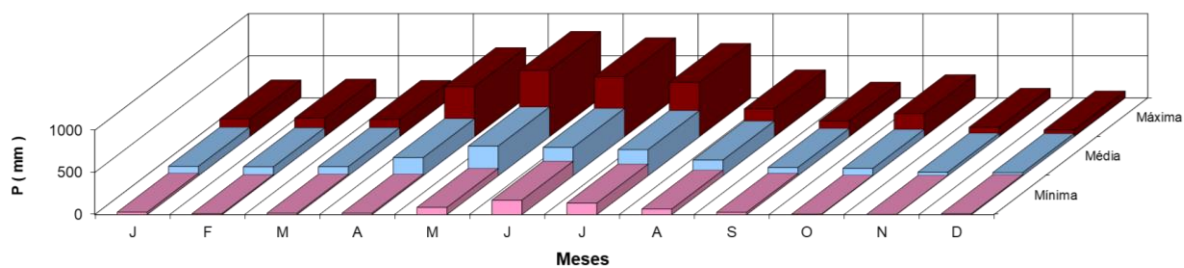
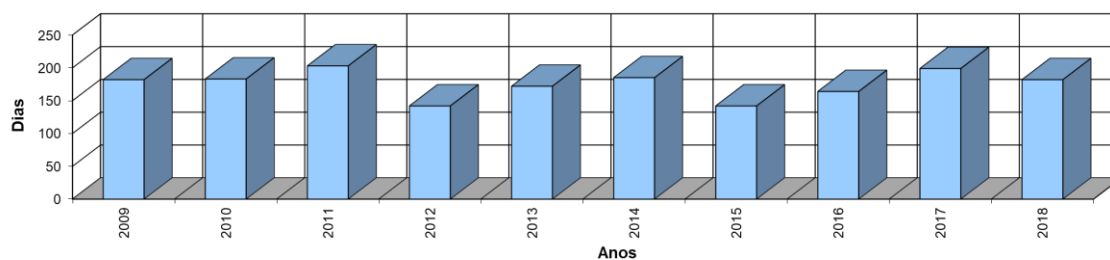


Gráfico 3 - Número de dias de chuva por ano.



[illegible]

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

$$\overline{P} = \frac{\sum P}{10} = 131,11$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1}} = 43,69$$

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:

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

TEMPO DE RECORRÊNCIA (T _r)	K (")	P (mm)
5 anos	1,058	177,33
10 anos	1,848	211,85
15 anos	2,289	231,12
20 anos	2,606	244,97
25 anos	2,847	255,50
50 anos	3,588	287,87
100 anos	4,323	319,98
1.000 anos	-	428,11
10.000 anos	-	536,25

$$\bar{P} = 131,11$$

$$\Sigma P = 1.311,10$$

$$\Sigma (\bar{P} - P)^2 = 17.181,73$$

$$n - 1 = 9$$

$$\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1} = 1909,1$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1}} = 43,69$$

$$Pr = 131,11 + K \times 43,69$$

CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VENTECROW - P_{Tf} (mm)

$P5 = 131,11 + 1,058 \times 43,69 = 177,33 \text{ mm}$

$P10 = 131,11 + 1,848 \times 43,69 = 211,85 \text{ mm}$

$P15 = 131,11 + 2,289 \times 43,69 = 231,12 \text{ mm}$

$P20 = 131,11 + 2,606 \times 43,69 = 244,97 \text{ mm}$

$P25 = 131,11 + 2,847 \times 43,69 = 255,5 \text{ mm}$

$P50 = 131,11 + 3,588 \times 43,69 = 287,87 \text{ mm}$

$P100 = 131,11 + 4,323 \times 43,69 = 319,98 \text{ mm}$

$P1000 = P100 + (P100 - P10) = 428,11 \text{ mm}$

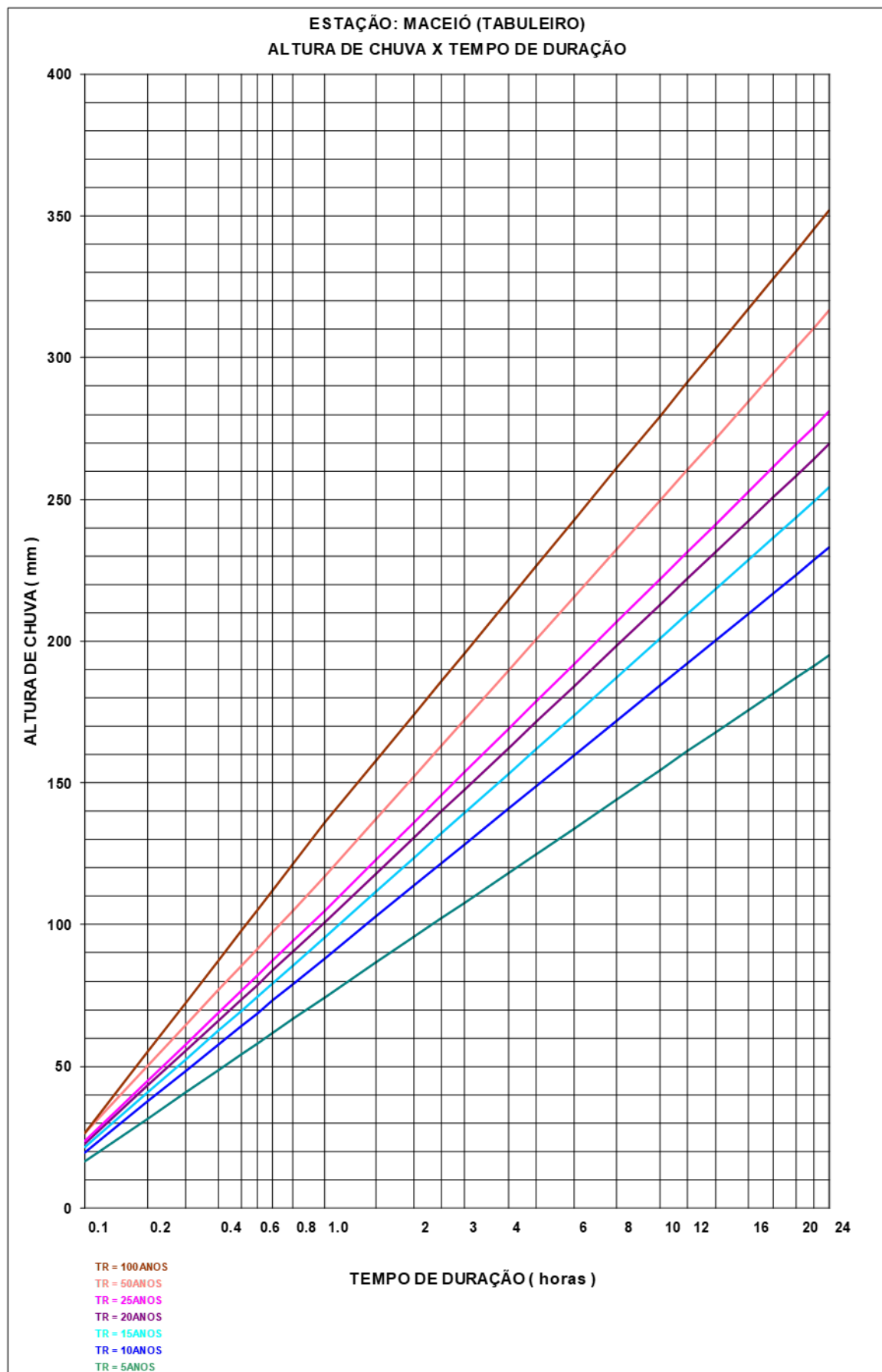
$P10000 = P1000 + (P1000 - P100) = 536,25 \text{ mm}$

ESTACÃO : MACEÍO (TABULEIRO)													
ISOZONA "B"													
Tempo de Recorrência em anos		1 hora / 24 horas chuva (A)					6 min / 24 horas (B)		Duração				
		5	10	15	20	25	5 a 50	100	Tempo de Recorrência (anos)				
Porcentagem		38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	38,6	24 horas (C)				
As isozonas B e C tipificam a zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves.							8,4		1 hora (D)				
									6 minutos (E)				
									Notas:				
									1 - (C) = $P_{T(I)}$ (mm) x 1,1, onde $P_{T(I)}$ (mm) é dado pela fórmula de VEM TECHOW				
									2 - (D) = (C) x (A)				
									3 - (E) = (C) x (B)				

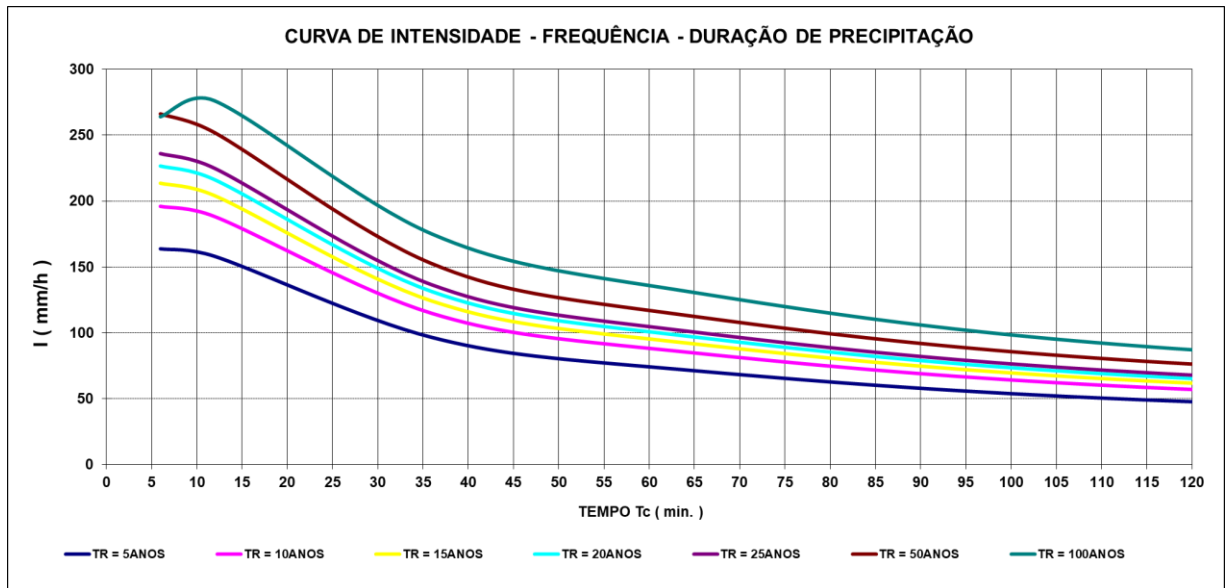
Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas

ESTACÃO : MACEÍO (TABULEIRO) - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA													
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 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)
6 min.	(0,1 h)	16,39	163,86	19,57	195,75	21,36	213,55	22,63	226,35	23,61	236,08	26,60	265,99
12 min.	(0,2 h)	31,63	158,16	37,60	188,02	40,82	204,12	43,20	216,00	44,98	224,91	50,35	251,74
36 min.	(0,6 h)	57,98	96,63	68,76	114,60	74,47	124,11	78,73	131,22	81,92	136,53	91,39	152,31
60 min.	(1,0 h)	74,32	74,32	88,09	88,09	95,34	95,34	100,78	100,78	104,83	104,83	116,85	116,85
120 min.	(2,0 h)	95,69	47,85	113,74	56,87	123,46	61,73	130,64	65,32	136,02	68,01	152,21	76,11
240 min.	(4,0 h)	118,27	29,57	140,85	35,21	153,17	38,29	162,18	40,54	168,97	42,24	189,58	47,39
1440 min.	(24,0 h)	195,07	8,13	233,03	9,71	254,23	10,59	269,46	11,23	281,04	11,71	316,66	13,19

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.



Fonte: PAPEL DE PROBABILIDADE DE HERSHFIELD E WILSON



5.1 Projeto Geométrico

5.1.1 Introdução

O Projeto Geométrico foi desenvolvido de acordo com o disposto nas Instruções de serviço IS-208 - instruções de Serviço para Projeto Geométrico, sido adotadas as especificações preconizadas no Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT. Teve por objetivo a definição geométrica da rodovia, detalhando-a planialtimetricamente e determinado a geometria da seção transversal.

O máximo aproveitamento do traçado existente, no início do trecho, foi a condicionante que norteou a elaboração do projeto geométrico, o qual foi lançado a partir dos elementos constantes dos estudos topográficos efetuados.

5.1.2 Apresentação

O projeto Geométrico em planta e perfil está sendo apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, com as seguintes informações: Em planta:

- Indicação da linha locada com estacas marcadas a cada 20 (vinte) metros, ou menos quando necessário;
- Definição dos elementos cadastrais contidos na faixa do projeto;
- Desenho do relevo topográfico, com curvas de nível espaçadas de metro em metro;
- Indicação das amarrações dos PI's da linha locada.

Em perfil:

- Comprimento e percentagens das rampas;
- Comprimento das projeções horizontais e verticais de concordância;
- Estaqueamento da linha locada, com estacas indicadas de 20 em 20 metros.

5.2 Projeto de Terraplanagem

5.2.1 Considerações Gerais

O Projeto de Terraplenagem para este trecho viário foi desenvolvido de acordo com as Normas, Especificações e Instruções de Serviços (IS-209), atualmente em vigor, para trabalhos desta natureza e também com base nas informações provenientes dos estudos geotécnicos e do projeto geométrico.

Foi elaborado visando garantir uma largura de plataforma de terraplenagem suficiente para que, após a execução, seja implantada a pavimentação.

A implantação de terraplenagem implica na abordagem dos seguintes tópicos:

- Definição e quantificação dos serviços preliminares;
- Definição das seções típicas de terraplenagem;
- Determinação dos volumes de terraplenagem;
- Determinação dos volumes a serem substituídos nas camadas inferiores do subleito;
- Análise de terraplenagem e estudo da distribuição das massas;
- Determinação das distâncias de transporte;
- Elaboração dos memoriais de cálculo de terraplenagem;
- Quantificação dos serviços.

5.2.2 Nota de Serviço de Terraplenagem

A nota de serviço de terraplenagem é apresentada no **Volume 2**.

5.2.3 Movimento de Terra

Os volumes foram calculados no software AUTOCAD CIVIL 3D, pelo método da semissoma das áreas de corte ou aterro, em cada par de seções transversais relativas a duas estacas subsequentes e o volume total para cada segmento em corte e aterro.

A distribuição dos materiais foi feita analisando-se os resultados dos ensaios realizados com material do subleito e dos empréstimos, sua natureza, qualidade e distância de transporte.

Os volumes geométricos a serem movimentados são resumidos a seguir.

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA 01									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	0,00	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0,00	+	15,50	6.50	0.00	66.79	0.00	66.79	0.00	66.79
1,00	+	0,00	3.80	0.00	23.19	0.00	89.98	0.00	89.98
1,00	+	16,00	4.72	0.00	68.20	0.00	158.18	0.00	158.18
2,00	+	0,00	4.38	0.00	18.19	0.00	176.37	0.00	176.37
3,00	+	0,00	3.87	0.00	82.47	0.00	258.84	0.00	258.84
4,00	+	0,00	4.19	0.00	80.63	0.00	339.47	0.00	339.47
5,00	+	0,00	4.52	0.00	87.11	0.00	426.58	0.00	426.58
6,00	+	0,00	3.01	0.00	75.32	0.00	501.90	0.00	501.90
7,00	+	0,00	2.54	0.00	55.48	0.00	557.38	0.00	557.38
8,00	+	0,00	2.97	0.00	55.10	0.00	612.48	0.00	612.48
9,00	+	0,00	3.25	0.00	62.52	0.00	674.99	0.00	674.99
10,00	+	0,00	2.23	0.00	55.19	0.00	730.18	0.00	730.18
11,00	+	0,00	1.90	0.00	41.11	0.00	771.30	0.00	771.30
12,00	+	0,00	3.06	0.00	49.55	0.00	820.85	0.00	820.85
13,00	+	0,00	3.84	0.00	69.07	0.00	889.92	0.00	889.92
14,00	+	0,00	4.00	0.00	78.41	0.00	968.33	0.00	968.33
15,00	+	0,00	3.72	0.00	77.17	0.00	1045.50	0.00	1045.50
16,00	+	0,00	2.98	0.00	66.99	0.00	1112.49	0.00	1112.49
17,00	+	0,00	2.58	0.00	55.53	0.00	1168.02	0.00	1168.02
18,00	+	0,00	2.45	0.00	50.06	0.00	1218.08	0.00	1218.08
19,00	+	0,00	2.87	0.00	53.03	0.00	1271.12	0.00	1271.12
20,00	+	0,00	1.79	0.00	46.68	0.00	1317.80	0.00	1317.80
21,00	+	0,00	3.85	0.00	56.43	0.00	1374.23	0.00	1374.23

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA 02									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	0,00	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,00	+	0,00	0.85	0.00	34.68	0.00	34.68	0.00	34.67
2,00	+	0,00	1.57	0.00	24.24	0.00	58.92	0.00	58.91
3,00	+	0,00	2.07	0.00	36.39	0.00	95.31	0.00	95.30
4,00	+	0,00	3.04	0.00	51.16	0.00	146.47	0.00	146.47
5,00	+	0,00	4.31	0.00	73.55	0.00	220.02	0.00	220.02
6,00	+	0,00	4.03	0.00	83.39	0.00	303.42	0.00	303.41
7,00	+	0,00	4.94	0.00	89.66	0.00	393.07	0.00	393.07
8,00	+	0,00	4.39	0.00	93.23	0.00	486.31	0.00	486.31
9,00	+	0,00	3.42	0.00	77.92	0.00	564.23	0.00	564.23
10,00	+	0,00	1.84	0.13	52.60	1.30	616.83	1.30	615.53
11,00	+	0,00	2.36	0.00	42.10	1.29	658.92	2.59	656.33
12,00	+	0,00	2.48	0.00	48.62	0.00	707.55	2.59	704.95
13,00	+	0,00	2.62	0.00	51.13	0.00	758.67	2.59	756.08
14,00	+	0,00	2.96	0.00	55.87	0.00	814.55	2.59	811.96
15,00	+	0,00	2.65	0.00	56.31	0.00	870.86	2.59	868.27
16,00	+	0,00	2.45	0.00	50.99	0.00	921.85	2.59	919.26
17,00	+	0,00	2.55	0.00	49.97	0.00	971.82	2.59	969.23
17,00	+	8,00	7.66	0.00	40.84	0.00	1012.66	2.59	1010.07
18,00	+	0,00	3.05	0.00	64.25	0.00	1076.91	2.59	1074.32
19,00	+	0,00	4.17	0.00	72.18	0.00	1149.09	2.59	1146.50
20,00	+	0,00	2.19	0.00	63.56	0.00	1212.65	2.59	1210.05
21,00	+	0,00	1.94	0.00	41.37	0.00	1254.02	2.59	1251.42
22,00	+	0,00	3.23	0.00	51.79	0.00	1305.80	2.59	1303.21
23,00	+	0,00	3.91	0.00	71.40	0.00	1377.20	2.59	1374.61
24,00	+	0,00	3.28	0.00	71.91	0.00	1449.11	2.59	1446.51
25,00	+	0,00	3.21	0.00	65.03	0.00	1514.13	2.59	1511.54
26,00	+	0,00	2.91	0.00	61.15	0.00	1575.29	2.59	1572.69
27,00	+	0,00	3.10	0.00	60.08	0.00	1635.37	2.59	1632.77
28,00	+	0,00	2.29	0.00	53.89	0.00	1689.25	2.59	1686.66
29,00	+	0,00	2.42	0.00	47.09	0.00	1736.34	2.59	1733.75
30,00	+	0,00	2.05	0.00	44.71	0.00	1781.06	2.59	1778.46
31,00	+	0,00	1.83	0.00	38.77	0.00	1819.82	2.59	1817.23
32,00	+	0,00	1.51	0.00	33.43	0.00	1853.25	2.59	1850.65
33,00	+	0,00	2.61	0.00	41.15	0.00	1894.40	2.59	1891.81
34,00	+	0,00	2.51	0.00	51.13	0.00	1945.54	2.59	1942.94
35,00	+	0,00	5.68	0.00	82.77	0.01	2028.31	2.61	2025.70
35,00	+	2,00	6.77	0.01	12.74	0.01	2041.05	2.62	2038.43
36,00	+	0,00	2.27	0.00	83.12	0.06	2124.17	2.67	2121.50
37,00	+	0,00	1.40	0.00	36.72	0.00	2160.90	2.67	2158.22
38,00	+	0,00	3.82	0.00	52.24	0.00	2213.13	2.67	2210.46
38,00	+	4,00	5.52	0.00	18.68	0.00	2231.82	2.67	2229.15
39,00	+	0,00	3.27	0.00	26.37	0.00	2258.19	2.67	2255.52

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA 03									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	0,00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0,00	+	12,00	1.89	0.00	23.92	0.00	23.92	0.00	23.92
MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA 04									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	0,00	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0,00	+	20,00	1.74	0.00	38.77	0.00	38.77	0.00	38.77
MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA 05									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	8,00	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,00	+	0,00	2.25	0.00	33.66	0.00	33.66	0.00	33.66
2,00	+	0,00	2.26	0.00	45.08	0.00	78.74	0.00	78.74
3,00	+	0,00	2.35	0.00	46.12	0.00	124.86	0.00	124.86
3,00	+	6,96	2.25	0.00	16.01	0.00	140.87	0.00	140.87
MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA 06									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	7,75	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,00	+	0,00	2.35	0.00	29.27	0.00	29.27	0.00	29.27
2,00	+	0,00	1.87	0.00	42.12	0.00	71.39	0.00	71.39
3,00	+	0,00	1.70	0.00	35.67	0.00	107.05	0.00	107.05
4,00	+	0,00	2.58	0.00	42.80	0.00	149.86	0.00	149.86
5,00	+	0,00	1.87	0.00	44.46	0.00	194.31	0.00	194.31
6,00	+	0,00	2.52	0.00	43.88	0.00	238.19	0.00	238.19
7,00	+	0,00	1.84	0.00	43.69	0.00	281.88	0.00	281.88
8,00	+	0,00	2.00	0.00	38.28	0.00	320.16	0.00	320.16
9,00	+	0,00	2.20	0.00	40.98	0.00	361.13	0.00	361.13

5.2.4 Determinação do Fator de Empolamento

Para todo o volume de terraplenagem foi adotado o fator de empolamento de 1,25, conforme recomendação do DNIT.

5.2.5 Memorial de Distribuição de Material

A distribuição de materiais e o resumo da distribuição são apresentadas no **Volume 2**.

5.3 Projeto de Drenagem

5.3.1 Metodologia

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.

5.3.2 Projeto Tipo

No projeto foi adotado dispositivos que atendem aos projetos-tipo constantes do Álbum de Projetos Tipo de Drenagem 2018 (DNIT), e os demais dispositivos são apresentados projetos-tipo dimensionados especificamente.

5.3.3 Dimensionamento Hidráulico

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 e bocas de lobos.

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

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I} < V_c$$

onde:

V = velocidade do escoamento em m/s;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

R = raio hidráulico, em m;

(A = área molhada, em m; P = perímetro molhado, em m);

I = declividade máxima admissível, em m/m;

Vc = velocidade máxima admissível, em m/s.

Tabela 37 - Coeficiente de Manning.

MATERIAL	n
Concreto liso	0,01
Concreto rústico	0,015
Aço corrugado	0,015
Pedra arrumada ou rip-rap	0,022
Canais regulares em terra	0,02
Canais irregulares em terra	0,033
Superfícies gramadas	0,03

Utilizou-se, também, a equação da continuidade: $Q = A \times V$, onde: A = área da seção molhada do canal em m², e V = velocidade do escoamento em m/s. Combinando-se a fórmula de Manning com a equação da continuidade, tem-se:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$$

5.3.4 Drenagem Superficial

5.3.4.1 Generalidades

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.

As localizações destas obras foram determinadas levando-se em conta o comprimento, declividade das rampas, alturas e extensões de cortes e aterros, bem como a localização dos pontos de passagens e pontos de inflexão vertical.

5.3.4.2 Composição

O sistema de drenagem superficial e profunda foi projetado de forma a permitir um rápido escoamento das águas pluviais que incidem sobre o corpo estradal e áreas contíguas.

Este sistema é composto de sarjeta, meio-fio, poços de visita, galerias retangulares de bordos, galerias circulares e retangulares no eixo da via, bocas de lobo, entrada d'água, descida de aterro e dissipadores.

5.3.4.3 Dimensionamento

O dimensionamento de valetas e sarjetas consiste na determinação da máxima extensão admissível até a qual não ocorre transbordamento das mesmas. Esta extensão está condicionada à capacidade de vazão, que por sua vez está condicionada com a forma e a declividade de implantação destes dispositivos.

5.3.4.4 Tempo de concentração e de recorrência

O tempo de concentração foi calculado pela fórmula de Kirpich, com valor mínimo pré-fixado em 6 minutos e o tempo de recorrência utilizado nos cálculos das precipitações, para o projeto dos dispositivos de drenagem superficial, foi de 10 anos.

5.3.4.5 Intensidade de precipitação

A intensidade de precipitação mm/h utilizada no projeto dos dispositivos de drenagem é obtida do Estudo Hidrológico anteriormente apresentado.

5.3.4.6 Áreas de contribuição

Fixadas em função da geometria das bacias de contribuição estipulada pela área de implúvio estabelecida pelas larguras da pista, acostamentos, canteiros, faixas de segurança, altura de corte e afastamento de valetas de proteção de corte.

5.3.4.7 Determinação da vazão de contribuição

A vazão de contribuição foi determinada através da fórmula do método racional:

$$Q_0 = \frac{C \times I \times A_d}{360}$$

Onde:

Q_0 = Vazão em metros cúbicos por segundo;

I = intensidade de precipitação em mm/h;

A_d = área de contribuição, sendo considerada a largura média de contribuição (Impluvium) e a extensão do dispositivo, em hectares;

C = coeficiente de escoamento superficial (runoff).

5.3.4.8 Determinação da capacidade máxima de vazão

No estudo hidráulico dos canais para drenagem superficial foram feitas algumas simplificações, sem perda de qualidade dos resultados, com o intuito de reduzir o projeto de cada dispositivo.

Admitiu-se que o escoamento é permanente e uniforme e utilizou para o cálculo, a fórmula de Manning, associada a equação da continuidade. Para considerar eventuais reduções de vazão (seja por assoreamento ou outros motivos), não se deve considerar seção de vazão maior que 85% da seção transversal do dispositivo.

A comparação entre os valores da descarga máxima com os da descarga afluente unitária de cada dispositivo possibilita a fixação dos comprimentos críticos de utilização e o posicionamento dos elementos de sangria dos deflúvios. Desta forma, conhecendo-se as características das seções de vazão dos dispositivos adotados, estabeleceu-se a descarga máxima permissível para a declividade I , de cada segmento de obra, o que permite determinar o comprimento crítico pela expressão:

$$L_{\max} = \frac{Q_{\max}}{q}$$

Onde:

L = comprimento crítico de cada segmento de declividade I ;

Q_{\max} = descarga máxima permissível do segmento para a declividade I ;

q = descarga específica, em m³/s.

5.3.4.9 Fator de redução da capacidade de vazão

Dispositivos de drenagem com baixa declividade não proporcionam drenagem eficiente, devido a baixa velocidade da água nos mesmos que provoca a sedimentação de materiais em suspensão. No caso destes dispositivos, aplica-se um fator de redução da capacidade máxima de vazão calculada, para compensar os problemas de sedimentação de materiais em suspensão, que ocorrem nestes casos. Tais fatores de redução são os seguintes:

Tabela 38 - Fator de redução da descarga em função da declividade.

Declividade	Fator de Redução
< 0,40 %	Não permite boa drenagem
0,40%	0,5
>0,6%	0,85

5.3.4.10 Tipos de revestimento

Estudados em função dos materiais disponíveis, em atendimento a critérios técnicos de desempenho hidráulico e resistência a erosão, sendo em princípio estudados com concreto.

5.3.4.11 Velocidade Admissível

No dimensionamento de cada dispositivo de drenagem estudado ou projetado tem-se por condicionante o fator velocidade, a qual não deve ultrapassar certos padrões de utilização, função do tipo de revestimento utilizado, para não causar erosão das paredes dos canais. Sendo assim as velocidades máximas recomendadas para os diversos tipos de

Tabela 39 - Velocidade Máxima Admissível

Material	Velocidade Máxima Admissível (m/s)	Material	Velocidade Máxima Admissível (m/s)
Argila dura	1,1	Revest. de concreto	4,5
Areia fina	0,35	Revest. Betuminoso	4
Areia grossa	0,5	Solo cimento	2
Cascalho fino	0,8	Gabiões	2,5
Cascalho	1,5	Alvenaria	2,5
Revest. Veget. (Gramma)	1,5	Rocha sã	4

Quando a velocidade de escoamento ultrapassar à máxima, ou seja, à velocidade inicial de erosão, estudou-se modificações nos dispositivos padrões (mudança no revestimento, forma, etc.).

As velocidades máximas admissíveis para os dispositivos de drenagem com revestimento vegetal uniforme de diversos tipos e boa manutenção:

Tabela 40 - Velocidade Admissível para Revestimento Vegetal.

Cobertura	Faixa de Declividade (%)	Velocidade Admissível (m/s)	
		Solos Resistentes a Erosão	Solos Facilmente Erodíveis
Capim de burro	0 – 5	1,8	1,5
Capim Angola	5 – 10	1,5	1,2
Capim Cevadinha; Capim do Campo	> 10	1,2	0,9
Mistura de Gramas	0 – 5	1,2	0,9
	5 – 10	0,9	0,8
Leguminosas; Capim Mimoso; Alfafa; Capim Pé de Galinha; Capim Sudão	0 – 5	0,9	0,6

No dimensionamento dos dispositivos de drenagem tem-se, também, por condicionante a velocidade mínima de 0,60m/s e a velocidade máxima suportada pelo revestimento. No projeto considerou-se as seguintes velocidades abaixo das quais se dá a sedimentação dos elementos sólidos em suspensão na água:

Tabela 41 - Velocidade Mínima de Sedimentação.

Material	Velocidade mínima (m/s)
Argila	0,008
Areia fina/grossa	0,16 / 0,21
Cascalho fino	0,32
Cascalho	0,65

5.3.4.12 Coeficiente de Escoamento

Caracterizado basicamente em função da permeabilidade das áreas expostas e ponderados, segundo o valor das mesmas, tomando-se os valores:

Tabela 42 - Coeficiente de Escoamento.

Superfície	C
Terreno natural	0,30 a 0,40 (de acordo com maior ou menor percentual de areia ou argila)
Talude	0,60 a 0,70 (segundo as mesmas características anteriores)
Plataforma	0,9

5.3.5 Resultados do Dimensionamento Rede de Galerias

5.3.6 Dimensionamento hidráulico

Tabela 43 Dimensionamento da rede coletora

DIMENSIONAMENTO															
A partir de	Para	Comprimento (m)	Área drenagem total (m²)	Coefficiente de escoamento "C"	Tempo de concentração da embocadura (min)	Tempo de concentração do sistema (min)	Intensidade (mm/h)	Q total (m³/s)	Diâmetro da tubulação (m)	Q completo (m³/s)	Velocidade completa (m/s)	Velocidade de Projeto (m/s)	Tempo em seg. (min)	Elevação da geratriz U/S (m)	Elevação da geratriz D/S (m)
PV 20	PV 21	25,00	54430,26	0,000	0,00	20,311	162,595	2,096	Ø 1,50m	2,096000	1,187000	1,352000	0,308	55,300	55,270
PV 19	PV 20	40,00	53258,97	0,000	0,00	19,812	164,122	2,071	Ø 1,50m	2,071000	1,173000	1,336000	0,499	55,485	55,439
PV 18	PV 19	34,00	52057,39	0,000	0,00	19,386	165,426	2,04	Ø 1,50m	2,040000	1,156000	1,316000	0,426	55,718	55,680
PV 17	PV 18	48,00	48192,06	0,000	0,00	18,738	167,407	1,912	Ø 1,50m	1,912000	1,083000	1,233000	0,647	55,907	55,861
PV 16	PV 17	40,00	46205,29	0,000	0,00	18,180	169,114	1,852	Ø 1,50m	1,852000	1,049000	1,195000	0,558	56,123	56,086
PV 15	PV 16	40,00	44188,89	0,000	0,00	17,603	170,880	1,79	Ø 1,50m	1,790000	1,014000	1,155000	0,577	56,320	56,286
PV 14	PV 15	40,00	42194,14	0,000	0,00	17,005	172,709	1,728	Ø 1,50m	1,728000	0,000979	1,115000	0,598	56,518	56,486
PV 13	PV 14	40,00	40170,77	0,000	0,00	16,386	174,604	1,663	Ø 1,50m	1,663000	0,000942	1,073000	0,619	56,716	56,686
PV 12	PV 13	44,00	37981,39	0,000	0,00	16,127	175,395	1,58	Ø 1,00m	1,580000	2,486000	2,832000	0,258	57,982	57,537
PV 11	PV 12	34,00	36268,57	0,000	0,00	15,921	176,024	1,515	Ø 1,00m	1,515000	2,383000	2,714000	0,206	58,783	58,471
PV 10	PV 11	33,00	34854,6	0,000	0,00	15,717	176,650	1,461	Ø 1,00m	1,461000	2,299000	2,618000	0,205	60,015	59,736
PV 9	PV 10	51,00	16157,65	0,000	0,00	15,038	178,725	0,000689	Ø 1,00m	0,000689	1,085000	1,235000	0,678	61,142	61,045
PV 8	PV 9	40,00	14113,86	0,000	0,00	14,433	180,578	0,000609	Ø 0,60m	0,000609	0,000959	1,092000	0,606	61,392	61,332
PV 7	PV 8	40,00	12098,45	0,000	0,00	13,842	182,385	0,000529	Ø 0,60m	0,000529	0,00099	1,127000	0,591	61,558	61,486
PV 6	PV 7	41,00	10085,38	0,000	0,00	13,184	184,399	0,000447	Ø 0,60m	0,000447	0,00089	1,013000	0,659	61,652	61,591
PV 5	PV 6	40,00	8042,31	0,000	0,00	12,565	186,294	0,000362	Ø 0,60m	0,000362	0,00094	1,071000	0,619	61,840	61,759
PV 4	PV 5	40,00	6040,79	0,000	0,00	11,915	188,131	0,000276	Ø 0,60m	0,000276	0,000887	1,010000	0,65	62,023	61,941
PV 3	PV 4	40,00	6040,79	0,000	0,00	11,320	188,897	0,000277	Ø 0,60m	0,000277	0,000982	1,118000	0,595	62,191	62,083
PV 2	PV 3	40,00	4010,02	0,000	0,00	10,708	189,685	0,000188	Ø 0,60m	0,000188	0,000956	1,089000	0,612	62,432	62,301
PV 1	PV 2	40,00	2026,81	0,000	0,00	10,039	190,547	0,000097	Ø 0,60m	0,000097	0,000875	0,000997	0,669	62,726	62,565
BL 02	PV 1	4,00	988,38	0,900	9,960	10,000	190,597	0,000047	Ø 0,40m	0,000047	0,00096	1,094000	0,058	62,918	62,886
BL 01	PV 1	4,00	1038,43	0,900	9,960	10,000	190,597	0,000049	Ø 0,40m	0,000049	0,000701	0,000798	0,079	62,868	62,855
BL 04	PV 2	4,00	987,49	0,900	9,960	10,000	190,597	0,000047	Ø 0,40m	0,000047	0,000959	1,093000	0,057	63,071	63,040
BL 03	PV 2	4,00	995,71	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000045	Ø 0,40m	0,000045	0,000914	1,041000	0,061	63,071	63,042
BL 06	PV 3	4,00	1071,65	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000048	Ø 0,40m	0,000048	0,000983	1,120000	0,055	63,355	63,323
BL 05	PV 3	4,00	959,11	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000043	Ø 0,40m	0,000043	0,00088	1,002000	0,06	63,359	63,334
BL 10	PV 5	3,00	1025,42	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000046	Ø 0,40m	0,000046	0,000941	1,072000	0,046	64,937	64,914
BL 09	PV 5	4,00	976,1	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000044	Ø 0,40m	0,000044	0,000896	1,020000	0,051	64,939	64,917
BL 12	PV 6	4,00	961,47	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000043	Ø 0,40m	0,000043	0,000882	1,005000	0,055	64,820	64,797
BL 11	PV 6	4,00	1081,61	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000049	Ø 0,40m	0,000049	0,000993	1,130000	0,046	64,819	64,791
BL 14	PV 7	4,00	1007,99	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000045	Ø 0,40m	0,000045	0,000925	1,053000	0,061	64,394	64,365
BL 13	PV 7	4,00	1005,07	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000045	Ø 0,40m	0,000045	0,000922	1,050000	0,058	64,384	64,356
BL 15	PV 8	4,00	971,53	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000044	Ø 0,40m	0,000044	0,000892	1,015000	0,064	63,833	63,805
BL 16	PV 8	4,00	1043,88	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000047	Ø 0,40m	0,000047	0,000958	1,091000	0,055	63,826	63,796
BL 17	PV 9	4,00	890,31	0,850	9,960	10,000	190,597	0,00004	Ø 0,40m	0,00004	0,000817	0,00093	0,062	63,581	63,561
BL 18	PV 9	4,00	1153,49	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000052	Ø 0,40m	0,000052	0,000735	0,000837	0,075	63,536	63,521
PV 27	PV 10	31,00	15859,19	0,000	0,00	13,944	182,074	0,000682	Ø 1,00m	0,000682	1,073	1,222000	0,412	61,102	61,045
PV 26	PV 27	40,00	13840,67	0,000	0,00	13,326	183,965	0,000601	Ø 1,00m	0,000601	0,000946	1,077000	0,618	62,198	62,139
PV 25	PV 26	33,00	12202,62	0,000	0,00	12,752	185,719	0,000535	Ø 1,00m	0,000535	0,000842	0,000959	0,573	62,415	62,377
PV 24	PV 25	34,00	12202,62	0,000	0,00	12,167	187,510	0,00054	Ø 1,00m	0,00054	0,00085	0,000968	0,585	62,468	62,428
PV 23	PV 24	36,00	10505,95	0,000	0,00	11,608	188,525	0,000468	Ø 1,00m	0,000468	0,000931	1,061000	0,559	62,639	62,580
PV 22	PV 23	37,00	6911,65	0,000	0,00	10,844	189,510	0,000309	Ø 0,80m	0,000309	0,000701	0,000798	0,764	62,753	62,716
BL 43	PV 22	4,00	1006,59	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000045	Ø 0,40m	0,000045	0,000924	1,052000	0,055	63,306	63,279
BL 44	PV 22	4,00	1003,2	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000045	Ø 0,40m	0,000045	0,000921	1,048000	0,055	63,305	63,278
PV 28	PV 22	40,00	4901,85	0,000	0,00	10,018	190,574	0,000221	Ø 0,80m	0,000221	0,000708	0,000807	0,827	62,945	62,892
BL 55	PV 28	4,00	2383,38	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000107	Ø 0,40m	0,000107	0,000972	1,107000	0,053	63,241	63,224
BL 56	PV 28	4,00	2518,46	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000113	Ø 0,40m	0,000113	0,000903	1,028000	0,058	63,215	63,201
BL 45	PV 23	4,00	1912,45	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000086	Ø 0,40m	0,000086	0,00078	0,000888	0,065	63,128	63,117
BL 46	PV 23	4,00	1681,85	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000076	Ø 0,40m	0,000076	0,000972	1,107000	0,052	63,189	63,167
BL 47	PV 24	4,00	721,59	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000032	Ø 0,40m	0,000032	0,000817	0,000931	0,062	63,474	63,450
BL 48	PV 24	4,00	975,08	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000044	Ø 0,40m	0,000044	0,000895	1,019000	0,057	63,447	63,422
BL 51	PV 26	4,00	751,44	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000034	Ø 0,40m	0,000034	0,000851	0,000970	0,06	63,464	63,438
BL 52	PV 26	4,00	886,6	0,850	9,960	10,000	190,597	0,00004	Ø 0,40m	0,00004	0,000814	0,000927	0,065	63,444	63,423
BL 53	PV 27	4,00	969,01	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000044	Ø 0,40m	0,000044	0,000889	1,013000	0,058	62,745	62,719
BL 54	PV 27	4,00	1049,51	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000047	Ø 0,40m	0,000047	0,000963	1,097000	0,055	62,747	62,716
BL 19	PV 10	8,00	1175,33	0,850	9,960	10,000	190,597	0,000053	Ø 0,40m	0,000053	1,685	1,919000	0,063	61,995	61,745
BL 20	PV 10	5,00	945,77	0,850											

Tabela 44 Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de concreto trabalhando como canal ($ec = D$) – Manual de Drenagem de Rodovias DNIT página 51.

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

Conforme tabela de dimensionamento hidráulico da tabela 43 a vazão calculada se encaixa na tabela 4 (DNIT) em BSTC.

5.3.7 Dispositivos Superficiais

Os detalhes construtivos destes dispositivos de drenagem superficial encontram-se apresentados em desenho específico contido no **Volume 2**.

5.3.8 Nota de Serviço Drenagem Superficial

As notas de serviço de drenagem superficial são apresentadas no **Volume 02**.

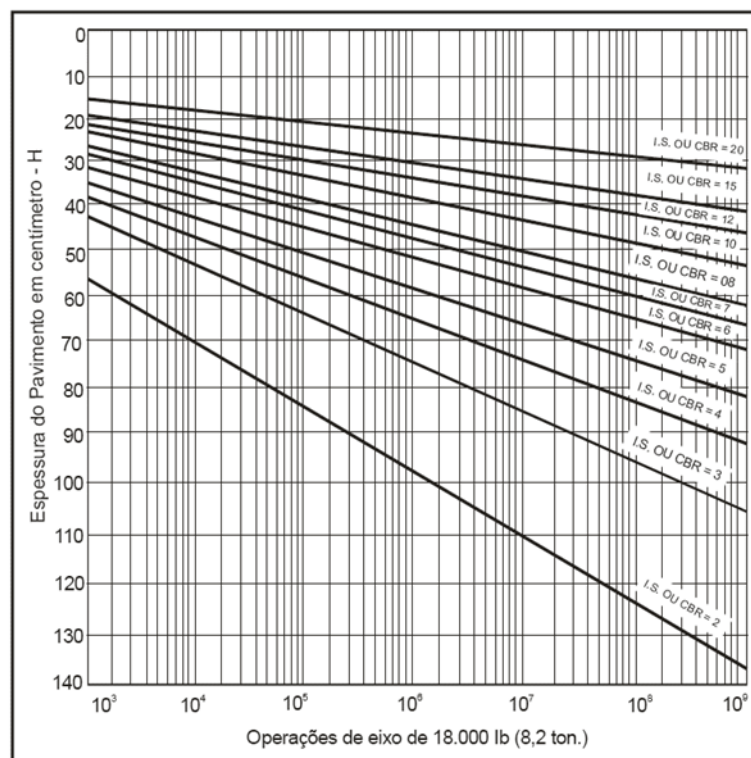
5.4 Projeto de Pavimentação

O Projeto de pavimentação consiste no conjunto de estudos e projetos desenvolvidos com o objetivo primordial de implantar uma estrutura de pavimento, de tal forma que a estrutura resultante possa economicamente suportar a repetição das cargas por eixo incidentes, em condições de segurança e conforto para o usuário, durante o período de projeto. Este projeto contempla solução em pavimento flexível.

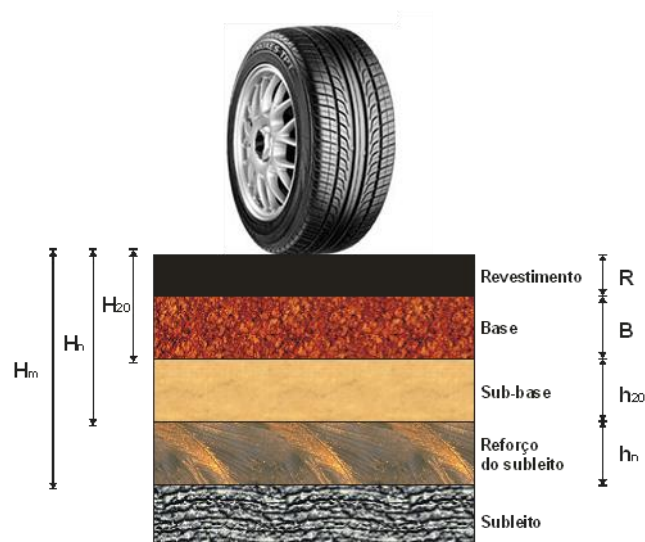
5.4.1 Dimensionamento do Pavimento Flexível

Os elementos básicos considerados no dimensionamento do pavimento flexível são os valores do CBR do subleito e do número "N". O método de dimensionamento do DNER do Engº Murilo Lopes de Souza faz algumas recomendações quanto aos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais e quanto às espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

Este método é uma variante do critério do CBR, simulando os efeitos de repetições de um eixo-padrão de 18.000 libras (80 kN), tendo sido concebido pelo Prof. Murilo Lopes de Souza, do Instituto Militar de Engenharia, no Rio de Janeiro, em meados de 1960, com última edição em 1981. O autor empregou, em sua concepção, as mesmas formulações adotadas por Turnbull et. al. (1962), com pequenas adaptações, quanto à variação de carga com a profundidade e adoção de uma carga única em vez de um par de rodas duplas, consolidado no ábaco apresentado a seguir. O número de repetições de carga do eixo-padrão de 80 kN, durante o período de projeto estabelecido, é calculado com base nos fatores de equivalência de carga do próprio método do DNIT (Souza, 1981).



Definidos os valores estatísticos de CBR do subleito e da camada de reforço do subleito (caso venha a ser utilizada), para um trecho homogêneo, o dimensionamento é realizado com base no ábaco acima ilustrado, tendo sempre em conta que, para as camadas de base e sub-base, são exigidos pelo método, valores mínimos de CBR, respectivamente de 60% e 20%, para o tráfego estipulado neste projeto. O dimensionamento é feito mediante a resolução sucessiva das inequações apresentadas a seguir:



$$R \cdot k_R + B \cdot k_B \geq H_{20}$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S \geq H_n$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S + h_n \cdot k_n \geq H_m$$

Onde:

R = espessura do revestimento;

B = espessura da camada de base;

H20 = espessura sobre a sub-base;

h20 = espessura da sub-base;

Hn = espessura sobre o reforço do subleito;

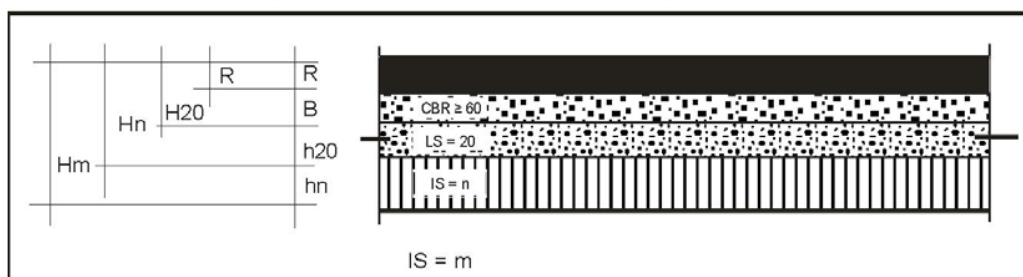
hn = espessura do reforço do subleito;

Hm = espessura do pavimento;

KR, KB, KS Kn = coeficientes de equivalência estrutural.

As curvas de dimensionamento apresentadas no ábaco de dimensionamento podem ser consolidadas em uma única expressão obtida por regressão linear múltipla, conforme segue:

$$H_m = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$



Nas inequações apresentadas anteriormente, kR, kB, kS, kn são os coeficientes de equivalência estrutural dos materiais de revestimento, base, sub-base e reforço do subleito, respectivamente. Os valores de espessuras das camadas são, assim também, respectivamente, R, B, h20 e hn. As espessuras H20, Hn e Hm, respectivamente, espessuras equivalentes, em referência a brita graduada, sobre a sub-base, o reforço do subleito e o subleito, são determinadas em função do CBR dessas camadas (a de sub-base tem sempre CBR fixado em 20%) e do número de repetições do eixo equivalente.

Os coeficientes estruturais a serem utilizados no método do DNIT, são aqueles indicados na Tabela apresentada a seguir. Os coeficientes estruturais dos materiais utilizáveis nas camadas do pavimento são:

Com relação à escolha do tipo e espessura de revestimento, o método recomenda a escolha em função do valor do número "N".

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 podido observar.

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

5.4.1.1 Dimenssionamento

O pavimento foi dimensionado conforme o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis de autoria do Engº Murillo Lopes de Souza.

a) Número n

Para efeito de dimensionamento, considerou-se o valor do Número **$N = 1,40 \times 10^5$** , conforme o memorial de cálculo do número N apresentado no item 3.1 – Estudos de Tráfego.

b) Índice de suporte do subleito

A capacidade de suporte do subleito foi definida no âmbito dos estudos geotécnicos, a partir das análises estatísticas efetuadas para o segmento homogêneo. O segmento apresentou, conforme apresentado no item 3.3 – Estudos Geotécnicos, o valor de ISCprojeto (C.B.R) = **9,03%**.

c) Concepção das camadas do pavimento

Previamente à execução do dimensionamento do pavimento, abaixo foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e seus respectivos coeficientes de equivalência estrutural (k):

- Sub-base granular: $k = 1,00$
- Base granular: $k = 1,00$
- Tratamento Superficial Duplo: $k = 1,2$
- Base ou Revestimento em CBUQ: $k = 2,00$

Na sequência apresenta-se o dimensionamento da estrutura do pavimento flexível.

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO				
MÉTODO DO DNER (CBR)				
NUMERO	"N"		1,40.E+05	
CBR do Subleito			9,03	%
Revestimento		TSD OU CBUQ	4	cm
Base		CBR=	60,0	%
Sub-base		CBR=	20,0	%
Reforço do Subleito		CBR=	0,0	%
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO				
1 - Espessuras em termos de base granular				
Ht	=	36,89	cm	
H20	=	22,93	cm	
Hrf	=	0	cm	
2 - Cálculo das Espessuras das Camadas				
2.1 - Características das camadas				
Revestimento	TSD OU CBUQ	KR=	2,00	
Base granular	BGS	KB=	1,00	
Sub-base granular	SGR	KS=	1,00	
Reforço	SGR	KS=	1,00	
2.2 - Cálculo das camadas				
<p>Uma vez determinada as espessuras Ht, Hrf, h20 e a espessura do revestimento (R), as espessuras da Base (B), Sub-base (h20) e reforço (hrf) são obtidas pela resolução sucessivas das seguintes inequações:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div> <p>R.KR+B.KB >= H20</p> <p>R.KR+B.KB+SB.KS >= Ht</p> <p>R.KR+B.KB+SB.KS+Hrf.krf >= Ht</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>(c)</p> </div> </div>				
<p>Base:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Tem-se:</div> <div>(a) Hbase= 14,93 cm</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Valor adotado:</div> <div>Hbase= 15,00 cm</div> </div>				
<p>Sub-base</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Tem-se:</div> <div>(b) h20 = 13,89 cm</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Valor adotado:</div> <div>Hsbase= 15,00 cm</div> </div>				
<p>Reforço do Sub-leito</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Tem-se:</div> <div>(c) hrf= -1,11 cm</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Valor adotado:</div> <div>hrf= 0,00 cm</div> </div>				
TIPO DE MATERIAIS UTILIZADOS				
REVEST.	CBUQ-Capa de Rolamento			
BASE	BGS-Base Granular			
SUB-BASE	SGR - Solo Estabilizado Granulometricamente			
REFORÇO				
				QD-PAV 01

CBUQ Fx. C
BASE
SUB-BASE
REFORÇO

Hrev capa =	4,0	cm
Hrev binder =		
Hb =	15,0	cm
Hsb =	15,0	cm
Href =	0,0	cm

Assim, a estrutura definida para a via será a seguinte:

- Revestimento: CBUQ, com espessura de 4,0 cm;
- Pintura de ligação RR-1C
- Imprimação CM-30;
- Base: BGS, com 15,0 cm de espessura;
- Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura solo com 15,0 cm de espessura.

d) Taxa de Aplicação do Ligante

A taxa de Aplicação dos ligantes asfálticos deverá seguir as recomendações da Norma DNIT 031/2006 – ES.

A composição do concreto asfáltico deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria (DNER-ME 083) e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura. Onde descrevemos os intervalos de aplicação, conforme tabela a seguir:

Tabela 45 – Taxa de ligantes asfálticos

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

Fonte: Norma DNIT 031/2006 – ES

5.4.2 Seção Transversal de Pavimentação

A seção transversal de pavimentação é apresentada no **Volume 2**.

5.4.3 Nota de Serviço de Pavimentação

As notas de serviço de pavimentação são apresentadas no **Volume 02**.

5.5 Projeto de Sinalização

5.5.1 Metodologia

Na elaboração do Projeto da Sinalização, empregou-se a seguinte Metodologia:

- Análise do Projetos Geométrico;
- Obediência ao disposto no Manual de Sinalização do DNIT e Código Brasileiro de Trânsito;

5.5.2 Sinalização Horizontal

Define-se a sinalização rodoviária horizontal como o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma rodovia, de acordo com um projeto desenvolvido, para propiciar condições adequadas de segurança e conforto aos usuários.

Para a sinalização horizontal proporcionar segurança e conforto aos usuários deve cumprir as seguintes funções:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar os deslocamentos dos veículos, em função das condições de geometria da via (traçado em planta e perfil longitudinal), dos obstáculos e de impedâncias decorrentes de travessias urbanas e áreas ambientais;
- Complementar e enfatizar as mensagens transmitidas pela sinalização vertical indicativa, de regulamentação e de advertência;
- Regular os casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro, mesmo na ausência de placas de sinalização vertical, em especial a proibição de ultrapassagem (Artigo 203, inciso V);
- Transmitir mensagens claras e simples;
- Possibilitar tempo adequado para uma ação correspondente; e
- Atender a uma real necessidade.

5.5.3 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 regulamentação – são utilizados para regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que governam o uso da via;
- Placa de identificação de rua – placas indicativas para identificações das ruas locais.

5.5.4 Sinalização de Obra

A sinalização de obras consiste num conjunto de placas e dispositivos com características visuais próprias, cuja função principal é garantir segurança dos usuários e trabalhadores e a fluidez do tráfego.

Seguindo esse pressuposto, uma sinalização para as obras em rodovias deve:

- Advertir, com a necessária antecedência, a existência de obras ou situações de emergência adiante e a situação que se verificará na pista de rolamento;
- Regular a velocidade e outras condições para a circulação segura;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, evitar acidentes e minimizar congestionamento;
- Fornecer informações corretas, claras e padronizadas aos usuários da via.

5.5.5 Dispositivos de sinalização

Os detalhes são apresentados no **Volume 2**.

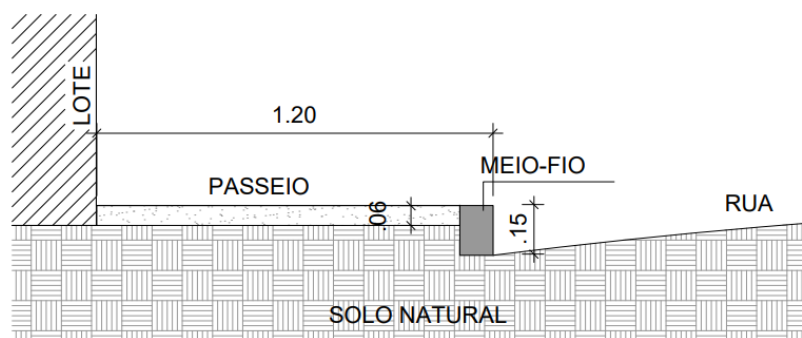
5.5.6 Nota de serviço de sinalização

As notas de serviço de sinalização são apresentadas no **Volume 02**.

5.6 Projeto de Obras Complementares

5.6.1 Passeio em Concreto

Foi adotado no projeto passeio em concreto com largura de 1,2 metros e 6 centímetros de espessura. As calçadas danificadas com o decorrer da obra serão requalificadas.



Seção Tipo Passeio

5.6.2 Rampas de Acesso e Pisos Tátil

Para atender os requisitos de acessibilidade, foram locadas rampas de acesso ao longo dos passeios. São dois tipos para casos de meio de quadra e esquinas, que conta com rebaixo e ambas com implantação de piso tátil direcional e de alerta. O desenho das rampas baseia-se na NBR9050/2015 e NBR16537/2016.

5.6.3 Notas de Serviços de Obras Complementares

A nota de serviço de terraplenagem é apresentada no **Volume 2**.

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

6.1 Especificações técnicas

6.1.1 Terraplenagem

- 104-2009 - Serviços preliminares
- 105-2009 - Caminhos de serviço
- 106-2009 - Cortes
- 107-2009 – Empréstimos
- 108-2009 – Aterros

6.1.2 Pavimentação

- 137-2010 - Regularização do subleito
- 139-2010 - Sub-base estabilizada granulometricamente
- 141-2010 - Base estabilizada granulometricamente
- 144-2010 - Imprimação
- 145-2010 - Pintura de ligação
- 148-2010 – Tratamento Superficial Duplo, com Capa Selante (TSD)
- 031-2006 - Concreto Betuminoso Usinado a Quente

6.1.3 Drenagem

- 023-2006 - Bueiros tubulares de concreto
- 025-2006 - Bueiro celular de concreto
- 018-2006 - Sarjetas e valetas
- 020-2006 - Meios-fios e guias
- 021-2004 - Entradas e descidas d'água
- 122-2009 - Estruturas de concreto armado

6.1.4 Obras complementares

- 099-2009 - Cercas de arame farpado
- 100-2009 - Sinalização horizontal
- 101-2009 - Sinalização vertical
- 9050-2015 – Rampas de acessibilidade



FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

Projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem

Riacho Doce, Maceió-AL

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem

Riacho Doce, Maceió-AL

Histórico do Documento

Revisão	Descrição	Editado	Verificado	Autorizado	Data
00	RELATÓRIO DE PROJETO				30-06-2022


Victor Leonardo Aioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

FUTURE ATP, S.A.
Sede – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112
Cerqueira César – CEP 01419-001
São Paulo, Brasil
Tel: +55 11 3266 2769



Índice

1.	DADOS CADASTRAIS DO PROJETO	10
2.	INTRODUÇÃO	11
3.	MAPA DE SITUAÇÃO	12
4.	ESTUDOS TÉCNICOS	15
4.1	Estudos de tráfego	16
4.1.1	Introdução	16
4.1.2	Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego	17
4.1.3	Estudo para a estimativa de "N" para o dimensionamento de Pavimento em vias de tráfego leve.	17
4.1.3.1	Fatores de equivalência.....	17
4.1.3.2	Cálculo dos valores de "N" característicos para vias urbanas em condições de tráfego leve.....	20
4.2	Estudos Topográficos	21
4.2.1	Objetivo	21
4.2.2	Metodologia.....	21
4.3	Estudo Geotécnico	22
4.3.1	Metodologia do estudo	22
4.3.2	Ocorrências de Materiais para Pavimentação.....	23
4.3.3	Apresentação de Resultados dos Ensaios	24
4.4	Estudo Hidrológico	94
4.4.1	Coletas de Dados.....	94
4.4.2	Características da Região	95
4.4.2.1	Clima.....	95
4.4.2.2	Hidrografia.....	95
4.4.3	Regime Pluviométrico da Região	96
5.	PROJETOS	104
5.1	Projeto Geométrico	105
5.1.1	Introdução	105
5.1.2	Apresentação	105
5.2	Projeto de Terraplanagem	106
5.2.1	Considerações Gerais.....	106

5.2.2	Nota de Serviço de Terraplanagem	106
5.2.3	Movimento de Terra.....	106
5.2.4	Determinação do Fator de Empolamento	112
5.2.5	Memorial de Distribuição de Material	112
5.3	Projeto de Drenagem	113
5.3.1	Metodologia.....	113
5.3.2	Projeto Tipo	113
5.3.3	Dimensionamento Hidráulico.....	113
5.3.4	Drenagem Superficial.....	114
5.3.4.1	Generalidades.....	114
5.3.4.2	Composição.....	115
5.3.4.3	Dimensionamento	115
5.3.4.4	Tempo de concentração e de recorrência.....	115
5.3.4.5	Intensidade de precepitação.....	115
5.3.4.6	Áreas de contribuição	115
5.3.4.7	Determinação da vazão de contribuição	115
5.3.4.8	Determinação da capacidade máxima de vazão	116
5.3.4.9	Fator de redução da capacidade de vazão	116
5.3.4.10	Tipos de revestimento	117
5.3.4.11	Velocidade Admissível	117
5.3.4.12	Coeficiente de Escoamento	118
5.3.5	Resultados do Dimensionamento Rede de Galerias	120
5.3.6	Dimensionamento	120
5.3.7	Dispositivos Superficiais	124
5.3.8	Nota de Serviço Drenagem Superficial.....	124
5.4	Projeto de Pavimentação	125
5.4.1	Dimensionamento do Pavimento Flexível	125
5.4.1.1	Dimenssionamento	128
5.4.2	Seção Transversal de Pavimentação	132
5.4.3	Nota de Serviço de Pavimentação.....	132
5.5	Projeto de Sinalização	133
5.5.1	Metodologia.....	133
5.5.2	Sinalização Horizontal	133
5.5.3	Sinalização Vertical	133

5.5.4	Sinalização de Obra	134
5.5.5	Dispositivos de sinalização	134
5.5.6	Nota de serviço de sinalização	134
5.6	Projeto de Obras Complementares	134
5.6.1	Passeio em Concreto	134
5.6.2	Rampas de Acesso e Pisos Tátil	135
5.6.3	Notas de Serviços de Obras Complementares	135
6.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	136
6.1	Especificações técnicas	137
6.1.1	Terraplenagem	137
6.1.2	Pavimentação	137
6.1.3	Drenagem	137
6.1.4	Obras complementares	137

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 1 Classificação das vias e parâmetros de tráfego.....	16
Tabela 2 - Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Médio 2C.....	18
Tabela 3 - Cargas e fatores de equivalência - Ônibus.....	19
Tabela 4 - Distribuição de veículos de carga e ônibus.....	19
Tabela 5 - Fator de equivalência para vias urbanas típicas.	20
Tabela 6 - Quadro resumo de DMT (Riacho Doce).	23
Tabela 7 – Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos (GRUPO 01).	24
Tabela 8 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 01).	25
Tabela 9 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 01).	26
Tabela 10 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 01).	27
Tabela 11 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 01).	28
Tabela 12 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 06).....	29
Tabela 13 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 06).	30
Tabela 14 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 06).	31
Tabela 15 Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 06). .	32
Tabela 16 Ensaio de Compactação (Rua Projetada 08).....	33
Tabela 17 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 08).	34
Tabela 18 Análise Granulométrica (Rua Projetada 08).	35
Tabela 19 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 08).	36
Tabela 20 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 10).....	37
Tabela 21 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 10).	38
Tabela 22 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 10).	39
Tabela 23 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 10).	40
Tabela 24 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 11).....	41
Tabela 25 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 11).	42
Tabela 26 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 11).	43
Tabela 27 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 11).	44
Tabela 28 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 12).....	45
Tabela 29 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 12).	46

Tabela 30 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 12).....	47
Tabela 31 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 12).	48
Tabela 32 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 13).....	49
Tabela 33 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 13).	50
Tabela 34 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 13).....	51
Tabela 35 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 13).	52
Tabela 36 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 14).....	53
Tabela 37 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 14).	54
Tabela 38 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 14).....	55
Tabela 39 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 14).	56
Tabela 40 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 15).....	57
Tabela 41 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 15).	58
Tabela 42 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 15).....	59
Tabela 43 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 15).	60
Tabela 44 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 16).....	61
Tabela 45 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 16).	62
Tabela 46 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).....	63
Tabela 47 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 16).	64
Tabela 48 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 18).....	65
Tabela 49 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 18).	66
Tabela 50 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 18).....	67
Tabela 51 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 18).....	68
Tabela 52 - Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos.....	69
Tabela 53 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 01).....	70
Tabela 54 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 01).	71
Tabela 55 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 01).....	72
Tabela 56 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 01).	73

Tabela 57 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 03).....	74
Tabela 58 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 03).	75
Tabela 59 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 03).....	76
Tabela 60 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 03).	77
Tabela 61 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 05).....	78
Tabela 62 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 05).	79
Tabela 63 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 05).....	80
Tabela 64 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 05).	81
Tabela 65 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 06).....	82
Tabela 66 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 06).	83
Tabela 67 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 06).....	84
Tabela 68 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 06).	85
Tabela 69 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 12).....	86
Tabela 70 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 12).	87
Tabela 71 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 12).....	88
Tabela 72 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 12).	89
Tabela 73 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 13).....	90
Tabela 74 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 13).	91
Tabela 75 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 13).....	92
Tabela 76 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 13).	93
Tabela 77 - Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais.....	97
Tabela 78 - Coeficiente de Manning.....	114
Tabela 79 - Fator de redução da descarga em função da declividade.....	117
Tabela 80 - Velocidade Máxima Admissível	117
Tabela 81 - Velocidade Admissível para Revestimento Vegetal.....	118
Tabela 82 - Velocidade Mínima de Sedimentação.....	118
Tabela 83 - Coeficiente de Escoamento.....	119

Tabela 84 Verificação de Sarjeta (Grupo 01).	120
Tabela 85 Dimensionamento hidráulico (Grupo 02).	121
Tabela 86 Dimensionamento, Sarjetas e Descida	122
Tabela 87 Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de	123
Tabela 88 Álbum de projetos - tipo de dispositivos de drenagem - 5ª edição, desenho 1.18.....	123
Tabela 89 Álbum de projetos - tipo de dispositivos de drenagem - 5ª edição, desenho 1.20.....	124
Tabela 90 – Taxa de ligantes asfálticos.....	131
 Figura 1 - Dados da estação de Maceió.	 95

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

1. DADOS CADASTRAIS DO PROJETO

RAZÃO SOCIAL: SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA – SEMINFRA

ENDEREÇO: RUA DO IMPERADOR, Nº 307 – CENTRO

CEP: 57.020-670

CNPJ: 17.926.123/0001-50

Responsável Legal

Secretaria Municipal de Infraestrutura

Responsável Técnico pelos Projetos


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

2. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo complementar a documentação técnica do projeto, apresentando as características e condicionantes do projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem.

O objetivo deste memorial é estabelecer as diretrizes básicas que devem ser seguidas para a execução da Implantação de Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem, Sinalização, Obras complementares, Acessibilidade de vias, dissertando sobre aspectos técnicos e características que definiram a configuração final do projeto em questão.

Nesse contexto, serão aqui apresentadas as características principais da proposta, assim como os critérios e parâmetros utilizados.

- Empreendimento: Conforme apresentaremos no Volume 02.

Grupo 01

RUAS PROJETADAS									
Logradouro	Estaca Inicial	Coordenadas		Estaca Final	Coordenadas		Extensão (m)	Largura (m)	
		Norte	Este		Norte	Este			
GRUPO 1									
RUA PROJETADA 18	0 + 0,00	8941046,983	208310,947	3 + 12,50	8941067,629	208241,470	72,50	5,00	
RUA PROJETADA 16	0 + 0,00	8940949,351	208288,361	4 + 13,00	8940975,936	208199,242	93,00	6,00	
RUA PROJETADA 01	0 + 0,00	8940737,525	208568,308	8 + 2,04	8940741,957	208408,463	162,04	5,00	
RUA PROJETADA 08	0 + 0,00	8940891,889	208275,609	6 + 18,80	8940758,830	208236,099	138,80	6,00	
RUA PROJETADA 06	0 + 0,00	8940879,220	208339,955	2 + 7,20	8940869,974	208385,194	47,20	5,00	
RUA PROJETADA 15	0 + 0,00	8940902,112	208269,841	5 + 16,40	8940945,906	208164,265	116,40	5,00	
RUA PROJETADA 14	0 + 0,00	8941138,312	208354,974	2 + 14,00	8941121,930	208406,424	54,00	5,50	
RUA PROJETADA 12	0 + 0,00	8941042,540	208327,281	3 + 11,70	8941022,461	208396,112	71,70	7,00	
RUA PROJETADA 13	0 + 0,00	8941090,072	208341,092	3 + 17,15	8941069,124	208415,343	77,15	6,00	
RUA PROJETADA 11	0 + 0,00	8940994,219	208313,682	4 + 3,36	8940971,425	208393,866	83,36	6,00	
RUA PROJETADA 10	0 + 0,00	8940946,263	208300,088	4 + 5,45	8940923,423	208382,429	85,45	6,00	
RUA PROJETADA 19	0 + 0,00	8940418,000	208413,000	20 + 0,00	8940718,000	208230,000	400,00	Variável	

Extensão total: 1.401,60 metros

Grupo 02

RUAS PROJETADAS								
Logradouro	Estaca Inicial	Coordenadas		Estaca Final	Coordenadas		Extensão (m)	Largura (m)
		Norte	Este		Norte	Este		
GRUPO 2								
RUA PROJETADA 01	0 + 0,00	8940518,100	207124,101	44 + 1,07	8940298,910	207933,826	881,07	7,00
RUA PROJETADA 06	0 + 0,00	8940242,958	207926,686	17 + 18,54	8940486,154	208136,475	358,54	4,00
RUA PROJETADA 12	0 + 0,00	8940434,334	207462,522	15 + 10,29	8940213,598	207589,027	310,29	5,00 ~ 6,00
RUA PROJETADA 13	0 + 0,00	8940265,902	207477,145	13 + 8,73	8940088,559	207286,898	268,73	4,00
RUA PROJETADA 05	0 + 0,00	8940378,051	207890,630	3 + 14,40	8940315,192	207850,834	74,40	5,00
RUA PROJETADA 03	0 + 0,00	8939936,258	207120,005	48 + 16,37	8940318,231	207912,570	976,37	3,00 ~ 5,00

Extensão total: 2.869,40 metros

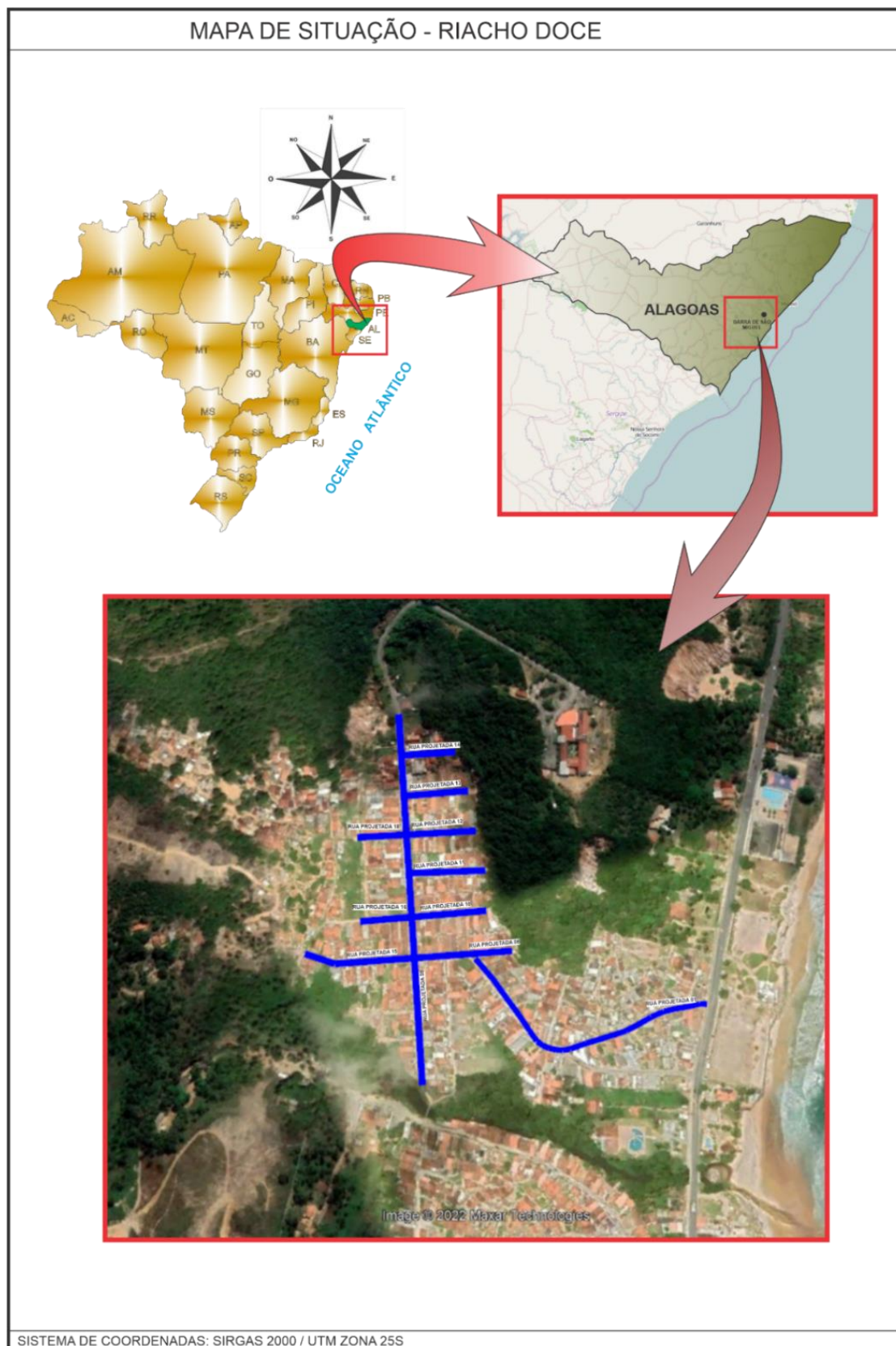
Extensão total Grupo 01 + 02: 4.271,00 metros

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

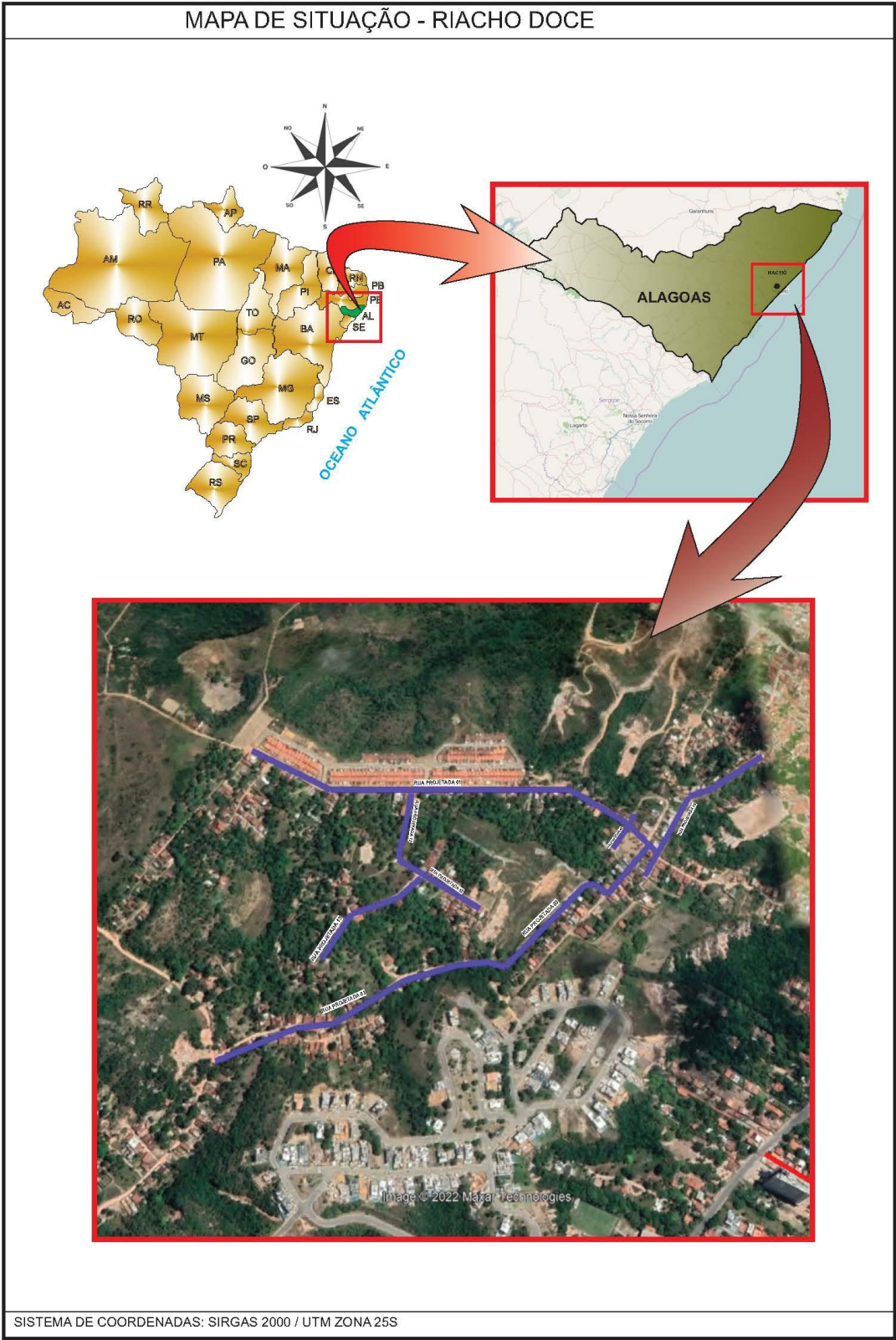
3. MAPA DE SITUAÇÃO


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

MAPA DE SITUAÇÃO – GRUPO 1.



MAPA DE SITUAÇÃO – GRUPO 2.



4. ESTUDOS TÉCNICOS


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

4.1 Estudos de tráfego

4.1.1 Introdução

O estudo de tráfego foi elaborado tendo em vista analisar as condições das vias locais em estudo, com o intuito de determinar quantitativamente a capacidade das vias 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 contida nas Instruções de Projeto 02/2004 (Classificação das Vias) da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) na qual estabelece que para estradas de características essencialmente vias locais o tráfego pode ser considerado leve, admitindo a passagem de caminhões e ônibus em número máximo de 4 a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" $1,0 \times 10^5$ 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 400 veículos leve, 20 veículos ente ônibus e caminhões.

Adotando-se, ainda, os parâmetros estabelecidos pela Prefeitura de São Paulo, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1 Classificação das vias e parâmetros de tráfego.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3×10^6 ⁽¹⁾	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Fonte: Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

4.1.2 Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego

A classificação do tipo de tráfego da via foi adotada a premissa do método de dimensionamento estabelecido 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.

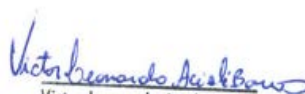
4.1.3 Estudo para a estimativa de "N" para o dimensionamento de Pavimento em vias de tráfego leve.

Conforme a Instruções de Projeto 02/2004 da PMSP, em condições de tráfego leve, as vias urbanas são caracterizadas por ruas 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.

A seguir é apresentado a metodologia para a estimativa do número "N" para dimensionamento de pavimento em condições de tráfego leve:

4.1.3.1 Fatores de equivalência

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


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

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:

Características do veículo:

- P_u = Peso útil máximo = 8,5 t (85 kN);
- tara = 6,5 ton (65 kN); e
- bruto total = 15 ton (150 kN).

Tabela 2 - Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Médio 2C.

% de Carga	P_u	P_1 ($P_1 = 0,176.P_u + 3,448$)	P_2 ($P_2 = 0,823.P_u + 2,998$)	DNIT		
				e_1^*	e_2^*	e ($e_1 + e_2$)
100%	8,50	5,00	10,00	0,13	3,30	3,43
75%	6,37	4,60	8,20	0,095	0,95	1,05
105%	8,92	5,02	10,30	0,135	3,97	4,10
Vazio	0,00	3,50	3,00	0,032	0,017	0,049
* $P > 8 \quad e = (P_1/8,26)^{6,2542}$ $0 < P \leq 8 \quad e = (P_1/8,25)^{4,0175}$						

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

Adotando a seguinte distribuição do veículo 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:

$$(65\% \times e_{100\%}) + (18\% \times e_{75\%}) + (4\% \times e_{105\%}) + (13\% \times e_{\text{vazio}})$$

$$0,65 \times 3,43 + 0,18 \times 1,05 + 0,04 \times 4,10 + 0,13 \times 0,049 = \mathbf{2,60}.$$

b) Ônibus

Características do veículo:

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

Tabela 3 - Cargas e fatores de equivalência - Ônibus.

% de Carga	P_U	P_1 ($P_1 = 0,4 \cdot P_U + 2,70$)	P_2 ($P_2 = 0,6 \cdot P_U + 4,597$)	DNIT		
				e_1 ($P_1/8,25$) ^{4,0175}	e_2 ($P_2/8,26$) ^{6,2542}	e ($e_1 + e_2$)
100%	5,50	4,90	7,90	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	0,00	2,70	4,60	0,011	0,026	0,037

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

Adotando a seguinte distribuição do veículo 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:
 - $(35\% \times e_{100\%}) + (40\% \times e_{75\%}) + (20\% \times e_{105\%}) + (10\% \times e_{\text{vazio}}\%)$
 - $(0,35 \times 0,88) + (0,40 \times 0,46) + (0,20 \times 0,99) + (0,10 \times 0,04) = \mathbf{0,69}$.
- Na tabela abaixo, é apresentada a distribuição por tipo de veículo de carga e ônibus em vias urbanas típicas.

Tabela 4 - Distribuição de veículos de carga e ônibus.

Tipos de Veículos		Vias Urbanas Típicas
2C (Caminhão eixo simples)	Médio	40%
Ônibus	Ônibus	60%

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

- O fator de equivalência para vias urbanas típicas é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 5 - Fator de equivalência para vias urbanas típicas.

Veículo	e/e veíc.	%	e i	e total
2C	2,6	40	1,05	1,47
Ônibus	0,69	60	0,42	

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

4.1.3.2 Cálculo dos valores de "N" característicos para vias urbanas em condições de tráfego leve.

Com a equação seguinte, calcula-se o número total de solicitações do eixo simples padrão de 80 kN, para o período de vida de projeto em condições de tráfego leve a meio pesado.

Onde:

V_0 = volume diário de Ônibus e caminhões;

e = equivalente por classe da via; e


P = vida de projeto.

$$N_t = \left(\frac{V_0 + 1,5 \cdot V_0}{2} \right) \cdot e \cdot 365 \cdot P$$

Na sequência, o número "N" e suas projeções dentro do horizonte de projeto para o dimensionamento do pavimento é:

$$N_t = \frac{20 + 1,5 \cdot 20}{2} \cdot 1,5 \cdot 365 \cdot 10$$

$$N_t = 1,4 \times 10^5$$


 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

4.2 Estudos Topográficos

4.2.1 Objetivo


Foram realizados estudos topográficos conforme a Instrução de Serviço IS-204, (Estudos Topográficos para o Projeto) 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 das vias locais a ser implantada, fornecendo subsídios que possibilitem a elaboração do projeto de implantação.

4.2.2 Metodologia

Os serviços topográficos realizados podem ser resumidos conforme detalhamento abaixo:

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

Para materialização do eixo das vias locais, 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 de GPS – RTK ao longo da diretriz, como também, a utilização de um marco do IBGE.


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

4.3 Estudo Geotécnico

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.

4.3.1 Metodologia do estudo

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

A pesquisa do subleito destinada à elaboração do projeto das vias locais foi realizada por intermédio de sondagens a trado. A profundidade destas sondagens, em sua maioria, foi de 0,60m.

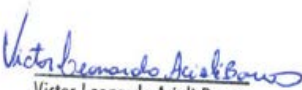
Durante a realização das sondagens, verificou-se a existência de aterro, com resíduos da construção civil, para se fazer o estacionamento de uma empresa de conserto de automóveis.

Cada furo de sondagem trouxe obrigatoriamente as seguintes informações:

- Número do furo
- Posição (no caso, eixo);
- Profundidade expedita de cada amostra;
- Anotação da presença de mica e matéria orgânica.

Em cada material terroso foram executados os seguintes ensaios:


- Granulometria por peneiramento;
- Limite de liquidez;
- Limite de plasticidade;
- Compactação Proctor Normal para os solos do subleito;
- Compactação Proctor Intermediário para os solos da sub-base;
- Densidade específica seca máxima;
- Índice de Suporte Califórnia;
- Expansão.


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

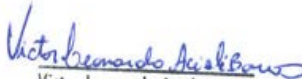
4.3.2 Ocorrências de Materiais para Pavimentação

Na Tabela abaixo são apresentadas as distâncias do areal, da pedreira, da jazida, materiais diversos e dos materiais asfálticos.

Tabela 6 - Quadro resumo de DMT (Riacho Doce).



SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		TRANSP. LOCAL (DMT) Km			TRANSP. COMERCIAL (DMT)		
		ORIGEM	DESTINO	N P	P	TOTAL	N P	P	TOTAL
PAVIMENTO FLEXÍVEL									
SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE	SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE	JAZIDA - SOLO	PISTA	-	-	0,00	2,10	8,70	10,80
BASE DE BRITA	BRITA GRADUADA - BGS	PEDREIRA POLIMIX - AL	PISTA	-	-	0,00	2,10	35,20	37,30
IMPRIMAÇÃO	CM - 30	MARACANA U/CE	USINA	-	-	0,00	0,00	942,00	942,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	2,10	23,80	25,90
PINTURA DE LIGAÇÃO	RR - 1C	MARACANA U/CE	USINA	-	-	0,00	0,00	942,00	942,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	2,10	23,80	25,90
CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE - CBUQ	CAP - 50/70	CANDEIAS - BA	USNA	-	-	0,00	0,00	566,00	566,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	2,10	23,80	25,90
MATERIAIS									
AREIA - MACEIÓ / AL		AREAL	PISTA	-	-	0,00	2,10	31,70	33,80
		AREAL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	31,70	31,70
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	2,10	0,00	2,10
PEDREIRA		PEDREIRA POLIMIX - AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	35,20	35,20
		PEDREIRA POLIMIX - AL	PISTA	-	-	0,00	2,10	35,20	37,30
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	2,10	0,00	2,10
MATERIAIS DIVERSOS - MACEIÓ - AL CIMENTO, TJOLO, FÔRMA E AÇO		MACEIÓ / AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	21,00	21,00
		MACEIÓ / AL	PISTA	-	-	0,00	2,10	21,00	23,10
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	2,10	0,00	2,10
ATERRO SANITÁRIO - V2 MACEIÓ/ AL		PISTA	ATERRO	-	-	0,00	6,50	2,50	9,00
		INSTALAÇÕES	ATERRO	-	-	0,00	6,50	2,50	9,00
		PISTA	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	2,10	0,00	2,10
CONCRETO USINADO - POLO DE MACEIÓ / AL		MACEIÓ/ AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	20,00	20,00
		MACEIÓ/ AL	PISTA	-	-	0,00	2,10	20,00	22,10
		INSTALACOES	PISTA	-	-	0,00	2,10	0,00	2,10


 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

4.3.3 Apresentação de Resultados dos Ensaios

Tabela 7 – Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos (GRUPO 01).

ESTUDO GEOTÉCNICO SUBLEITO/TERRENO NATURAL TRATAMENTO ESTATÍSTICO					
FÓRMULAS		MÉDIA ARITMÉTICA	DESVIO PADRÃO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Nº DE AMOSTRAS: 4		$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$	$X_{\min.} = \bar{X} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \cdot \sigma$	$X_{\max.} = \bar{X} + \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} + 0,68 \cdot \sigma$
ENSAIOS FÍSICOS	L.L.	40,10	0,40	39,60	40,60
	L.P.	26,20	0,40	25,70	26,70
	I.P.	13,90	0,40	13,40	14,40
GRANULOMETRIA PENEIRA (% PASSANDO)	3"	0,00	0,00	0,00	0,00
	2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1 1/2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1"	100,00	0,00	100,00	100,00
	3/4"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1/2"	100,00	0,10	99,90	100,10
	3/8"	99,20	0,30	98,80	99,60
	Nº 4	97,50	0,50	96,80	98,20
	Nº 10	95,40	0,60	94,60	96,20
	Nº 40	72,30	2,00	69,70	75,00
	Nº 200	36,00	1,60	33,90	38,10
	Nº 270	0,00	0,00	0,00	0,00
I.G.		1,10	0,30	0,70	1,50
AASHTO INTERMEDIÁRIO 26 GOLPES	D. MÁXIMA (kg/dm³)	1,70	0,02	1,67	1,73
	U. ÓTIMA (%)	16,24	0,52	15,55	16,93
	I.S.C. (%)	9,31	0,34	8,86	9,75
	EXPANSÃO	1,70	2,49	-1,59	5,00

LEGENDA:

N = número de amostras.
 X = valor individual de cada amostra.
 \bar{X} = média aritmética.
 $X_{\min.}$ = valor mínimo provável (estatisticamente).
 $X_{\max.}$ = valor máximo provável (estatisticamente).
 σ = desvio padrão.

I.S.C. = índice de suporte calíformia.
 L.L. = limite de liquidez.
 L.P. = limite de plasticidade.
 I.P. = índice de plasticidade.
 I.G. = índice de granulometria.

OBSERVAÇÕES:

Tabela 8 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 01).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE					SUB TRECHO RUA PROJETADA 01					
FURO 1		POSICÃO EIXO			PROFUND. DO FURO (M) 35 - 70			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 8		DATA 10/01/22		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		10		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2105		1,733 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4880				
Peso Bruto Seco		48,10		48,10		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,90		1,90						15,3 %		
Peso do Solo Seco		48,10		48,10		GOLPES / CAMADA		26				
Umidade (%)		4,0		4,0								
Umidade Média		4,0				Nº DE CAMADAS		5				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8210	3330	1,582		50,00	44,92		5,08	44,92		11,3	1,421
2	8715	3835	1,822		50,00	44,13		5,87	44,13		13,3	1,608
3	9085	4205	1,998		50,00	43,37		6,63	43,37		15,3	1,733
4	8900	4020	1,910		50,00	42,63		7,37	42,63		17,3	1,628
5	8750	3870	1,838		50,00	41,91		8,09	41,91		19,3	1,541

Compactação

The graph plots Density (g/cm³) on the Y-axis (ranging from 1,300 to 2,000) against Moisture (%) on the X-axis (ranging from 9,0 to 21,0). A blue curve represents the compaction data, starting at approximately (11,3, 1,421) and peaking at (19,3, 1,733). A vertical line is drawn from the peak to the X-axis at 19,3%.

Tabela 9 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 01).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 01				EST. 0 A EST. 8				0,35 A 0,70					
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				10/01/2022				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						64	
Cápsula - Nº	7	4		05	06		Peso do Molde					4520	
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00		50,00	50,00		Volume do Molde					2014	
Peso Bruto Seco	48,10	48,10		43,52	43,52		Nº de Camadas					05	
Peso da Cápsula							Golpes/Camada					26	
Peso da Água	1,90	1,90		6,48	6,48		Peso do Soquete					4536	
Peso do Solo Seco	48,10	48,10		43,52	43,52		Espessura do disco Espaçador					2 1/2	
Umidade (%)	4,0	4,0		14,9	14,9		Altura do Cilindro (mm)					114,0	
Umidade Média (%)	4,0				14,9		Peso da Amostra					6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,733		Peso do Solo		Úmido		5904				Nº 1	
Umidade ótima - %		15,3		Passando na # Nº 4		Seco		5680					
Umidade Higroscópica - %		4,0		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		96		1,92				Constante	
Diferença de Umidade - %		11,4		Água a Juntar		648						k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura	Difer.	Exp.	
30 seg	Pol	mm	Extens.	Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora	Defl. mm	mm	%	
1	0,05	1,27	33	3,6	3,6			10/01/22	7:30	0,00	0,48	0,48	
2	0,1	2,54	59	6,4	6,4	70	9,1	11/01/22	7:30	0,48	1,09	0,96	
4	0,2	5,08	90	9,7	9,7	105	9,3	12/01/22	7:30	1,09	1,22	1,07	
6	0,3	7,62	105	11,3	11,3	133		13/01/22	7:30	1,22	1,28	1,12	
8	0,4	10,16				161							
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,3%											
Peso Bruto Úmido		8.520											
Peso Úmido		4.000											
Densidade Úmida		1,986											
Densidade Seca		1,729											
Grau de Compactação		99,8%											
Obs:													

Pressão Kg/cm²

Penetração

C.B.R

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 10 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 01).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)					
OBRA: LITORAL NORTE					
Ensaio de Granulometria por Peneiramento					
UMIDADE	%	%	AMOSTRA	Total	Parcial
Cápsula - N°	1	2	Cápsula - N°	10	33
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Peso Bruto Úmido	2000	200
Peso Bruto Seco	48,52	48,52	Peso Úmido	2000	200
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	74,2	
Peso da Água	1,48	1,48	Peso Úmido Pass. na # N° 10	1925,8	
Peso do Solo Seco	48,52	48,52	Peso Seco Pass. na # N° 10	1868,8	
Umidade	3,1	3,1	Peso da amostra Seca	2	1943,0
Umidade Média	3,1			3	194,1

Peneiramento							
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES
	Pol	mm					
Amostra Total	2	50,8		1943,0	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0515$
	1 1/2	38,1		1943,0	100,0	1 1/2	
	1	25,4		1943,0	100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4956$
	3/4	19,1	0,00	1943,0	100,0	3/4	
	1/2	12,7	0,00	1943,0	100,0	1/2	FAIXA " D " da AASHO
	3/8	9,5	8,63	1934,4	99,6	3/8	
	n°4	4,8	26,14	1908,2	98,2	n°4	
	n°10	2,0	39,40	1868,8	96,2	n°10	
Am. parcial	n°40	0,42	52,66	141,4	70,1	n°40	Obs:
	n°200	0,074	74,36	67,1	33,2	n°200	

ENSAIOS FÍSICOS				
PROCEDENCIA:		TRECHO	SUB TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 01	
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)	OBSERVAÇÃO	
1	EIXO	0		
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA	VISTO:
EXISTENTE MISTURA	11/01/2022	0	0	

Tabela 11 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 01).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	01	02	03	04	05	Operador:
Golpes	g	08	14	26	37	46	
Peso Bruto Úmido	g	12,05	12,00	11,85	11,99	11,80	11/01/2022
Peso Bruto Seco	g	10,33	10,91	10,03	10,17	10,23	
Peso da Cápsula			8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:
Peso da Água	g	1,72	1,09	1,82	1,82	1,57	
Peso do Solo Seco	g	10,33	2,66	4,63	4,78	4,23	LL = 35,7%
Umidade	%	16,65	40,98	39,31	38,08	37,12	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	20	21	24	25	27	LP = 26,2%
Peso Bruto Úmido	g	10,09	10,25	10,88	10,90	10,88	
Peso Bruto Seco	g	9,45	9,36	9,40	9,39	9,47	I.P. = 9,5%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	0,64	0,89	1,48	1,51	1,41	Obs:
Peso do Solo Seco	g	2,43	3,46	5,70	5,68	5,37	
Umidade	%	26,34	25,72	25,96	26,58	26,26	
		OK	OK	OK	OK	OK	

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 01
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 8	35 - 70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	11/01/2022	

Victor Leonardo Aciole Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 12 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 06).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE					SUB TRECHO RUA PROJETADA 06					
FURO 1		POSICÃO EIXO			PROFUND. DO FURO (M) 0,35 - 70			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 3		DATA 05/01/22		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		10		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2105		1,677 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4880				
Peso Bruto Seco		48,60		48,60		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,40		1,40						16,8 %		
Peso do Solo Seco		48,60		48,60		GOLPES / CAMADA		26				
Umidade (%)		2,9		2,9								
Umidade Média		2,9				Nº DE CAMADAS		5				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8240	3360	1,596		50,00	44,37		5,63	44,37		12,7	1,416
2	8610	3730	1,772		50,00	43,59		6,41	43,59		14,7	1,545
3	9000	4120	1,957		50,00	42,84		7,16	42,84		16,7	1,677
4	8800	3920	1,862		50,00	42,12		7,88	42,12		18,7	1,569
5	8700	3820	1,815		50,00	41,43		8,57	41,43		20,7	1,504

Compactação

The graph plots Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.300 to 1.900) against Moisture (%) on the x-axis (ranging from 10.0 to 22.0). A blue curve represents the compaction data, showing a peak at 16.8% moisture and a density of 1.68 g/cm³. A vertical line is drawn from the peak to the x-axis at 16.8%.

Tabela 13 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 06).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE				CAMADA EXISTENTE MISTURA				FURO 1		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE			
SUB TRECHO RUA PROJETADA 06				ESTACA EST. 0 A EST. 3				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,35 A 0,70					
OPERADOR: 0				DATA: 07/01/2022				CALCULISTA: 0		VISTO:			
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						04	
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde						4990	
Peso Bruto Umido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde						2014	
Peso Bruto Seco		48,69 48,69		43,00 43,00		Nº de Camadas						05	
Peso da Cápsula						Golpes/Camada						26	
Peso da Água		1,31 1,31		7,00 7,00		Peso do Soquete						4536	
Peso do Solo Seco		48,69 48,69		43,00 43,00		Espessura do disco Espaçador						2 1/2	
Umidade (%)		2,7 2,7		16,3 16,3		Altura do Cilindro (mm)						114,0	
Umidade Média (%)		2,7		16,3		Peso da Amostra						6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA						Anel Din.			
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,677		Peso do Solo		Úmido		5906				Nº 1	
Umidade ótima - %		16,8		Passando na # Nº 4		Seco		5751					
Umidade Higroscópica - %		2,7		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		94		1,88				Constante	
Diferença de Umidade - %		14,1		Água a Juntar		811						k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %	
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora				
30 seg	0,025	0,63	11	1,2	1,2			07/01/22	14:20	0,00	0,88	0,88	
1	0,05	1,27	28	3,0	3,0			08/01/22	14:20	0,88	1,14	1,00	
2	0,1	2,54	57	6,2	6,2	70	8,8	09/01/22	14:20	1,14	1,37	1,20	
4	0,2	5,08	88	9,5	9,5	105	9,1	10/01/22	14:20	1,37	1,39	1,22	
6	0,3	7,62	108	11,7	11,7	133							
8	0,4	10,16				161							
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,1%											
Peso Bruto Umido													
8.910													
Peso Úmido													
3.920													
Densidade Úmida													
1,946													
Densidade Seca													
1,674													
Grau de Compactação													
99,8%													
Obs:													



 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 14 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 06).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)					
OBRA: LITORAL NORTE					
Ensaio de Granulometria por Peneiramento					
UMIDADE	%	%	AMOSTRA	Total	Parcial
Cápsula - N°	1	2	Cápsula - N°	10	33
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Peso Bruto Úmido	2000	200
Peso Bruto Seco	48,69	48,69	Peso Úmido	2000	200
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	87,2	
Peso da Água	1,31	1,31	Peso Úmido Pass. na # N° 10	1912,8	
Peso do Solo Seco	48,69	48,69	Peso Seco Pass. na # N° 10	1862,7	
Umidade	2,7	2,7	Peso da amostra Seca	2 1949,9	3 194,8
Umidade Média	2,7				

Peneiramento							
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES
	Pol	mm					
Amostra Total	2	50,8		1949,9	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0513$ 2
	1 1/2	38,1		1949,9	100,0	1 1/2	
	1	25,4		1949,9	100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4905$ 3
	3/4	19,1	0,00	1949,9	100,0	3/4	
	1/2	12,7	0,00	1949,9	100,0	1/2	FAIXA " D " da AASHO Obs:
	3/8	9,5	11,52	1938,4	99,4	3/8	
	n°4	4,8	33,74	1904,6	97,7	n°4	
	n°10	2,0	41,90	1862,7	95,5	n°10	
Am. parcial	n°40	0,42	46,70	148,1	72,6	n°40	
	n°200	0,074	76,14	71,9	35,3	n°200	

ENSAIOS FÍSICOS				
PROCEDENCIA: MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE		SUB TRECHO RUA PROJETADA 06
FURO 1	POSIÇÃO EIXO	PROFUND. DO ENSAIO (M) 0		OBSERVAÇÃO
CAMADA EXISTENTE MISTURA	DATA: 07/01/2022	OPERADOR 0	CALCULISTA 0	VISTO:

Tabela 15 Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 06).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	59	74	90	88	85	Operador:		
Golpes	g	12	18	28	38	52			
Peso Bruto Úmido	g	11,85	12,00	11,91	11,78	11,80	07/01/2022		
Peso Bruto Seco	g	10,18	10,90	10,05	9,98	10,20			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,67	1,10	1,86	1,80	1,60			
Peso do Solo Seco	g	3,94	2,65	4,65	4,59	4,20	LL = 40,4%		
Umidade	%	42,39	41,51	40,00	39,22	38,10			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	81	83	89	77	76	LP = 26,5%		
Peso Bruto Úmido	g	11,00	11,99	11,52	11,35	11,88			
Peso Bruto Seco	g	10,16	10,71	9,90	9,74	10,25	I.P. = 13,9%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,84	1,28	1,62	1,61	1,63	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	3,14	4,81	6,20	6,03	6,15			
Umidade	%	26,75	26,61	26,13	26,70	26,50			
		OK	OK	OK	OK	OK			

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 06
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 3	0,35 - 70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	07/01/2022	

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

OBRA: LITORAL NORTE

PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE	TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE			SUB TRECHO RUA PROJETADA 08	
FURO 1	POSIÇÃO EIXO	PROFUND.DO FURO (M) 0,35 - 70		PROFUND. DO ENSAIO (M)	
CAMADA: EXISTENTE MISTURA	OPERADOR	EST. COLETA EST. 0 A EST. 7	DATA 06/01/22	CALCULISTA	VISTO

UMIDADE HIGROSCOPIA	%	%	MOLDE Nº	10	DENSIDADE MÁXIMA: <div>1,712 g/cm³</div>
Cápsula - Nº	10	10	VOLUME DO MOLDE	2105	
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	PESO DO MOLDE	4880	
Peso Bruto Seco	48,80	48,80	PESO DO SOQUETE	4536	
Peso da Cápsula			ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR	2 1/2	UMIDADE ÓTIMA: <div>16,4 %</div>
Peso da Água	1,20	1,20			
Peso do Solo Seco	48,80	48,80	GOLPES / CAMADA	26	
Umidade (%)	2,5	2,5			
Umidade Média	2,5				

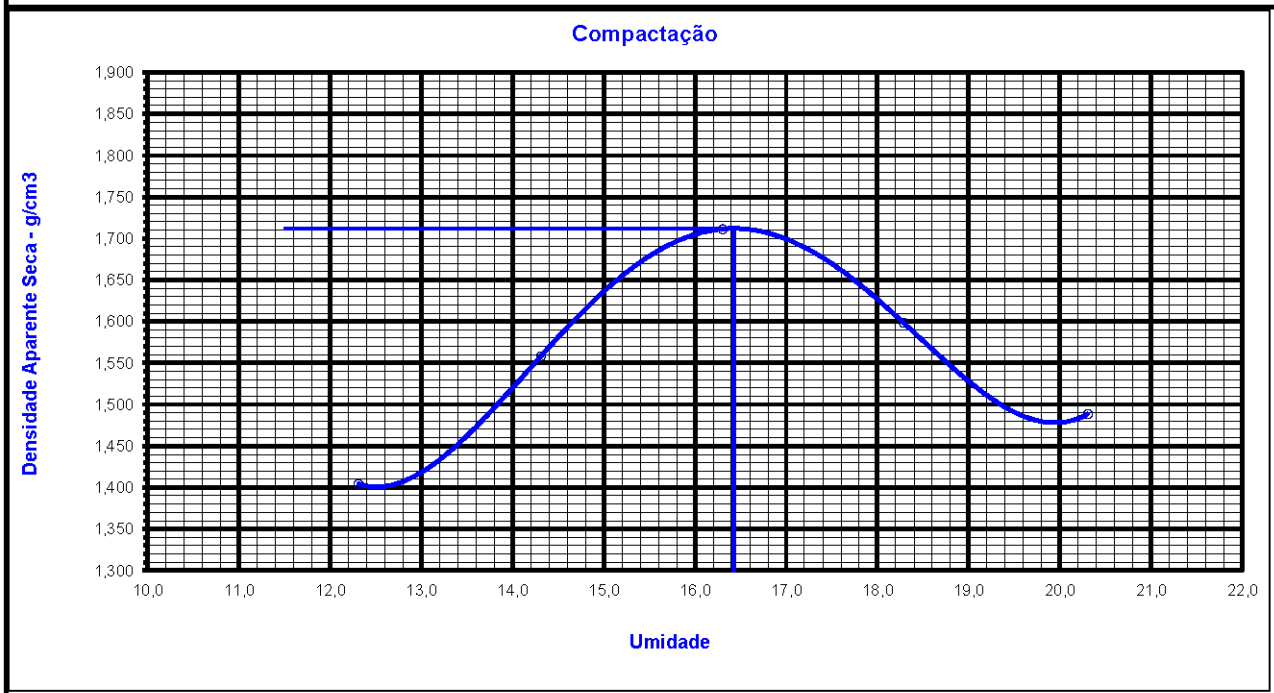
[illegible]

Tabela 17 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 08).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 08				EST. 0 A EST. 7				0,35 A 0,70					
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				11/01/2022				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						02	
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde						4965	
Peso Bruto Umido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde						2014	
Peso Bruto Seco		48,92 48,92		43,01 43,01		Nº de Camadas						05	
Peso da Cápsula						Golpes/Camada						26	
Peso da Água		1,08 1,08		6,99 6,99		Peso do Soquete						4536	
Peso do Solo Seco		48,92 48,92		43,01 43,01		Espessura do disco Espaçador						2 1/2	
Umidade (%)		2,2 2,2		16,3 16,3		Altura do Cilindro (mm)						114,0	
Umidade Média (%)		2,2		16,3		Peso da Amostra						6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,712		Peso do Solo		Úmido		5905				Nº 1	
Umidade ótima - %		16,4		Passando na # Nº 4		Seco		5777					
Umidade Higroscópica - %		2,2		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		95		1,9				Constante	
Diferença de Umidade - %		14,2		Água a Juntar		823						k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm ²		Datas		Leitura		Difer.	
		Pol mm		Extens.		Determ. Corrigido Padrão %		Dia Hora		Defl. mm		mm	
30 seg		0,025 0,63		10		1,1 1,1		11/01/22 8:20		0,00		0,55	
1		0,05 1,27		31		3,3 3,3		12/01/22 8:20		0,55		0,93	
2		0,1 2,54		60		6,5 6,5 70		13/01/22 8:20		0,93		1,07	
4		0,2 5,08		94		10,2 10,2 105		14/01/22 8:20		1,07		1,11	
6		0,3 7,62		117		12,6 12,6 133							
8		0,4 10,16				161							
10		0,5 12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,7%											
Peso Bruto Umido		8.980											
Peso Umido		4.015											
Densidade Úmida		1,994											
Densidade Seca		1,715											
Grau de Compactação		100,2%											
Obs:													

Gráfico de CBR: Pressão Kg/cm² vs Penetração (mm). A curva vermelha indica a relação entre a pressão aplicada e a penetração resultante. Os pontos marcados são: (0,025, 0,63), (0,05, 1,27), (0,1, 2,54), (0,2, 5,08), (0,3, 7,62).

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 18 Análise Granulométrica (Rua Projetada 08).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		1	2	Cápsula - N°		10	33		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,92	48,92	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		101,5			
Peso da Água		1,08	1,08	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1898,5			
Peso do Solo Seco		48,92	48,92	Peso Seco Pass. na # N° 10		1857,5			
Umidade		2,2	2,2	Peso da amostra Seca		2	1959,0	3	195,7
Umidade Média		2,2							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					Pol	K ₁ = $\frac{100}{2} = 0,0510$	
	2	50,8		1959,0	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1959,0	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1959,0	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3} = 0,4846$		
	3/4	19,1	0,00	1959,0	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1959,0	100,0	1/2			
	3/8	9,5	17,55	1941,4	99,1	3/8	FAIXA "D" da AASHO		
	n°4	4,8	39,61	1901,8	97,1	n°4	Obs:		
	n°10	2,0	44,30	1857,5	94,8	n°10			
n°40	0,42	52,14	143,5	69,6	n°40				
n°200	0,074	68,90	74,6	36,2	n°200				
PENEIRAS									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA: MATERIAL EXISTENTE			TRECHO: BAIRRO RIACHO DOCE		SUB TRECHO: RUA PROJETADA 08				
FURO: 1		POSIÇÃO: EIXO		PROFUND. DO ENSAIO (M): 0		OBSERVAÇÃO:			
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		DATA: 11/01/2022		OPERADOR: 0		CALCULISTA: 0		VISTO:	

Tabela 19 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 08).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	33	34	37	49	48	Operador:		
Golpes	g	12	20	32	38	52			
Peso Bruto Úmido	g	12,20	12,00	12,39	12,70	10,28	11/01/2022		
Peso Bruto Seco	g	10,43	10,90	10,39	10,63	9,10			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,77	1,10	2,00	2,07	1,18			
Peso do Solo Seco	g	4,19	2,65	4,99	5,24	3,10	LL = 40,5%		
Umidade	%	42,24	41,51	40,08	39,50	38,06			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	88	89	93	97	98	LP = 26,4%		
Peso Bruto Úmido	g	11,00	11,53	11,34	11,80	11,79			
Peso Bruto Seco	g	10,17	10,35	9,75	10,10	10,18	I.P. = 14,1%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,83	1,18	1,59	1,70	1,61	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	3,15	4,45	6,05	6,39	6,08			
Umidade	%	26,35	26,52	26,28	26,60	26,48			
		OK	OK	OK	OK	OK			

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 08
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 7	0,35 - 70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	11/01/2022	

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. N.º 0210384751

Tabela 20 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 10).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE					SUB TRECHO RUA PROJETADA 10					
FURO 1		POSIÇÃO EIXO			PROFUND. DO FURO (M) 0,30 - 70			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 3		DATA 17/01/22		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		10		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2105		1,705 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4880				
Peso Bruto Seco		48,59		48,59		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,41		1,41						16,0 %		
Peso do Solo Seco		48,59		48,59		GOLPES / CAMADA		26				
Umidade (%)		2,9		2,9								
Umidade Média		2,9				Nº DE CAMADAS		5				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8080	3200	1,520		50,00	44,72		5,28	44,72		11,8	1,360
2	8520	3640	1,729		50,00	43,94		6,06	43,94		13,8	1,520
3	9030	4150	1,971		50,00	43,18		6,82	43,18		15,8	1,703
4	8840	3960	1,881		50,00	42,44		7,56	42,44		17,8	1,597
5	8700	3820	1,815		50,00	41,74		8,26	41,74		19,8	1,515
Compactação												
<p style="text-align: center;">Umidade</p>												

Tabela 21 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 10).

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 10				EST. 0 A EST. 3				0,35 A 0,70					
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				21/01/2022				0					
UMIDADE		Higroscópica				De Moldagem				Molde Nº		03	
Cápsula - Nº		7		4		05		06		Peso do Molde		4456	
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		50,00		50,00		Volume do Molde		2069	
Peso Bruto Seco		48,65		48,65		43,14		43,14		Nº de Camadas		05	
Peso da Cápsula										Golpes/Camada		26	
Peso da Água		1,35		1,35		6,86		6,86		Peso do Soquete		4536	
Peso do Solo Seco		48,65		48,65		43,14		43,14		Espessura do disco Espaador		2 1/2	
Umidade (%)		2,8		2,8		15,9		15,9		Altura do Cilindro (mm)		114,0	
Umidade Média (%)		2,8				15,9				Peso da Amostra		6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA						Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,705				Peso do Solo		Úmido		5909		Nº 1	
Umidade ótima - %		16,0				Passando na # Nº 4		Seco		5749			
Umidade Higroscópica - %		2,8				Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		91		1,82		Constante	
Diferença de Umidade - %		13,3				Água a Juntar		764				k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO										Expansão			
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %	
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%						
30 seg	0,025	0,63	10	1,1	1,1			21/01/22	8:50	0,00	0,79	0,79	
1	0,05	1,27	29	3,1	3,1			22/01/22	8:50	0,79	0,98	0,86	
2	0,1	2,54	58	6,3	6,3	70	8,9						
4	0,2	5,08	83	9,0	9,0	105	8,5	23/01/22	8:50	0,98	1,33	1,17	
6	0,3	7,62	99	10,7	10,7	133							
8	0,4	10,16				161		24/01/22	8:50	1,33	1,35	1,18	
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 8,9%											
Peso Bruto Úmido													
8.580													
Peso Úmido													
4.124													
Densidade Úmida													
1,993													
Densidade Seca													
1,720													
Grau de Compactação													
100,9%													
Obs:													

Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 22 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 10).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		1	2	Cápsula - N°		10	33		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,71	48,71	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		79,9			
Peso da Água		1,29	1,29	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1920,1			
Peso do Solo Seco		48,71	48,71	Peso Seco Pass. na # N° 10		1870,6			
Umidade		2,6	2,6	Peso da amostra Seca		2	1950,5	3	194,8
Umidade Média		2,6							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					Pol	K ₁ = $\frac{100}{2} = 0,0513$	
	2	50,8		1950,5	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1950,5	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1950,5	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3} = 0,4922$		
	3/4	19,1	0,00	1950,5	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1950,5	100,0	1/2			
	3/8	9,5	12,11	1938,4	99,4	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	n°4	4,8	29,35	1909,0	97,9	n°4	Obs:		
	n°10	2,0	38,41	1870,6	95,9	n°10			
n°40	0,42	48,36	146,5	72,1	n°40				
n°200	0,074	73,55	72,9	35,9	n°200				
Am. parcial									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO		SUB TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO RIACHO DOCE		RUA PROJETADA 10				
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO			
1		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
EXISTENTE MISTURA		19/01/2022		0		0			

Tabela 23 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 10).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	01	02	03	04	05	Operador:
Golpes	g	07	15	24	35	46	
Peso Bruto Úmido	g	12,07	11,94	11,68	11,80	11,97	20/01/2022
Peso Bruto Seco	g	10,34	10,87	9,88	10,00	10,32	
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:
Peso da Água	g	1,73	1,07	1,80	1,80	1,65	
Peso do Solo Seco	g	4,10	2,62	4,48	4,61	4,32	LL= 39,7%
Umidade	%	42,20	40,84	40,18	39,05	38,19	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	17	15	19	21	20	LP = 25,5%
Peso Bruto Úmido	g	11,05	11,47	11,55	11,67	11,56	
Peso Bruto Seco	g	10,23	10,35	9,96	10,05	10,03	I.P.= 14,2%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	0,82	1,12	1,59	1,62	1,53	Obs:
Peso do Solo Seco	g	3,21	4,45	6,26	6,34	5,93	
Umidade	%	25,55	25,17	25,40	25,55	25,80	
		OK	OK	OK	OK	OK	

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 10
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 3	0,30 - 70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	20/01/2022	

OBRA: LITORAL NORTE

PROCEDENCIA		TRECHO		SUB TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO RIACHO DOCE		RUA PROJETADA 11	
FURO	POSICÃO	PROFUND.DO FURO (M)		PROFUND. DO ENSAIO (M)	
1	EIXO	0,35 - 70			
CAMADA:	OPERADOR	EST. COLETA	DATA	CALCULISTA	VISTO
EXISTENTE MISTURA		EST. 0 A EST. 3	18/01/22		

UMIDADE HIGROSCOPIA		%	%	MOLDE Nº	10	DENSIDADE MÁXIMA:
Cápsula - N°	10	10	VOLUME DO MOLDE	2105		
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	PESO DO MOLDE	4880	1,695 g/cm³	
Peso Bruto Seco	48,10	48,10	PESO DO SOQUETE	4536		
Peso da Cápsula			ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR	2 1/2	UMIDADE ÓTIMA:	
Peso da Água	1,90	1,90				
Peso do Solo Seco	48,10	48,10	GOLPES / CAMADA	26		
Umidade (%)	4,0	4,0			16,9 %	
Umidade Média	4.0		Nº DE CAMADAS	5		

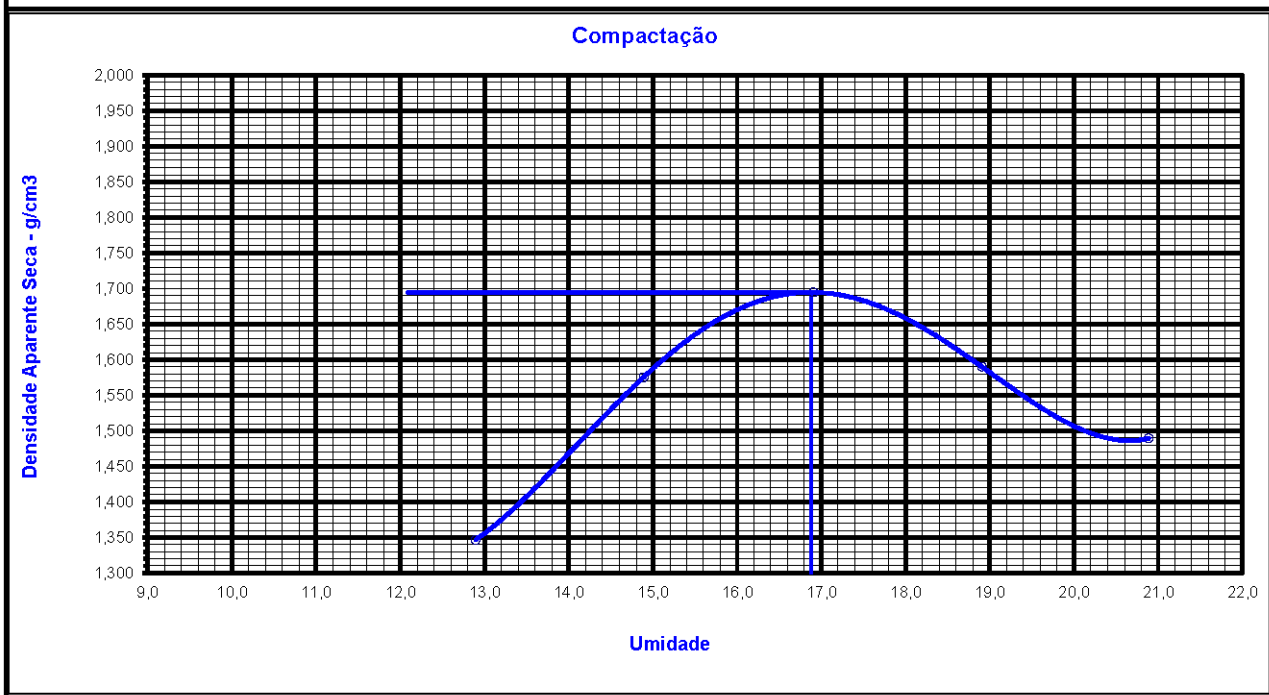
[illegible]

Tabela 25 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 11).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 11				EST. 0 A EST. 3				0,35 A 0,70					
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				21/01/2022				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						04	
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde						4990	
Peso Bruto Úmido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde						2014	
Peso Bruto Seco		48,22 48,22		43,04 43,04		Nº de Camadas						05	
Peso da Cápsula						Golpes/Camada						26	
Peso da Água		1,78 1,78		6,96 6,96		Peso do Soquete						4536	
Peso do Solo Seco		48,22 48,22		43,04 43,04		Espessura do disco Espaçador						2 1/2	
Umidade (%)		3,7 3,7		16,2 16,2		Altura do Cilindro (mm)						114,0	
Umidade Média (%)		3,7		16,2		Peso da Amostra						6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,695		Peso do Solo		Úmido		5888				Nº 1	
Umidade ótima - %		16,9		Passando na # Nº 4		Seco		5678					
Umidade Higroscópica - %		3,7		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		112		2,24				Constante	
Diferença de Umidade - %		13,2		Água a Juntar		751						k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %	
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora				
30 seg	0,025	0,63	11	1,2	1,2			21/01/22	8:40	0,00	0,58	0,58	
1	0,05	1,27	32	3,5	3,5			22/01/22	8:40	0,58	0,99	0,87	
2	0,1	2,54	63	6,8	6,8	70	9,7	23/01/22	8:40	0,99	1,16	1,02	
4	0,2	5,08	91	9,8	9,8	105	9,4	24/01/22	8:40	1,16	1,18	1,04	
6	0,3	7,62	107	11,6	11,6	133							
8	0,4	10,16				161							
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,7%											
Peso Bruto Úmido		8.970											
Peso Úmido		3.980											
Densidade Úmida		1,976											
Densidade Seca		1,701											
Grau de Compactação		100,4%											
Obs:													

Gráfico de CBR: Pressão Kg/cm2 vs Penetração (mm). A curva mostra a relação entre a pressão aplicada e a penetração resultante, com pontos marcados para cada tempo de aplicação (30 seg, 1, 2, 4, 6, 8, 10 minutos).

Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 26 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 11).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
Ensaio de Granulometria por Peneiramento							
UMIDADE	%	%	AMOSTRA	Total	Parcial		
Cápsula - N°	1	2	Cápsula - N°	10	33		
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Peso Bruto Úmido	2000	200		
Peso Bruto Seco	48,20	48,20	Peso Úmido	2000	200		
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	93,8			
Peso da Água	1,80	1,80	Peso Úmido Pass. na # N° 10	1906,2			
Peso do Solo Seco	48,20	48,20	Peso Seco Pass. na # N° 10	1837,6			
Umidade	3,7	3,7	Peso da amostra Seca	2	1931,4		
Umidade Média	3,7				3		
192,8							
Peneiramento							
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES
	Pol	mm					
	2	50,8		1931,4	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0518$
	1 1/2	38,1		1931,4	100,0	1 1/2	
	1	25,4		1931,4	100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4935$
	3/4	19,1	0,00	1931,4	100,0	3/4	
	1/2	12,7	0,00	1931,4	100,0	1/2	
	3/8	9,5	17,80	1913,6	99,1	3/8	FAIXA " D " da AASHO
	n°4	4,8	29,81	1883,8	97,5	n°4	Obs:
	n°10	2,0	46,20	1837,6	95,1	n°10	
n°40	0,42	51,00	141,8	70,0	n°40		
n°200	0,074	73,99	67,8	33,5	n°200		

ENSAIOS FÍSICOS				
PROCEDENCIA:		TRECHO	SUB TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 11	
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)	OBSERVAÇÃO	
1	EIXO	0		
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA	VISTO:
EXISTENTE MISTURA	20/01/2022	0	0	

Tabela 27 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 11).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	55	50	44	80	93	Operador:		
Golpes	g	11	19	28	37	50			
Peso Bruto Úmido	g	12,10	12,36	12,00	12,63	12,50	20/01/2022		
Peso Bruto Seco	g	10,35	11,16	10,11	10,59	10,71			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,75	1,20	1,89	2,04	1,79			
Peso do Solo Seco	g	4,11	2,91	4,71	5,20	4,71	LL = 40,3%		
Umidade	%	42,58	41,24	40,13	39,23	38,00			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	39	77	71	66	62	LP = 26,4%		
Peso Bruto Úmido	g	11,05	11,80	11,65	11,90	11,27			
Peso Bruto Seco	g	10,20	10,57	10,00	10,18	9,78	I.P = 13,9%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,85	1,23	1,65	1,72	1,49	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	3,18	4,67	6,30	6,47	5,68			
Umidade	%	26,73	26,34	26,19	26,58	26,23			
		OK	OK	OK	OK	OK			
<div>Limite de Liquidez</div>									
PROCEDENCIA				TRECHO			SUB TRECHO		
MATERIAL EXISTENTE				BAIRRO RIACHO DOCE			RUA PROJETADA 11		
CAMADA				ESTACA			PROFUNDIDADE (M)		
EXISTENTE MISTURA				EST. 0 A EST. 3			0,35 - 70		
CALCULISTA				DATA			VISTO		
0				20/01/2022					

OBRA: LITORAL NORTE

UMIDADE HIGROSCOPIA	%	%	MOLDE Nº	10	DENSIDADE MÁXIMA: <div>1,708 g/cm³</div>
Cápsula - Nº	10	10	VOLUME DO MOLDE	2105	
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	PESO DO MOLDE	4880	
Peso Bruto Seco	48,31	48,31	PESO DO SOQUETE	4536	
Peso da Cápsula			ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR	2 1/2	UMIDADE ÓTIMA: <div>16,0 %</div>
Peso da Água	1,69	1,69			
Peso do Solo Seco	48,31	48,31	GOLPES / CAMADA	26	
Umidade (%)	3,5	3,5			
Umidade Média	3,5				

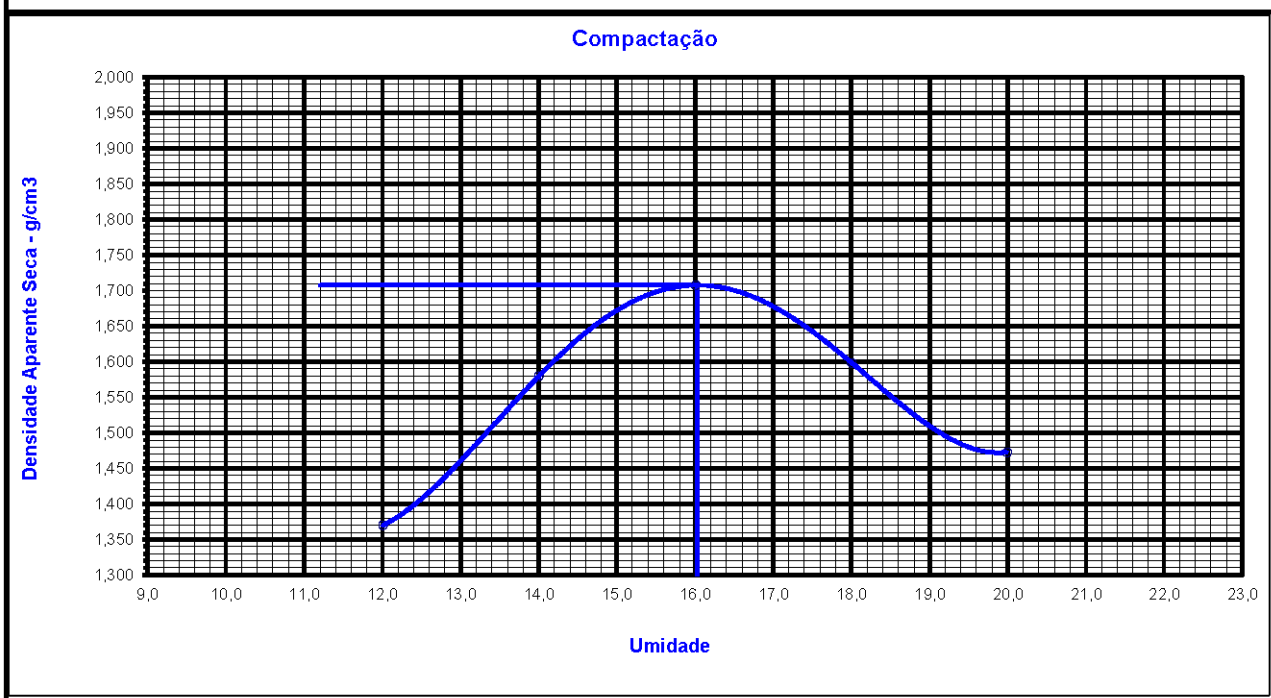
[illegible]

Tabela 29 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 12).

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE				CAMADA EXISTENTE MISTURA		FURO 1		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE				
SUB TRECHO RUA PROJETADA 12				ESTACA EST. 0 A EST. 4		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,35 A 0,70						
OPERADOR: 0			DATA: 21/01/2022			CALCULISTA: 0			VISTO:			
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		07				
Cápsula - Nº	7	4		05	06		Peso do Molde	4980				
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00		50,00	50,00		Volume do Molde	2032				
Peso Bruto Seco	48,36	48,36		43,21	43,21		Nº de Camadas	05				
Peso da Cápsula							Golpes/Camada	26				
Peso da Água	1,64	1,64		6,79	6,79		Peso do Soquete	4536				
Peso do Solo Seco	48,36	48,36		43,21	43,21		Espessura do disco Espaçador	2 1/2				
Umidade (%)	3,4	3,4		15,7	15,7		Altura do Cilindro (mm)	115,0				
Umidade Média (%)	3,4		15,7				Peso da Amostra	6000				
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.				
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,708		Peso do Solo		Úmido		5890		Nº 1		
Umidade ótima - %		16,0		Passando na # Nº 4		Seco		5697				
Umidade Higroscópica - %		3,4		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4				110		2,2		Constante
Diferença de Umidade - %		12,6		Água a Juntar				722		k= 0,108		
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	10	1,1	1,1			21/01/22	10:10	0,00	0,51	0,51
1	0,05	1,27	31	3,3	3,3			22/01/22	10:10	0,51	0,97	0,84
2	0,1	2,54	59	6,4	6,4	70	9,1	23/01/22	10:10	0,97	1,20	1,04
4	0,2	5,08	88	9,5	9,5	105	9,1	24/01/22	10:10	1,20	1,22	1,06
6	0,3	7,62	114	12,3	12,3	133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,7				182						
Moldagem de Verificação		CBR 9,1%										
Peso Bruto Úmido		9.000										
Peso Úmido		4.020										
Densidade Úmida		1,978										
Densidade Seca		1,710										
Grau de Compactação		100,1%										
Obs:												

C.B.R

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 30 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 12).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		1	2	Cápsula - N°		10	33		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,40	48,40	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		89,0			
Peso da Água		1,60	1,60	Peso Umido Pass. na # N° 10		1911,0			
Peso do Solo Seco		48,40	48,40	Peso Seco Pass. na # N° 10		1849,8			
Umidade		3,3	3,3	Peso da amostra Seca		1938,8	2	1938,8	3
Umidade Média		3,3							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					K ₁ = $\frac{100}{2} = 0,0516$ 2		
	2	50,8		1938,8	100,0	2	K ₂ = $\frac{4}{3} = 0,4928$ 3		
	1 1/2	38,1		1938,8	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1938,8	100,0	1			
	3/4	19,1	0,00	1938,8	100,0	3/4	FAIXA " D " da AASHO		
	1/2	12,7	0,00	1938,8	100,0	1/2			
	3/8	9,5	13,25	1925,6	99,3	3/8	Obs:		
	n°4	4,8	34,78	1890,8	97,5	n°4			
	n°10	2,0	40,99	1849,8	95,4	n°10			
n°40	0,42	50,17	143,4	70,7	n°40				
n°200	0,074	70,22	73,2	36,1	n°200				

AREIA

PEDREGULHO

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

200 100 50 40 16 10 4 3/8" 1" 1 1/2" 2"

PENEIRAS

ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO RIACHO DOCE			RUA PROJETADA 12			
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO			
1		EIXO		0					
CAMADA			DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:
EXISTENTE MISTURA			20/01/2022		0		0		

Tabela 31 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 12).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	80	77	66	61	58	Operador:		
Golpes	g	12	20	28	38	52			
Peso Bruto Úmido	g	12,00	12,37	12,10	12,30	11,78	21/01/2022		
Peso Bruto Seco	g	10,29	11,17	10,18	10,36	10,18			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,71	1,20	1,92	1,94	1,60			
Peso do Solo Seco	g	4,05	2,92	4,78	4,97	4,18	LL = 40,3%		
Umidade	%	42,22	41,10	40,17	39,03	38,28			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	10	11	12	13	15	LP = 26,4%		
Peso Bruto Úmido	g	11,05	11,05	11,70	11,70	11,71			
Peso Bruto Seco	g	10,21	9,98	10,03	10,04	10,10	I.P. = 13,9%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,84	1,07	1,67	1,66	1,61	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	3,19	4,08	6,33	6,33	6,00			
Umidade	%	26,33	26,23	26,38	26,22	26,83			
		OK	OK	OK	OK	OK			

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 12
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 4	0,35 - 70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	21/01/2022	

Tabela 32 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 13).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE				SUB TRECHO RUA PROJETADA 13						
FURO 1		POSIÇÃO EIXO		PROFUND. DO FURO (M) 0,35 - 0,70			PROFUND. DO ENSAIO (M)					
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 4		DATA 18/01/22		CALCULISTA			VISTO	
UMIDADE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		10		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2105		1,726 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4880				
Peso Bruto Seco		48,10		48,10		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,90		1,90						16,0 %		
Peso do Solo Seco		48,10		48,10		GOLPES / CAMADA		26				
Umidade (%)		4,0		4,0								
Umidade Média		4,0				Nº DE CAMADAS		5				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8200	3320	1,577		50,00	44,68		5,32	44,68		11,9	1,409
2	8690	3810	1,810		50,00	43,90		6,10	43,90		13,9	1,589
3	9090	4210	2,000		50,00	43,14		6,86	43,14		15,9	1,726
4	8900	4020	1,910		50,00	42,41		7,59	42,41		17,9	1,620
5	8700	3820	1,815		50,00	41,70		8,30	41,70		19,9	1,513

Compactação

The graph plots Density (g/cm³) on the Y-axis (ranging from 1,300 to 2,000) against Moisture (%) on the X-axis (ranging from 9,0 to 22,0). A blue curve represents the compaction data, starting at approximately (11,5, 1,41), rising to a peak at (16,0, 1,726), and then falling to approximately (20,0, 1,513). A vertical line is drawn at 16,0% moisture, and a horizontal line is drawn at 1,726 g/cm³ density, intersecting at the peak of the curve.

Tabela 33 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 13).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDÊNCIA				CAMADA		FURO		TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA		1		BAIRRO RIACHO DOCE				
SUB TRECHO				ESTACA		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)						
RUA PROJETADA 13				EST. 0 A EST. 4				0,35 A 0,70				
OPERADOR:			DATA:			CALCULISTA:			VISTO:			
0			21/01/2022			0						
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						
Cápsula - Nº	7	4		05	06	Peso do Molde		08				
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00		50,00	50,00	Volume do Molde		4975				
Peso Bruto Seco	48,19	48,19		43,15	43,15	Nº de Camadas		2014				
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		05				
Peso da Água	1,81	1,81		6,85	6,85	Peso do Soquete		26				
Peso do Solo Seco	48,19	48,19		43,15	43,15	Espessura do disco Espaçador		4536				
Umidade (%)	3,8	3,8		15,9	15,9	Altura do Cilindro (mm)		2 1/2				
Umidade Média (%)		3,8				Peso da Amostra		114,0				
								6000				
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.				
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,726		Peso do Solo		Úmido		5900		Nº 1		
Umidade ótima - %		16,0		Passando na # Nº 4		Seco		5686				
Umidade Higroscópica - %		3,8		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		100		2		Constante		
Diferença de Umidade - %		12,2		Água a Juntar		697				k= 0,108		
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl.mmm	Difer. mm	Exp. %
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	12	1,3	1,3			21/01/22	13:40	0,00	0,68	0,68
1	0,05	1,27	28	3,0	3,0			22/01/22	13:40	0,68	0,99	0,87
2	0,1	2,54	58	6,3	6,3	70	8,9	23/01/22	13:40	0,99	1,14	1,00
4	0,2	5,08	86	9,3	9,3	105	8,8	24/01/22	13:40	1,14	1,15	1,01
6	0,3	7,62	110	11,9	11,9	133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,7				182						
Moldagem de Verificação		CBR 8,9%										
Peso Bruto Úmido												
9.000												
Peso Úmido												
4.025												
Densidade Úmida												
1,999												
Densidade Seca												
1,725												
Grau de Compactação												
99,9%												
Obs:												

Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 34 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 13).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		1	2	Cápsula - N°		10	33		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,18	48,18	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		97,3			
Peso da Água		1,82	1,82	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1902,7			
Peso do Solo Seco		48,18	48,18	Peso Seco Pass. na # N° 10		1833,5			
Umidade		3,8	3,8	Peso da amostra Seca		2	1930,7	3	192,7
Umidade Média		3,8							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras		CONSTANTES	
	Pol	mm				Pol			
	2	50,8		1930,7	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0518$		
	1 1/2	38,1		1930,7	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1930,7	100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4927$		
	3/4	19,1	0,00	1930,7	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1930,7	100,0	1/2			
	3/8	9,5	22,10	1908,6	98,9	3/8	FAIXA "D" da AASHO		
	n°4	4,8	35,16	1873,5	97,0	n°4	Obs:		
	n°10	2,0	40,00	1833,5	95,0	n°10			
n°40	0,42	43,82	148,9	73,4	n°40				
n°200	0,074	70,89	78,0	38,4	n°200				
Am. parcial									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO		SUB TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO RIACHO DOCE		RUA PROJETADA 13				
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO			
1		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
EXISTENTE MISTURA		21/01/2022		0		0			

Tabela 35 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 13).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	17	22	18	25	11	Operador:		
Golpes	g	10	18	27	38	48			
Peso Bruto Úmido	g	11,90	12,89	12,14	11,89	11,78	20/01/2022		
Peso Bruto Seco	g	10,22	11,54	10,21	10,06	10,18			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,68	1,35	1,93	1,83	1,60			
Peso do Solo Seco	g	3,98	3,29	4,81	4,67	4,18	LL = 40,1%		
Umidade	%	42,21	41,03	40,12	39,19	38,28			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	07	14	22	70	99	LP = 26,0%		
Peso Bruto Úmido	g	11,77	11,87	11,64	11,80	11,71			
Peso Bruto Seco	g	10,80	10,63	10,00	10,13	10,13	I.P. = 14,1%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,97	1,24	1,64	1,67	1,58	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	3,78	4,73	6,30	6,42	6,03			
Umidade	%	25,66	26,22	26,03	26,01	26,20			
		OK	OK	OK	OK	OK			

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 13
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 4	0,35 - 0,70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	20/01/2022	



Tabela 36 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 14).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE					SUB TRECHO RUA PROJETADA 14					
FURO 1		POSIÇÃO EIXO			PROFUND. DO FURO (M) 0,35 - 0,70			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 3		DATA 12/01/22		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		10		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2105		1,708 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4880				
Peso Bruto Seco		48,36		48,36		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,64		1,64		GOLPES / CAMADA		26		15,7 %		
Peso do Solo Seco		48,36		48,36								
Umidade (%)		3,4		3,4								
Umidade Média		3,4				Nº DE CAMADAS		5				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8120	3240	1,539		50,00	44,76		5,24	44,76		11,7	1,378
2	8710	3830	1,819		50,00	43,98		6,02	43,98		13,7	1,600
3	9040	4160	1,976		50,00	43,22		6,78	43,22		15,7	1,708
4	8890	4010	1,905		50,00	42,48		7,52	42,48		17,7	1,618
5	8750	3870	1,838		50,00	41,77		8,23	41,77		19,7	1,536

Compactação

The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1,300 to 2,000) against Moisture (%) on the x-axis (ranging from 9,0 to 22,0). A blue curve represents the compaction data, starting at approximately (11,7, 1,378), rising to a peak at (15,7, 1,708), and then falling to approximately (19,7, 1,536). A vertical line is drawn from the peak to the x-axis at 15,7%.

Tabela 37 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 14).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 14				EST. 0 A EST. 3				0,35 A 0,70					
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				14/01/2022				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº							
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde						32	
Peso Bruto Úmido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde						4500	
Peso Bruto Seco		48,42 48,42		43,38 43,38		Nº de Camadas						2032	
Peso da Cápsula						Golpes/Camada						05	
Peso da Água		1,58 1,58		6,62 6,62		Peso do Soquete						26	
Peso do Solo Seco		48,42 48,42		43,38 43,38		Espessura do disco Espaçador						4536	
Umidade (%)		3,3 3,3		15,3 15,3		Altura do Cilindro (mm)						2 1/2	
Umidade Média (%)		3,3		15,3		Peso da Amostra						115,0	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								6000	
Densidade Máxima - Kg/m ³				1,708				Peso do Solo		Úmido		5885	
Umidade ótima - %				15,7				Passando na # Nº 4		Seco		5699	
Umidade Higroscópica - %				3,3				Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		115		2,3	
Diferença de Umidade - %				12,4				Água a Juntar		710		Nº 1	
												Constante	
												k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO													
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm ²		Datas		Leitura		Difer.	
		Pol mm		Extens.		Detem. Corrigido Padrão %		Dia Hora		Def. mm		mm	
30 seg		0,025 0,63		14		1,5 4,0		14/01/22 10:00		0,00		0,55	
1		0,05 1,27		37		4,0 4,0		15/01/22 10:00		0,55		0,98	
2		0,1 2,54		61		6,6 6,6 70		16/01/22 10:00		0,98		1,30	
4		0,2 5,08		88		9,5 9,5 105		17/01/22 10:00		1,30		1,34	
6		0,3 7,62		110		11,9 11,9 133							
8		0,4 10,16				161							
10		0,5 12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,4%											
Peso Bruto Úmido													
8.520													
Peso Úmido													
4.020													
Densidade Úmida													
1,978													
Densidade Seca													
1,716													
Grau de Compactação													
100,5%													
Obs:													

Gráfico de CBR: Pressão Kg/cm² vs Penetração

Tabela 38 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 14).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		1	2	Cápsula - N°		10	33		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,40	48,40	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		92,3			
Peso da Água		1,60	1,60	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1907,7			
Peso do Solo Seco		48,40	48,40	Peso Seco Pass. na # N° 10		1846,6			
Umidade		3,3	3,3	Peso da amostra Seca		2	1939,0	3	193,6
Umidade Média		3,3							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					Pol	K ₁ = $\frac{100}{2} = 0,0516$	
	2	50,8		1939,0	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1939,0	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1939,0	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3} = 0,4919$		
	3/4	19,1	0,00	1939,0	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1939,0	100,0	1/2			
	3/8	9,5	11,50	1927,5	99,4	3/8	FAIXA "D" da AASHO		
	n°4	4,8	38,49	1889,0	97,4	n°4	Obs:		
	n°10	2,0	42,33	1846,6	95,2	n°10			
n°40	0,42	40,39	153,2	75,4	n°40				
n°200	0,074	77,20	76,0	37,4	n°200				
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO		SUB TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO RIACHO DOCE		RUA PROJETADA 14				
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO			
1		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
EXISTENTE MISTURA		13/01/2022		0		0			

Tabela 39 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 14).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	01	02	05	08	01	Operador:
Golpes	g	10	18	26	38	45	
Peso Bruto Úmido	g	11,99	12,10	11,78	11,90	11,73	13/01/2022
Peso Bruto Seco	g	10,28	10,98	9,95	10,07	10,15	
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:
Peso da Água	g	1,71	1,12	1,83	1,83	1,58	
Peso do Solo Seco	g	4,04	2,73	4,55	4,68	4,15	LL = 40,0%
Umidade	%	42,33	41,03	40,22	39,10	38,07	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	17	21	18	19	41	LP = 26,3%
Peso Bruto Úmido	g	11,50	11,78	11,56	11,80	11,70	
Peso Bruto Seco	g	10,55	10,56	9,93	10,13	10,12	I.P. = 13,7%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	0,95	1,22	1,63	1,67	1,58	Obs:
Peso do Solo Seco	g	3,53	4,66	6,23	6,42	6,02	
Umidade	%	26,91	26,18	26,16	26,01	26,25	
		OK	OK	OK	OK	OK	

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 14
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 3	0,35 - 0,70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	13/01/2022	

Tabela 40 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 15).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE				SUB TRECHO RUA PROJETADA 15						
FURO 1		POSICÃO EIXO		PROFUND. DO FURO (M) 0,35 - 0,70			PROFUND. DO ENSAIO (M)					
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 10		DATA 13/01/22		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		10		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2105		1,695 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4880				
Peso Bruto Seco		48,51		48,51		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,49		1,49						15,9 %		
Peso do Solo Seco		48,51		48,51		GOLPES / CAMADA		26				
Umidade (%)		3,1		3,1								
Umidade Média		3,1				Nº DE CAMADAS		5				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8110	3230	1,534		50,00	44,72		5,28	44,72		11,8	1,372
2	8600	3720	1,767		50,00	43,94		6,06	43,94		13,8	1,553
3	9010	4130	1,962		50,00	43,18		6,82	43,18		15,8	1,694
4	8830	3950	1,876		50,00	42,44		7,56	42,44		17,8	1,593
5	8600	3720	1,767		50,00	41,74		8,26	41,74		19,8	1,475
Compactação												
<p>The graph plots Apparent Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1,300 to 2,000) against Moisture (%) on the x-axis (ranging from 9,0 to 22,0). A blue curve represents the compaction data, starting at approximately (11,5, 1,372), rising to a peak at (16,5, 1,695), and then falling to approximately (19,8, 1,475). A vertical line is drawn at the peak moisture content of 16,5%.</p>												

Tabela 41 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 15).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)				0,35 A 0,70	
RUA PROJETADA 15				EST. 0 A EST. 10									
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				14/01/2022				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						36	
Cápsula - Nº	7	4		05	06		Peso do Molde					4586	
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00		50,00	50,00		Volume do Molde					2014	
Peso Bruto Seco	48,60	48,60		43,36	43,36		Nº de Camadas					05	
Peso da Cápsula							Golpes/Camada					26	
Peso da Água	1,40	1,40		6,64	6,64		Peso do Soquete					4536	
Peso do Solo Seco	48,60	48,60		43,36	43,36		Espessura do disco Espaador					2 1/2	
Umidade (%)	2,9	2,9		15,3	15,3		Altura do Cilindro (mm)					114,0	
Umidade Média (%)	2,9		15,3				Peso da Amostra					6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,695		Peso do Solo		Úmido		5890				Nº 1	
Umidade ótima - %		15,9		Passando na # Nº 4		Seco		5725					
Umidade Higroscópica - %		2,9		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		110		2,2				Constante	
Diferença de Umidade - %		13,1		Água a Juntar		749						k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %	
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora				
30 seg	0,025	0,63	18	1,9	1,9			14/01/22	16:00	0,00	0,61	0,61	
1	0,05	1,27	36	3,9	3,9			15/01/22	16:00	0,61	1,05	0,92	
2	0,1	2,54	60	6,5	6,5	70	9,3	16/01/22	16:00	1,05	1,49	1,31	
4	0,2	5,08	96	10,4	10,4	105	9,9	17/01/22	16:00	1,49	1,53	1,34	
6	0,3	7,62	122	13,2	13,2	133							
8	0,4	10,16				161							
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,9%											
Peso Bruto Úmido													
8.510													
Peso Úmido													
3.924													
Densidade Úmida													
1,948													
Densidade Seca													
1,690													
Grau de Compactação													
99,7%													
Obs:													

Pressão Kg/cm²

Penetração

C.B.R

Tabela 42 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 15).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		1	2	Cápsula - N°		10	33		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,60	48,60	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		110,1			
Peso da Água		1,40	1,40	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1889,9			
Peso do Solo Seco		48,60	48,60	Peso Seco Pass. na # N° 10		1837,0			
Umidade		2,9	2,9	Peso da amostra Seca		2	1947,1	3	194,4
Umidade Média		2,9							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras		CONSTANTES	
	Pol	mm				Pol			
	2	50,8		1947,1	100,0	2		$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0514$	
	1 1/2	38,1		1947,1	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1947,1	100,0	1		$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4853$	
	3/4	19,1	0,00	1947,1	100,0	3/4			
	1/2	12,7	6,33	1940,8	99,7	1/2			
	3/8	9,5	25,93	1914,8	98,3	3/8		FAIXA " D " da AASHO	
	n°4	4,8	34,82	1880,0	96,6	n°4		Obs:	
	n°10	2,0	42,99	1837,0	94,3	n°10			
n°40	0,42	43,80	150,6	73,1	n°40				
n°200	0,074	75,99	74,6	36,2	n°200				
Am. parcial									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO		SUB TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO RIACHO DOCE		RUA PROJETADA 15				
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO			
1		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
EXISTENTE MISTURA		14/01/2022		0		0			

Tabela 43 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 15).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	64	49	02	88	73	Operador:		
Golpes	g	09	16	25	35	48			
Peso Bruto Úmido	g	11,90	11,99	12,04	12,08	12,00	14/01/2022		
Peso Bruto Seco	g	10,20	10,89	10,13	10,19	10,34			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,70	1,10	1,91	1,89	1,66			
Peso do Solo Seco	g	3,96	2,64	4,73	4,80	4,34	LL = 40,3%		
Umidade	%	42,93	41,67	40,38	39,38	38,25			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	20	11	F-03	60	41	LP = 26,4%		
Peso Bruto Úmido	g	11,04	11,06	11,24	11,27	11,30			
Peso Bruto Seco	g	10,21	9,99	9,65	9,70	9,78	I.P = 13,9%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,83	1,07	1,59	1,57	1,52	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	3,19	4,09	5,95	5,99	5,68			
Umidade	%	26,02	26,16	26,72	26,21	26,76			
		OK	OK	OK	OK	OK			
<div>Limite de Liquidez</div>									
PROCEDENCIA				TRECHO			SUB TRECHO		
MATERIAL EXISTENTE				BAIRRO RIACHO DOCE			RUA PROJETADA 15		
CAMADA				ESTACA			PROFUNDIDADE (M)		
EXISTENTE MISTURA				EST. 0 A EST. 10			0,35 - 0,70		
CALCULISTA				DATA			VISTO		
0				14/01/2022					

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)

Gráfico de Densidade Aparente Seca (g/cm³) versus Umidade (%) para o solo compactado.

A curva mostra a relação entre densidade e umidade, com um ponto de máxima densidade (PMD) em 16,8% de umidade e 1,65 g/cm³ de densidade. Uma linha vertical indica a umidade ótima (16,8%) e a densidade seca máxima (1,65 g/cm³).

Umidade (%)	Densidade Aparente Seca (g/cm³)
12,8	1,40
13,0	1,40
14,0	1,45
15,0	1,55
16,0	1,64
16,8	1,65
17,0	1,65
18,0	1,60
19,0	1,50
20,0	1,45
20,5	1,43
21,0	1,44

Tabela 45 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 16).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 16				EST. 0 A EST. 7				0,35 A 0,70					
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				21/01/2022				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						64	
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde						4520	
Peso Bruto Umido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde						2014	
Peso Bruto Seco		48,55 48,55		42,90 42,90		Nº de Camadas						05	
Peso da Cápsula						Golpes/Camada						26	
Peso da Água		1,45 1,45		7,10 7,10		Peso do Soquete						4536	
Peso do Solo Seco		48,55 48,55		42,90 42,90		Espessura do disco Espaçador						2 1/2	
Umidade (%)		3,0 3,0		16,6 16,6		Altura do Cilindro (mm)						114,0	
Umidade Média (%)		3,0		16,6		Peso da Amostra						6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,655		Peso do Solo		Úmido		5910				Nº 1	
Umidade ótima - %		16,8		Passando na # Nº 4		Seco		5739					
Umidade Higroscópica - %		3,0		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		90		1,8				Constante	
Diferença de Umidade - %		13,8		Água a Juntar		793						k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm ²		Datas		Leitura		Difer.	
		Pol mm		Extens.		Determ. Corrigido Padrão %		Dia Hora		Defl. mm		mm	
30 seg		0,025 0,63		11 1,2		1,2		21/01/22 14:40		0,00		0,71	
1		0,05 1,27		36 3,9		3,9		22/01/22 14:40		0,71		1,22	
2		0,1 2,54		59 6,4		6,4 70		23/01/22 14:40		1,22		1,30	
4		0,2 5,08		88 9,5		9,5 105		24/01/22 14:40		1,30		1,33	
6		0,3 7,62		105 11,3		11,3 133							
8		0,4 10,16				161							
10		0,5 12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,1%											
Peso Bruto Umido		8.420											
Peso Umido		3.900											
Densidade Úmida		1,936											
Densidade Seca		1,661											
Grau de Compactação		100,4%											
Obs:													

Pressão Kg/cm2

Penetração

C.B.R.

Tabela 46 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		1	2	Cápsula - N°		10	33		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,46	48,46	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		86,5			
Peso da Água		1,54	1,54	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1913,5			
Peso do Solo Seco		48,46	48,46	Peso Seco Pass. na # N° 10		1854,6			
Umidade		3,2	3,2	Peso da amostra Seca		2	1941,1	3	193,8
Umidade Média		3,2							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras		CONSTANTES	
	Pol	mm				Pol			
	2	50,8		1941,1	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0515$		
	1 1/2	38,1		1941,1	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1941,1	100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4929$		
	3/4	19,1	0,00	1941,1	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1941,1	100,0	1/2			
	3/8	9,5	10,84	1930,2	99,4	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	n°4	4,8	33,65	1896,6	97,7	n°4	Obs:		
	n°10	2,0	42,00	1854,6	95,5	n°10			
n°40	0,42	45,69	148,2	73,0	n°40				
n°200	0,074	73,66	74,5	36,7	n°200				
Am. parcial									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO		SUB TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO RIACHO DOCE		RUA PROJETADA 16				
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO			
1		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
EXISTENTE MISTURA		20/01/2022		0		0			

Tabela 47 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 16).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	10	36	45	70	90	Operador:
Golpes	g	09	15	26	35	46	
Peso Bruto Úmido	g	12,00	12,36	12,50	12,14	11,99	21/01/2022
Peso Bruto Seco	g	10,29	11,16	10,47	10,24	10,34	
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:
Peso da Água	g	1,71	1,20	2,03	1,90	1,65	
Peso do Solo Seco	g	4,05	2,91	5,07	4,85	4,34	LL = 39,9%
Umidade	%	42,22	41,24	40,04	39,18	38,02	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	55	59	63	65	68	LP = 25,4%
Peso Bruto Úmido	g	11,50	11,80	11,55	11,68	11,90	
Peso Bruto Seco	g	10,60	10,60	9,96	10,06	10,33	I.P. = 14,5%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	0,90	1,20	1,59	1,62	1,57	Obs:
Peso do Solo Seco	g	3,58	4,70	6,26	6,35	6,23	
Umidade	%	25,14	25,53	25,40	25,51	25,20	
		OK	OK	OK	OK	OK	

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 16
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 7	0,35 - 0,70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	20/01/2022	

Tabela 48 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 18).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE					SUB TRECHO RUA PROJETADA 18					
FURO 1		POSICÃO EIXO			PROFUND. DO FURO (M) 0,35 - 0,70			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 6		DATA 12/01/22		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		10		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2105		1,677 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4880				
Peso Bruto Seco		48,60		48,60		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,40		1,40		GOLPES / CAMADA		26		16,8 %		
Peso do Solo Seco		48,60		48,60								
Umidade (%)		2,9		2,9		Nº DE CAMADAS		5				
Umidade Média		2,9										
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8100	3220	1,530		50,00	44,37		5,63	44,37		12,7	1,357
2	8590	3710	1,762		50,00	43,59		6,41	43,59		14,7	1,537
3	9000	4120	1,957		50,00	42,84		7,16	42,84		16,7	1,677
4	8810	3930	1,867		50,00	42,12		7,88	42,12		18,7	1,573
5	8650	3770	1,791		50,00	41,43		8,57	41,43		20,7	1,484

Compactação

The graph plots Density (g/cm³) on the Y-axis (ranging from 1,300 to 2,000) against Moisture (%) on the X-axis (ranging from 9,0 to 22,0). A blue curve represents the compaction data, starting at approximately (12, 1,35) and peaking at (16,8, 1,677). A vertical line is drawn from the peak to the X-axis at 16,8%.

Tabela 49 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 18).

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 18				EST. 0 A EST. 6								0,35 A 0,70	
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				14/01/2022				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº							
Cápsula - Nº	7	4		05	06		Peso do Molde						42
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00		50,00	50,00		Volume do Molde						4614
Peso Bruto Seco	48,69	49,69		42,98	42,98		Nº de Camadas						2014
Peso da Cápsula							Golpes/Camada						05
Peso da Água	1,31	0,31		7,02	7,02		Peso do Soquete						26
Peso do Solo Seco	48,69	49,69		42,98	42,98		Espessura do disco Espaador						4536
Umidade (%)	2,7	0,6		16,3	16,3		Altura do Cilindro (mm)						2 1/2
Umidade Média (%)		1,7			16,3		Peso da Amostra						114,0
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,677		Peso do Solo		Úmido		5900				Nº 1	
Umidade ótima - %		16,8		Passando na # Nº 4		Seco		5804					
Umidade Higroscópica - %		1,7		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		100		2				Constante	
Diferença de Umidade - %		15,1		Água a Juntar		881						k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %	
	Pd	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora				
30 seg	0,025	0,63	13	1,4	1,4			14/01/22	14:20	0,00	0,73	0,73	
1	0,05	1,27	31	3,3	3,3			15/01/22	14:20	0,73	1,14	1,00	
2	0,1	2,54	60	6,5	6,5	70	9,3	16/01/22	14:20	1,14	1,33	1,17	
4	0,2	5,08	88	9,5	9,5	105	9,1	17/01/22	14:20	1,33	1,35	1,18	
6	0,3	7,62	109	11,8	11,8	133							
8	0,4	10,16				161							
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,3%											
Peso Bruto Úmido													
8.540													
Peso Úmido													
3.926													
Densidade Úmida													
1,949													
Densidade Seca													
1,676													
Grau de Compactação													
99,9%													
Obs:													

Gráfico de CBR: Pressão Kg/cm² vs Penetração (mm). A curva mostra a relação entre a pressão aplicada e a penetração resultante, com pontos marcados para cada tempo de aplicação (30 seg, 1, 2, 4, 6, 8, 10 minutos).

Tabela 50 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 18).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
Ensaio de Granulometria por Peneiramento							
UMIDADE	%	%	AMOSTRA	Total	Parcial		
Cápsula - N°	1	2	Cápsula - N°	10	33		
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Peso Bruto Úmido	2000	200		
Peso Bruto Seco	48,71	48,71	Peso Úmido	2000	200		
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	66,6			
Peso da Água	1,29	1,29	Peso Úmido Pass. na # N° 10	1933,4			
Peso do Solo Seco	48,71	48,71	Peso Seco Pass. na # N° 10	1883,5			
Umidade	2,6	2,6	Peso da amostra Seca	2 1950,1	3 194,8		
Umidade Média	2,6						
Peneiramento							
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	CONSTANTES
	Pol	mm					
	2	50,8		1950,1	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0513$
	1 1/2	38,1		1950,1	100,0	1 1/2	
	1	25,4		1950,1	100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4957$
	3/4	19,1	0,00	1950,1	100,0	3/4	
	1/2	12,7	0,00	1950,1	100,0	1/2	
	3/8	9,5	12,83	1937,3	99,3	3/8	FAIXA "D" da AASHO
	n°4	4,8	23,90	1913,4	98,1	n°4	Obs:
	n°10	2,0	29,87	1883,5	4 96,6	n°10	
Am. parcial	n°40	0,42	43,10	151,7	75,2	n°40	
	n°200	0,074	77,00	74,7	37,0	n°200	

ENSAIOS FÍSICOS				
PROCEDENCIA:		TRECHO	SUB TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 18	
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)	OBSERVAÇÃO	
1	EIXO	0		
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA	VISTO:
EXISTENTE MISTURA	17/01/2022	0	0	

Tabela 51 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 18).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUEZ									
Cápsula	N.º	01	05	08	17	10	Operador:		
Golpes	g	09	15	26	35	47	18/01/2022		
Peso Bruto Úmido	g	11,89	12,58	12,80	12,90	12,18			
Peso Bruto Seco	g	10,20	11,31	10,68	10,79	10,47	Calculista:		
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00			
Peso da Água	g	1,69	1,27	2,12	2,11	1,71	LL = 40,0%		
Peso do Solo Seco	g	3,96	3,06	5,28	5,40	4,47			
Umidade	%	42,68	41,50	40,15	39,07	38,28			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	20	11	03	60	41	LP = 26,2%		
Peso Bruto Úmido	g	11,20	11,57	11,90	11,87	11,82	I.P. = 13,8%		
Peso Bruto Seco	g	10,33	10,40	10,19	10,18	10,22			
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	Obs:		
Peso da Água	g	0,87	1,17	1,71	1,69	1,60			
Peso do Solo Seco	g	3,31	4,50	6,49	6,47	6,12			
Umidade	%	26,28	26,00	26,35	26,12	26,14			
		OK	OK	OK	OK	OK			

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO RIACHO DOCE	RUA PROJETADA 18
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 6	0,35 - 0,70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	18/01/2022	

Tabela 52 – Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO SUBLEITO/TERRENO NATURAL					
FÓRMULAS		MÉDIA ARITMÉTICA	DESVIO PADRÃO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Nº DE AMOSTRAS: 4		$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$	$X_{\min.} = \bar{X} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \cdot \sigma$	$X_{\max.} = \bar{X} + \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} + 0,68 \cdot \sigma$
ENSAIOS FÍSICOS	L.L.	39,60	0,90	38,40	40,80
	L.P.	27,80	0,70	26,90	28,70
	I.P.	11,80	0,60	11,00	12,60
GRANULOMETRIA PENEIRA (% PASSANDO)	3"	0,00	0,00	0,00	0,00
	2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1 1/2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1"	100,00	0,00	100,00	100,00
	3/4"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1/2"	99,80	0,30	99,40	100,20
	3/8"	98,90	0,70	98,00	99,80
	Nº 4	97,10	0,50	96,40	97,80
	Nº 10	94,40	0,60	93,60	95,20
	Nº 40	69,30	2,00	66,70	72,00
	Nº 200	38,80	1,10	37,30	40,30
	Nº 270	0,00	0,00	0,00	0,00
I.G.		1,20	0,30	0,80	1,60
AASHTO INTERMEDIÁRIO 26 GOLPES	D. MÁXIMA (kg/dm³)	1,69	0,01	1,67	1,70
	U. ÓTIMA (%)	14,32	0,36	13,84	14,80
	I.S.C. (%)	9,20	0,18	8,96	9,44
	EXPANSÃO	0,84	0,06	0,75	0,92

LEGENDA:

N = número de amostras.

X = valor individual de cada amostra.

 \bar{X} = média aritmética.X_{mín.} = valor mínimo provável (estatisticamente).X_{máx.} = valor máximo provável (estatisticamente).

I.S.C. = índice de suporte califórnia.

L.L. = limite de liquidez.

L.P. = limite de plasticidade.

I.P. = índice de plasticidade.

I.G. = índice de granulometria.

OBSERVAÇÕES:

Tabela 53 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 01).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO RIACHO DOCE					SUB TRECHO RUA PROJETADA 01					
FURO 1		POSIÇÃO EIXO			PROFUND.D.O FURO (M) 0,35 A 0,75			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 30		DATA 20/10/21		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2069		1,690 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4608				
Peso Bruto Seco		48,85		48,85		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,15		1,15		GOLPES / CAMADA		26		14,0 %		
Peso do Solo Seco		48,85		48,85								
Umidade (%)		2,4		2,4								
Umidade Média		2,4				Nº DE CAMADAS		5				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8110	3502	1,693		50,00	45,50		4,50	45,50		9,9	1,540
2	8340	3732	1,804		50,00	44,68		5,32	44,68		11,9	1,612
3	8590	3982	1,925		50,00	43,90		6,10	43,90		13,9	1,690
4	8500	3892	1,881		50,00	43,14		6,86	43,14		15,9	1,623
5	8400	3792	1,833		50,00	42,41		7,59	42,41		17,9	1,555

Compactação

The graph plots Density (g/cm³) on the Y-axis (ranging from 1,300 to 1,900) against Moisture (%) on the X-axis (ranging from 8,0 to 19,0). A blue curve represents the compaction data. A vertical blue line is drawn at 14,0% moisture, intersecting the curve at a density of approximately 1,69 g/cm³.

Tabela 54 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 01).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO RIACHO DOCE	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 01				EST. 0 A EST. 30				0,35 A 0,75					
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				22/10/2021				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						02	
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde						4965	
Peso Bruto Úmido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde						2014	
Peso Bruto Seco		48,92 48,92		43,90 43,90		Nº de Camadas						05	
Peso da Cápsula						Golpes/Camada						26	
Peso da Água		1,08 1,08		6,10 6,10		Peso do Soquete						4536	
Peso do Solo Seco		49,00 48,92		43,90 43,90		Espessura do disco Espaçador						2 1/2	
Umidade (%)		2,2 2,2		13,9 13,9		Altura do Cilindro (mm)						114,0	
Umidade Média (%)		2,2		13,9		Peso da Amostra						7000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,690		Peso do Solo		Úmido		6892				Nº 1	
Umidade ótima - %		14,0		Passando na # Nº 4		Seco		6743					
Umidade Higroscópica - %		2,2		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		108		2,16				Constante	
Diferença de Umidade - %		11,8		Água a Juntar		796						k= 0,105	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %	
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora				
30 seg	0,025	0,63	12	1,3	1,3			22/10/21	7:10	0,00	0,68	0,68	
1	0,05	1,27	26	2,7	2,7			23/10/21	7:10	0,68	0,88	0,77	
2	0,1	2,54	60	6,3	6,3	70	9,0	24/10/21	7:10	0,88	0,97	0,85	
4	0,2	5,08	91	9,6	9,6	105	9,1	25/10/21	7:10	0,97	1,02	0,89	
6	0,3	7,62	107	11,2	11,2	133							
8	0,4	10,16				161							
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,1%											
Peso Bruto Úmido		8.835											
Peso Úmido		3.870											
Densidade Úmida		1,922											
Densidade Seca		1,687											
Grau de Compactação		99,8%											
Obs:													

Gráfico de CBR: Pressão Kg/cm² vs Penetração (mm). A curva vermelha indica a relação entre a pressão aplicada e a penetração resultante. O valor de CBR é 9,1%.

Tabela 55 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 01).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
Ensaio de Granulometria por Peneiramento							
UMIDADE	%	%	AMOSTRA	Total	Parcial		
Cápsula - N°	42	43	Cápsula - N°	11	29		
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Peso Bruto Úmido	2000	200		
Peso Bruto Seco	49,19	49,19	Peso Úmido	2000	200		
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	119,8			
Peso da Água	0,81	0,81	Peso Úmido Pass. na # N° 10	1880,3			
Peso do Solo Seco	49,19	49,19	Peso Seco Pass. na # N° 10	1849,8			
Umidade	1,6	1,6	Peso da amostra Seca	2 1969,5	3 196,8		
Umidade Média	1,6						
Peneiramento							
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	CONSTANTES
	Pol	mm					
	2	50,8		1969,5	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0508$
	1 1/2	38,1		1969,5	100,0	1 1/2	
	1	25,4		1969,5	100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,4773$
	3/4	19,1	0,00	1969,5	100,0	3/4	
	1/2	12,7	10,58	1959,0	99,5	1/2	
	3/8	9,5	34,61	1924,3	97,7	3/8	
	n°4	4,8	24,68	1899,7	96,5	n°4	
	n°10	2,0	49,88	1849,8	93,9	n°10	
n°40	0,42	51,73	145,0	69,2	n°40		
n°200	0,074	59,37	85,7	40,9	n°200		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> AREIA PEDREGULHO </div>							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 200 100 50 40 16 10 4 3/8" 1"1"1/2 2" </div>							
PENEIRAS							
ENSAIOS FÍSICOS							
PROCEDENCIA:			TRECHO		SUB TRECHO		
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO RIACHO DOCE		RUA PROJETADA 01		
FURO	POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO		
1	EIXO		0				
CAMADA	DATA:		OPERADOR		CALCULISTA	VISTO:	
EXISTENTE MISTURA	21/10/2021		0		0		

Tabela 56 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 01).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	01	02	03	04	05	Operador:
Golpes	g	11	18	25	33	41	
Peso Bruto Úmido	g	11,50	12,05	11,90	11,99	11,77	21/10/2021
Peso Bruto Seco	g	10,77	11,61	11,19	11,53	10,88	
Peso da Cápsula	g	9,06	10,56	9,46	10,40	8,63	Calculista:
Peso da Água	g	0,73	0,44	0,71	0,46	0,89	
Peso do Solo Seco	g	1,71	1,05	1,73	1,13	2,25	LL= 41,0%
Umidade	%	42,69	41,90	41,04	40,71	39,56	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	20	11	33	60	41	LP = 28,5%
Peso Bruto Úmido	g	11,52	11,85	11,90	11,89	12,05	
Peso Bruto Seco	g	10,52	10,53	10,07	10,10	10,28	I.P.= 12,5%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	1,00	1,32	1,83	1,79	1,77	Obs:
Peso do Solo Seco	g	3,50	4,63	6,37	6,39	6,18	
Umidade	%	28,57	28,51	28,73	28,01	28,64	
		OK	OK	OK	OK	OK	
<p>Limite de Liquidez</p>							
PROCEDENCIA		TRECHO			SUB TRECHO		
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO RIACHO DOCE			RUA PROJETADA 01		
CAMADA		ESTACA			PROFUNDIDADE (M)		
EXISTENTE MISTURA		EST. 0 A EST. 30			0,35 A 0,75		
CALCULISTA		DATA			VISTO		
0		21/10/2021					

Tabela 57 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 03).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO GARÇA TORTA				SUB TRECHO RUA PROJETADA 03						
FURO 1		POSICÃO EIXO		PROFUND. DO FURO (M) 0,35 - 0,70		PROFUND. DO ENSAIO (M)						
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 20		DATA 25/10/21		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCÓPIA		%		%		MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2069		1,688 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4608		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso Bruto Seco		48,85		48,85		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2				
Peso da Água		1,15		1,15								
Peso do Solo Seco		48,85		48,85		GOLPES / CAMADA		26		14,3 %		
Umidade (%)		2,4		2,4		Nº DE CAMADAS		5				
Umidade Média		2,4										

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %		
1	8100	3492	1,688		50,00	45,33		4,67	45,33		10,3	1,530
2	8360	3752	1,813		50,00	44,52		5,48	44,52		12,3	1,615
3	8600	3992	1,929		50,00	43,74		6,26	43,74		14,3	1,688
4	8500	3892	1,881		50,00	42,99		7,01	42,99		16,3	1,617
5	8350	3742	1,809		50,00	42,27		7,73	42,27		18,3	1,529

Compactação

The graph plots Density (g/cm³) on the Y-axis (1.400 to 2.000) against Moisture (%) on the X-axis (8.0 to 20.0). A blue curve represents the compaction data, starting at ~1.53 g/cm³ at 10.3% moisture, peaking at ~1.688 g/cm³ at 14.3% moisture, and ending at ~1.53 g/cm³ at 18.3% moisture. A vertical line marks the peak at 14.3% moisture.

Tabela 58 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 03).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDÊNCIA				CAMADA		FURO		TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA		1		BAIRRO GARÇA TORTA				
SUB TRECHO				ESTACA		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)						
RUA PROJETADA 03				EST. 0 A EST. 20		0,30 A 0,70						
OPERADOR:			DATA:			CALCULISTA:			VISTO:			
0			26/10/2021			0						
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						
Cápsula - Nº	7	4		05	06	Peso do Molde		36				
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00		50,00	50,00	Volume do Molde		4586				
Peso Bruto Seco	48,90	48,90		43,76	43,76	Nº de Camadas		2014				
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		05				
Peso da Água	1,10	1,10		6,24	6,24	Peso do Soquete		26				
Peso do Solo Seco	48,90	48,90		43,76	43,76	Espessura do disco Espaçador		4536				
Umidade (%)	2,2	2,2		14,3	14,3	Altura do Cilindro (mm)		2 1/2				
Umidade Média (%)	2,2		14,3		Peso da Amostra		114,0					
DADOS DE COMPACTAÇÃO		CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.						
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,688		Peso do Solo		Úmido		6817		Nº 1		
Umidade ótima - %		14,3		Passando na # Nº 4		Seco		6667				
Umidade Higroscópica - %		2,2		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		183		3,66		Constante		
Diferença de Umidade - %		12,1		Água a Juntar		809				k= 0,105		
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura	Pressão - Kg/cm ²			Datas		Leitura	Difer.	Exp.	
	Pol	mm	Extens.	Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora	Defl. mm	mm	%
30 seg	0,025	0,63	17	1,8	1,8			26/10/21	9:00	0,00	0,80	0,80
1	0,05	1,27	30	3,2	3,2			27/10/21	9:00	0,80	0,99	0,87
2	0,1	2,54	62	6,5	6,5	70	9,3	28/10/21	9:00	0,99	1,12	0,98
4	0,2	5,08	93	9,8	9,8	105	9,3	29/10/21	9:00	1,12	1,15	1,01
6	0,3	7,62	107	11,2	11,2	133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,7				182						
Moldagem de Verificação		CBR 9,3%										
Peso Bruto Úmido												
8.460												
Peso Úmido												
3.874												
Densidade Úmida												
1,924												
Densidade Seca												
1,683												
Grau de Compactação												
99,7%												
Obs:												

Gráfico de CBR (Índice de Suporte Califórnia) mostrando a curva de pressão versus penetração. O eixo Y representa a Pressão em Kg/cm² (0,0 a 12,0) e o eixo X representa a Penetração (0,0 a 0,4). A curva é desenhada com pontos vermelhos e uma linha vermelha contínua. Os pontos marcados são: (0,0, 0,0), (0,025, 1,8), (0,05, 3,2), (0,1, 6,5), (0,2, 9,8), (0,3, 11,2).

Tabela 59 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 03).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)					
OBRA: LITORAL NORTE					
Ensaio de Granulometria por Peneiramento					
UMIDADE	%	%	AMOSTRA	Total	Parcial
Cápsula - N°	42	43	Cápsula - N°	17	52
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Peso Bruto Úmido	2000	200
Peso Bruto Seco	49,00	49,00	Peso Úmido	2000	200
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	97,7	
Peso da Água	1,00	1,00	Peso Úmido Pass. na # N° 10	1902,3	
Peso do Solo Seco	49,00	49,00	Peso Seco Pass. na # N° 10	1864,2	
Umidade	2,0	2,0	Peso da amostra Seca	[2] 1962,0	[3] 196,0
Umidade Média	2,0				

Peneiramento							
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	CONSTANTES
	Pol	mm					
Amostra Total	2	50,8		1962,0	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{[2]} = 0,0510$
	1 1/2	38,1		1962,0	100,0	1 1/2	
	1	25,4		1962,0	100,0	1	$K_2 = \frac{[4]}{[3]} = 0,4848$
	3/4	19,1	0,00	1962,0	100,0	3/4	
	1/2	12,7	0,00	1962,0	100,0	1/2	FAIXA " D " da AASHO
	3/8	9,5	11,85	1950,1	99,4	3/8	
	n°4	4,8	33,74	1916,4	97,7	n°4	
	n°10	2,0	52,13	1864,2	[4] 95,0	n°10	
Am. parcial	n°40	0,42	45,10	150,9	73,2	n°40	Obs:
	n°200	0,074	72,33	78,6	38,1	n°200	

AREIA PEDREGULHO

PENEIRAS

ENSAIOS FÍSICOS				
PROCEDENCIA:		TRECHO	SUB TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO GARÇA TORTA	RUA PROJETADA 03	
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)	OBSERVAÇÃO	
1	EIXO	0		
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA	VISTO:
EXISTENTE MISTURA	27/10/2021	0	0	

Tabela 60 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 03).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUEDEZ									
Cápsula	N.º	14	10	17	08	13	Operador:		
Golpes	g	07	15	26	36	45			
Peso Bruto Úmido	g	11,80	11,88	11,92	11,80	11,99	29/10/2021		
Peso Bruto Seco	g	10,14	10,82	10,05	10,00	10,34			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,66	1,06	1,87	1,80	1,65			
Peso do Solo Seco	g	3,90	2,57	4,65	4,61	4,34	LL = 39,8%		
Umidade	%	42,56	41,25	40,22	39,05	38,02			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	20	11	33	54	41	LP = 28,3%		
Peso Bruto Úmido	g	11,00	11,36	11,54	11,02	11,30			
Peso Bruto Seco	g	10,12	10,15	9,81	9,41	9,73	I.P = 11,5%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,88	1,21	1,73	1,61	1,57	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	3,10	4,25	6,11	5,70	5,63			
Umidade	%	28,39	28,47	28,31	28,25	27,89			
		OK	OK	OK	OK	OK			
<div>Limite de Liquidez</div>									
PROCEDENCIA				TRECHO			SUB TRECHO		
MATERIAL EXISTENTE				BAIRRO GARÇA TORTA			RUA PROJETADA 03		
CAMADA				ESTACA			PROFUNDIDADE (M)		
EXISTENTE MISTURA				EST. 0 A EST. 20			0,35 - 0,70		
CALCULISTA				DATA			VISTO		
0				29/10/2021					

OBRA:LITORAL NORTE

PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE	TRECHO BAIRRO GARÇA TORTA		SUB TRECHO RUA PROJETADA 05	
FURO 1	POSIÇÃO EIXO	PROFUND.DO FURO (M) 0,35 - 0,70	PROFUND. DO ENSAIO (M)	
CAMADA: EXISTENTE MISTURA	OPERADOR	EST. COLETA EST. 0 A EST.12	DATA 25/10/21	CALCULISTA VISTO

UMIDADE HIGROSCOPIA	%	%	MOLDE Nº	136	DENSIDADE MÁXIMA:
Cápsula - Nº	10	10	VOLUME DO MOLDE	2069	
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	PESO DO MOLDE	4608	
Peso Bruto Seco	48,74	48,74	PESO DO SOQUETE	4536	1,681 g/cm³
Peso da Cápsula			ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR	2 1/2	UMIDADE ÓTIMA:
Peso da Água	1,26	1,26			
Peso do Solo Seco	48,74	48,74	GOLPES / CAMADA	26	
Umidade (%)	2,6	2,6			
Umidade Média	2,6		Nº DE CAMADAS	5	14,9 %

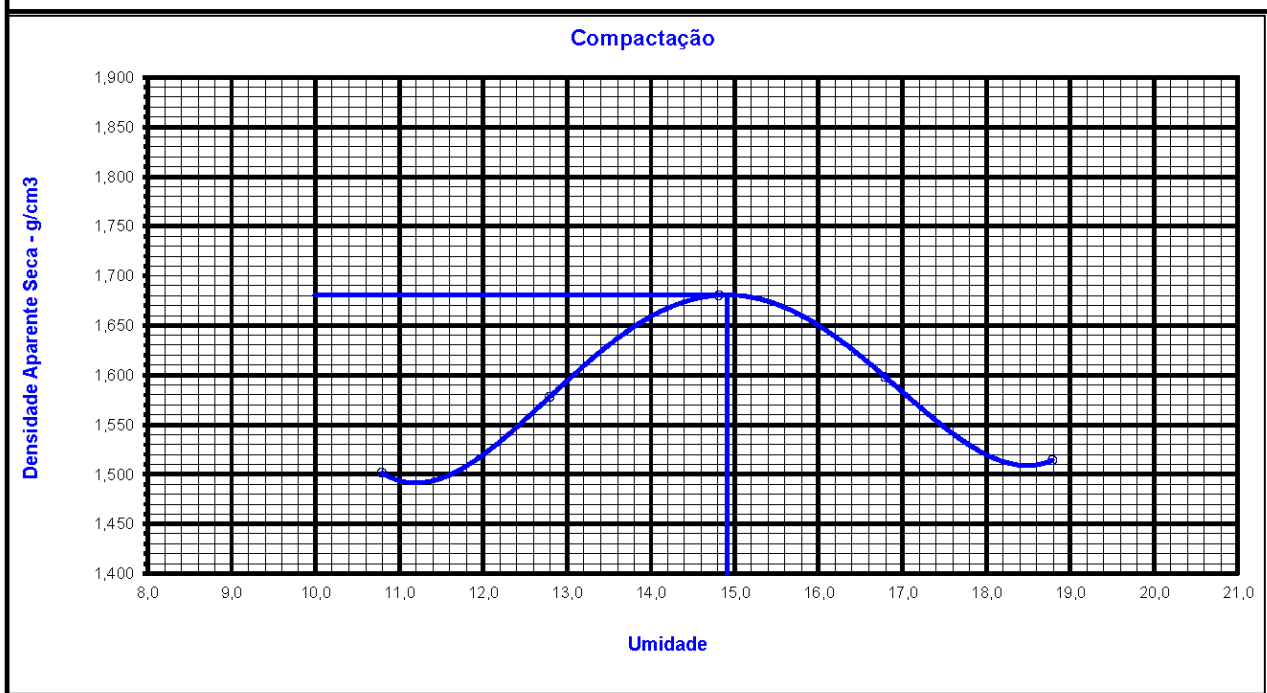
[illegible]

Tabela 62 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 05).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO GARÇA TORTA	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 05				EST. 0 A EST.12								0,30 A 0,75	
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				25/10/2021				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						53	
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde						4614	
Peso Bruto Úmido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde						2014	
Peso Bruto Seco		48,76 48,76		43,80 43,80		Nº de Camadas						05	
Peso da Cápsula						Golpes/Camada						26	
Peso da Água		1,24 1,24		6,20 6,20		Peso do Soquete						4536	
Peso do Solo Seco		48,76 48,76		43,80 43,80		Espessura do disco Espaçador						2 1/2	
Umidade (%)		2,5 2,5		14,2 14,2		Altura do Cilindro (mm)						114,0	
Umidade Média (%)		2,5		14,2		Peso da Amostra						6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,681		Peso do Solo		Úmido		5812				Nº 1	
Umidade ótima - %		14,9		Passando na # Nº 4		Seco		5668					
Umidade Higroscópica - %		2,5		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		188		3,76				Constante	
Diferença de Umidade - %		12,4		Água a Juntar		705						k= 0,105	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %	
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora				
30 seg	0,025	0,63	12	1,3	1,3			25/10/21	16:00	0,00	0,66	0,66	
1	0,05	1,27	24	2,5	2,5			26/10/21	16:00	0,66	0,87	0,76	
2	0,1	2,54	60	6,3	6,3	70	9,0	27/10/21	16:00	0,87	0,92	0,81	
4	0,2	5,08	91	9,6	9,6	105	9,1	28/10/21	16:00	0,92	0,95	0,83	
6	0,3	7,62	110	11,6	11,6	133							
8	0,4	10,16				161							
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,1%											
Peso Bruto Úmido		8.470											
Peso Úmido		3.856											
Densidade Úmida		1,915											
Densidade Seca		1,677											
Grau de Compactação		99,8%											
Obs:													

C.B.R.

Tabela 63 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 05).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		42	43	Cápsula - N°		10	47		
Peso Bruto Umido		50,00	50,00	Peso Bruto Umido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,97	48,97	Peso Umido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		94,0			
Peso da Água		1,03	1,03	Peso Umido Pass. na # N° 10		1906,0			
Peso do Solo Seco		48,97	48,97	Peso Seco Pass. na # N° 10		1866,8			
Umidade		2,1	2,1	Peso da amostra Seca		2	1960,7	3	195,9
Umidade Média		2,1							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					Pol	K ₁ = $\frac{100}{2} = 0,0510$	
	2	50,8		1960,7	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1960,7	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1960,7	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3} = 0,4860$		
	3/4	19,1	0,00	1960,7	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1960,7	100,0	1/2			
	3/8	9,5	9,84	1950,9	99,5	3/8	FAIXA "D" da AASHO		
	n°4	4,8	33,72	1917,2	97,8	n°4	Obs:		
n°10	2,0	50,42	1866,8	95,2	n°10				
n°40	0,42	56,49	139,4	67,8	n°40				
n°200	0,074	60,85	78,5	38,2	n°200				
Am. parcial									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO		SUB TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO GARÇA TORTA		RUA PROJETADA 05				
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO			
1		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
EXISTENTE MISTURA		27/10/2021		0		0			

Tabela 64 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 05).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	01	02	03	04	05	Operador:		
Golpes	g	08	13	24	35	46			
Peso Bruto Úmido	g	12,17	11,87	11,55	11,90	11,93	29/10/2021		
Peso Bruto Seco	g	10,41	10,81	9,78	10,06	10,28			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,76	1,06	1,77	1,84	1,65			
Peso do Solo Seco	g	4,17	2,56	4,38	4,67	4,28	LL = 40,0%		
Umidade	%	42,21	41,41	40,41	39,40	38,55			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	20	11	F-03	60	41	LP = 27,6%		
Peso Bruto Úmido	g	10,55	10,55	10,64	10,74	11,85			
Peso Bruto Seco	g	9,78	9,54	9,15	9,22	10,18	I.P. = 12,4%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,77	1,01	1,49	1,52	1,67	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	2,76	3,64	5,45	5,51	6,08			
Umidade	%	27,90	27,75	27,34	27,59	27,47			
		OK	OK	OK	OK	OK			

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO GARÇA TORTA	RUA PROJETADA 05
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST.12	0,35 - 0,70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	29/10/2021	

Tabela 65 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 06).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO GARÇA TORTA					SUB TRECHO RUA PROJETADA 06						
FURO 1		POSIÇÃO EIXO			PROFUND. DO FURO (M) 0,30 - 0,70			PROFUND. DO ENSAIO (M)					
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 16		DATA 25/10/21		CALCULISTA		VISTO			
UMIDADE HIGROSCOPIA				%		%		MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA:	
Cápsula - Nº				10		10		VOLUME DO MOLDE		2069		1,670 g/cm³	
Peso Bruto Úmido				50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4608			
Peso Bruto Seco				48,36		48,36		PESO DO SOQUETE		4536			
Peso da Cápsula								ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA: 13,9 %	
Peso da Água				1,64		1,64							
Peso do Solo Seco				48,36		48,36		GOLPES / CAMADA		26			
Umidade (%)				3,4		3,4							
Umidade Média				3,4				Nº DE CAMADAS		5			
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE													
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %	
1	8090	3482	1,683		50,00	45,41		4,59	45,41		10,1	1,528	
2	8335	3727	1,801		50,00	44,60		5,40	44,60		12,1	1,607	
3	8550	3942	1,905		50,00	43,82		6,18	43,82		14,1	1,670	
4	8410	3802	1,838		50,00	43,07		6,93	43,07		16,1	1,583	
5	8290	3682	1,780		50,00	42,34		7,66	42,34		18,1	1,507	

Compactação

The graph plots Density (g/cm³) on the Y-axis (ranging from 1.400 to 1.900) against Moisture (%) on the X-axis (ranging from 8.0 to 20.0). A blue curve represents the compaction data. A vertical blue line is drawn at 14.0% moisture, intersecting the curve at approximately 1.67 g/cm³ density.

Tabela 66 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 06).

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE				CAMADA EXISTENTE MISTURA		FURO 1		TRECHO BAIRRO GARÇA TORTA				
SUB TRECHO RUA PROJETADA 06				ESTACA EST. 0 A EST. 16		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,30 A 0,70						
OPERADOR: 0			DATA: 26/10/2021			CALCULISTA: 0			VISTO:			
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº						
Cápsula - Nº	7	4		05	06			Peso do Molde	4965			
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00		50,00	50,00			Volume do Molde	2014			
Peso Bruto Seco	48,39	48,39		44,02	44,02			Nº de Camadas	05			
Peso da Cápsula								Golpes/Camada	26			
Peso da Água	1,61	1,61		5,98	5,98			Peso do Soquete	4536			
Peso do Solo Seco	48,30	48,39		44,02	44,02			Espessura do disco Espaçador	2 1/2			
Umidade (%)	3,3	3,3		13,6	13,6			Altura do Cilindro (mm)	114,0			
Umidade Média (%)	3,3			13,6				Peso da Amostra	6000			
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.				
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,670		Peso do Solo		Úmido		5886		Nº 1		
Umidade ótima - %		13,9		Passando na # Nº 4		Seco		5696				
Umidade Higroscópica - %		3,3		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4				114		2,28		Constante
Diferença de Umidade - %		10,6		Água a Juntar				607		k= 0,105		
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	17	1,8	1,8			26/10/21	10:00	0,00	0,72	0,72
1	0,05	1,27	33	3,5	3,5			27/10/21	10:00	0,72	0,95	0,83
2	0,1	2,54	61	6,4	6,4	70	9,2	28/10/21	10:00	0,95	1,18	1,04
4	0,2	5,08	90	9,5	9,5	105	9,0	29/10/21	10:00	1,18	1,22	1,07
6	0,3	7,62	102	10,7	10,7	133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,7				182						
Moldagem de Verificação		CBR 9,2%										
Peso Bruto Úmido		8.810										
Peso Úmido		3.845										
Densidade Úmida		1,909										
Densidade Seca		1,681										
Grau de Compactação		100,6%										
Obs:												

Pressão Kg/cm²

Penetração

C.B.R

Tabela 67 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 06).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		42	43	Cápsula - N°		11	29		
Peso Bruto Umido		50,00	50,00	Peso Bruto Umido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,44	48,44	Peso Umido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		120,0			
Peso da Água		1,56	1,56	Peso Umido Pass. na # N° 10		1880,0			
Peso do Solo Seco		48,44	48,44	Peso Seco Pass. na # N° 10		1821,3			
Umidade		3,2	3,2	Peso da amostra Seca		2	1941,3	3	193,8
Umidade Média		3,2							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					Pol	K ₁ = $\frac{100}{2} = 0,0515$	
	2	50,8		1941,3	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1941,3	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1941,3	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3} = 0,4842$		
	3/4	19,1	0,00	1941,3	100,0	3/4			
	1/2	12,7	9,23	1932,1	99,5	1/2			
	3/8	9,5	19,37	1912,7	98,5	3/8	FAIXA "D" da AASHO		
	n°4	4,8	35,44	1877,3	96,7	n°4	Obs:		
	n°10	2,0	56,00	1821,3	93,8	n°10			
Am. parcial	n°40	0,42	53,44	140,3	67,9	n°40			
	n°200	0,074	61,32	79,0	38,3	n°200			

AREIA

PEDREGULHO

PENEIRAS

ENSAIOS FÍSICOS				
PROCEDENCIA:		TRECHO	SUB TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO GARÇA TORTA	RUA PROJETADA 06	
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)	OBSERVAÇÃO	
1	EIXO	0		
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA	VISTO:
EXISTENTE MISTURA	29/10/2021	0	0	

Tabela 68 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 06).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	08	18	24	23	03	Operador:		
Golpes	g	08	14	24	33	44			
Peso Bruto Úmido	g	11,29	11,85	11,80	11,57	11,87	29/10/2021		
Peso Bruto Seco	g	10,43	10,83	10,96	10,68	10,98			
Peso da Cápsula	g	8,40	8,35	8,86	8,40	8,63	Calculista:		
Peso da Água	g	0,86	1,02	0,84	0,89	0,89			
Peso do Solo Seco	g	2,03	2,48	2,10	2,28	2,35	LL = 39,6%		
Umidade	%	42,36	41,13	40,00	39,04	37,87			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	02	05	06	09	11	LP = 28,4%		
Peso Bruto Úmido	g	11,05	11,11	11,60	11,36	11,44			
Peso Bruto Seco	g	10,52	10,60	10,96	10,76	10,77	I.P. = 11,2%		
Peso da Cápsula	g	8,65	8,82	8,70	8,67	8,37			
Peso da Água	g	0,53	0,51	0,64	0,60	0,67	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	1,87	1,78	2,26	2,09	2,40			
Umidade	%	28,34	28,65	28,32	28,71	27,92			
		OK	OK	OK	OK	OK			

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE	TRECHO BAIRRO GARÇA TORTA	SUB TRECHO RUA PROJETADA 06
CAMADA EXISTENTE MISTURA	ESTACA EST. 0 A EST.16	PROFUNDIDADE (M) 0,30 - 0,70
CALCULISTA 0	DATA 29/10/2021	VISTO

Tabela 69 - Ensaio de Compactação (Rua Projetada 12).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO GARÇA TORTA					SUB TRECHO RUA PROJETADA 12					
FURO 1		POSIÇÃO EIXO			PROFUND. DO FURO (M) 0,30 - 0,70			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
CAMADA: EXISTENTE MISTURA		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 16		DATA 26/10/21		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		136		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº		10		10		VOLUME DO MOLDE		2069		1,704 g/cm³		
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4608				
Peso Bruto Seco		48,76		48,76		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA: 14,5 %		
Peso da Água		1,24		1,24		GOLPES / CAMADA		26				
Peso do Solo Seco		48,76		48,76								
Umidade (%)		2,5		2,5		Nº DE CAMADAS		5				
Umidade Média		2,5										
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %		
1	8120	3512	1,697		50,00	45,25		4,75	45,25		10,5	1,536
2	8390	3782	1,828		50,00	44,44		5,56	44,44		12,5	1,625
3	8645	4037	1,951		50,00	43,67		6,33	43,67		14,5	1,704
4	8530	3922	1,896		50,00	42,92		7,08	42,92		16,5	1,627
5	8400	3792	1,833		50,00	42,19		7,81	42,19		18,5	1,546

Compactação

The graph plots Density (g/cm³) on the y-axis (1.40 to 1.90) against Moisture (%) on the x-axis (8.0 to 20.0). A blue curve represents the compaction data, starting at ~1.54 g/cm³ at 10.5% moisture, peaking at ~1.70 g/cm³ at 14.5% moisture, and ending at ~1.55 g/cm³ at 18.5% moisture. A vertical line marks the peak at 14.5% moisture.

Tabela 70 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 12).

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)													
OBRA: LITORAL NORTE													
PROCEDÊNCIA				CAMADA				FURO				TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA				1				BAIRRO GARÇA TORTA	
SUB TRECHO				ESTACA				PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)					
RUA PROJETADA 12				EST. 0 A EST. 16				0,30 A 0,75					
OPERADOR:				DATA:				CALCULISTA:				VISTO:	
0				26/10/2021				0					
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde N°						09	
Cápsula - N°	7	4		05	06		Peso do Molde					4960	
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00		50,00	50,00		Volume do Molde					2014	
Peso Bruto Seco	48,77	48,77		43,72	43,72		N° de Camadas					05	
Peso da Cápsula							Golpes/Camada					26	
Peso da Água	1,23	1,23		6,28	6,28		Peso do Soquete					4536	
Peso do Solo Seco	48,77	48,77		43,72	43,72		Espessura do disco Espaador					2 1/2	
Umidade (%)	2,5	2,5		14,4	14,4		Altura do Cilindro (mm)					114,0	
Umidade Média (%)		2,5			14,4		Peso da Amostra					6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA								Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,704		Peso do Solo		Úmido		5875				N° 1	
Umidade ótima - %		14,5		Passando na # N° 4		Seco		5730					
Umidade Higroscópica - %		2,5		Peso de Pedregulho Retido na # N° 4		125		2,5				Constante	
Diferença de Umidade - %		12,0		Água a Juntar		690						k= 0,105	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura	Difer.	Exp.	
30 seg	Pol	mm	Extens.	Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora	Defl. mm	mm	%	
1	0,05	1,27	31	3,3	3,3			26/10/21	16:00	0,00	0,77	0,77	
2	0,1	2,54	63	6,6	6,6	70	9,5	27/10/21	16:00	0,77	0,93	0,82	
4	0,2	5,08	91	9,6	9,6	105	9,1	28/10/21	16:00	0,93	1,04	0,91	
6	0,3	7,62	108	11,3	11,3	133		29/10/21	16:00	1,04	1,06	0,93	
8	0,4	10,16				161							
10	0,5	12,7				182							
Moldagem de Verificação		CBR 9,5%											
Peso Bruto Úmido		8.920											
Peso Úmido		3.960											
Densidade Úmida		1,966											
Densidade Seca		1,719											
Grau de Compactação		100,9%											
Obs:													

Gráfico de CBR: Pressão Kg/cm² vs Penetração

Tabela 71 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 12).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		15	20	Cápsula - N°		08	17		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,81	48,81	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		117,1			
Peso da Água		1,19	1,19	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1882,9			
Peso do Solo Seco		48,81	48,81	Peso Seco Pass. na # N° 10		1838,0			
Umidade		2,4	2,4	Peso da amostra Seca		2	1955,2	3	195,2
Umidade Média		2,4							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					Pol	K ₁ = $\frac{100}{2} = 0,0511$	
	2	50,8		1955,2	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1955,2	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1955,2	100,0	1	K ₂ = $\frac{4}{3} = 0,4815$		
	3/4	19,1	0,00	1955,2	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1955,2	100,0	1/2			
	3/8	9,5	17,39	1937,8	99,1	3/8	FAIXA "D" da AASHO		
	n°4	4,8	44,39	1893,4	96,8	n°4	Obs:		
	n°10	2,0	55,36	1838,0	94,0	n°10			
n°40	0,42	53,41	141,8	68,3	n°40				
n°200	0,074	60,58	81,3	39,1	n°200				
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO		SUB TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO GARÇA TORTA		RUA PROJETADA 12				
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO			
1		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
EXISTENTE MISTURA		27/10/2021		0		0			

Tabela 72 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 12).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ									
Cápsula	N.º	27	29	32	31	39	Operador:		
Golpes	g	08	13	23	34	44			
Peso Bruto Úmido	g	11,90	11,87	11,65	11,52	11,43	29/10/2021		
Peso Bruto Seco	g	10,25	10,83	9,89	9,83	9,96			
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:		
Peso da Água	g	1,65	1,04	1,76	1,69	1,47			
Peso do Solo Seco	g	4,01	2,58	4,49	4,44	3,96	LL = 38,7%		
Umidade	%	41,15	40,31	39,20	38,06	37,12			
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	33	34	35	36	37	LP = 27,4%		
Peso Bruto Úmido	g	10,85	11,80	11,35	10,90	10,88			
Peso Bruto Seco	g	10,03	10,54	9,71	9,34	9,42	I.P. = 11,3%		
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10			
Peso da Água	g	0,82	1,26	1,64	1,56	1,46	Obs:		
Peso do Solo Seco	g	3,01	4,64	6,01	5,63	5,32			
Umidade	%	27,24	27,16	27,29	27,71	27,44			
		OK	OK	OK	OK	OK			
<p style="color: blue;">Limite de Liquidez</p>									
PROCEDENCIA			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO GARÇA TORTA			RUA PROJETADA 12			
CAMADA			ESTACA			PROFUNDIDADE (M)			
EXISTENTE MISTURA			EST. 0 A EST. 16			0,30 - 0,70			
CALCULISTA			DATA			VISTO			
0			29/10/2021						

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)

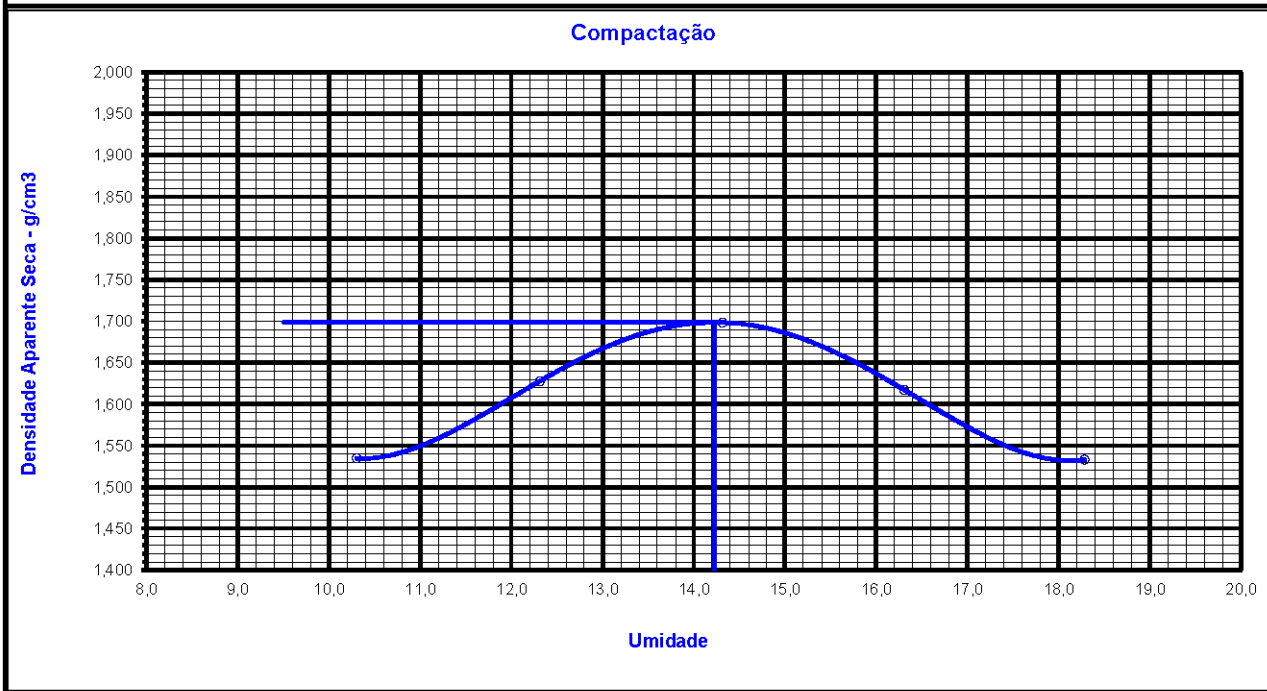
[illegible]

Tabela 74 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Rua Projetada 13).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDÊNCIA				CAMADA		FURO			TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE				EXISTENTE MISTURA		1			BAIRRO GARÇA TORTA			
SUB TRECHO				ESTACA		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)						
RUA PROJETADA 13				EST. 0 A EST. 12		0,30 A 0,75						
OPERADOR:			DATA:			CALCULISTA:			VISTO:			
0			26/10/2021			0						
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Malde Nº						
Cápsula - Nº	7	4		05	06	Peso do Molde		10				
Peso Bruto Umido	50,00	50,00		50,00	50,00	Volume do Molde		2032				
Peso Bruto Seco	48,77	48,77		43,90	43,90	Nº de Camadas		05				
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26				
Peso da Água	1,23	1,23		6,10	6,10	Peso do Soquete		4536				
Peso do Solo Seco	48,77	48,77		43,90	43,90	Espessura do disco Espaçador		2 1/2				
Umidade (%)	2,5	2,5		13,9	13,9	Altura do Cilindro (mm)		115,0				
Umidade Média (%)		2,5				Peso da Amostra		6000				
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.				
Densidade Máxima - Kg/m ³		1,699		Peso do Solo		Úmido		5863		Nº 1		
Umidade ótima - %		14,2		Passando na # Nº 4		Seco		5719				
Umidade Higroscópica - %		2,5		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		137		2,74		Constante		
Diferença de Umidade - %		11,7		Água a Juntar		672				k= 0,105		
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								Expansão				
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm ²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. %
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	16	1,7	1,7			26/10/21	13:00	0,00	0,67	0,67
1	0,05	1,27	34	3,6	3,6			27/10/21	13:00	0,67	0,88	0,77
2	0,1	2,54	59	6,2	6,2	70	8,9	28/10/21	13:00	0,88	0,95	0,83
4	0,2	5,08	90	9,5	9,5	105	9,0	29/10/21	13:00	0,95	0,99	0,86
6	0,3	7,62	112	11,8	11,8	133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,7				182						
Moldagem de Verificação		CBR 9,0%										
Peso Bruto Umido		8.895										
Peso Úmido		3.965										
Densidade Úmida		1,951										
Densidade Seca		1,713										
Grau de Compactação		100,9%										
Obs:												

C.B.R

Pressão Kg/cm²

Penetração

Tabela 75 - Análise Granulométrica (Rua Projetada 13).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		42	43	Cápsula - N°		11	29		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,89	48,89	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		109,8			
Peso da Água		1,11	1,11	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1890,2			
Peso do Solo Seco		48,89	48,89	Peso Seco Pass. na # N° 10		1848,2			
Umidade		2,3	2,3	Peso da amostra Seca		2	1958,0	3	195,6
Umidade Média		2,3							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm						Pol	
	2	50,8		1958,0	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0511$ $K_2 = \frac{4}{3} = 0,4827$		
	1 1/2	38,1		1958,0	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1958,0	100,0	1			
	3/4	19,1	0,00	1958,0	100,0	3/4	FAIXA " D " da AASHO		
	1/2	12,7	0,00	1958,0	100,0	1/2			
	3/8	9,5	13,85	1944,2	99,3	3/8			
	n°4	4,8	44,26	1899,9	97,0	n°4			
n°10	2,0	51,72	1848,2	94,4	n°10				
Am. parcial	n°40	0,42	52,00	143,6	69,3	n°40	Obs:		
	n°200	0,074	64,88	78,7	38,0	n°200			

ENSAIOS FÍSICOS				
PROCEDENCIA:		TRECHO		SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO GARÇA TORTA		RUA PROJETADA 13
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO
1	EIXO	0		
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA	VISTO:
EXISTENTE MISTURA	29/10/2021	0	0	

Tabela 76 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Rua Projetada 13).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	01	02	03	04	05	Operador:
Golpes	g	06	13	24	33	42	
Peso Bruto Úmido	g	11,75	11,39	11,88	11,71	11,98	29/10/2021
Peso Bruto Seco	g	10,13	10,49	10,06	9,96	10,36	
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:
Peso da Água	g	1,62	0,90	1,82	1,75	1,62	
Peso do Solo Seco	g	3,89	2,24	4,66	4,57	4,36	LL = 38,7%
Umidade	%	41,65	40,18	39,06	38,29	37,16	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	07	09	08	11	16	LP = 26,7%
Peso Bruto Úmido	g	10,55	10,88	10,56	10,88	10,77	
Peso Bruto Seco	g	9,80	9,85	9,12	9,36	9,36	I.P. = 12,0%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	0,75	1,03	1,44	1,52	1,41	Obs:
Peso do Solo Seco	g	2,78	3,95	5,42	5,65	5,26	
Umidade	%	26,98	26,08	26,57	26,90	26,81	
		OK	OK	OK	OK	OK	

Limite de Liquidez

PROCEDENCIA	TRECHO	SUB TRECHO
MATERIAL EXISTENTE	BAIRRO GARÇA TORTA	RUA PROJETADA 13
CAMADA	ESTACA	PROFUNDIDADE (M)
EXISTENTE MISTURA	EST. 0 A EST. 12	0,30 - 0,70
CALCULISTA	DATA	VISTO
0	29/10/2021	

4.4 Estudo Hidrológico

Os estudos hidrológicos foram procedidos com a finalidade de identificar e qualificar as circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas da área onde se localiza o trecho em estudo, balizar-se a aplicação de modelos pluviais necessários ao dimensionamento das obras para adequação do sistema de drenagem existente.

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, informações de enchentes ocorridas, junto aos moradores mais antigos da região e 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 bacias, utilizando-se as cartas geográficas.

A fase definitiva consistiu do processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos para apresentação e conclusão do estudo hidrológico, e possibilitou o elenco de medidas necessárias ao dimensionamento hidráulico das obras de arte correntes, assim como das obras de drenagem superficial e profunda relativa ao projeto.

Levando em consideração à proximidade, o posto definido para o estudo foi o de número 935004 do Município de Maceió, de responsabilidade da ANA, onde foi utilizada a série histórica do período de 10 anos (2009 a 2018) de observação de chuva para o estudo.

Coletou-se junto aos órgãos oficiais: dados hidrológicos e, em estudos existentes, dados referentes ao clima, pluviometria e geomorfologia da área em que se localiza o trecho.

4.4.1 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.

Os dados utilizados para realização dos Estudos Hidrológicos estão abaixo relacionados:

Dados pluviométricos fornecidos pela INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, a estação escolhida foi a mais representativa do regime pluviométrico da região mais próxima do empreendimento, sendo:

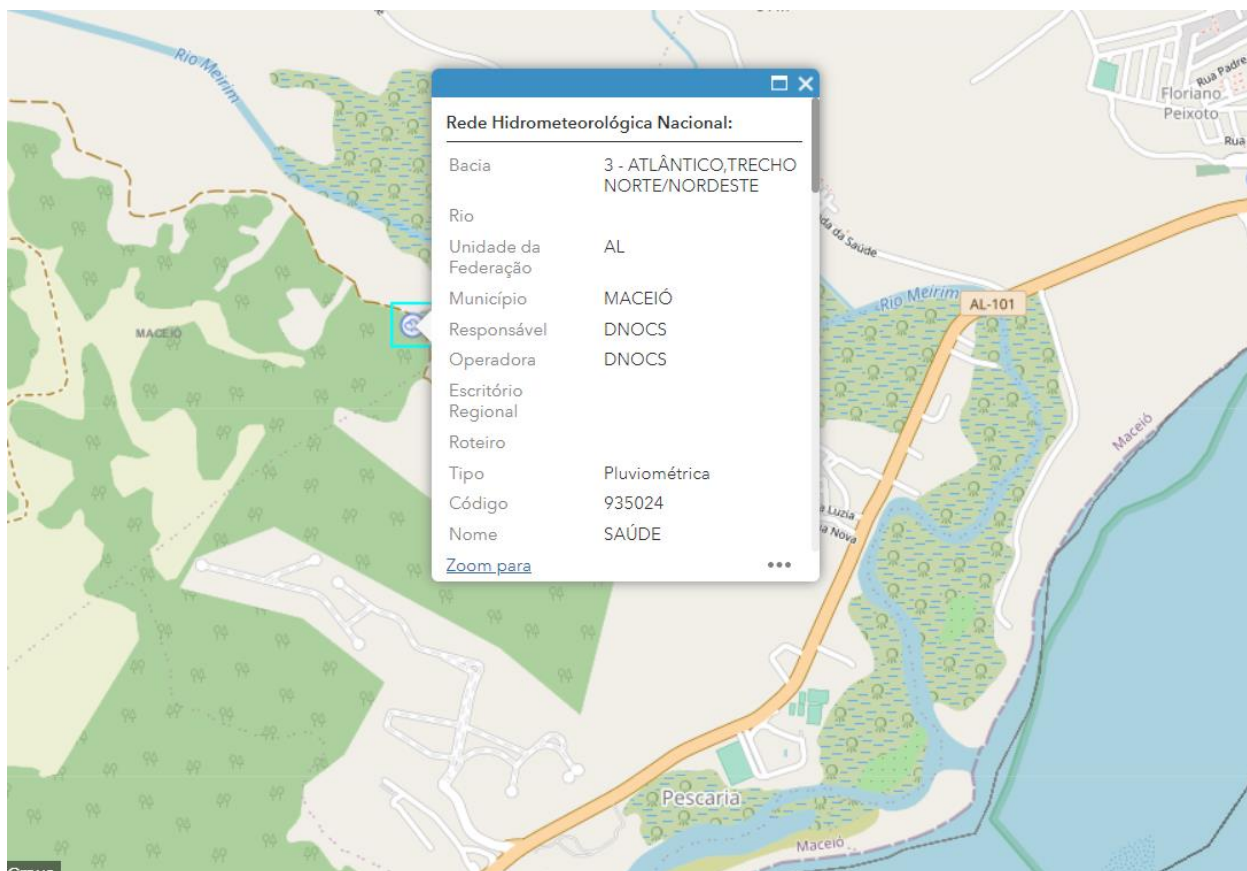


Figura 1 - Dados da estação de Maceió.

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.

4.4.2 Características da Região

4.4.2.1 Clima

O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro.

4.4.2.2 Hidrografia

Águas superficiais

Os cursos d'água que drenam o município apresentam-se perenes, com direcionamento consequente de extensão aproximada de 12 quilômetros.[21] Suas principais cabeceiras localizam-se na serra da Saudinha (rios Meirim, Saúde e Prataji), nos tabuleiros (riachos Reginaldo, Jacarecica, Doce e o rio Sauaçuí), alguns próximos à área urbana do município, nas proximidades dos conjuntos residenciais Henrique Equelman, Moacir Andrade e do Parque Residencial Benedito Bentes I e II.

Águas subterrâneas

A área do município em estudo está inserida no Domínio Hidrogeológico Intersticial, composto por rochas de idade Tércio-quaternária, constituída pelos sedimentos de cobertura da Formação Barreiras, e aluviões e sedimentos arenosos, siltosos e argilosos de idade Quaternária.

4.4.3 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.).

Considerações

O estudo das precipitações é fundamental num projeto de estradas, principalmente nos estudos dos seguintes tópicos:

- Verificação das estatísticas de descarga (curva dupla acumulação) ou dedução dessas quando não há informações disponíveis;
- Determinação das enchentes para projeto das obras de drenagem, ponte, etc.;
- Levantamento da possibilidade de danos ambientais decorrentes do aumento do deflúvio superficial e do direcionamento das águas pluviais, como: erosões, assoreamentos, inundações, etc.;
- Escolha do tipo de revestimento da pista de rolamento;
- Planejamento da construção a fim de evitar interrupções de trabalho devido as 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 segmento em projeto;
- Séries confiáveis.

Para a Estação Pluviométrica estudada, são apresentados abaixo:

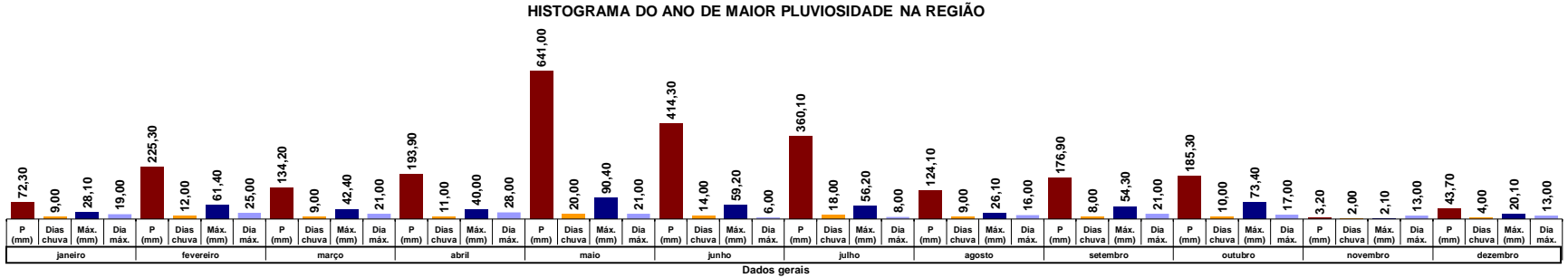
- Os dados de precipitações mensais e anuais de pluviometria e números de dias de chuva são apresentados na tabela abaixo;
- Histograma do Ano de Maior Pluviosidade na Região;

Pluviograma – Precipitações Totais Anuais, Precipitações Mensais e Número de Dias de Chuva por ano.

Tabela 77 - Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais.

DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS																																																				
ANOS	MESES																																				DADOS ANUAIS															
	janeiro				fevereiro				março				abril				maio				junho				julho				agosto				setembro				outubro				novembro				dezembro				Total	Dias de	Máxima	Dia
P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	(mm)	chuva	(mm)	máxima									
1963	77,6	6	52,4	20	95,8	8	55	27	293,3	14	58	27	313,9	16	66	8	166,1	16	37	25	401,4	21	125	26	71,5	9	19,8	15	51	13	12,7	3	59,2	11	8,8	29	2,4	1	2,4	28	24,4	7	8	26	172,7	8	51	28	1.729,3	130	125	26/6/1963
1964	59,4	4	20	24	49,2	7	19	12	236,9	16	61	19	700,7	25	150	16	336,1	25	75	10	277,9	20	63	4	183,4	24	30,4	7	198,9	28	48	10	188,8	21	25	8	19,2	4	12,5	30	5,7	3	3,2	15	45,1	5	25	23	2.301,3	182	150	16/4/1964
1965	123,7	11	31	13	0	0	0	1	75,6	5	22,8	14	204,8	15	40,4	3	296,2	18	82,4	31	336,7	26	80	13	100,7	25	9	16	257	15	106	8	80	7	26,4	26	71,6	7	27,3	7	53,8	4	20,4	9	33,7	7	11,1	27	1.633,8	140	105,59998	8/8/1965
1966	28,2	7	9,8	23	75,6	16	36,2	17	126,1	17	21,4	9	199,1	16	66,6	30	390,7	16	90	29	219,8	16	63,2	12	171,5	21	28,4	17	69,7	9	30	11	150,9	11	44,5	11	9,4	2	5,4	31	22,7	7	8,2	29	0	0	0	1	1.463,7	138	90	29/5/1966
1967	79,5	6	35	2	217,2	10	101	2	181,8	13	54,8	14	485,4	19	153	18	302,3	20	41	8	133,2	15	23	20	321,7	21	94	2	172	13	46,4	27	151,4	12	34,5	19	72,2	9	27	8	0	0	1	32,8	5	15,8	28	2.149,5	143	153	18/4/1967	
1968	116	12	43	27	40,2	5	25	27	195,6	17	33,6	26	214,7	9	60,8	26	336,5	20	62	3	196,3	14	29,2	17	151,6	15	37	5	121,8	5	54	26	61,6	8	16,6	9	17,8	26	22,6	4	11,8	29	23,4	4	11,6	17	1.498,1	114	62	3/5/1968		
1969	44,8	8	17	22	56,8	6	21,3	1	124	11	33,6	15	297,4	11	85,5	14	334,3	20	55	19	337,2	17	65	23	535,2	23	126	13	45,4	6	15,4	10	98,8	7	38,8	24	33,2	5	13,4	20	33,8	3	22,2	22	21,6	3	17,3	26	1.962,3	120	125,800003	13/7/1969
1970	57	9	20	16	101,2	12	27,8	9	367	18	154	1	240,4	14	83,4	24	85	13	28,9	11	149,3	13	25	2	167,5	13	60,2	31	123,8	11	50,3	10	18,1	3	10,2	24	26,8	4	19	18	0	0	0	1	17,5	6	5,3	9	1.353,6	116	154,399994	1/3/1970
1971	34,7	7	11,8	12	15,3	5	8,5	28	70,3	9	19,4	24	206,1	12	52,1	15	383,8	19	70,5	21	150,2	14	26,3	27	328,4	16	72,4	25	76,1	7	27,8	13	187,8	6	87,3	22	136,4	6	50,6	14	22,9	3	10,2	8	9,4	2	8,6	7	1.623,4	106	87,3000031	22/9/1971
1972	17,9	2	13,2	23	83,4	9	37,2	27	68,8	8	21,9	31	446,1	12	84,4	25	434	15	95,6	31	336,8	16	114	1	160,8	13	29	7	291,2	14	93,4	20	53,4	7	14	26	83	5	66,6	22	27,6	2	22	30	6,5	2	5,4	16	2.009,5	105	113,599998	1/6/1972
1973	51,7	6	12,1	3	7,3	3	3	21	15,6	2	10	21	445,2	18	127	22	118,5	15	19,6	21	309,6	20	92,2	21	216,2	18	45,2	10	200,1	15	84,2	3	379,8	18	125	11	154,2	8	70	3	36,2	4	17	2	3,8	1	3,8	9	1.938,2	128	127	22/4/1973
1974	89,6	8	40,4	20	102,8	11	46	25	255,6	11	76,4	9	299,5	17	88	16	346,6	18	89,4	30	355,5	23	44,2	20	219,6	20	50	7	130,4	12	49,4	1	46,4	9	10,8	26	19	2	13,4	9	29,4	4	16,4	13	34	4	17,4	31	1.928,4	139	89,4000015	30/5/1974
1975	97	10	20,4	8	10,9	2	8,4	3	126,4	8	38	6	241	10	78,3	28	469,2	20	65	3	310,1	17	50,5	19	337,2	22	57,4	10	76,2	7	27,4	25	255,4	15	61	25	0	0	0	1	0	0	0	1	135,4	7	51	2	2.058,8	118	78,3000031	28/4/1975
1976	22,1	5	6,4	6	250,5	10	72	26	131,9	10	49,1	30	230,1	17	68,3	18	231,7	16	60	28	226	14	89	4	134,2	9	25	20	99,1	10	31,3	26	35,1	6	16,2	8	204,5	13	54,3	7	61,6	4	20,2	26	33,3	5	12,3	1	1.660,1	119	89	4/6/1976
1977	72,3	9	28,1	19	225,3	12	61,4	25	134,2	9	42,4	21	193,9	11	40	28	641	20	90,4	21	414,3	14	59,2	6	360,1	18	56,2	8	124,1	9	26,1	16	176,9	8	54,3	21	185,3	17	3,2	2	2,1	13	43,7	4	20,1	13	2.574,3	126	90,4000015	21/5/1977		
1978	13,7	3	7,4	24	187,7	8	51,1	27	189,9	8	84	20	278,5	13	57,4	23	421,8	13	75,2	11	288	10	62,2	17	326,9	18	46,3	10	135,8	12	25,1	5	120	8	50,3	28	14,5	3	5,3	5	16,7	4	9,3	10	92,7	4	30,2	2	2.086,2	104	84	20/3/1978
1979	54,9	3	27,2	24	114,7	7	30,4	7	143,4	13	26,2	12	291,4	9	75,1	25	278	17	75,1	2	230,5	9	56,2	10	166	18	22,1	17	90,8	12	20	27	122,8	12	25	2	14,5	5	8	24	32	7	20	19	0	0	1	1.539,0	112	75,0999985	25/4/1979	

Obs.: A) - Instrumento medidor: Pluviômetro B) - Os dados dos anos mais representativos para elaboração das análises estatísticas C) - Posto que caracteriza o regime pluviométrico do trecho (método de THIESEN), as alturas estão em acordo com mapas Isoietas.



ANO	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total	Dias de chuva	Máxima	Dia
1977	72,3	225,3	134,2	193,9	641	414,3	360,1	124,1	176,9	185,3	10	43,7	2574,3	126	90,4	21/5/1977

FONTES: ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

SIH/ANA - Sistema de Informações Hidrológicas (HIDRO - versão Web: <http://hidroweb.ana.gov.br/>)

Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Gráfico 1 - Precipitações totais anuais.

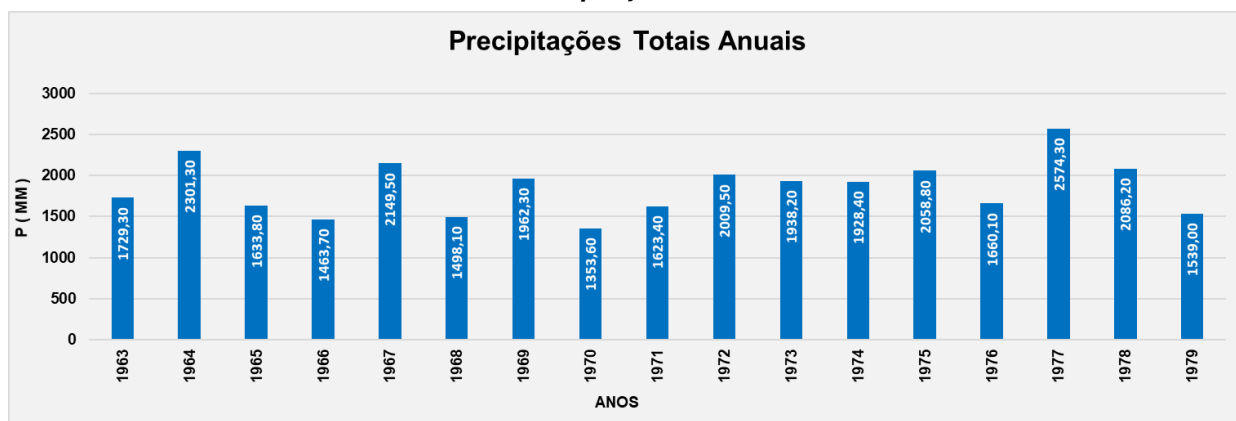


Gráfico 2 - Precipitações mínimas, médias e máximas mensais.

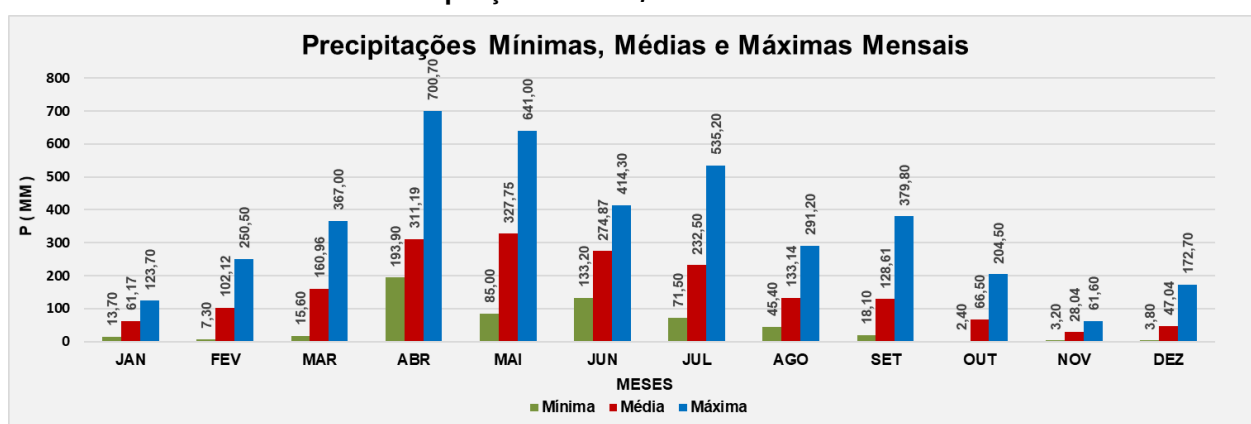
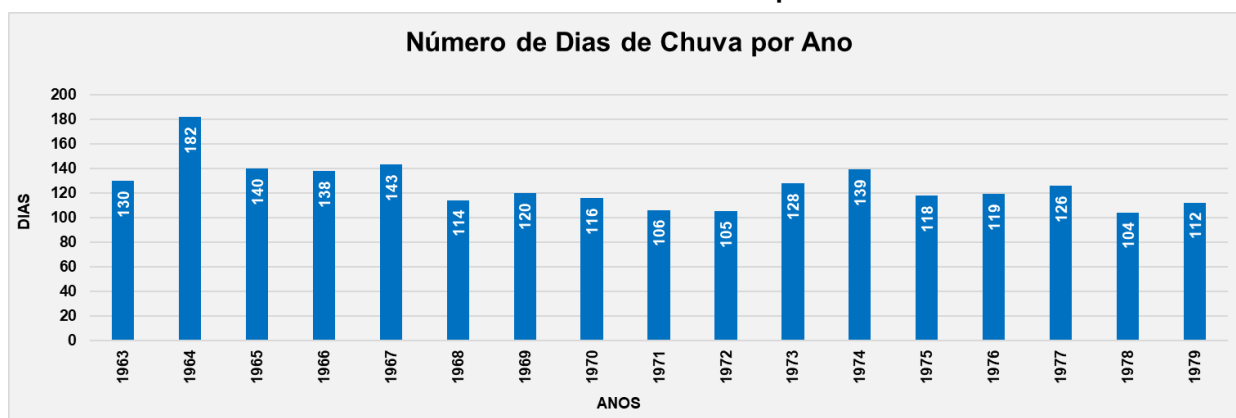


Gráfico 3 - Número de dias de chuva por ano.



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

LONGITUDE : -35.6333°

$$\text{MÉDIA} \quad \bar{p} = \frac{\sum P}{17} = 105,88$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{p} - p)^2}{m-1}} = 28,83$$

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

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (°)	P (mm)
5 anos	0,943	133,07
10 anos	1,664	153,85
15 anos	2,066	165,44
20 anos	2,355	173,77
25 anos	2,575	180,12
50 anos	3,25	199,58
100 anos	3,921	218,92
1.000 anos	-	283,99
10.000 anos	-	349,06

$$\bar{P} = 105.88$$

$$\Sigma P = 1.799.90$$

$$\sum (\bar{P} - P)^2 = 13.2949$$

$$m - 1 = 16$$

$$\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{n-1} = 830,94$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{n-1}} = 28,83$$

CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEN TE CHOW - P_{Tr} (mm)

$$P5 = 105.88 + 0.943 \times 28.83 = 133.07 \text{ mm}$$
$$P_{10} = 105.88 + 1.664 \times 28.83 = 153.85 \text{ mm}$$
$$P_{15} = 105,88 + 2,066 \times 28,83 = 165,44 \text{ mm}$$
$$P_{20} = 105,88 + 2,355 \times 28,83 = 173,77 \text{ mm}$$
$$P_{25} = 105,88 + 2,575 \times 28,83 = 180,12 \text{ mm}$$
$$P_{50} = 105,88 + 3,25 \times 28,83 = 199,58 \text{ mm}$$
$$P_{100} = 105,88 + 3,921 \times 28,83 = 218,92 \text{ mm}$$
$$P_{1000} = P_{100} + (P_{100} - P_{10}) = 283,99 \text{ mm}$$
$$P_{10000} = P_{1000} + (P_{1000} - P_{100}) = 349,06 \text{ mm}$$

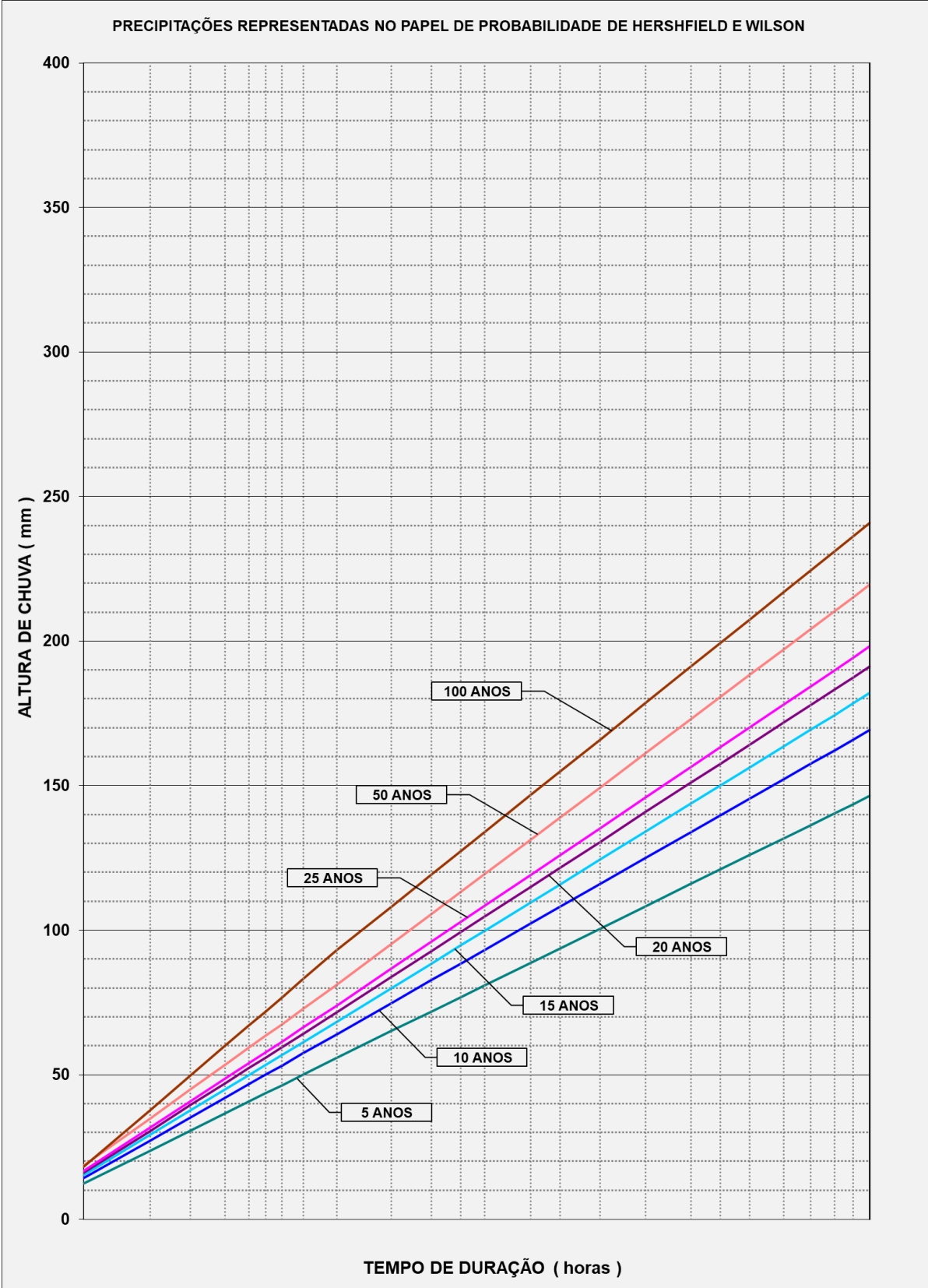
Fonte: "Hidrologia Básica", Nelson L. de Sousa Pinto, SP, 1976.

0 Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

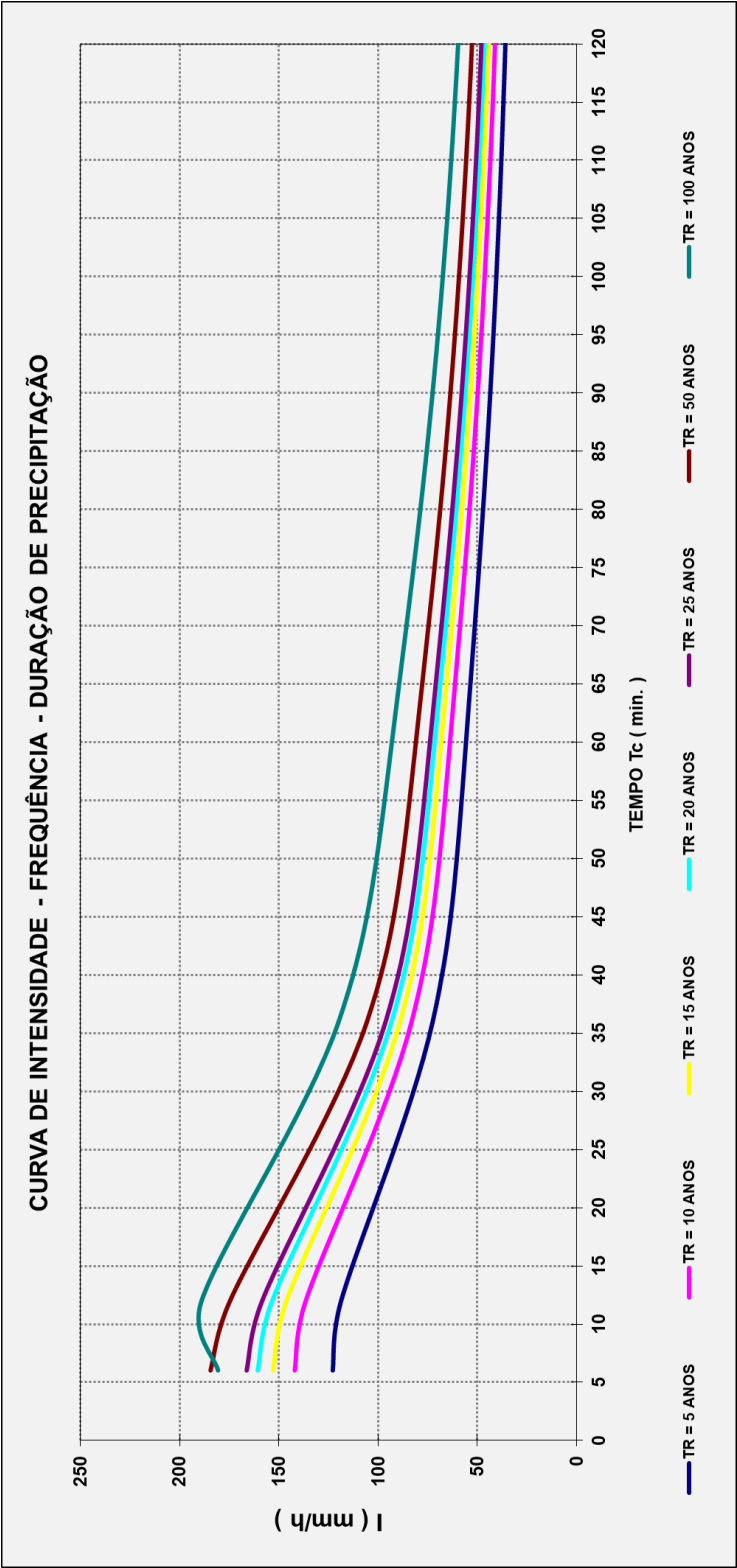
ISOZONA "B"										ESTAÇÃO: 0935024									
Tempo de		1 hora / 24 horas chuva (A)					6 min / 24 horas (B)					Duração		Tempo de Recorrência					
Recorrência em anos	Porcentagem	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100	24 horas (C)	5	10	15	20	25	50	100	
As isozonas B e C tipificam a zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves.																			
1 hora (D)																			
6 minutos (E)																			
Notas:																			
1 - (C) = $P_{10}(mm) \times 1,10$, onde $P_{10}(mm)$ é dado pela fórmula de VEM TECHOW																			
2 - (D) = (C) x (A)																			
3 - (E) = (C) x (B)																			
Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas																			

ESTAÇÃO: 0935024 - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA															
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
Tempo de Duração de Chuva		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.	(0,1 h)	12,30	122,95	14,22	142,16	15,29	152,87	16,06	160,57	16,64	166,43	18,44	184,41	18,06	180,61
12 min.	(0,2 h)	23,74	118,68	27,31	136,55	29,22	146,12	30,64	153,22	31,71	158,56	34,91	174,53	37,77	188,85
36 min.	(0,6 h)	43,50	72,51	49,94	83,23	53,31	88,84	55,85	93,09	57,75	96,25	63,36	105,60	71,83	119,71
60 min.	(1,0 h)	55,77	55,77	63,97	63,97	68,25	68,25	71,49	71,49	73,90	73,90	81,01	81,01	92,95	92,95
120 min.	(2,0 h)	71,81	35,90	82,60	41,30	88,38	44,19	92,67	46,34	95,89	47,95	105,53	52,76	119,13	59,56
240 min.	(4,0 h)	88,75	22,19	102,29	25,57	109,65	27,41	115,05	28,76	119,12	29,78	131,43	32,86	146,78	36,69
1440 min.	(24,0 h)	146,37	6,10	169,24	7,05	181,99	7,58	191,15	7,96	198,13	8,26	219,54	9,15	240,81	10,03

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



Victor Leonardo Acioli Barros
Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
C.R.E.A. Reg. Nac. Nº 0210384751



Victor Leonardo Acioli Barros
Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
C.R.E. Reg. N.º 0210384751


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CPF: 0210384751

5. PROJETOS


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

5.1 Projeto Geométrico

5.1.1 Introdução

O Projeto Geométrico foi desenvolvido de acordo com o disposto nas Instruções de serviço IS-208 - instruções de Serviço para Projeto Geométrico, sido adotadas as especificações preconizadas no Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT. Teve por objetivo a definição geométrica da rodovia, detalhando-a planialtimetricamente e determinado a geometria da seção transversal.

O máximo aproveitamento do traçado existente, no início do trecho, foi a condicionante que norteou a elaboração do projeto geométrico, o qual foi lançado a partir dos elementos constantes dos estudos topográficos efetuados.


5.1.2 Apresentação

O projeto Geométrico em planta e perfil está sendo apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, com as seguintes informações: Em planta:

- Indicação da linha locada com estacas marcadas a cada 20 (vinte) metros, ou menos quando necessário;
- Definição dos elementos cadastrais contidos na faixa do projeto;
- Desenho do relevo topográfico, com curvas de nível espaçadas de metro em metro;
- Indicação das amarrações dos PI's da linha locada.

Em perfil:

- Comprimento e percentagens das rampas;
- Comprimento das projeções horizontais e verticais de concordância;
- Estaqueamento da linha locada, com estacas indicadas de 20 em 20 metros.


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

5.2 Projeto de Terraplanagem

5.2.1 Considerações Gerais

O Projeto de Terraplenagem para este trecho viário foi desenvolvido de acordo com as Normas, Especificações e Instruções de Serviços (IS-209), atualmente em vigor, para trabalhos desta natureza e também com base nas informações provenientes dos estudos geotécnicos e do projeto geométrico.

Foi elaborado visando garantir uma largura de plataforma de terraplenagem suficiente para que, após a execução, seja implantada a pavimentação.

A implantação de terraplenagem implica na abordagem dos seguintes tópicos:

- Definição e quantificação dos serviços preliminares;
- Definição das seções típicas de terraplenagem;
- Determinação dos volumes de terraplenagem;
- Determinação dos volumes a serem substituídos nas camadas inferiores do subleito;
- Análise de terraplenagem e estudo da distribuição das massas;
- Determinação das distâncias de transporte;
- Elaboração dos memoriais de cálculo de terraplenagem;
- Quantificação dos serviços.

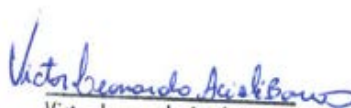
5.2.2 Nota de Serviço de Terraplanagem

A nota de serviço de terraplenagem é apresentada no **Volume 2**.

5.2.3 Movimento de Terra

Os volumes foram calculados no software AUTOCAD CIVIL 3D, pelo método da semissoma das áreas de corte ou aterro, em cada par de seções transversais relativas a duas estacas subsequentes e o volume total para cada segmento em corte e aterro.

A distribuição dos materiais foi feita analisando-se os resultados dos ensaios realizados com material do subleito e dos empréstimos, sua natureza, qualidade e distância de transporte.


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
C.R.E.A. Reg. Nac. Nº 0210384751

Os volumes geométricos a serem movimentados são resumidos a seguir.

GRUPO 1							
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 01							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	2.10	0.00	41.33	0.00	41.33	0.00	41.33
2 + 0	2.24	0.00	43.46	0.00	84.79	0.00	84.79
3 + 0	2.00	0.00	42.47	0.00	127.27	0.00	127.27
4 + 0	1.80	0.00	38.12	0.00	165.38	0.00	165.38
5 + 0	1.71	0.00	35.01	0.00	200.39	0.00	200.39
6 + 0	2.05	0.00	37.50	0.00	237.89	0.00	237.89
6 + 9,5	3.95	0.00	28.48	0.00	266.36	0.00	266.36
7 + 0	2.42	0.00	33.44	0.00	299.80	0.00	299.80
8 + 0	1.77	0.00	41.75	0.00	341.55	0.00	341.55
8 + 2,04	1.81	0.00	3.65	0.00	345.20	0.00	345.20
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 02							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2 + 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3 + 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 + 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 + 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 + 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 06							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	1.99	0.00	37.23	0.00	37.23	0.00	37.23
2 + 0	2.36	0.00	43.57	0.00	80.80	0.00	80.80
2 + 7,2	2.39	0.00	17.12	0.00	97.92	0.00	97.92
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 08							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	2.82	0.00	53.05	0.00	53.05	0.00	53.05
2 + 0	2.91	0.00	57.28	0.00	110.34	0.00	110.34
2 + 12	3.27	0.00	37.09	0.00	147.42	0.00	147.42
3 + 0	2.49	0.00	23.02	0.00	170.44	0.00	170.44
4 + 0	2.52	0.00	50.01	0.00	220.45	0.00	220.45
5 + 0	2.73	0.00	52.44	0.00	272.89	0.00	272.89
6 + 0	3.18	0.00	59.12	0.00	332.02	0.00	332.02
6 + 18,8	1.54	0.06	44.39	0.53	376.40	0.53	375.87
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 09							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2 + 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3 + 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 10							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	2.83	0.00	50.65	0.00	50.65	0.00	50.65
2 + 0	2.28	0.00	51.11	0.00	101.76	0.00	101.76
3 + 0	2.72	0.00	50.05	0.00	151.80	0.00	151.80
4 + 0	1.51	1.37	42.26	13.70	194.07	13.70	180.36
4 + 5,45	2.58	0.00	11.14	3.73	205.20	17.44	187.77

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil

MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 11							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	2.68	0.00	51.06	0.00	51.06	0.00	51.06
2 + 0	2.06	0.00	47.39	0.00	98.45	0.00	98.45
3 + 0	2.86	0.00	49.19	0.00	147.64	0.00	147.64
4 + 0	1.28	0.52	41.36	5.15	189.00	5.15	183.84
4 + 3,36	2.27	0.19	5.96	1.19	194.96	6.34	188.61
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 12							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	2.89	0.00	54.47	0.00	54.47	0.00	54.47
2 + 0	0.75	0.15	36.41	1.48	90.88	1.48	89.40
3 + 0	1.00	0.52	17.48	6.70	108.37	8.19	100.18
3 + 11,7	5.31	0.76	36.88	7.48	145.24	15.67	129.57
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 13							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	3.48	0.00	55.70	0.00	55.70	0.00	55.70
2 + 0	2.23	0.00	57.13	0.00	112.83	0.00	112.83
3 + 0	2.09	0.00	43.24	0.00	156.07	0.00	156.07
3 + 17,15	3.00	0.00	43.60	0.00	199.67	0.00	199.67
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 14							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	1.94	0.00	43.37	0.00	43.37	0.00	43.37
2 + 0	2.68	0.00	46.14	0.00	89.52	0.00	89.52
2 + 14	2.92	0.00	39.21	0.00	128.73	0.00	128.73
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 15							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	2.35	0.00	44.43	0.00	44.43	0.00	44.43
2 + 0	2.30	0.00	46.59	0.00	91.02	0.00	91.02
3 + 0	2.09	0.00	43.99	0.00	135.01	0.00	135.01
4 + 0	0.97	0.00	30.62	0.00	165.63	0.00	165.63
5 + 0	1.01	0.00	19.80	0.00	185.43	0.00	185.43
5 + 16,4	1.99	0.00	24.60	0.00	210.04	0.00	210.04
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 16							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	2.24	0.07	46.93	0.70	46.93	0.70	46.23
2 + 0	2.40	0.00	46.42	0.70	93.34	1.39	91.95
2 + 8	3.13	0.00	22.12	0.00	115.47	1.40	114.07
3 + 0	1.88	0.14	30.06	0.85	145.53	2.25	143.28
4 + 0	2.63	0.00	45.13	1.42	190.66	3.67	186.99
4 + 13	2.59	0.00	33.96	0.00	224.63	3.67	220.96
MAPA DE CUBAÇÃO-RUA PROJETADA 18							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum. Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0 + 0	1.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 + 0	2.07	0.00	39.92	0.00	39.92	0.00	39.92
1 + 16	1.46	0.00	28.23	0.00	68.15	0.00	68.15
2 + 8	1.68	0.00	18.81	0.00	86.96	0.00	86.96
2 + 8,91	1.58	0.00	1.49	0.00	88.45	0.00	88.45
3 + 0	1.73	0.00	18.36	0.00	106.81	0.00	106.81
3 + 12,5	2.11	0.00	23.96	0.00	130.77	0.00	130.77

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil

GRUPO 02									
MAPA DE CUBAÇÃO - RUA SANTO AMARO									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	5,25	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,00	+	0,00	2.26	0.00	33.94	0.00	33.94	0.00	33.94
2,00	+	0,00	1.64	0.00	39.07	0.00	73.01	0.00	73.01
3,00	+	0,00	2.25	0.00	38.85	0.00	111.86	0.00	111.86
4,00	+	0,00	2.02	0.00	42.76	0.00	154.61	0.00	154.61
5,00	+	0,00	2.19	0.00	42.12	0.00	196.74	0.00	196.74
6,00	+	0,00	1.00	0.00	31.88	0.00	228.62	0.00	228.62
7,00	+	0,00	0.91	0.00	19.11	0.00	247.73	0.00	247.73
7,00	+	7,75	2.39	0.00	13.90	0.00	261.63	0.00	261.63
8,00	+	0,00	0.99	0.00	22.06	0.00	283.69	0.00	283.69
9,00	+	0,00	1.80	0.00	27.85	0.00	311.54	0.00	311.54
10,00	+	0,00	2.03	0.00	38.22	0.00	349.76	0.00	349.76
11,00	+	0,00	0.49	0.00	25.12	0.00	374.88	0.00	374.88
12,00	+	0,00	1.47	0.00	19.60	0.00	394.48	0.00	394.48
13,00	+	0,00	1.75	0.00	32.26	0.00	426.74	0.00	426.74
13,00	+	8,73	1.42	0.00	13.84	0.00	440.58	0.00	440.58
MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA 02									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	8,21	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,00	+	0,00	2.32	0.00	28.42	0.00	28.42	0.00	28.42
2,00	+	0,00	3.09	0.00	54.09	0.00	82.51	0.00	82.51
3,00	+	0,00	1.78	0.00	48.73	0.00	131.24	0.00	131.24
4,00	+	0,00	1.69	0.00	34.70	0.00	165.94	0.00	165.94
5,00	+	0,00	1.34	0.00	30.30	0.00	196.24	0.00	196.23
6,00	+	0,00	1.72	0.00	30.53	0.00	226.76	0.00	226.76
7,00	+	0,00	2.63	0.00	43.55	0.00	270.31	0.00	270.31
8,00	+	0,00	1.60	0.00	42.67	0.00	312.99	0.00	312.99
9,00	+	0,00	2.42	0.00	40.18	0.00	353.17	0.00	353.16
9,00	+	7,14	3.24	0.00	20.32	0.00	373.48	0.00	373.48
10,00	+	0,00	1.99	0.00	33.99	0.00	407.47	0.00	407.47
11,00	+	0,00	2.74	0.00	47.32	0.00	454.80	0.00	454.79
12,00	+	0,00	1.80	0.00	45.42	0.00	500.22	0.00	500.22
13,00	+	0,00	1.97	0.00	37.79	0.00	538.01	0.00	538.01
14,00	+	0,00	2.44	0.00	44.13	0.00	582.14	0.00	582.14
15,00	+	0,00	2.35	0.00	47.91	0.00	630.05	0.00	630.05
15,00	+	10,29	2.09	0.00	22.85	0.00	652.90	0.00	652.90
MAPA DE CUBAÇÃO - RUA CINCO IRMÃOS									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	0,00	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,00	+	0,00	2.03	0.00	44.31	0.00	44.31	0.00	44.31
2,00	+	0,00	1.86	0.00	39.47	0.00	83.78	0.00	83.78
3,00	+	0,00	2.79	0.00	46.50	0.00	130.28	0.00	130.28
3,00	+	10,65	4.03	0.00	36.30	0.00	166.58	0.00	166.58
4,00	+	0,00	3.63	0.00	35.60	0.00	202.18	0.00	202.18
5,00	+	0,00	2.59	0.00	62.22	0.00	264.40	0.00	264.40
6,00	+	0,00	1.44	0.00	40.35	0.00	304.75	0.00	304.75
7,00	+	0,00	0.99	0.00	24.31	0.00	329.06	0.00	329.06
8,00	+	0,00	1.44	0.00	24.30	0.00	353.37	0.00	353.37
9,00	+	0,00	1.86	0.00	32.97	0.00	386.33	0.00	386.33
10,00	+	0,00	1.47	0.00	33.17	0.00	419.50	0.00	419.50
11,00	+	0,00	1.48	0.00	28.74	0.00	448.24	0.00	448.24
12,00	+	0,00	0.99	0.67	24.68	6.68	472.92	6.68	466.24
13,00	+	0,00	0.93	0.13	19.36	7.79	492.28	14.48	477.80
14,00	+	0,00	1.12	0.01	20.57	1.42	512.85	15.90	496.95
15,00	+	0,00	1.87	0.00	29.96	0.12	542.81	16.02	526.79
16,00	+	0,00	1.65	0.00	35.19	0.03	578.00	16.05	561.95
17,00	+	0,00	1.65	0.00	32.87	0.03	610.87	16.08	594.79
17,00	+	18,54	1.58	0.01	29.92	0.13	640.79	16.20	624.58

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 Reg. Nac. Nº 0210384751

GRUPO 02									
MAPA DE CUBAÇÃO - RUA HORIZONTE									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	+	17,09	1,41	0,00	12,05	0,00	12,05	0,00	12,05
3,00	+	0,00	2,31	0,00	42,65	0,00	54,70	0,00	54,70
3,00	+	14,40	0,87	2,38	22,93	17,11	77,63	17,11	60,53
3,00	+	14,40	0,87	2,38	22,93	17,11	77,63	17,11	60,53

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA GROTA DO ARAÚJO									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	11,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	+	0,00	0,66	0,00	2,88	0,00	2,88	0,00	2,88
2,00	+	0,00	0,51	0,00	11,69	0,00	14,57	0,00	14,57
3,00	+	0,00	0,29	0,00	8,05	0,00	22,62	0,00	22,62
4,00	+	0,00	0,92	0,00	12,19	0,00	34,81	0,00	34,81
5,00	+	0,00	1,39	0,00	23,17	0,00	57,98	0,00	57,98
6,00	+	0,00	0,79	0,00	21,84	0,00	79,82	0,00	79,82
7,00	+	0,00	0,78	0,00	15,68	0,01	95,50	0,02	95,49
8,00	+	0,00	1,44	0,00	22,11	0,01	117,61	0,03	117,59
9,00	+	0,00	1,34	0,00	27,77	0,00	145,38	0,03	145,35
10,00	+	0,00	1,99	0,00	33,28	0,00	178,67	0,03	178,64
11,00	+	0,00	0,96	0,00	29,23	0,00	207,90	0,03	207,87
12,00	+	0,00	1,75	0,00	26,82	0,00	234,72	0,03	234,69
13,00	+	0,00	2,22	1,90	39,43	19,14	274,14	19,16	254,98
14,00	+	0,00	1,59	1,08	38,14	29,73	312,28	48,89	263,39
15,00	+	0,00	2,37	0,00	39,58	10,84	351,86	59,74	292,13
16,00	+	0,00	2,21	0,00	45,79	0,00	397,65	59,74	337,92
17,00	+	0,00	1,45	0,00	36,59	0,00	434,24	59,74	374,50
18,00	+	0,00	1,58	0,00	30,23	0,00	464,47	59,74	404,73
19,00	+	0,00	1,03	0,00	25,99	0,00	490,46	59,74	430,72
20,00	+	0,00	0,61	0,00	16,26	0,00	506,72	59,74	446,98
21,00	+	0,00	0,43	0,00	10,38	0,00	517,10	59,74	457,37
22,00	+	0,00	0,27	0,00	7,01	0,00	524,11	59,74	464,38
23,00	+	0,00	1,15	0,00	14,16	0,00	538,27	59,74	478,53
24,00	+	0,00	2,54	0,00	36,91	0,00	575,18	59,74	515,44
25,00	+	0,00	4,33	0,00	68,76	0,00	643,94	59,74	584,21
26,00	+	0,00	2,37	0,00	66,99	0,00	710,93	59,74	651,20
27,00	+	0,00	1,86	0,00	42,16	0,00	753,09	59,74	693,35
28,00	+	0,00	3,29	0,00	51,38	0,00	804,47	59,74	744,73
29,00	+	0,00	3,10	0,00	64,69	0,00	869,16	59,74	809,43
30,00	+	0,00	0,18	0,02	32,81	0,24	901,97	59,98	841,99
31,00	+	0,00	0,00	1,54	1,64	14,61	903,61	74,59	829,02
32,00	+	0,00	0,17	1,92	1,69	34,57	905,30	109,16	796,15
33,00	+	0,00	0,77	0,06	9,41	19,80	914,71	128,96	785,75
34,00	+	0,00	3,53	0,00	42,98	0,64	957,69	129,59	828,10
35,00	+	0,00	1,47	0,00	49,97	0,00	1007,66	129,59	878,07
36,00	+	0,00	1,40	0,00	28,64	0,00	1036,30	129,59	906,70
37,00	+	0,00	0,99	0,00	23,84	0,00	1060,14	129,59	930,54
38,00	+	0,00	0,00	1,02	9,88	10,24	1070,02	139,84	930,18
39,00	+	0,00	0,71	0,00	7,14	10,24	1077,16	150,08	927,08
40,00	+	0,00	1,04	0,00	17,54	0,00	1094,69	150,08	944,61
41,00	+	0,00	0,61	0,00	16,46	0,00	1111,16	150,08	961,08
42,00	+	0,00	1,17	0,00	17,81	0,00	1128,97	150,08	978,89
43,00	+	0,00	1,63	0,00	28,04	0,00	1157,00	150,08	1006,93
44,00	+	0,00	0,96	0,00	25,89	0,00	1182,90	150,08	1032,82
45,00	+	0,00	0,56	0,00	15,26	0,00	1198,16	150,08	1048,08
46,00	+	0,00	1,16	0,00	17,22	0,00	1215,38	150,08	1065,30
47,00	+	0,00	1,83	0,00	29,92	0,00	1245,30	150,08	1095,22
48,00	+	0,00	2,14	0,00	39,73	0,00	1285,04	150,08	1134,96
48,00	+	9,71	1,98	0,00	20,03	0,00	1305,07	150,08	1154,99

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

GRUPO 02									
MAPA DE CUBAÇÃO - RUA ANTÔNIO FÉLIX									
Estaca			Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	0,00	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,00	+	0,00	0.68	0.01	30.17	0.13	30.17	0.13	30.04
2,00	+	0,00	0.00	0.57	6.71	5.89	36.87	6.02	30.86
3,00	+	0,00	0.09	0.13	0.93	7.04	37.80	13.06	24.74
4,00	+	0,00	0.89	0.00	9.86	1.28	47.66	14.34	33.32
5,00	+	0,00	1.34	0.00	22.28	0.00	69.94	14.34	55.61
6,00	+	0,00	1.86	0.00	31.97	0.00	101.92	14.34	87.58
7,00	+	0,00	2.15	0.00	40.07	0.00	141.99	14.34	127.65
8,00	+	0,00	2.47	0.00	46.21	0.00	188.20	14.34	173.86
9,00	+	0,00	2.26	0.00	47.36	0.00	235.55	14.34	221.22
10,00	+	0,00	3.44	0.00	56.97	0.00	292.53	14.34	278.19
11,00	+	0,00	3.76	0.00	71.96	0.00	364.49	14.34	350.15
12,00	+	0,00	1.15	0.00	49.04	0.00	413.53	14.34	399.20
13,00	+	0,00	0.48	0.19	16.23	1.87	429.77	16.21	413.55
14,00	+	0,00	0.85	0.06	13.24	2.43	443.00	18.64	424.37
15,00	+	0,00	1.92	0.00	27.71	0.55	470.71	19.19	451.52
16,00	+	0,00	2.41	0.00	43.38	0.00	514.09	19.19	494.90
17,00	+	0,00	1.77	0.00	41.89	0.00	555.98	19.19	536.79
18,00	+	0,00	4.60	0.00	63.70	0.00	619.68	19.19	600.49
19,00	+	0,00	1.84	0.00	64.35	0.00	684.03	19.19	664.84
20,00	+	0,00	3.25	0.00	50.92	0.00	734.95	19.19	715.76
21,00	+	0,00	3.69	0.00	69.46	0.00	804.41	19.19	785.22
22,00	+	0,00	1.59	0.11	52.86	1.10	857.27	20.29	836.98
23,00	+	0,00	2.68	0.00	42.78	1.10	900.05	21.39	878.66
24,00	+	0,00	4.79	0.00	74.77	0.00	974.82	21.39	953.43
25,00	+	0,00	4.94	0.00	97.40	0.00	1072.22	21.39	1050.82
26,00	+	0,00	4.85	0.00	97.87	0.00	1170.09	21.39	1148.69
27,00	+	0,00	2.82	0.00	76.68	0.00	1246.77	21.39	1225.38
28,00	+	0,00	1.45	0.00	42.67	0.00	1289.43	21.39	1268.04
29,00	+	0,00	1.45	0.00	28.86	0.00	1318.29	21.39	1296.90
30,00	+	0,00	1.79	0.00	32.28	0.00	1350.58	21.39	1329.18
31,00	+	0,00	1.75	0.00	35.33	0.00	1385.91	21.39	1364.51
32,00	+	0,00	2.47	0.00	42.38	0.00	1428.29	21.39	1406.89
33,00	+	0,00	1.65	0.00	41.46	0.00	1469.75	21.39	1448.35
34,00	+	0,00	1.62	0.00	32.71	0.00	1502.46	21.39	1481.06
35,00	+	0,00	0.63	0.00	22.54	0.00	1524.99	21.39	1503.60
36,00	+	0,00	1.51	0.00	21.46	0.00	1546.46	21.40	1525.06
37,00	+	0,00	1.73	0.00	32.37	0.00	1578.82	21.40	1557.43
38,00	+	0,00	2.74	0.00	44.69	0.00	1623.52	21.40	1602.12
39,00	+	0,00	2.91	0.00	56.57	0.00	1680.09	21.40	1658.69
40,00	+	0,00	3.79	0.00	66.12	0.00	1746.21	21.40	1724.81
41,00	+	0,00	2.08	0.00	58.19	0.00	1804.40	21.40	1783.00
42,00	+	0,00	2.51	0.00	46.00	0.04	1850.40	21.44	1828.96
43,00	+	0,00	2.33	0.00	48.47	0.04	1898.87	21.48	1877.39
44,00	+	0,00	0.00	0.00	23.32	0.00	1922.19	21.48	1900.71
44,00	+	1,07	0.00	0.00	0.00	0.00	1922.19	21.48	1900.71

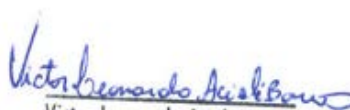
Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA - Reg. N° 0210384751

5.2.4 Determinação do Fator de Empolamento

Para todo o volume de terraplenagem foi adotado o fator de empolamento de 1,25, conforme recomendação do DNIT.

5.2.5 Memorial de Distribuição de Material

A distribuição de materiais e o resumo da distribuição são apresentadas no **Volume 2**.


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CPF: 0210384751

5.3 Projeto de Drenagem

5.3.1 Metodologia

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.

5.3.2 Projeto Tipo

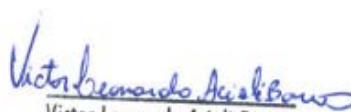
No projeto foi adotado dispositivos que atendem aos projetos-tipo constantes do Álbum de Projetos Tipo de Drenagem 2018 (DNIT), e os demais dispositivos são apresentados projetos-tipo dimensionados especificamente.

5.3.3 Dimensionamento Hidráulico

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 e bocas de lobos.

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

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I} < V_c$$


 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

onde:

V = velocidade do escoamento em m/s;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

R = raio hidráulico, em m;

(A = área molhada, em m; P = perímetro molhado, em m);

I = declividade máxima admissível, em m/m;

Vc = velocidade máxima admissível, em m/s.

Tabela 78 - Coeficiente de Manning.

MATERIAL	n
Concreto liso	0,01
Concreto rústico	0,015
Aço corrugado	0,015
Pedra arrumada ou rip-rap	0,022
Canais regulares em terra	0,02
Canais irregulares em terra	0,033
Superfícies gramadas	0,03


Utilizou-se, também, a equação da continuidade: $Q = A \times V$, onde: A = área da seção molhada do canal em m², e V = velocidade do escoamento em m/s. Combinando-se a fórmula de Manning com a equação da continuidade, tem-se:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$$

5.3.4 Drenagem Superficial

5.3.4.1 Generalidades

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.


 Victor Leonardo Adili Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

As localizações destas obras foram determinadas levando-se em conta o comprimento, declividade das rampas, alturas e extensões de cortes e aterros, bem como a localização dos pontos de passagens e pontos de inflexão vertical.

5.3.4.2 Composição

O sistema de drenagem superficial e profunda foi projetado de forma a permitir um rápido escoamento das águas pluviais que incidem sobre o corpo estradal e áreas contíguas.

Este sistema é composto de sarjeta, meio-fio, poços de visita, galerias retangulares de bordos, galerias circulares e retangulares no eixo da via, bocas de lobo, entrada d'água, descida de aterro e dissipadores.

5.3.4.3 Dimensionamento

O dimensionamento de valetas e sarjetas consiste na determinação da máxima extensão admissível até a qual não ocorre transbordamento das mesmas. Esta extensão está condicionada à capacidade de vazão, que por sua vez está condicionada com a forma e a declividade de implantação destes dispositivos.

5.3.4.4 Tempo de concentração e de recorrência

O tempo de concentração foi calculado pela fórmula de Kirpich, com valor mínimo pré-fixado em 6 minutos e o tempo de recorrência utilizado nos cálculos das precipitações, para o projeto dos dispositivos de drenagem superficial, foi de 10 anos.

5.3.4.5 Intensidade de precipitação

A intensidade de precipitação mm/h utilizada no projeto dos dispositivos de drenagem é obtida do Estudo Hidrológico anteriormente apresentado.

5.3.4.6 Áreas de contribuição

Fixadas em função da geometria das bacias de contribuição estipulada pela área de implúvio estabelecida pelas larguras da pista, acostamentos, canteiros, faixas de segurança, altura de corte e afastamento de valetas de proteção de corte.

5.3.4.7 Determinação da vazão de contribuição

A vazão de contribuição foi determinada através da fórmula do método racional:

$$Q_0 = \frac{C \times I \times A_d}{360}$$

Victor Leonardo Acioli Barros
Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Onde:

Q_o = Vazão em metros cúbicos por segundo;

I = intensidade de precipitação em mm/h;

A_d = área de contribuição, sendo considerada a largura média de contribuição (Impluvium) e a extensão do dispositivo, em hectares;

C = coeficiente de escoamento superficial (runoff).

5.3.4.8 Determinação da capacidade máxima de vazão

No estudo hidráulico dos canais para drenagem superficial foram feitas algumas simplificações, sem perda de qualidade dos resultados, com o intuito de reduzir o projeto de cada dispositivo.

Admitiu-se que o escoamento é permanente e uniforme e utilizou para o cálculo, a fórmula de Manning, associada a equação da continuidade. Para considerar eventuais reduções de vazão (seja por assoreamento ou outros motivos), não se deve considerar seção de vazão maior que 85% da seção transversal do dispositivo.

A comparação entre os valores da descarga máxima com os da descarga afluente unitária de cada dispositivo possibilita a fixação dos comprimentos críticos de utilização e o posicionamento dos elementos de sangria dos deflúvios. Desta forma, conhecendo-se as características das seções de vazão dos dispositivos adotados, estabeleceu-se a descarga máxima permissível para a declividade I , de cada segmento de obra, o que permite determinar o comprimento crítico pela expressão:

$$L_{\max} = \frac{Q_{\max}}{q}$$

Onde:

L = comprimento crítico de cada segmento de declividade I ;

Q_{\max} = descarga máxima permissível do segmento para a declividade I ;

q = descarga específica, em m³/s.

5.3.4.9 Fator de redução da capacidade de vazão

Dispositivos de drenagem com baixa declividade não proporcionam drenagem eficiente, devido a baixa velocidade da água nos mesmos que provoca a sedimentação de materiais em suspensão. No caso destes dispositivos, aplica-se um fator de redução da capacidade máxima de vazão calculada, para compensar os problemas de sedimentação de materiais em suspensão, que ocorrem nestes casos. Tais fatores de redução são os seguintes:



 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 79 - Fator de redução da descarga em função da declividade.

Declividade	Fator de Redução
< 0,40 %	Não permite boa drenagem
0,40%	0,5
>0,6%	0,85

5.3.4.10 Tipos de revestimento

Estudados em função dos materiais disponíveis, em atendimento a critérios técnicos de desempenho hidráulico e resistência a erosão, sendo em princípio estudados com concreto.

5.3.4.11 Velocidade Admissível

No dimensionamento de cada dispositivo de drenagem estudado ou projetado tem-se por condicionante o fator velocidade, a qual não deve ultrapassar certos padrões de utilização, função do tipo de revestimento utilizado, para não causar erosão das paredes dos canais. Sendo assim as velocidades máximas recomendadas para os diversos tipos de

Tabela 80 - Velocidade Máxima Admissível

Material	Velocidade Máxima Admissível (m/s)	Material	Velocidade Máxima Admissível (m/s)
Argila dura	1,1	Revest. de concreto	4,5
Areia fina	0,35	Revest. Betuminoso	4
Areia grossa	0,5	Solo cimento	2
Cascalho fino	0,8	Gabiões	2,5
Cascalho	1,5	Alvenaria	2,5
Revest. Veget. (Gramma)	1,5	Rocha sã	4

Quando a velocidade de escoamento ultrapassar à máxima, ou seja, à velocidade inicial de erosão, estudou-se modificações nos dispositivos padrões (mudança no revestimento, forma, etc.).

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

As velocidades máximas admissíveis para os dispositivos de drenagem com revestimento vegetal uniforme de diversos tipos e boa manutenção:

Tabela 81 - Velocidade Admissível para Revestimento Vegetal.

Cobertura	Faixa de Declividade (%)	Velocidade Admissível (m/s)	
		Solos Resistentes a Erosão	Solos Facilmente Erodíveis
Capim de burro	0 – 5	1,8	1,5
Capim Angola	5 – 10	1,5	1,2
Capim Cevadinha; Capim do Campo	> 10	1,2	0,9
Mistura de Gramas	0 – 5	1,2	0,9
	5 – 10	0,9	0,8
Leguminosas; Capim Mimoso; Alfafa; Capim Pé de Galinha; Capim Sudão	0 – 5	0,9	0,6

No dimensionamento dos dispositivos de drenagem tem-se, também, por condicionante a velocidade mínima de 0,60m/s e a velocidade máxima suportada pelo revestimento. No projeto considerou-se as seguintes velocidades abaixo das quais se dá a sedimentação dos elementos sólidos em suspensão na água:

Tabela 82 - Velocidade Mínima de Sedimentação.

Material	Velocidade mínima (m/s)
Argila	0,008
Areia fina/grossa	0,16 / 0,21
Cascalho fino	0,32
Cascalho	0,65

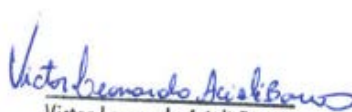
5.3.4.12 Coeficiente de Escoamento

Caracterizado basicamente em função da permeabilidade das áreas expostas e ponderados, segundo o valor das mesmas, tomando-se os valores:

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 83 - Coeficiente de Escoamento.

Superfície	C
Terreno natural	0,30 a 0,40 (de acordo com maior ou menor percentual de areia ou argila)
Talude	0,60 a 0,70 (segundo as mesmas características anteriores)
Plataforma	0,9


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

5.3.5 Resultados do Dimensionamento Rede de Galerias

5.3.6 Dimensionamento

Tabela 84 Verificação de Sarjeta (Grupo 01).

Rua	Estaqueamento		Área Contr. (h²)	Exa (m)	Decliv. m/m	Im (mm/h)	Tipo de Via	Q. Montante (m³/s)	Q. Trecho (m³/s)	Q. Jusante (m³/s)	Altura da Lamina d'água (m)	Largura da Lamina d'água (m)	Velocidade Real na Sarjeta V(m/s)	Capacidade Sarjeta Plena Q (m³/s)	Bocas de Lobo
	Início	Final													
14	0 + 0	2 + 14	0,069	54,00	0,1236	142,16	1	0,00000	0,01767	0,01767	0,026	0,872	1,275	0,3776	Simples
	0 + 0	1 + 10	0,039	30,00	0,0430	142,16	2	0,01210	0,00770	0,01980	0,033	1,109	0,883	0,2809	Simples
13	1 + 10	3 + 0	0,039	30,00	0,1499	142,16	2	0,00440	0,00770	0,01210	0,022	0,730	1,247	0,5244	Simples
	3 + 0	3 + 17,15	0,022	17,15	0,2817	142,16	2	0,00000	0,00440	0,00440	0,013	0,444	1,227	0,7189	Simples
12	0 + 0	1 + 10	0,041	30,00	0,0230	142,16	3	0,01445	0,01040	0,02485	0,041	1,358	0,739	0,3099	Simples
	1 + 10	3 + 11,7	0,056	41,70	0,1236	142,16	3	0,00000	0,01445	0,01445	0,024	0,809	1,213	0,7184	Simples
11	0 + 0	1 + 10	0,039	30,00	0,0215	142,16	2	0,01781	0,01061	0,02782	0,043	1,435	0,741	0,1986	Simples
	1 + 10	4 + 3,36	0,069	53,36	0,2825	142,16	2	0,00000	0,01781	0,01781	0,022	0,749	1,742	0,7199	Simples
10	0 + 0	1 + 10	0,039	30,00	0,0056	142,16	2	0,01850	0,01001	0,02851	0,056	1,864	0,450	0,1014	Simples
	1 + 10	3 + 0	0,039	30,00	0,0790	142,16	2	0,00849	0,01001	0,01850	0,029	0,965	1,091	0,3807	Simples
6	3 + 0	4 + 5,45	0,033	25,45	0,3062	142,16	2	0,00000	0,00963	0,00849	0,017	0,559	1,492	0,7495	Simples
	0 + 0	1 + 10	0,038	30,00	0,0215	142,16	4	0,00552	0,00963	0,01514	0,034	1,142	0,637	0,1221	Simples
18	1 + 10	2 + 7,2	0,022	17,20	0,1046	142,16	4	0,00000	0,00552	0,00552	0,017	0,582	0,896	0,2694	Simples
	0 + 0	3 + 12,5	0,091	72,50	0,0030	142,16	4	0,00000	0,02326	0,02326	0,058	1,941	0,339	0,0456	Simples
16	0 + 0	2 + 10	0,065	50,00	0,0045	142,16	2	0,01435	0,01668	0,03103	0,060	2,005	0,424	0,0909	Simples
	2 + 10	4 + 13	0,056	43,00	0,0185	142,16	2	0,00000	0,01435	0,01435	0,035	1,152	0,593	0,1840	Simples
15	0 + 0	5 + 16,4	0,146	116,40	0,0030	142,16	4	0,00000	0,03735	0,03735	0,070	2,318	0,381	0,0456	Simples
	0 + 0	6 + 18,8	0,180	138,80	0,0059	142,16	2	0,00000	0,04631	0,04631	0,066	2,214	0,519	0,1040	Simples
8	0 + 0	2 + 5	0,056	45,00	0,0147	142,16	4	0,00000	0,01444	0,01444	0,036	1,205	0,546	0,1010	Simples
	2 + 5	8 + 2,04	0,146	117,04	0,0165	142,16	4	0,00000	0,03755	0,03755	0,051	1,688	0,724	0,1070	Simples
1	0 + 0	2 + 5	0,056	45,00	0,0147	142,16	4	0,00000	0,01444	0,01444	0,036	1,205	0,546	0,1010	Simples
	2 + 5	8 + 2,04	0,146	117,04	0,0165	142,16	4	0,00000	0,03755	0,03755	0,051	1,688	0,724	0,1070	Simples

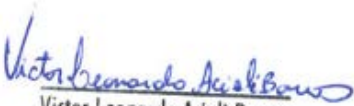

Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Tabela 85 Dimensionamento hidráulico (Grupo 02).

DIMENSIONAMENTO															
A partir de	Para	Comprimento (m)	Área drenagem total (m²)	Coefficiente de escoamento "C"	Tempo de concentração da embocadura (min)	Tempo de concentração do sistema (min)	Intensidade (mm/h)	Q total (m³/s)	Diâmetro da tubulação (m)	Q completo (m³/s)	Velocidade completa (m/s)	Velocidade de Projeto (m/s)	Tempo em seg. (min)	Elevação da geratriz U/S (m)	Elevação da geratriz D/S (m)
PV 20	BOCA	5,00	44.276,71	-	-	16,683	126,144	1,319	1,500	1,320	0,994	1,133	0,072	51,940	51,935
PV 21	PV 20	40,00	1.579,68	-	-	10,009	138,411	0,052	0,600	0,052	1,645	1,873	0,356	54,482	53,163
BL 42	PV 21	2,00	830,68	0,850	10,000	10,000	138,420	0,027	0,400	0,027	0,865	0,985	0,042	55,599	55,576
BL 43	PV 21	3,00	749,00	0,850	10,000	10,000	138,420	0,024	0,400	0,025	0,780	0,888	0,049	55,639	55,620
PV 22	PV 20	30,00	39.158,11	-	-	16,443	126,678	1,171	1,000	1,172	1,843	2,099	0,240	52,632	52,463
PV 8	PV 22	30,00	39.158,11	-	-	16,207	127,202	1,176	1,000	1,177	1,850	2,107	0,236	54,395	54,228
PV 7	PV 8	40,00	17.149,20	-	-	12,759	134,863	0,546	0,800	0,547	1,420	1,618	0,412	57,727	57,542
PV 6	PV 7	40,00	15.365,38	-	-	12,302	135,878	0,493	0,800	0,493	1,282	1,460	0,457	60,014	59,863
PV 5	PV 6	40,00	13.603,43	-	-	11,790	136,746	0,439	0,800	0,440	1,142	1,301	0,512	61,863	61,744
PV 4	PV 5	40,00	11.788,12	-	-	11,202	137,296	0,382	0,800	0,383	0,994	1,132	0,588	62,658	62,568
PV 3	PV 4	40,00	9.317,19	-	-	10,897	137,581	0,303	0,600	0,303	1,905	2,169	0,305	63,773	63,177
PV 2	PV 3	40,00	7.519,29	-	-	10,517	137,936	0,245	0,600	0,245	1,541	1,755	0,380	64,411	64,018
PV 1	PV 2	40,00	5.732,72	-	-	10,020	138,401	0,187	0,600	0,188	1,179	1,343	0,497	64,848	64,618
BL 01	PV 1	4,00	1.519,74	0,850	10,000	10,000	138,420	0,050	0,400	0,050	1,013	1,153	0,051	65,361	65,329
BL 02	PV 1	4,00	4.212,97	0,850	10,000	10,000	138,420	0,138	0,600	0,138	0,867	0,987	0,060	65,161	65,150
BL 03	PV 2	4,00	786,96	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,819	0,933	0,064	64,813	64,783
BL 04	PV 2	4,00	999,61	0,850	10,000	10,000	138,420	0,033	0,400	0,033	0,822	0,937	0,065	64,791	64,765
BL 05	PV 3	4,00	783,63	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,816	0,929	0,066	64,219	64,189
BL 06	PV 3	4,00	1.014,26	0,850	10,000	10,000	138,420	0,033	0,400	0,033	0,834	0,950	0,067	64,196	64,168
BL 07	PV 4	4,00	824,56	0,850	10,000	10,000	138,420	0,027	0,400	0,027	0,859	0,978	0,060	63,612	63,580
BL 08	PV 4	4,00	1.646,36	0,850	10,000	10,000	138,420	0,054	0,400	0,054	0,762	0,868	0,069	63,511	63,496
BL 09	PV 5	4,00	814,15	0,850	10,000	10,000	138,420	0,027	0,400	0,027	0,848	0,966	0,061	63,010	62,979
BL 10	PV 5	4,00	1.001,16	0,850	10,000	10,000	138,420	0,033	0,400	0,033	0,824	0,938	0,063	62,984	62,959
BL 11	PV 6	4,00	756,38	0,850	10,000	10,000	138,420	0,025	0,400	0,025	0,788	0,897	0,065	62,194	62,167
BL 12	PV 6	4,00	1.005,57	0,850	10,000	10,000	138,420	0,033	0,400	0,033	0,827	0,942	0,063	62,171	62,145
BL 13	PV 7	4,00	784,20	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,817	0,930	0,064	60,337	60,309
BL 14	PV 7	4,00	999,62	0,850	10,000	10,000	138,420	0,033	0,400	0,033	0,822	0,937	0,064	60,321	60,296
PV 9	PV 8	40,00	17.846,27	-	-	15,521	128,725	0,542	1,000	0,543	0,853	0,972	0,686	55,892	55,844
PV 10	PV 9	40,00	16.152,02	-	-	15,152	129,545	0,494	0,800	0,495	1,586	1,807	0,369	56,569	56,303
PV 11	PV 10	40,00	14.451,65	-	-	14,743	130,455	0,445	0,800	0,446	1,429	1,628	0,410	57,643	57,428
PV 12	PV 11	40,00	12.743,35	-	-	14,282	131,479	0,396	0,800	0,396	1,270	1,447	0,461	59,238	59,068
PV 13	PV 12	40,00	10.997,38	-	-	13,753	132,655	0,344	0,800	0,345	1,106	1,260	0,529	60,837	60,708
PV 14	PV 13	40,00	9.438,04	-	-	13,143	134,011	0,299	0,800	0,299	0,959	1,092	0,610	62,100	62,003
PV 15	PV 14	40,00	8.651,56	-	-	12,545	135,339	0,276	0,600	0,277	0,979	1,115	0,598	62,247	62,139
PV 16	PV 15	40,00	8.651,56	-	-	11,957	136,589	0,279	0,600	0,279	0,988	1,125	0,588	62,376	62,267
PV 17	PV 16	40,00	6.280,08	-	-	11,335	137,171	0,203	0,600	0,204	0,940	1,071	0,622	62,584	62,465
PV 18	PV 17	35,00	4.710,14	-	-	10,801	137,670	0,153	0,600	0,153	0,964	1,097	0,533	62,803	62,668
PV 19	PV 18	43,00	1.871,36	-	-	10,081	138,344	0,061	0,600	0,061	0,866	0,986	0,721	63,323	63,096
BL 39	PV 19	5,00	920,39	0,850	10,000	10,000	138,420	0,030	0,400	0,030	0,958	1,092	0,071	63,539	63,487
BL 38	PV 19	6,00	950,97	0,850	10,000	10,000	138,420	0,031	0,400	0,031	0,782	0,891	0,121	63,684	63,643
BL 36	PV 18	4,00	1.398,20	0,850	10,000	10,000	138,420	0,046	0,400	0,046	0,932	1,061	0,056	63,076	63,049
BL 37	PV 18	4,00	1.440,57	0,850	10,000	10,000	138,420	0,047	0,400	0,047	0,960	1,093	0,056	63,076	63,045
BL 34	PV 17	4,00	785,52	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,818	0,931	0,064	63,284	63,255
BL 35	PV 17	4,00	784,42	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,817	0,930	0,064	63,284	63,254
BL 32	PV 16	4,00	1.092,48	0,850	10,000	10,000	138,420	0,036	0,400	0,036	0,899	1,024	0,059	63,458	63,428
BL 33	PV 16	4,00	1.279,00	0,850	10,000	10,000	138,420	0,042	0,400	0,042	0,852	0,971	0,062	63,433	63,409
BL 28	PV 14	4,00	401,09	0,850	10,000	10,000	138,420	0,013	0,400	0,013	1,381	1,572	0,037	63,622	63,441
BL 29	PV 14	4,00	385,39	0,850	10,000	10,000	138,420	0,013	0,400	0,013	1,327	1,511	0,039	63,621	63,453
BL 26	PV 13	3,00	786,29	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,819	0,932	0,062	62,638	62,610
BL 27	PV 13	4,00	773,05	0,850	10,000	10,000	138,420	0,025	0,400	0,025	0,805	0,917	0,065	62,645	62,617
BL 24	PV 12	3,00	791,77	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,824	0,939	0,061	61,093	61,064
BL 25	PV 12	4,00	954,21	0,850	10,000	10,000	138,420	0,031	0,400	0,031	0,994	1,132	0,054	61,116	61,072
BL 22	PV 11	3,00	791,23	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,824	0,938	0,062	59,461	59,432
BL 23	PV 11	4,00	917,06	0,850	10,000	10,000	138,420	0,030	0,400	0,030	0,955	1,088	0,054	59,457	59,418
BL 20	PV 10	4,00	787,96	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,821	0,934	0,063	57,822	57,793
BL 21	PV 10	4,00	912,41	0,850	10,000	10,000	138,420	0,030	0,400	0,030	0,950	1,082	0,055	57,835	57,796
BL 18	PV 9	4,00	790,35	0,850	10,000	10,000	138,420	0,026	0,400	0,026	0,823	0,937	0,062	56,665	56,636
BL 19	PV 9	4,00	903,89	0,850	10,000	10,000	138,420	0,030	0,400	0,030	0,941	1,072	0,056	56,665	56,626
BL 15	PV 8	6,00	553,99	0,850	10,000	10,000	138,420	0,018	0,400	0,018	0,753	0,858	0,121	58,084	58,032
BL 16	PV 8	3,00	2.986,33	0,850	10,000	10,000	138,420	0,098	0,400	0,098	0,885	1,007	0,058	57,834	57,819
BL 17	PV 8	5,00	622,32	0,850	10,000	10,000	138,420	0,020	0,400	0,020	0,846	0,964	0,081	57,781	57,732
BL 40	PV 20	3,00	1.734,73	0,850	10,000	10,000	138,420	0,057	0,400	0,057	0,803	0,914	0,056	53,005	52,991
BL 41	PV 20	3,00	1.804,20	0,850	10,000	10,000	138,420	0,059	0,400	0,059	0,835	0,951	0,057	53,007	52,991

Tabela 86 Dimensionamento, Sarjetas e Descida

MEMÓRIA DE CÁLCULO																						
Dados do Dispositivo					Dados de Implúvio					Vazão no trecho					Vazão Admissível							
Nº	I Galeria (m/m)	Área Acumulada (m²)	Dimensões Adotadas		Dimensões Finais		Intensid. Pluviom (mm/h)	C	Coef. Rugos.	Larg. Implúvio (m)	Vazão Adic. (m³/s)	Vazão do trecho (m³/s)	Vazão Total (m³/s)	Lâmina d'água (m)	Folga (m)	Pm (m)	Am (m²)	Rh (m)	Vel. (m/s)	Comp. Crítico (m)	Vazão Admis. (m³/s)	
			Larg. Inicial	Altura Inicial	H Inicial (m)	H final (m)																Larg. (m)
Dados do Dispositivo					Dados de Implúvio					Vazão no trecho					Vazão Admissível							
R. Grota do Araújo	0,0210	13.345,00	0,80	0,50	0,50	0,80	92,08	0,7	0,015	70,00		0,2391	0,2391	0,40	0,10	1,600	0,320	0,200	3,30	843,59	1,0573	
Nº	I Galeria (m/m)	Área Acumulada (m²)	Larg. Inicial	Altura Inicial	H Inicial (m)	H final (m)	Larg. (m)	Intensid. Pluviom (mm/h)	C	Coef. Rugos.	Larg. Implúvio (m)	Vazão Adic. (m³/s)	Vazão do trecho (m³/s)	Vazão Total (m³/s)	Lâmina d'água (m)	Folga (m)	Pm (m)	Am (m²)	Rh (m)	Vel. (m/s)	Comp. Crítico (m)	Vazão Admis. (m³/s)
R. Projetada 02	0,0210	6.800,00	0,80	0,50	0,50	0,80	92,08	0,7	0,015	70,00		0,1218	0,1218	0,40	0,10	1,600	0,320	0,200	3,30	843,59	1,0573	
Dados do Dispositivo					Dados de Implúvio					Vazão no trecho					Vazão Admissível							
Nº	I Galeria (m/m)	Área Acumulada (m²)	Larg. Inicial	Altura Inicial	H Inicial (m)	H final (m)	Larg. (m)	Intensid. Pluviom (mm/h)	C	Coef. Rugos.	Larg. Implúvio (m)	Vazão Adic. (m³/s)	Vazão do trecho (m³/s)	Vazão Total (m³/s)	Lâmina d'água (m)	Folga (m)	Pm (m)	Am (m²)	Rh (m)	Vel. (m/s)	Comp. Crítico (m)	Vazão Admis. (m³/s)
R. Santo Amaro	0,0210	8.170,00	0,80	0,50	0,50	0,80	92,08	0,7	0,015	70,00		0,1464	0,1464	0,40	0,10	1,600	0,320	0,200	3,30	843,59	1,0573	
Dados do Dispositivo					Dados de Implúvio					Vazão no trecho					Vazão Admissível							
Nº	I Galeria (m/m)	Área Acumulada (m²)	Larg. Inicial	Altura Inicial	H Inicial (m)	H final (m)	Larg. (m)	Intensid. Pluviom (mm/h)	C	Coef. Rugos.	Larg. Implúvio (m)	Vazão Adic. (m³/s)	Vazão do trecho (m³/s)	Vazão Total (m³/s)	Lâmina d'água (m)	Folga (m)	Pm (m)	Am (m²)	Rh (m)	Vel. (m/s)	Comp. Crítico (m)	Vazão Admis. (m³/s)
R. cinco Irmãos	0,0210	4.600,00	0,80	0,50	0,50	0,80	92,08	0,7	0,015	70,00		0,0824	0,0824	0,40	0,10	1,600	0,320	0,200	3,30	843,59	1,0573	


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA/SP - Nac. Nº 0210384751

Tabela 87 Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de concreto trabalhando como canal ($ec = D$) – Manual de Drenagem de Rodovias DNIT página 51.

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

Conforme tabela de dimensionamento hidráulico da tabela 84 e 85 a vazão calculada se encaixa na tabela 4 (DNIT) em BSTC.

Tabela 88 Álbum de projetos - tipo de dispositivos de drenagem - 5ª edição, desenho 1.18

TIPO	ADAPTÁVEL EM
DAD 01/02	MEIO-FIO
DAD 03/04	BSTC Ø60
DAD 05/06	BSTC Ø80
DAD 07/08	BSTC Ø100
DAD 09/10	BSTC Ø120
DAD 11/12	BSTC Ø150
DAD 13/14	BDTC Ø100
DAD 15/16	BDTC Ø120
DAD 17/18	BDTC Ø150

Conforme tabela 87 que foi extraída do Manual de Drenagem de Rodovias DNIT página 51, adota-se dispositivo que se encaixe na vazão calculada.

Tabela 89 Álbum de projetos - tipo de dispositivos de drenagem - 5ª edição, desenho 1.20

TIPO	ADAPTÁVEL EM
DEB 01	DAR01/02/03
DEB 02	DAD01/02
DEB 03	BSTC Ø 60-DAD03/04
DEB 04	BSTC Ø 80-DAD05/06
DEB 05	BSTC Ø 100-DAD/07/08
DEB 06	BSTC Ø 120-DAD09/10
DEB 07	BSTC Ø 150-DAD11/12
DEB 08	BDTC Ø 100-DAD13/14
DEB 09	BDTC Ø 120-DAD15/16
DEB 10	BDTC Ø 150-DAD17/18
DEB 11	BTTC Ø 100
DEB 12	BTTC Ø 120
DEB 13	BTTC Ø 150

Dimensões adotadas conforme tabela 88.

5.3.7 Dispositivos Superficiais

Os detalhes construtivos destes dispositivos de drenagem superficial encontram-se apresentados em desenho específico contido no **Volume 2**.

5.3.8 Nota de Serviço Drenagem Superficial

As notas de serviço de drenagem superficial são apresentadas no **Volume 02**.

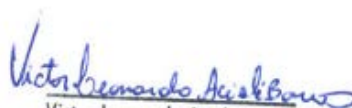
5.4 Projeto de Pavimentação

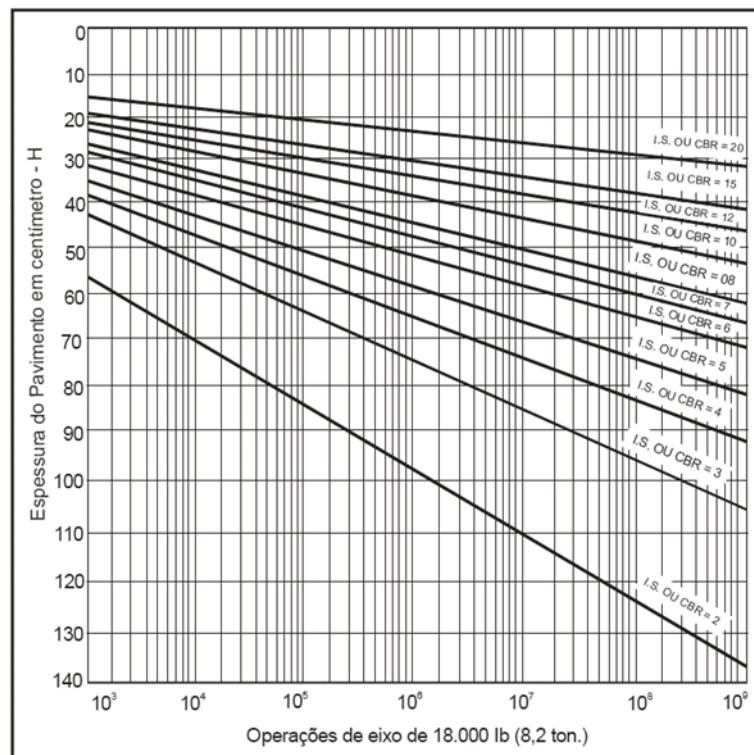
O Projeto de pavimentação consiste no conjunto de estudos e projetos desenvolvidos com o objetivo primordial de implantar uma estrutura de pavimento, de tal forma que a estrutura resultante possa economicamente suportar a repetição das cargas por eixo incidentes, em condições de segurança e conforto para o usuário, durante o período de projeto. Este projeto contempla solução em pavimento flexível.

5.4.1 Dimensionamento do Pavimento Flexível

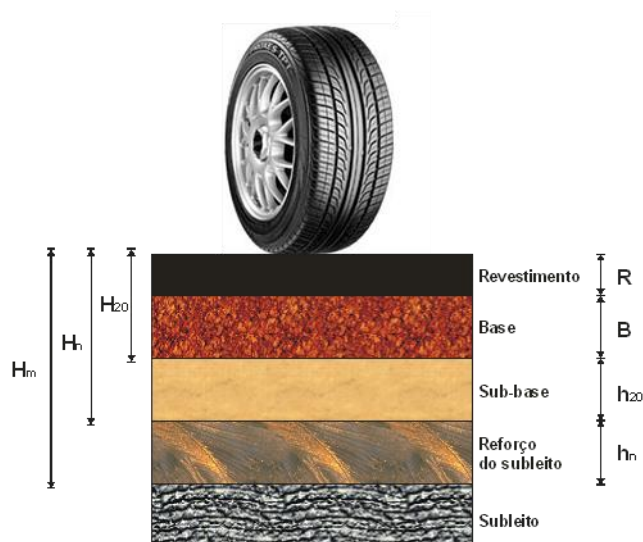
Os elementos básicos considerados no dimensionamento do pavimento flexível são os valores do CBR do subleito e do número "N". O método de dimensionamento do DNER do Engº Murilo Lopes de Souza faz algumas recomendações quanto aos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais e quanto às espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

Este método é uma variante do critério do CBR, simulando os efeitos de repetições de um eixo-padrão de 18.000 libras (80 kN), tendo sido concebido pelo Prof. Murilo Lopes de Souza, do Instituto Militar de Engenharia, no Rio de Janeiro, em meados de 1960, com última edição em 1981. O autor empregou, em sua concepção, as mesmas formulações adotadas por Turnbull et. al. (1962), com pequenas adaptações, quanto à variação de carga com a profundidade e adoção de uma carga única em vez de um par de rodas duplas, consolidado no ábaco apresentado a seguir. O número de repetições de carga do eixo-padrão de 80 kN, durante o período de projeto estabelecido, é calculado com base nos fatores de equivalência de carga do próprio método do DNIT (Souza, 1981).


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
C.R.E. Reg. Nac. Nº 0210384751



Definidos os valores estatísticos de CBR do subleito e da camada de reforço do subleito (caso venha a ser utilizada), para um trecho homogêneo, o dimensionamento é realizado com base no ábaco acima ilustrado, tendo sempre em conta que, para as camadas de base e sub-base, são exigidos pelo método, valores mínimos de CBR, respectivamente de 60% e 20%, para o tráfego estipulado neste projeto. O dimensionamento é feito mediante a resolução sucessiva das inequações apresentadas a seguir:



$$R \cdot k_R + B \cdot k_B \geq H_{20}$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S \geq H_n$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S + h_n \cdot k_n \geq H_m$$

Onde:

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

R = espessura do revestimento;

B = espessura da camada de base;

H20 = espessura sobre a sub-base;

h20 = espessura da sub-base;

Hn = espessura sobre o reforço do subleito;

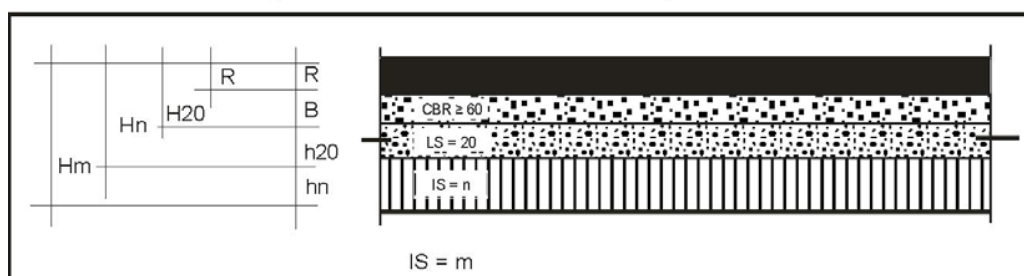
hn = espessura do reforço do subleito;

Hm = espessura do pavimento;

KR, KB, KS Kn = coeficientes de equivalência estrutural.

As curvas de dimensionamento apresentadas no ábaco de dimensionamento podem ser consolidadas em uma única expressão obtida por regressão linear múltipla, conforme segue:

$$H_m = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$



Nas inequações apresentadas anteriormente, kR, kB, kS, kn são os coeficientes de equivalência estrutural dos materiais de revestimento, base, sub-base e reforço do subleito, respectivamente. Os valores de espessuras das camadas são, assim também, respectivamente, R, B, h20 e hn. As espessuras H20, Hn e Hm, respectivamente, espessuras equivalentes, em referência a brita graduada, sobre a sub-base, o reforço do subleito e o subleito, são determinadas em função do CBR dessas camadas (a de sub-base tem sempre CBR fixado em 20%) e do número de repetições do eixo equivalente.

Os coeficientes estruturais a serem utilizados no método do DNIT, são aqueles indicados na Tabela apresentada a seguir. Os coeficientes estruturais dos materiais utilizáveis nas camadas do pavimento são:

Com relação à escolha do tipo e espessura de revestimento, o método recomenda a escolha em função do valor do número "N".

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 podido observar.

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

5.4.1.1 Dimenssionamento

O pavimento foi dimensionado conforme o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis de autoria do Engº Murillo Lopes de Souza.

a) Número n

Para efeito de dimensionamento, considerou-se o valor do Número **N = $1,40 \times 10^5$** , conforme o memorial de cálculo do número N apresentado no item 3.1 – Estudos de Tráfego.

b) Índice de suporte do subleito

A capacidade de suporte do subleito foi definida no âmbito dos estudos geotécnicos, a partir das análises estatísticas efetuadas para o segmento homogêneo. O segmento apresentou, conforme apresentado no item 3.3 – Estudos Geotécnicos, o valor de ISCprojeto (C.B.R) = Grupo 01 **9,31%** Grupo 02 **9,20%**.

c) Concepção das camadas do pavimento

Previamente à execução do dimensionamento do pavimento, abaixo foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e seus respectivos coeficientes de equivalência estrutural (k):

- Sub-base granular: k = 1,00
- Base granular: k = 1,00
- Tratamento Superficial Duplo: k = 1,2
- Base ou Revestimento em CBUQ: k = 2,00


 Victor Leonardo Aioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

Página 280

Dimensionamento da estrutura do pavimento flexível. Grupo 2.

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO				
MÉTODO DO DNER (CBR)				
NUMERO	"N"		1,40,E+05	
CBR do Subleito			9,20	%
Revestimento	TSD OU CBUQ	4		cm
Base	CBR=	60,0		%
Sub-base	CBR=	20,0		%
Reforço do Subleito	CBR=	0,0		%
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO				
1 - Espessuras em termos de base granular				
Ht	=	36,48		cm
H20	=	22,93		cm
Hrf	=	0		cm
2 - Cálculo das Espessuras das Camadas				
2.1 - Características das camadas				
Revestimento	TSD OU CBUQ	KR=	2,00	
Base granular	BGS	KB=	1,00	
Sub-base granular	SGR	KS=	1,00	
Reforço	SGR	KS=	1,00	
2.2 - Cálculo das camadas				
Uma vez determinada as espessuras Ht, Hrf, h20 e a espessura do revestimento (R), as espessuras da Base (B), Sub-base (h20) e reforço (hrf) são obtidas pela resolução sucessivas das seguintes inequações:				
R.KR+B.KB >= H20		(a)		
R.KR+B.KB+SB.ks >= Ht		Hrf		
R.KR+B.KB+SB.ks+Hhrf.krf >= Ht		(c)		
Base:				
Tem-se:	(a) Hbase=	14,93	cm	
Valor adotado:	Hbase=	15,00	cm	
Sub-base				
Tem-se:	(b) h20 =	13,48	cm	
Valor adotado:	Hsbase=	15,00	cm	
Reforço do Sub-leito				
Tem-se:	(c) hrf=	-1,52	cm	
Valor adotado:	hrf=	0,00	cm	
TIPO DE MATERIAIS UTILIZADOS				
REVEST.	CBUQ-Capa de Rolamento			
BASE	BGS-Base Granular			
SUB-BASE	SGR - Solo Estabilizado Granulometricamente			
REFORÇO	-			
CBUQ Fx. C				
-				
BASE				
SUB-BASE				
REFORÇO				
Hrev capa = 4,0 cm				
Hrev binder = cm				
Hb = 15,0 cm				
Hsb = 15,0 cm				
Href = 0,0 cm				
QD-PAV 01				

Assim, a estrutura definida para a via será a seguinte: Para os Grupos 01 e 02.

- Revestimento: CBUQ, com espessura de 4,0 cm;
- Pintura de ligação RR-1C
- Imprimação CM-30;
- Base: BGS, com 15,0 cm de espessura;
- Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura solo com 15,0 cm de espessura.

d) Taxa de Aplicação do Ligante

A taxa de Aplicação dos ligantes asfálticos deverá seguir as recomendações da Norma DNIT 031/2006 – ES.

A composição do concreto asfáltico deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria (DNER-ME 083) e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura. Onde descrevemos os intervalos de aplicação, conforme tabela a seguir:

Tabela 90 – Taxa de ligantes asfálticos

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

Fonte: Norma DNIT 031/2006 – ES

Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

5.4.2 Seção Transversal de Pavimentação

A seção transversal de pavimentação é apresentada no **Volume 2**.

5.4.3 Nota de Serviço de Pavimentação

As notas de serviço de pavimentação são apresentadas no **Volume 02**.


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

5.5 Projeto de Sinalização

5.5.1 Metodologia

Na elaboração do Projeto da Sinalização, empregou-se a seguinte Metodologia:

- Análise do Projetos Geométrico;
- Obediência ao disposto no Manual de Sinalização do DNIT e Código Brasileiro de Trânsito;

5.5.2 Sinalização Horizontal

Define-se a sinalização rodoviária horizontal como o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma rodovia, de acordo com um projeto desenvolvido, para propiciar condições adequadas de segurança e conforto aos usuários.

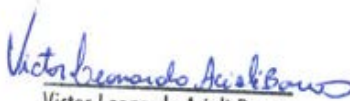
Para a sinalização horizontal proporcionar segurança e conforto aos usuários deve cumprir as seguintes funções:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar os deslocamentos dos veículos, em função das condições de geometria da via (traçado em planta e perfil longitudinal), dos obstáculos e de impedâncias decorrentes de travessias urbanas e áreas ambientais;
- Complementar e enfatizar as mensagens transmitidas pela sinalização vertical indicativa, de regulamentação e de advertência;
- Regular os casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro, mesmo na ausência de placas de sinalização vertical, em especial a proibição de ultrapassagem (Artigo 203, inciso V);
- Transmitir mensagens claras e simples;
- Possibilitar tempo adequado para uma ação correspondente; e
- Atender a uma real necessidade.

5.5.3 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 regulamentação – são utilizados para regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que governam o uso da via;
- Placa de identificação de rua – placas indicativas para identificações das ruas locais.


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

5.5.4 Sinalização de Obra

A sinalização de obras consiste num conjunto de placas e dispositivos com características visuais próprias, cuja função principal é garantir segurança dos usuários e trabalhadores e a fluidez do tráfego. Seguindo esse pressuposto, uma sinalização para as obras em rodovias deve:

- Advertir, com a necessária antecedência, a existência de obras ou situações de emergência adiante e a situação que se verificará na pista de rolamento;
- Regular a velocidade e outras condições para a circulação segura;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, evitar acidentes e minimizar congestionamento;
- Fornecer informações corretas, claras e padronizadas aos usuários da via.

5.5.5 Dispositivos de sinalização

Os detalhamentos são apresentados no **Volume 2**.

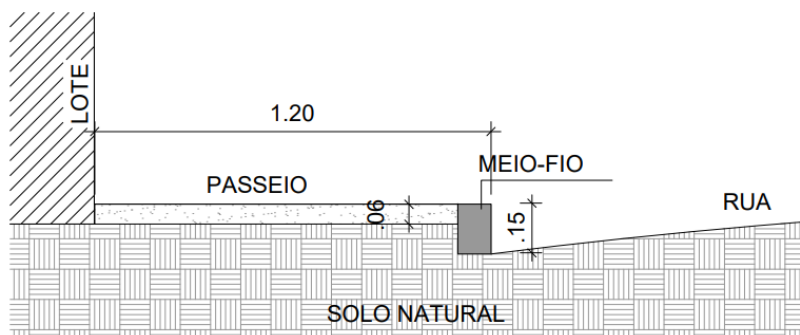
5.5.6 Nota de serviço de sinalização

As notas de serviço de sinalização são apresentadas no **Volume 02**.

5.6 Projeto de Obras Complementares

5.6.1 Passeio em Concreto

Foi adotado no projeto passeio em concreto com largura de 1,2 metros e 6 centímetros de espessura. As calçadas danificadas com o decorrer da obra serão requalificadas.



Seção Tipo Passeio

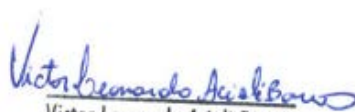
Victor Leonardo Acioli Barros
 Victor Leonardo Acioli Barros
 Engenheiro Civil
 CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

5.6.2 Rampas de Acesso e Pisos Tátil

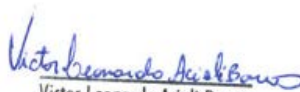
Para atender os requisitos de acessibilidade, foram locadas rampas de acesso ao longo dos passeios. São dois tipos para casos de meio de quadra e esquinas, que conta com rebaixo e ambas com implantação de piso tátil direcional e de alerta. O desenho das rampas baseia-se na NBR9050/2015 e NBR16537/2016.

5.6.3 Notas de Serviços de Obras Complementares

A nota de serviço de terraplenagem é apresentada no **Volume 2**.


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

6.1 Especificações técnicas

6.1.1 Terraplenagem

- 104-2009 - Serviços preliminares
- 105-2009 - Caminhos de serviço
- 106-2009 - Cortes
- 107-2009 – Empréstimos
- 108-2009 – Aterros

6.1.2 Pavimentação

- 137-2010 - Regularização do subleito
- 139-2010 - Sub-base estabilizada granulometricamente
- 141-2010 - Base estabilizada granulometricamente
- 144-2010 - Imprimação
- 145-2010 - Pintura de ligação
- 148-2010 – Tratamento Superficial Duplo, com Capa Selante (TSD)
- 031-2006 - Concreto Betuminoso Usinado a Quente

6.1.3 Drenagem

- 023-2006 - Bueiros tubulares de concreto
- 025-2006 - Bueiro celular de concreto
- 018-2006 - Sarjetas e valetas
- 020-2006 - Meios-fios e guias
- 021-2004 - Entradas e descidas d'água
- 122-2009 - Estruturas de concreto armado

6.1.4 Obras complementares

- 099-2009 - Cercas de arame farpado
- 100-2009 - Sinalização horizontal
- 101-2009 - Sinalização vertical
- 9050-2015 – Rampas de acessibilidade


Victor Leonardo Acioli Barros
Engenheiro Civil
CREA Reg. Nac. Nº 0210384751

FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

Projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem

Rua Gerusa Rodrigues, Ipioca, Maceió-AL

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

VICTOR
LEONARDO
ACIOLI
BARROS:06176894
409

Assinado de forma digital por VICTOR
LEONARDO ACIOLI BARROS:06176894409
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da
Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-
CPF A1, ou=AC SERASA RFB,
ou=29091571000160, ou=PRESENCIAL,
cn=VICTOR LEONARDO ACIOLI
BARROS:06176894409
Dados: 2022.07.21 19:54:26 -03'00'

Projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem

Rua Gerusa Rodrigues, Ipioca, Maceió-AL

Histórico do Documento

Revisão	Descrição	Editado	Verificado	Autorizado	Data
00	RELATÓRIO DE PROJETO				30-06-2022

FUTURE ATP, S.A.
Sede – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112
Cerqueira César – CEP 01419-001
São Paulo, Brasil
Tel: +55 11 3266 2769



Índice

1.	DADOS CADASTRAIS DO PROJETO	7
2.	INTRODUÇÃO	8
3.	MAPA DE SITUAÇÃO	9
4.	ESTUDOS TÉCNICOS	11
4.1	Estudos de tráfego	12
4.1.1	Introdução	12
4.1.2	Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego	13
4.1.3	Estudo para a estimativa de "N" para o dimensionamento de Pavimento em vias de tráfego leve.	13
4.1.3.1	Fatores de equivalência.....	13
4.1.3.2	Cálculo dos valores de "N" característicos para vias urbanas em condições de tráfego leve.....	16
4.2	Estudos Topográficos	17
4.2.1	Objetivo	17
4.2.2	Metodologia.....	17
4.3	Estudo Geotécnico	18
4.3.1	Metodologia do estudo	18
4.3.2	Ocorrências de Materiais para Pavimentação.....	19
4.3.3	Apresentação de Resultados dos Ensaios	20
4.4	Estudo Hidrológico	29
4.4.1	Coletas de Dados.....	29
4.4.2	Características da Região	30
4.4.2.1	Clima.....	30
4.4.2.2	Hidrografia.....	30
4.4.3	Regime Pluviométrico da Região	31
5.	PROJETOS	38
5.1	Projeto Geométrico	39
5.1.1	Introdução	39
5.1.2	Apresentação	39
5.2	Projeto de Terraplanagem	40
5.2.1	Considerações Gerais.....	40

5.2.2	Nota de Serviço de Terraplanagem	40
5.2.3	Movimento de Terra.....	40
5.2.4	Memorial de Distribuição de Material	42
5.3	Projeto de Drenagem	43
5.3.1	Metodologia.....	43
5.3.2	Projeto Tipo	43
5.3.3	Dimensionamento Hidráulico.....	43
5.3.4	Drenagem Superficial.....	44
5.3.4.1	Generalidades.....	44
5.3.4.2	Composição.....	45
5.3.4.3	Dimensionamento	45
5.3.4.4	Tempo de concentração e de recorrência.....	45
5.3.4.5	Intensidade de precepitação.....	45
5.3.4.6	Áreas de contribuição	45
5.3.4.7	Determinação da vazão de contribuição	45
5.3.4.8	Determinação da capacidade máxima de vazão	46
5.3.4.9	Fator de redução da capacidade de vazão	46
5.3.4.10	Tipos de revestimento	47
5.3.4.11	Velocidade Admissível	47
5.3.4.12	Coeficiente de Escoamento	48
5.3.5	Resultados do Dimensionamento Rede de Galerias	49
5.3.6	Dispositivos Superficiais	49
5.3.7	Nota de Serviço Drenagem Superficial.....	49
5.4	Projeto de Pavimentação	50
5.4.1	Dimensionamento do Pavimento Flexível	50
5.4.1.1	Dimenssionamento	53
5.4.2	Seção Transversal de Pavimentação	55
5.4.3	Nota de Serviço de Pavimentação.....	56
5.5	Projeto de Sinalização	57
5.5.1	Metodologia.....	57
5.5.2	Sinalização Horizontal	57
5.5.3	Sinalização Vertical	57
5.5.4	Sinalização de Obra.....	58
5.5.5	Dispositivos de sinalização	58

5.5.6	Nota de serviço de sinalização.....	58
5.6	Projeto de Obras Complementares.....	58
5.6.1	Passeio em Concreto.....	58
5.6.2	Rampas de Acesso e Pisos Tátil	59
5.6.3	Notas de Serviços de Obras Complementares	59
6.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	60
6.1	Especificações técnicas.....	61
6.1.1	Terraplenagem.....	61
6.1.2	Pavimentação.....	61
6.1.3	Drenagem.....	61
6.1.4	Obras complementares	61

Tabela 1 Classificação das vias e parâmetros de tráfego.....	12
Tabela 2 - Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Médio 2C.....	14
Tabela 3 - Cargas e fatores de equivalência - Ônibus.....	15
Tabela 4 - Distribuição de veículos de carga e ônibus.....	15
Tabela 5 - Fator de equivalência para vias urbanas típicas.	16
Tabela 6 - Quadro resumo de DMT (Rua Gerusa Rodrigues).	19
Tabela 7 – Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos.....	20
Tabela 8 - Ensaio de Compactação (Amostra 01 - Subleito).....	21
Tabela 9 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 01 - Subleito).....	22
Tabela 10 - Análise Granulométrica (Amostra 01 - Subleito).....	23
Tabela 11 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 01 - Subleito).	24
Tabela 12 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).	25
Tabela 13 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).....	26
Tabela 14 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).....	27
Tabela 15 Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).	28
Tabela 16 - Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais.....	32
Tabela 17 - Coeficiente de Manning.....	44
Tabela 18 - Fator de redução da descarga em função da declividade.....	47
Tabela 19 - Velocidade Máxima Admissível	47
Tabela 20 - Velocidade Admissível para Revestimento Vegetal.	48
Tabela 21 - Velocidade Mínima de Sedimentação.	48
Tabela 22 - Coeficiente de Escoamento.	49
Tabela 27 – Taxa de ligantes asfálticos.....	55
Figura 1 - Dados da estação de Maceió.	30

1. DADOS CADASTRAIS DO PROJETO

RAZÃO SOCIAL: SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA – SEMINFRA

ENDEREÇO: RUA DO IMPERADOR, Nº 307 – CENTRO

CEP: 57.020-670

CNPJ: 17.926.123/0001-50

Responsável Legal

Secretaria Municipal de Infraestrutura

Responsável Técnico pelos Projetos

2. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo complementar a documentação técnica do projeto, apresentando as características e condicionantes do projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem.

O objetivo deste memorial é estabelecer as diretrizes básicas que devem ser seguidas para a execução da Implantação de Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem, Sinalização, Obras complementares, Acessibilidade de vias, dissertando sobre aspectos técnicos e características que definiram a configuração final do projeto em questão.

Nesse contexto, serão aqui apresentadas as características principais da proposta, assim como os critérios e parâmetros utilizados.

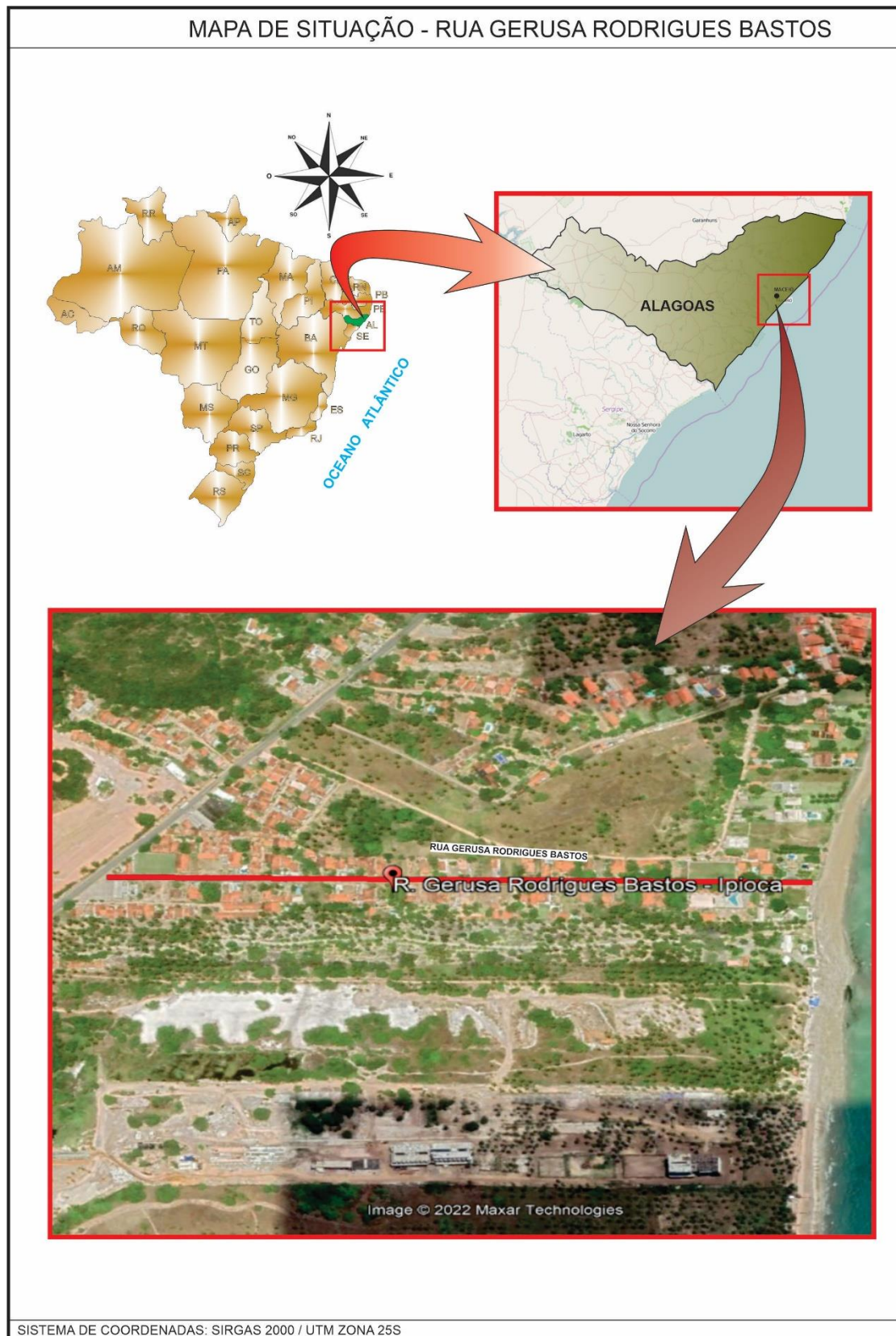
- Empreendimento: Conforme apresentaremos no Volume 02.

RUA GERUSA RODRIGUES		
Logradouro	Extensão (m)	Largura (m)
RUA GERUSA RODRIGUES	809,13	7,00

Extensão total: 809,13metros

3. MAPA DE SITUAÇÃO

MAPA DE SITUAÇÃO



4. ESTUDOS TÉCNICOS

4.1 Estudos de tráfego

4.1.1 Introdução

O estudo de tráfego foi elaborado tendo em vista analisar as condições das vias locais em estudo, com o intuito de determinar quantitativamente a capacidade das vias 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 contida nas Instruções de Projeto 02/2004 (Classificação das Vias) da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) na qual estabelece que para estradas de características essencialmente vias locais o tráfego pode ser considerado leve, admitindo a passagem de caminhões e ônibus em número máximo de 4 a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" $1,0 \times 10^5$ 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 400 veículos leve, 20 veículos ente ônibus e caminhões.

Adotando-se, ainda, os parâmetros estabelecidos pela Prefeitura de São Paulo, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1 Classificação das vias e parâmetros de tráfego.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3×10^6 ⁽¹⁾	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Fonte: Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

4.1.2 Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego

A classificação do tipo de tráfego da via foi adotada a premissa do método de dimensionamento estabelecido 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" dever 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.

4.1.3 Estudo para a estimativa de "N" para o dimensionamento de Pavimento em vias de tráfego leve.

Conforme a Instruções de Projeto 02/2004 da PMSP, em condições de tráfego leve, as vias urbanas são caracterizadas por ruas 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.

A seguir é apresentado a metodologia para a estimativa do número "N" para dimensionamento de pavimento em condições de tráfego leve:

4.1.3.1 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:

Características do veículo:

- P_u = Peso útil máximo = 8,5 t (85 kN);
- tara = 6,5 ton (65 kN); e
- bruto total = 15 ton (150 kN).

Tabela 2 - Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Médio 2C.

% de Carga	P_u	P_1 ($P_1 = 0,176.P_u + 3,448$)	P_2 ($P_2 = 0,823.P_u + 2,998$)	DNIT		
				e_1^*	e_2^*	e ($e_1 + e_2$)
100%	8,50	5,00	10,00	0,13	3,30	3,43
75%	6,37	4,60	8,20	0,095	0,95	1,05
105%	8,92	5,02	10,30	0,135	3,97	4,10
Vazio	0,00	3,50	3,00	0,032	0,017	0,049
* $P > 8 \quad e = (P_1/8,26)^{6,2542}$ $0 < P \leq 8 \quad e = (P_1/8,25)^{4,0175}$						

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

Adotando a seguinte distribuição do veículo 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:

$$(65\% \times e_{100\%}) + (18\% \times e_{75\%}) + (4\% \times e_{105\%}) + (13\% \times e_{\text{vazio}})$$

$$0,65 \times 3,43 + 0,18 \times 1,05 + 0,04 \times 4,10 + 0,13 \times 0,049 = \mathbf{2,60}.$$

b) Ônibus

Características do veículo:

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

Tabela 3 - Cargas e fatores de equivalência - Ônibus.

% de Carga	P_U	P_1 ($P_1 = 0,4 \cdot P_U + 2,70$)	P_2 ($P_2 = 0,6 \cdot P_U + 4,597$)	DNIT		
				e_1 ($P_1/8,25$) ^{4,0175}	e_2 ($P_1/8,26$) ^{6,2542}	e ($e_1 + e_2$)
100%	5,50	4,90	7,90	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	0,00	2,70	4,60	0,011	0,026	0,037

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

Adotando a seguinte distribuição do veículo 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:
 - $(35\% \times e_{100\%}) + (40\% \times e_{75\%}) + (20\% \times e_{105\%}) + (10\% \times e_{\text{vazio}})$
 - $(0,35 \times 0,88) + (0,40 \times 0,46) + (0,20 \times 0,99) + (0,10 \times 0,04) = \mathbf{0,69}$.
- Na tabela abaixo, é apresentada a distribuição por tipo de veículo de carga e ônibus em vias urbanas típicas.

Tabela 4 - Distribuição de veículos de carga e ônibus.

Tipos de Veículos		Vias Urbanas Típicas
2C (Caminhão eixo simples)	Médio	40%
Ônibus	Ônibus	60%

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

- O fator de equivalência para vias urbanas típicas é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 5 - Fator de equivalência para vias urbanas típicas.

Veículo	e/e veíc.	%	e i	e total
2C	2,6	40	1,05	1,47
Ônibus	0,69	60	0,42	

Fonte: Adaptado das Instruções de Projeto 02/2004 (PMSP).

4.1.3.2 Cálculo dos valores de "N" característicos para vias urbanas em condições de tráfego leve.

Com a equação seguinte, calcula-se o número total de solicitações do eixo simples padrão de 80 kN, para o período de vida de projeto em condições de tráfego leve a meio pesado.

Onde:

Vo= volume diário de Ônibus e caminhões;

e= equivalente por classe da via; e

P= vida de projeto.

$$N_t = \left(\frac{V_0 + 1,5 \cdot V_0}{2} \right) \cdot e \cdot 365 \cdot P$$

Na sequência, o número "N" e suas projeções dentro do horizonte de projeto para o dimensionamento do pavimento é:

$$N_t = \left(\frac{20 + 1,5 \cdot 20}{2} \right) \cdot 1,5 \cdot 365 \cdot 10$$

$$N_t = 1,4 \times 10^5$$

4.2 Estudos Topográficos

4.2.1 Objetivo

Foram realizados estudos topográficos conforme a Instrução de Serviço IS-204, (Estudos Topográficos para o Projeto) 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 das vias locais a ser implantada, fornecendo subsídios que possibilitem a elaboração do projeto de implantação.

4.2.2 Metodologia

Os serviços topográficos realizados podem ser resumidos conforme detalhamento abaixo:

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

Para materialização do eixo das vias locais, 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 de GPS – RTK ao longo da diretriz, como também, a utilização de um marco do IBGE.

4.3 Estudo Geotécnico

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.

4.3.1 Metodologia do estudo

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

A pesquisa do subleito destinada à elaboração do projeto das vias locais foi realizada por intermédio de sondagens a trado. A profundidade destas sondagens, em sua maioria, foi de 0,60m.

Durante a realização das sondagens, verificou-se a existência de aterro, com resíduos da construção civil, para se fazer o estacionamento de uma empresa de conserto de automóveis.

Cada furo de sondagem trouxe obrigatoriamente as seguintes informações:

- Número do furo
- Posição (no caso, eixo);
- Profundidade expedita de cada amostra;
- Anotação da presença de mica e matéria orgânica.

Em cada material terroso foram executados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento;
- Limite de liquidez;
- Limite de plasticidade;
- Compactação Proctor Normal para os solos do subleito;
- Compactação Proctor Intermediário para os solos da sub-base;
- Densidade específica seca máxima;
- Índice de Suporte Califórnia;
- Expansão.

4.3.2 Ocorrências de Materiais para Pavimentação

Na Tabela abaixo são apresentadas as distâncias do areal, da pedreira, da jazida, materiais diversos e dos materiais asfálticos.

Tabela 6 - Quadro resumo de DMT (Rua Gerusa Rodrigues).

QUADRO DMT									
SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		TRANSP. LOCAL (DMT) Km			TRANSP. COMERCIAL (DMT)		
		ORIGEM	DESTINO	N P	P	TOTAL	N P	P	TOTAL
PAVIMENTO FLEXÍVEL									
SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE	SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE	JAZIDA - SOLO	PISTA	-	-	0,00	0,40	0,80	1,20
BASE DE BRITA	BRITA GRADUADA - BGS	PEDREIRA POLIMIX - AL	PISTA	-	-	0,00	0,40	43,50	43,90
IMPRIMAÇÃO	CM - 30	MARACANA/CE	USINA	-	-	0,00	0,00	942,00	942,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	0,40	32,10	32,50
PINTURA DE LIGAÇÃO	RR - 1C	MARACANA/CE	USINA	-	-	0,00	0,00	942,00	942,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	0,40	32,10	32,50
CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE - CBUQ	CAP - 50/70	CANDEIAS - BA	USINA	-	-	0,00	0,00	566,00	566,00
		USINA	PISTA	-	-	0,00	0,40	32,10	32,50
MATERIAIS E BOTA-FORA									
AREIA - MACEIÓ / AL		AREAL	PISTA	-	-	0,00	1,24	39,90	41,14
		AREAL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,84	39,90	40,74
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
PEDREIRA		PEDREIRA POLIMIX - AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	43,50	43,50
		PEDREIRA POLIMIX - AL	PISTA	-	-	0,00	0,40	43,50	43,90
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
MATERIAIS DIVERSOS (CIMENTO, TJOLO, FÔRMA E AÇO)		MACEIÓ / AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	29,30	29,30
		MACEIÓ / AL	PISTA	-	-	0,00	0,40	29,30	29,70
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCRETO USINADO - POLO DE MACEIÓ / AL		MACEIÓ / AL	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	28,30	28,30
		MACEIÓ / AL	PISTA	-	-	0,00	0,40	28,30	28,70
		INSTALAÇÕES	PISTA	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
ATERRO SANITÁRIO - V2 MACEIÓ / AL		PISTA	ATERRO	-	-	0,00	6,90	10,90	17,80
		INSTALAÇÕES	ATERRO	-	-	0,00	6,50	10,90	17,40
		PISTA	INSTALAÇÕES	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00

4.3.3 Apresentação de Resultados dos Ensaios

Tabela 7 – Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos.

RODOVIA :		ESTUDO GEOTÉCNICO			
TRECHO:		SUBLEITO/TERRENO NATURAL			
LOCALIZAÇÃO:		TRATAMENTO ESTATÍSTICO			
EXTENSÃO:					
FÓRMULAS		MÉDIA ARITMÉTICA	DESVIO PADRÃO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Nº DE AMOSTRAS: 4		$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$	$X_{\min.} = \bar{X} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \cdot \sigma$	$X_{\max.} = \bar{X} + \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} + 0,68 \cdot \sigma$
ENSAIOS FÍSICOS	L.L.	0,40	0,00	0,40	0,40
	L.P.	0,30	0,00	0,30	0,30
	I.P.	0,10	0,00	0,10	0,10
GRANULOMETRIA PENEIRA (% PASSANDO)	3"	0,00	0,00	0,00	0,00
	2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1 1/2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1"	100,00	0,00	100,00	100,00
	3/4"	100,00	0,00	100,00	100,00
	1/2"	100,00	0,00	100,00	100,00
	3/8"	99,10	0,20	98,80	99,40
	Nº 4	97,70	0,10	97,60	97,80
	Nº 10	95,70	0,00	95,70	95,70
	Nº 40	71,20	3,60	66,40	76,00
	Nº 200	41,40	2,10	38,60	44,20
	Nº 270	0,00	0,00	0,00	0,00
I.G.		0,40	0,70	-0,50	1,30
AASHTO INTERMEDIÁRIO 26 GOLPES	D. MÁXIMA (kg/dm³)	1,70	0,00	1,69	1,70
	U. ÓTIMA (%)	16,13	0,46	15,52	16,74
	I.S.C. (%)	6,95	0,21	6,67	7,23
	EXPANSÃO	0,81	0,14	0,62	1,00

LEGENDA:

N = número de amostras.
X = valor individual de cada amostra.
 \bar{X} = média aritmética.
 $X_{\min.}$ = valor mínimo provável (estatisticamente).
 $X_{\max.}$ = valor máximo provável (estatisticamente).
 σ = desvio padrão.

I.S.C. = índice de suporte califórnia.
L.L. = limite de liquidez.
L.P. = limite de plasticidade.
I.P. = índice de plasticidade.
I.G. = índice de granulometria.

OBSERVAÇÕES:

Tabela 8 - Ensaio de Compactação (Amostra 01 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO IPOCA					SUB TRECHO RUA GERUZA DE BASTOS					
FURO 1		POSICÃO EIXO			PROFUND.DO FURO (M) 0,35 A 0,70			PROFUND. DO ENSAIO (M)				
CAMADA: MSTURA DE MATERIAL		OPERADOR		EST. COLETA EST. 0 A EST. 20		DATA 04/03/22		CALCULISTA		VISTO		
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		12		DENSIDADE MÁXIMA: 1,693 g/cm³		
Cápsula - Nº						VOLUME DO MOLDE		2087				
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		4910		UMIDADE ÓTIMA: 16,5 %		
Peso Bruto Seco		48,55		48,55		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2				
Peso da Água		1,45		1,45								
Peso do Solo Seco		48,55		48,55		GOLPES / CAMADA		26				
Umidade (%)		3,0		3,0								
Umidade Média		3,0				Nº DE CAMADAS		5				

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %	
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO			UMIDADE %
1	8410	3500	1,677		50,00	44,44		5,56	44,44		12,5	1,491
2	8770	3860	1,850		50,00	43,67		6,33	43,67		14,5	1,615
3	9025	4115	1,972		50,00	42,92		7,08	42,92		16,5	1,693
4	8900	3990	1,912		50,00	42,19		7,81	42,19		18,5	1,613
5	8750	3840	1,840		50,00	41,49		8,51	41,49		20,5	1,527

Compactação

Umidade

Tabela 9 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 01 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)											
OBRA: LITORAL NORTE											
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE			CAMADA MISTURA DE MATERIAL			FURO 1			TRECHO BAIRRO IPIOCA		
SUB TRECHO RUA GERUZA DE BASTOS			ESTACA EST. 0 A EST. 20			PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,35 A 0,75					
OPERADOR: 0			DATA: 04/03/2022			CALCULISTA: 0			VISTO:		
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		12			
Cápsula - Nº		7 4		05 06		Peso do Molde		4910			
Peso Bruto Úmido		50,00 50,00		50,00 50,00		Volume do Molde		2087			
Peso Bruto Seco		48,55 48,55		43,03 43,03		Nº de Camadas		05			
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26			
Peso da Água		1,45 1,45		6,97 6,97		Peso do Soquete		4536			
Peso do Solo Seco		48,55 48,55		43,03 43,03		Espessura do disco Espaçador		2 1/2			
Umidade (%)		3,0 3,0		16,2 16,2		Altura do Cilindro (mm)		115,0			
Umidade Média (%)		3,0		16,2		Peso da Amostra		6000			
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.	
Densidade Máxima - Kg/m³		1,693		Peso do Solo				Úmido 5888		Nº 1	
Umidade ótima - %		16,5		Passando na # Nº 4				Seco 5717			
Umidade Higroscópica - %		3,0		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4				112 2,24		Constante	
Diferença de Umidade - %		13,5		Água a Juntar				772		k= 0,108	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO											
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Difer. Exp.	
		Pol mm		Extens.		Determ.		Corrigido		Padrão %	
30 seg		0,025 0,63		10		1,1 1,1					
1		0,05 1,27		26		2,8 2,8					
2		0,1 2,54		45		4,9 4,9		70 6,9		04/03/22 14:50 0,00 0,85 0,00	
4		0,2 5,08		69		7,5 7,5		105 7,1		05/03/22 14:50 0,85 1,34 1,17	
6		0,3 7,62		95		10,3 10,3		133		06/03/22 14:50 1,35 1,41 1,23	
8		0,4 10,16						161		07/03/22 14:50 1,41 1,45 1,26	
10		0,5 12,7						182			
Moldagem de Verificação		CBR 7,1%									
Peso Bruto Úmido											
8.980											
Peso Úmido											
4.070											
Densidade Úmida											
1,950											
Densidade Seca											
1,678											
Grau de Compactação											
99,2%											
Obs:											

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 10 - Análise Granulométrica (Amostra 01 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		20	22	Cápsula - N°		10	12		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,61	48,61	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # Nº 10		83,8			
Peso da Água		1,39	1,39	Peso Úmido Pass. na # Nº 10		1916,3			
Peso do Solo Seco		48,61	48,61	Peso Seco Pass. na # Nº 10		1863,0			
Umidade		2,9	2,9	Peso da amostra Seca		2	1946,7	3	194,4
Umidade Média		2,9							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido	Peso que Passa	% que Passa	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm	Parcial	Acumulado	Am.Total	Pol	K ₁ = 100 _ 0,0514		
	2	50,8		1946,7	100,0	2	2		
	1 1/2	38,1		1946,7	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1946,7	100,0	1	K ₂ = 4 _ 0,4922		
	3/4	19,1	0,00	1946,7	100,0	3/4	3		
	1/2	12,7	0,00	1946,7	100,0	1/2			
	3/8	9,5	19,20	1927,5	99,0	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	nº4	4,8	23,74	1903,8	97,8	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	40,81	1863,0	95,7	nº10			
Am. parcial	nº40	0,42	55,00	139,4	68,6	nº40			
	nº200	0,074	52,34	87,1	42,9	nº200			
<div><div></div><div>AREIA</div><div></div><div>PEDREGULHO</div></div> <div><div>200</div><div>100</div><div>50</div><div>40</div><div>16</div><div>10</div><div>4</div><div>3/8"</div><div>1"</div><div>1 1/2</div><div>2"</div></div> <div>PENEIRAS</div>									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO IPIOCA			RUA GERUZA DE BASTOS			
FURO		POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)			OBSERVAÇÃO		
1		EIXO		0					
CAMADA		DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:	
MISTURA DE MATERIAL		07/03/2022		0		0			

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 11 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 01 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA: LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	01	02	03	04	05	Operador:
Golpes	g	10	17	25	33	44	
Peso Bruto Úmido	g	26,14	26,88	25,40	25,94	25,85	Data: 07/03/2022
Peso Bruto Seco	g	20,11	21,33	19,55	20,05	20,24	
Peso da Cápsula	g	6,24	8,25	5,40	5,39	6,00	Calculista:
Peso da Água	g	6,03	5,55	5,85	5,89	5,61	
Peso do Solo Seco	g	13,87	13,08	14,15	14,66	14,24	LL = 41,1%
Umidade	%	43,48	42,43	41,34	40,18	39,40	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	20	11	13	60	41	LP = 26,7%
Peso Bruto Úmido	g	17,03	17,99	17,53	16,93	16,80	
Peso Bruto Seco	g	14,92	15,41	14,65	14,18	14,11	I.P. = 14,4%
Peso da Cápsula	g	7,02	5,90	3,70	3,71	4,10	
Peso da Água	g	2,11	2,58	2,88	2,75	2,69	OBS:
Peso do Solo Seco	g	7,90	9,51	10,95	10,47	10,01	
Umidade	%	26,71	27,13	26,30	26,27	26,87	
		OK	OK	OK	OK	OK	
<p>Limite de Liquidez</p>							
PROCEDENCIA		TRECHO		SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO IPOCA		RUA GERUZA DE BASTOS			
CAMADA		ESTACA		PROFUNDIDADE (M)			
MISTURA DE MATERIAL		EST. 0 A EST. 20		0,35 A 0,70			
CALCULISTA		DATA		VISTO			
0		07/03/2022					
ENC. LABORATORIO		FISCALIZAÇÃO		ENGº RESPONSÁVEL			

Tabela 12 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDENCIA		TRECHO				SUB TRECHO						
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO IPIOCA				RUA GERUZA DE BASTOS						
FURO		POSICÃO		PROFUND.DO FURO (M)		PROFUND. DO ENSAIO (M)						
2		EIXO		0,35 A 0,75								
CAMADA:		OPERADOR		EST. COLETA		DATA		CALCULISTA		VISTO		
MISTURA DE MATERIAL				EST. 20 A EST. 40		04/03/22						
UMIDADE HIGROSCOPIA		%		%		MOLDE Nº		5		DENSIDADE MÁXIMA:		
Cápsula - Nº						VOLUME DO MOLDE		2069				
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		PESO DO MOLDE		5030		1,699 g/cm³		
Peso Bruto Seco		48,34		48,34		PESO DO SOQUETE		4536				
Peso da Cápsula						ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR		2 1/2		UMIDADE ÓTIMA:		
Peso da Água		1,66		1,66		GOLPES / CAMADA		26		15,8 %		
Peso do Solo Seco		48,34		48,34								
Umidade (%)		3,4		3,4								
Umidade Média		3,4				Nº DE CAMADAS		5				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE												
PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE SOLO ÚMIDO	CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO SOLO SECO	UMIDADE %	UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO %
1	8620	3590	1,735		50,00	44,72		5,28	44,72		11,8	1,552
2	8865	3835	1,854		50,00	43,94		6,06	43,94		13,8	1,629
3	9100	4070	1,967		50,00	43,18		6,82	43,18		15,8	1,699
4	9000	3970	1,919		50,00	42,44		7,56	42,44		17,8	1,629
5	8875	3845	1,858		50,00	41,74		8,26	41,74		19,8	1,551

Compactação

Umidade

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL

Tabela 13 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)											
OBRA: LITORAL NORTE											
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE			CAMADA MISTURA DE MATERIAL			FURO 2			TRECHO BAIRRO IPIOCA		
SUB TRECHO RUA GERUZA DE BASTOS			ESTACA EST. 20 A EST. 40			PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m) 0,35 A 0,75					
OPERADOR: 0			DATA: 04/03/2022			CALCULISTA: 0			VISTO:		
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		05			
Cápsula - Nº		7		4		05		06		Peso do Molde	
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		50,00		50,00		Volume do Molde	
Peso Bruto Seco		48,34		48,34		43,36		43,36		Nº de Camadas	
Peso da Cápsula										05	
Peso da Água		1,66		1,66		6,64		6,64		Golpes/Camada	
Peso do Solo Seco		48,34		48,34		43,36		43,36		Peso do Soquete	
Umidade (%)		3,4		3,4		15,3		15,3		Espessura do disco Espaçador	
Umidade Média (%)		3,4		3,4		15,3		15,3		Altura do Cilindro (mm)	
										114,0	
										Peso da Amostra	
										6000	
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA					
Densidade Máxima - Kg/m³						Anel Din.					
Umidade ótima - %						Nº 1					
Umidade Higroscópica - %						Constante					
Diferença de Umidade - %						k= 0,108					
ENSAIO DE PENETRAÇÃO											
Tempo min.		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Difer. Exp.	
		Pol mm		Extens.		Determ.		Corrigido		Padrão %	
30 seg		0,025		0,63		11		1,2		1,2	
1		0,05		1,27		27		2,9		2,9	
2		0,1		2,54		44		4,8		4,8	
4		0,2		5,08		66		7,1		7,1	
6		0,3		7,62		95		10,3		10,3	
8		0,4		10,16						161	
10		0,5		12,7						182	
Moldagem de Verificação		CBR 6,8%									
Peso Bruto Úmido											
9,055											
Peso Úmido											
4,025											
Densidade Úmida											
1,945											
Densidade Seca											
1,687											
Grau de Compactação											
99,3%											
Obs:											
TEC. DE LABORATÓRIO				FISCALIZAÇÃO				ENGº RESPONSÁVEL			

Tabela 14 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		20	22	Cápsula - N°		10	12		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,60	48,60	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		84,3			
Peso da Água		1,40	1,40	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1915,7			
Peso do Solo Seco		48,60	48,60	Peso Seco Pass. na # N° 10		1862,1			
Umidade		2,9	2,9	Peso da amostra Seca		2	1946,4	3	194,4
Umidade Média		2,9							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm				Pol	K ₁ = 100 · 0,0514 2		
	2	50,8		1946,4	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1946,4	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1946,4	100,0	1	K ₂ = 4 3 0,4921		
	3/4	19,1	0,00	1946,4	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1946,4	100,0	1/2			
	3/8	9,5	14,83	1931,5	99,2	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	nº4	4,8	30,00	1901,5	97,7	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	39,45	1862,1	95,7	nº10			
Am. parcial	nº40	0,42	44,63	149,8	73,7	nº40			
	nº200	0,074	68,67	81,1	39,9	nº200			
<div><div>AREIA</div><div>PEDREGULHO</div></div> <div>200 100 50 40 16 10 4 3/8 1" 1/2 2"</div> <div>PENEIRAS</div>									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO IPIOCA			RUA GERUZA DE BASTOS			
FURO	POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)			OBSERVAÇÃO			
2	EIXO		0						
CAMADA		DATA:	OPERADOR		CALCULISTA	VISTO:			
MISTURA DE MATERIAL		07/03/2022	0		0				

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

Tabela 15 Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA: LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - N°		20	22	Cápsula - N°		10	12		
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	Peso Bruto Úmido		2000	200		
Peso Bruto Seco		48,60	48,60	Peso Úmido		2000	200		
Peso da Cápsula				Peso Retido na # N° 10		84,3			
Peso da Água		1,40	1,40	Peso Úmido Pass. na # N° 10		1915,7			
Peso do Solo Seco		48,60	48,60	Peso Seco Pass. na # N° 10		1862,1			
Umidade		2,9	2,9	Peso da amostra Seca		2	1946,4	3	194,4
Umidade Média		2,9							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am. Total	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm					K ₁ = 100 _ 0,0514 2		
	2	50,8		1946,4	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1946,4	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1946,4	100,0	1	K ₂ = 4 _ 0,4921 3		
	3/4	19,1	0,00	1946,4	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1946,4	100,0	1/2			
	3/8	9,5	14,83	1931,5	99,2	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	nº4	4,8	30,00	1901,5	97,7	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	39,45	1862,1	95,7	nº10			
Am. parcial	nº40	0,42	44,63	149,8	73,7	nº40			
	nº200	0,074	68,67	81,1	39,9	nº200			
<div><div></div><div>AREIA</div><div></div><div>PEDREGULHO</div></div> <div><div>200</div><div>100</div><div>50</div><div>40</div><div>16</div><div>10</div><div>4</div><div>3/8"</div><div>1" 1 1/2</div><div>2"</div></div> <div>PENEIRAS</div>									
ENSAIOS FÍSICOS									
PROCEDENCIA:			TRECHO			SUB TRECHO			
MATERIAL EXISTENTE			BAIRRO IPIOCA			RUA GERUZA DE BASTOS			
FURO	POSIÇÃO		PROFUND. DO ENSAIO (M)			OBSERVAÇÃO			
2	EIXO		0						
CAMADA	DATA:		OPERADOR		CALCULISTA		VISTO:		
MISTURA DE MATERIAL	07/03/2022		0		0				

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCALIZAÇÃO

ENGº RESPONSÁVEL

4.4 Estudo Hidrológico

Os estudos hidrológicos foram procedidos com a finalidade de identificar e qualificar as circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas da área onde se localiza o trecho em estudo, balizar-se a aplicação de modelos pluviais necessários ao dimensionamento das obras para adequação do sistema de drenagem existente.

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, informações de enchentes ocorridas, junto aos moradores mais antigos da região e 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 bacias, utilizando-se as cartas geográficas.

A fase definitiva consistiu do processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos para apresentação e conclusão do estudo hidrológico, e possibilitou o elenco de medidas necessárias ao dimensionamento hidráulico das obras de arte correntes, assim como das obras de drenagem superficial e profunda relativa ao projeto.

Levando em consideração à proximidade, o posto definido para o estudo foi o de número 935004 do Município de Maceió, de responsabilidade da ANA, onde foi utilizada a série histórica do período de 10 anos (2009 a 2018) de observação de chuva para o estudo.

Coletou-se junto aos órgãos oficiais: dados hidrológicos e, em estudos existentes, dados referentes ao clima, pluviometria e geomorfologia da área em que se localiza o trecho.

4.4.1 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.

Os dados utilizados para realização dos Estudos Hidrológicos estão abaixo relacionados:

Dados pluviométricos fornecidos pela INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, a estação escolhida foi a mais representativa do regime pluviométrico da região mais próxima do empreendimento, sendo:

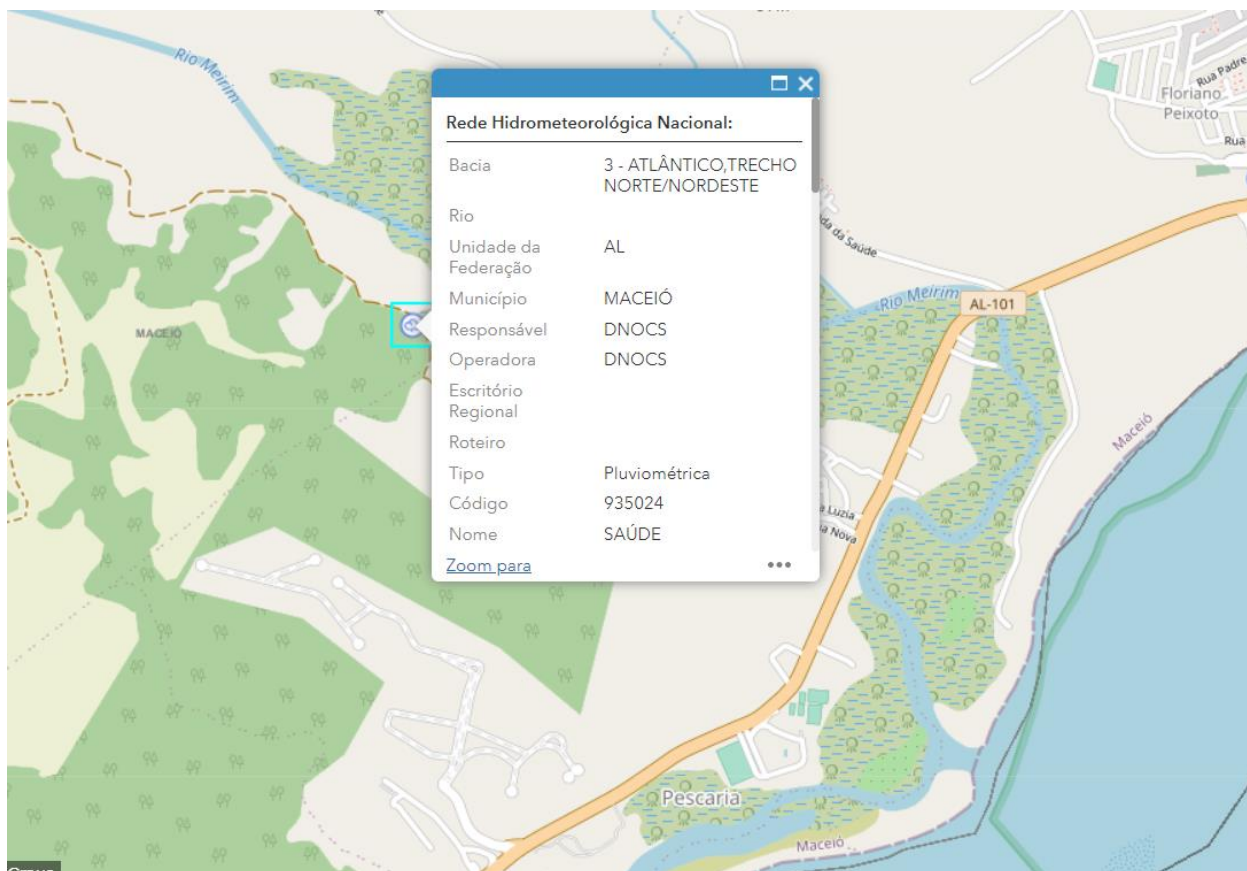


Figura 1 - Dados da estação de Maceió.

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.

4.4.2 Características da Região

4.4.2.1 Clima

O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro.

4.4.2.2 Hidrografia

Águas superficiais

Os cursos d'água que drenam o município apresentam-se perenes, com direcionamento consequente de extensão aproximada de 12 quilômetros.[21] Suas principais cabeceiras localizam-se na serra da Saudinha (rios Meirim, Saúde e Prataji), nos tabuleiros (riachos Reginaldo, Jacarecica, Doce e o rio Sauaçuí), alguns próximos à área urbana do município, nas proximidades dos conjuntos residenciais Henrique Equelman, Moacir Andrade e do Parque Residencial Benedito Bentes I e II.

Águas subterrâneas

A área do município em estudo está inserida no Domínio Hidrogeológico Intersticial, composto por rochas de idade Tércio-quaternária, constituída pelos sedimentos de cobertura da Formação Barreiras, e aluviões e sedimentos arenosos, siltosos e argilosos de idade Quaternária.

4.4.3 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.).

Considerações

O estudo das precipitações é fundamental num projeto de estradas, principalmente nos estudos dos seguintes tópicos:

- Verificação das estatísticas de descarga (curva dupla acumulação) ou dedução dessas quando não há informações disponíveis;
- Determinação das enchentes para projeto das obras de drenagem, ponte, etc.;
- Levantamento da possibilidade de danos ambientais decorrentes do aumento do deflúvio superficial e do direcionamento das águas pluviais, como: erosões, assoreamentos, inundações, etc.;
- Escolha do tipo de revestimento da pista de rolamento;
- Planejamento da construção a fim de evitar interrupções de trabalho devido as 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 segmento em projeto;
- Séries confiáveis.

Para a Estação Pluviométrica estudada, são apresentados abaixo:

- Os dados de precipitações mensais e anuais de pluviometria e números de dias de chuva são apresentados na tabela abaixo;
- Histograma do Ano de Maior Pluviosidade na Região;

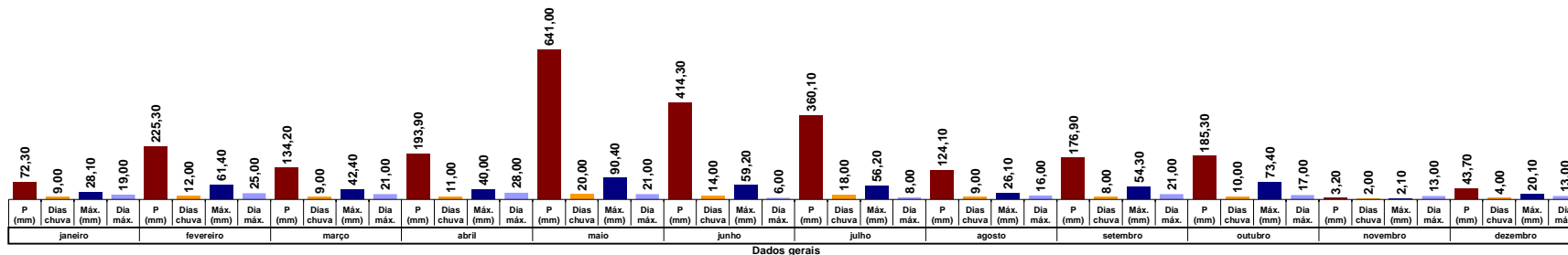
Pluviograma – Precipitações Totais Anuais, Precipitações Mensais e Número de Dias de Chuva por ano.

Tabela 16 - Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais.

DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS																																																				
ANOS	MESES																																						DADOS ANUAIS													
	janeiro			fevereiro			março			abril			maio			junho			julho			agosto			setembro			outubro			novembro			dezembro																		
	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	Total (mm)	Dias de chuva	Máxima (mm)	Dia máxima												
1963	77,6	6	52,4	20	95,8	8	55	27	293,3	14	58	27	313,9	16	66	8	166,1	16	37	25	401,4	21	125	26	71,5	9	19,8	15	51	13	12,7	3	59,2	11	8,8	29	2,4	1	2,4	28	24,4	7	8	26	172,7	8	51	28	1.729,3	130	125	26/6/1963
1964	59,4	4	20	24	49,2	7	19	12	236,9	16	61	19	700,7	25	150	16	336,1	25	75	10	277,9	20	63	4	183,4	24	30,4	7	198,9	28	48	10	188,8	21	25	8	19,2	4	12,5	30	5,7	3	3,2	15	45,1	5	25	23	2.301,3	182	150	16/4/1964
1965	123,7	11	31	13	0	0	0	1	75,6	5	22,8	14	204,8	15	40,4	3	296,2	18	82,4	31	336,7	26	80	13	100,7	25	9	16	257	15	106	8	80	7	26,4	26	71,6	7	27,3	7	53,8	4	20,4	9	33,7	7	11,1	27	1.633,8	140	105,99998	8/8/1965
1966	28,2	7	9,8	23	75,6	16	36,2	17	126,1	17	21,4	9	199,1	16	66,6	30	390,7	16	90	29	219,8	16	63,2	12	171,5	21	28,4	17	69,7	9	30	11	150,9	11	44,5	11	9,4	2	5,4	31	22,7	7	8,2	29	0	0	0	1	1.463,7	138	90	29/5/1966
1967	79,5	6	35	2	217,2	10	101	2	181,8	13	54,8	14	485,4	19	153	18	302,3	20	41	8	133,2	15	23	20	321,7	21	94	2	172	13	46,4	27	151,4	12	34,5	19	72,2	9	27	8	0	0	0	1	32,8	5	15,8	28	2.149,5	143	153	18/4/1967
1968	116	12	43	27	40,2	5	25	27	195,6	17	33,6	26	214,7	9	60,8	26	336,5	20	62	3	196,3	14	29,2	17	151,6	15	37	5	121,8	5	54	26	61,6	8	16,6	9	17,8	26	22,6	4	11,8	29	23,4	4	11,6	17	1.498,1	114	62	3/5/1968		
1969	44,6	8	17	22	56,8	6	21,3	1	124	11	33,6	15	297,4	11	85,5	14	334,3	20	55	19	337,2	17	65	23	535,2	23	126	13	45,4	6	15,4	10	98,8	7	38,8	24	33,2	5	13,4	20	33,8	3	22,2	22	21,6	3	17,3	26	1.962,3	120	125,800003	137/1969
1970	57	9	20	16	101,2	12	27,8	9	367	18	154	1	240,4	14	83,4	24	85	13	28,9	11	149,3	13	25	2	167,5	13	60,2	31	123,8	11	50,3	10	18,1	3	10,2	24	26,8	4	19	18	0	0	0	1	17,5	6	5,3	9	1.353,6	116	154,399994	1/3/1970
1971	34,7	7	11,8	12	15,3	5	8,5	28	70,3	9	19,4	24	208,1	12	52,1	15	383,8	19	70,5	21	150,2	14	26,3	27	328,4	16	72,4	25	76,1	7	27,8	13	187,8	6	87,3	22	136,4	6	50,6	14	22,9	3	10,2	8	9,4	2	8,6	7	1.623,4	106	87,3000031	22/9/1971
1972	17,9	2	13,2	23	83,4	9	37,2	27	68,8	8	21,9	31	446,1	12	84,4	25	434	15	95,6	31	336,8	16	114	1	160,8	13	29	7	291,2	14	93,4	20	53,4	7	14	26	83	5	66,6	22	27,6	2	22	30	6,5	2	5,4	16	2.009,5	105	113,599998	1/6/1972
1973	51,7	6	12,1	3	7,3	3	3	21	15,6	2	10	21	445,2	18	127	22	118,5	15	19,6	21	309,6	20	92,2	21	216,2	18	45,2	10	200,1	15	84,2	3	379,8	18	125	11	154,2	8	70	3	36,2	4	17	2	3,8	1	3,8	9	1.938,2	128	127	22/4/1973
1974	89,6	8	40,4	20	102,8	11	46	25	255,6	11	76,4	9	299,5	17	88	16	346,6	18	89,4	30	355,5	23	44,2	20	219,6	20	50	7	130,4	12	49,4	1	46,4	9	10,8	26	19	2	13,4	9	29,4	4	16,4	13	34	4	17,4	31	1.928,4	139	89,4000015	30/5/1974
1975	97	10	20,4	8	10,9	2	8,4	3	126,4	8	38	6	241	10	78,3	28	469,2	20	65	3	310,1	17	50,5	19	337,2	22	57,4	10	76,2	7	27,4	25	255,4	15	61	25	0	0	0	1	135,4	7	51	2	2.058,8	118	78,3000031	28/4/1975				
1976	22,1	5	6,4	6	250,5	10	72	26	131,9	10	49,1	30	230,1	17	68,3	18	231,7	16	60	28	226	14	89	4	134,2	9	25	20	99,1	10	31,3	26	35,1	6	16,2	8	204,5	13	54,3	7	61,6	4	20,2	26	33,3	5	12,3	1	1.660,1	119	89	4/6/1976
1977	72,3	9	28,1	19	225,3	12	61,4	25	134,2	9	42,4	21	193,9	11	40	28	641	20	90,4	21	414,3	14	59,2	6	360,1	18	56,2	8	124,1	9	26,1	16	176,9	8	54,3	21	185,3	10	73,4	17	3,2	2	2,1	13	43,7	4	20,1	13	2.574,3	126	90,4000015	21/5/1977
1978	13,7	3	7,4	24	187,7	8	51,1	27	189,9	8	84	20	278,5	13	57,4	23	421,8	13	75,2	11	288	10	62,2	17	326,9	18	46,3	10	135,8	12	25,1	5	120	8	50,3	28	14,5	3	5,3	5	16,7	4	9,3	10	92,7	4	30,2	2	2.086,2	104	84	20/3/1978
1979	54,9	3	27,2	24	114,7	7	30,4	7	143,4	13	26,2	12	291,4	9	75,1	25	278	17	75,1	2	230,5	9	56,2	10	166	18	22,1	17	90,8	12	20	27	122,8	12	25	2	14,5	5	8	24	32	7	20	19	0	0	0	1	1.539,0	112	75,0999985	25/4/1979

Obs.: A) - Instrumento medidor: Pluviômetro B) - Os dados dos anos mais representativos para elaboração das análises estatísticas C) - Posto que caracteriza o regime pluviométrico do trecho (método de THIESSEN), as alturas estão em acordo com mapas Isoietas.

HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO



ANO	janeiro			fevereiro			março			abril			maio			junho			julho			agosto			setembro			outubro			novembro			dezembro			Total (mm)	Dias de chuva	Máxima (mm)	Dia máxima												
	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)	P (mm)	Das chuva (mm)	Máx. (mm)																						
1977	72,3	9	28,1	19	225,3	12	61,4	25	134,2	9	42,4	21	193,9	11	40	28	641	20	90,4	21	414,3	14	59,2	6	360,1	18	56,2	8	124,1	9	26,1	16	176,9	8	54,3	21	185,3	10	73,4	17	3,2	2	2,1	13	43,7	4	20,1	13	2.574,3	126	90,4	21/5/1977

Gráfico 1 - Precipitações totais anuais.

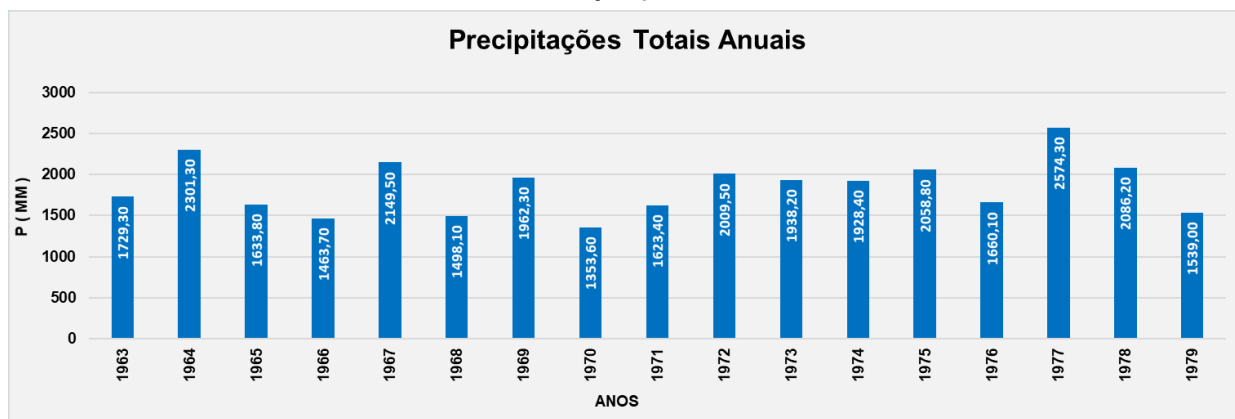


Gráfico 2 - Precipitações mínimas, médias e máximas mensais.

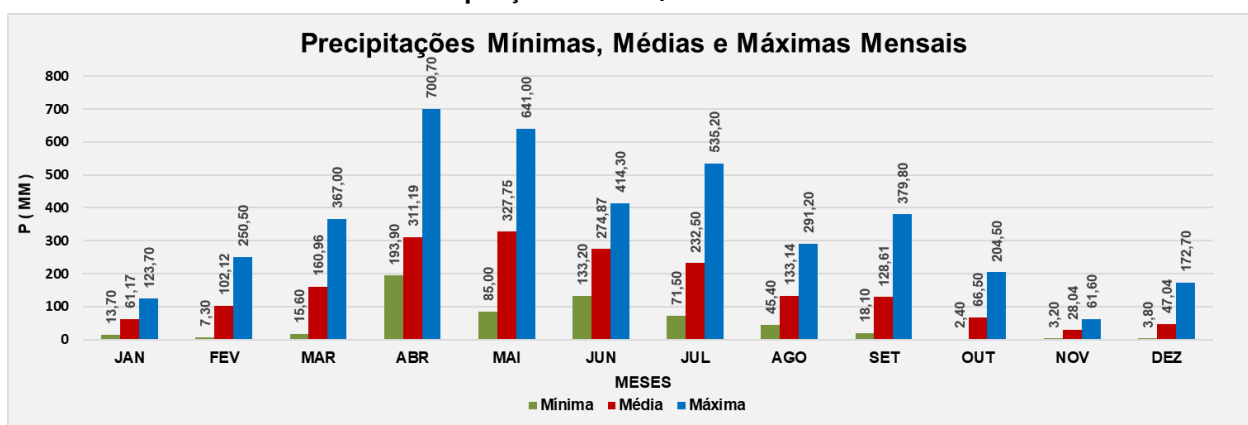
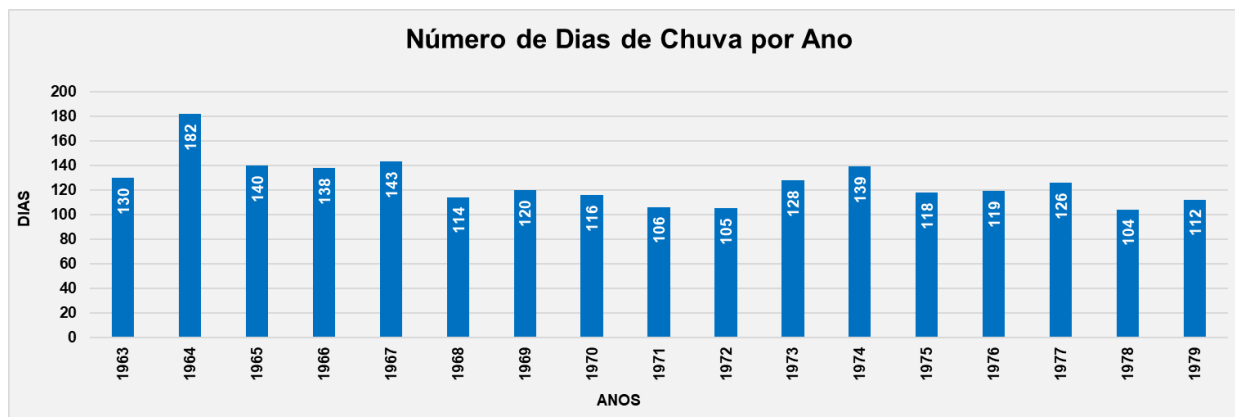


Gráfico 3 - Número de dias de chuva por ano.



TABELAS DOS CÁLCULOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

ESTAÇÃO : SAÚDE

CÓDIGO : 0935024

PERÍODO : 1963-1979

ENTIDADE : DNOCS

LATITUDE : -9,5333°

LONGITUDE : -35,6333°

[illegible]

Obs. : Método de "Probabilidade Extrema de Gumbel" - Manual de Hidrologia Básica para Estrutura de Drenagem - Publicação IPR 175 - 2005.

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	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,870	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
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641

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

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

$$\text{MÉDIA} \quad \bar{P} = \frac{\sum P}{17} = 105,88$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1}} = 28,83$$

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:

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

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (°)	P (mm)
5 anos	0,943	133,07
10 anos	1,664	153,85
15 anos	2,066	165,44
20 anos	2,355	173,77
25 anos	2,575	180,12
50 anos	3,25	199,58
100 anos	3,921	218,92
1.000 anos	-	283,99
10.000 anos	-	349,06

$$\bar{P} = 105,88$$

$\Sigma P = 1.799,90$

$$\Sigma (\bar{P} - P)^2 = 13.294,97$$

$$m - 1 = 16$$

$$\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1} = 830,94$$

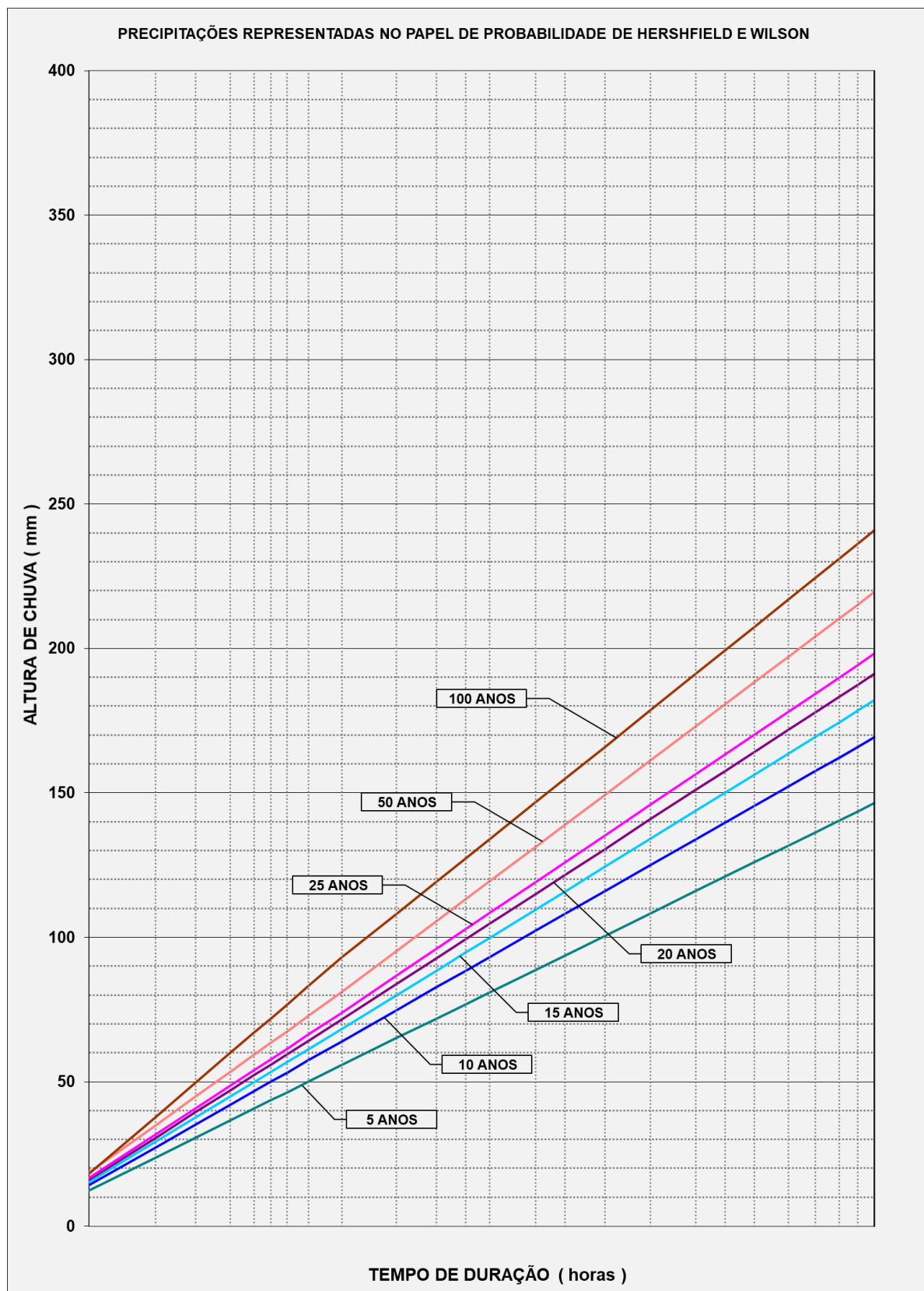
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1}} = 28,83$$

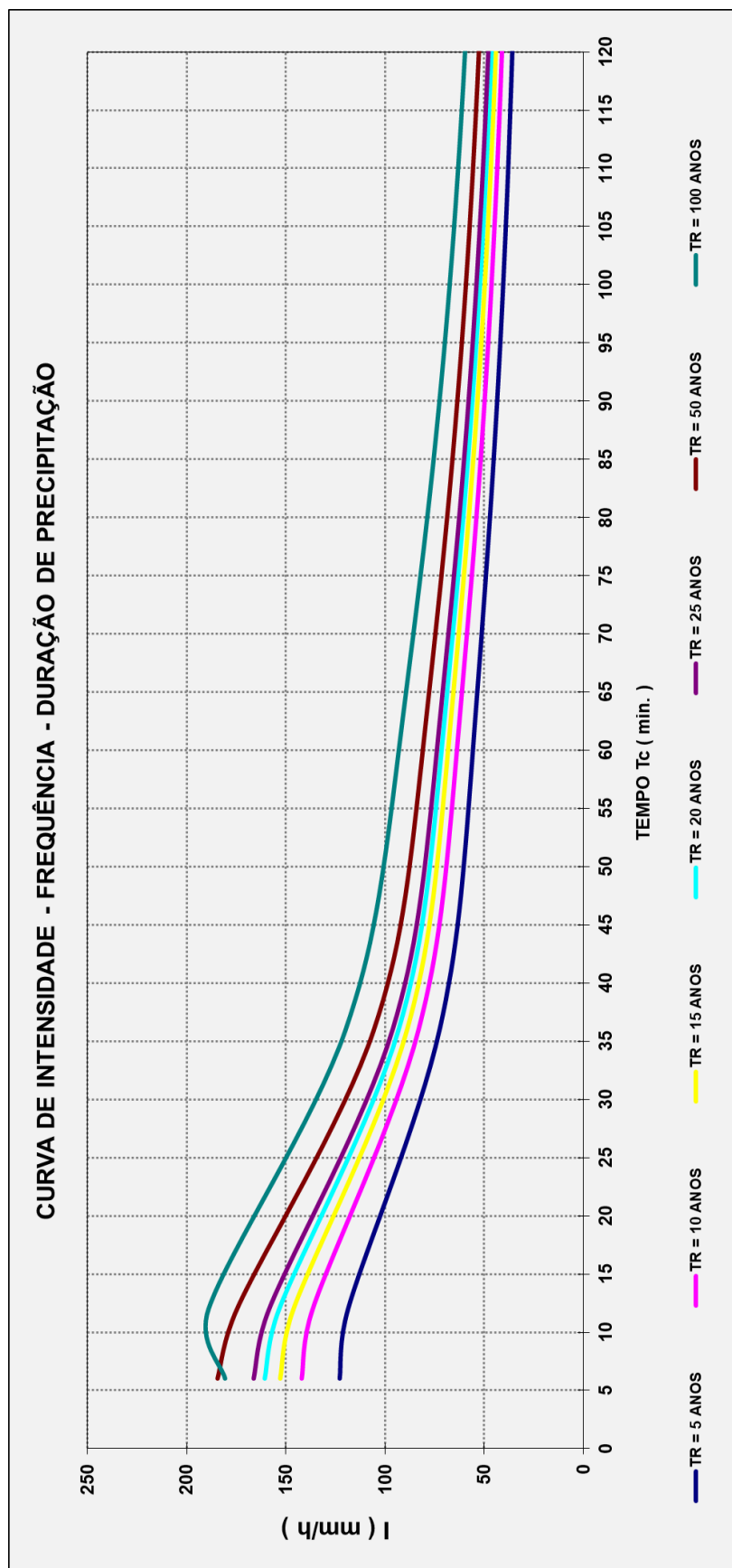
CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEN TE CHOW - P_{Tc} (mm)	
$P5 = 105,88 + 0,943 \times 28,83 = 133,07 \text{ mm}$	
$P10 = 105,88 + 1,664 \times 28,83 = 153,85 \text{ mm}$	
$P15 = 105,88 + 2,066 \times 28,83 = 165,44 \text{ mm}$	
$P20 = 105,88 + 2,355 \times 28,83 = 173,77 \text{ mm}$	
$P25 = 105,88 + 2,575 \times 28,83 = 180,12 \text{ mm}$	
$P50 = 105,88 + 3,25 \times 28,83 = 199,58 \text{ mm}$	
$P100 = 105,88 + 3,921 \times 28,83 = 218,92 \text{ mm}$	
$P1000 = P100 + (P100 - P10) = 283,99 \text{ mm}$	
$P10000 = P1000 + (P1000 - P100) = 349,06 \text{ mm}$	

ESTAZONA "B"												ESTAÇÃO: 0935024									
Tempo de Recorrência em anos		1 hora / 24 horas chuva (A)										Duração		Tempo de Recorrência							
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50			5	10	15	20	25	30	35	40
Porcentagem		38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	36,6	36,3	36,0	35,7	24 horas (C)		146,37	169,24	181,99	191,15	198,13	204,01	209,81	215,54
As isozonas B e C tipificam a zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves.												1 hora (D)		55,77	63,97	68,25	71,49	73,90	75,91	77,54	78,95
												6 minutos (E)		12,30	14,22	15,29	16,06	16,64	17,11	17,51	17,86
Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas												Notas: 1 - (C) = $P_{T(D)}$ (mm) x 1,10, onde $P_{T(D)}$ (mm) é dado pela fórmula de VEM TECHOW 2 - (D) = (C) x (A) 3 - (E) = (C) x (B)									

ESTAÇÃO: 0935024 - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA																					
Tempo de Recorrência		5 anos				10 anos				15 anos				20 anos				25 anos			
		P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
Tempo de Duração de Chuva																					
6 min.	(0,1 h)	12,30	122,95	14,22	142,16	15,29	152,87	16,06	160,57	16,64	166,43	17,11	174,53	17,51	178,85	17,86	182,19	18,11	185,52	18,36	188,85
12 min.	(0,2 h)	23,74	118,68	27,31	136,55	29,22	146,12	30,64	153,22	31,71	158,56	32,58	163,01	33,31	166,85	33,91	170,19	34,41	173,03	34,81	175,85
36 min.	(0,6 h)	43,50	72,51	49,94	83,23	53,31	88,84	55,85	93,09	57,75	96,25	59,25	100,01	60,41	103,01	61,41	105,60	62,31	107,51	63,11	109,21
60 min.	(1,0 h)	55,77	55,77	63,97	63,97	68,25	68,25	71,49	71,49	73,90	73,90	75,91	75,91	77,54	77,54	78,95	78,95	80,11	80,11	81,11	81,11
120 min.	(2,0 h)	71,81	35,90	82,60	41,30	88,38	44,19	92,67	46,34	95,89	47,95	99,01	49,01	101,51	101,51	103,51	103,51	105,01	105,01	106,01	106,01
240 min.	(4,0 h)	88,75	22,19	102,29	25,57	109,65	27,41	115,05	28,76	119,12	29,78	121,01	121,01	122,51	122,51	123,51	123,51	124,51	124,51	125,51	125,51
1440 min.	(24,0 h)	146,37	6,10	169,24	7,05	181,99	7,58	191,15	7,96	198,13	8,26	203,01	203,01	205,01	205,01	206,51	206,51	207,51	207,51	208,51	208,51

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





5.1 Projeto Geométrico

5.1.1 Introdução

O Projeto Geométrico foi desenvolvido de acordo com o disposto nas Instruções de serviço IS-208 - instruções de Serviço para Projeto Geométrico, sido adotadas as especificações preconizadas no Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT. Teve por objetivo a definição geométrica da rodovia, detalhando-a planialtimetricamente e determinado a geometria da seção transversal.

O máximo aproveitamento do traçado existente, no início do trecho, foi a condicionante que norteou a elaboração do projeto geométrico, o qual foi lançado a partir dos elementos constantes dos estudos topográficos efetuados.

5.1.2 Apresentação

O projeto Geométrico em planta e perfil está sendo apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, com as seguintes informações: Em planta:

- Indicação da linha locada com estacas marcadas a cada 20 (vinte) metros, ou menos quando necessário;
- Definição dos elementos cadastrais contidos na faixa do projeto;
- Desenho do relevo topográfico, com curvas de nível espaçadas de metro em metro;
- Indicação das amarrações dos PI's da linha locada.

Em perfil:

- Comprimento e percentagens das rampas;
- Comprimento das projeções horizontais e verticais de concordância;
- Estaqueamento da linha locada, com estacas indicadas de 20 em 20 metros.

5.2 Projeto de Terraplanagem

5.2.1 Considerações Gerais

O Projeto de Terraplenagem para este trecho viário foi desenvolvido de acordo com as Normas, Especificações e Instruções de Serviços (IS-209), atualmente em vigor, para trabalhos desta natureza e também com base nas informações provenientes dos estudos geotécnicos e do projeto geométrico.

Foi elaborado visando garantir uma largura de plataforma de terraplenagem suficiente para que, após a execução, seja implantada a pavimentação.

A implantação de terraplenagem implica na abordagem dos seguintes tópicos:

- Definição e quantificação dos serviços preliminares;
- Definição das seções típicas de terraplenagem;
- Determinação dos volumes de terraplenagem;
- Determinação dos volumes a serem substituídos nas camadas inferiores do subleito;
- Análise de terraplenagem e estudo da distribuição das massas;
- Determinação das distâncias de transporte;
- Elaboração dos memoriais de cálculo de terraplenagem;
- Quantificação dos serviços.

5.2.2 Nota de Serviço de Terraplenagem

A nota de serviço de terraplenagem é apresentada no **Volume 2**.

5.2.3 Movimento de Terra

Os volumes foram calculados no software AUTOCAD CIVIL 3D, pelo método da semissoma das áreas de corte ou aterro, em cada par de seções transversais relativas a duas estacas subsequentes e o volume total para cada segmento em corte e aterro.

A distribuição dos materiais foi feita analisando-se os resultados dos ensaios realizados com material do subleito e dos empréstimos, sua natureza, qualidade e distância de transporte.

Os volumes geométricos a serem movimentados são resumidos a seguir.

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA GERUSA RODRIGUES								
Estaca		Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume Acumulado de Corte (m³)	Volume Acumulado de Aterro (m³)	Diferença de Volumes Acumulados (m³)
0,00	+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	+	2,54	7,18	0,00	9,40	9,40	0,00	9,40
0,00	+	10,00	2,85	0,00	38,99	0,00	48,39	48,39
1,00	+	0,00	2,92	0,00	28,86	0,00	77,24	77,24
1,00	+	10,00	2,97	0,00	29,41	0,00	106,66	106,66
2,00	+	0,00	2,94	0,00	29,53	0,00	136,19	136,19
2,00	+	10,00	3,01	0,00	29,73	0,00	165,92	165,92
3,00	+	0,00	3,00	0,00	30,02	0,00	195,94	195,94
3,00	+	10,00	2,94	0,00	29,68	0,00	225,62	225,62
4,00	+	0,00	2,92	0,00	29,27	0,00	254,90	254,90
4,00	+	10,00	2,76	0,00	28,38	0,00	283,27	283,27
5,00	+	0,00	3,06	0,00	29,11	0,00	312,38	312,38
5,00	+	10,00	3,34	0,00	32,00	0,00	344,38	344,38
6,00	+	0,00	3,26	0,00	32,99	0,00	377,37	377,37
6,00	+	10,00	3,07	0,00	31,66	0,00	409,03	409,03
7,00	+	0,00	3,18	0,00	31,28	0,00	440,31	440,31
7,00	+	10,00	3,12	0,00	31,54	0,00	471,84	471,84
8,00	+	0,00	3,02	0,00	30,71	0,00	502,55	502,55
8,00	+	10,00	2,98	0,00	29,99	0,00	532,55	532,55
9,00	+	0,00	3,07	0,00	30,28	0,00	562,82	562,82
9,00	+	10,00	3,12	0,00	30,97	0,00	593,80	593,80
10,00	+	0,00	3,03	0,00	30,77	0,00	624,57	624,57
10,00	+	10,00	3,06	0,00	30,47	0,00	655,04	655,04
11,00	+	0,00	3,17	0,00	31,18	0,00	686,22	686,22
11,00	+	10,00	3,23	0,00	32,04	0,00	718,26	718,26
12,00	+	0,00	3,55	0,00	33,92	0,00	752,18	752,18
12,00	+	10,00	3,61	0,00	35,78	0,00	787,97	787,97
13,00	+	0,00	3,44	0,00	35,25	0,00	823,22	823,22
13,00	+	10,00	3,19	0,00	33,16	0,00	856,38	856,38
14,00	+	0,00	3,37	0,00	32,80	0,00	889,18	889,18
14,00	+	10,00	3,30	0,00	33,36	0,00	922,54	922,54
15,00	+	0,00	3,13	0,00	32,16	0,00	954,70	954,70
15,00	+	10,00	3,04	0,00	30,84	0,00	985,54	985,54
16,00	+	0,00	3,17	0,00	31,03	0,00	1.016,57	1.016,57
16,00	+	10,00	3,28	0,00	32,24	0,00	1.048,81	1.048,81
17,00	+	0,00	3,18	0,00	32,29	0,00	1.081,10	1.081,10
17,00	+	10,00	3,17	0,00	31,78	0,00	1.112,88	1.112,88
18,00	+	0,00	3,21	0,00	31,90	0,00	1.144,78	1.144,78
18,00	+	10,00	3,22	0,00	32,11	0,00	1.176,89	1.176,89
19,00	+	0,00	3,00	0,00	31,08	0,00	1.207,97	1.207,97
19,00	+	10,00	2,30	0,00	26,48	0,00	1.234,45	1.234,45
20,00	+	0,00	3,12	0,00	27,10	0,00	1.261,55	1.261,55
20,00	+	10,00	3,64	0,00	33,83	0,00	1.295,38	1.295,38
21,00	+	0,00	3,69	0,00	36,63	0,00	1.332,01	1.332,01
21,00	+	10,00	3,37	0,00	35,27	0,00	1.367,27	1.367,27
22,00	+	0,00	3,37	0,00	33,67	0,00	1.400,95	1.400,95
22,00	+	10,00	3,29	0,00	33,27	0,00	1.434,22	1.434,22
23,00	+	0,00	3,21	0,00	32,47	0,00	1.466,69	1.466,69
23,00	+	10,00	3,12	0,00	31,66	0,00	1.498,34	1.498,34
24,00	+	0,00	3,02	0,00	30,73	0,00	1.529,07	1.529,07
24,00	+	10,00	3,11	0,00	30,66	0,00	1.559,73	1.559,73
25,00	+	0,00	3,05	0,00	30,82	0,00	1.590,56	1.590,56
25,00	+	10,00	3,07	0,00	30,62	0,00	1.621,18	1.621,18
26,00	+	0,00	0,00	0,00	15,36	0,00	1.636,54	1.636,54
26,00	+	10,00	3,19	0,00	15,97	0,00	1.652,50	1.652,50
27,00	+	0,00	3,23	0,00	32,14	0,00	1.684,64	1.684,64
27,00	+	10,00	3,31	0,00	32,70	0,00	1.717,34	1.717,34
28,00	+	0,00	3,28	0,00	32,93	0,00	1.750,27	1.750,27
28,00	+	10,00	3,36	0,00	33,20	0,00	1.783,47	1.783,47
29,00	+	0,00	3,51	0,00	34,34	0,00	1.817,81	1.817,81
29,00	+	10,00	3,60	0,00	35,52	0,00	1.853,33	1.853,33
30,00	+	0,00	3,55	0,00	35,76	0,00	1.889,09	1.889,09
30,00	+	10,00	3,39	0,00	34,74	0,00	1.923,83	1.923,83
31,00	+	0,00	3,21	0,00	33,00	0,00	1.956,83	1.956,83
31,00	+	10,00	3,24	0,00	32,24	0,00	1.989,06	1.989,06
32,00	+	0,00	3,31	0,00	32,76	0,00	2.021,83	2.021,83
32,00	+	10,00	3,42	0,00	33,68	0,00	2.055,51	2.055,51
33,00	+	0,00	3,43	0,00	34,29	0,00	2.089,80	2.089,80
33,00	+	10,00	3,49	0,00	34,60	0,00	2.124,40	2.124,40
34,00	+	0,00	3,57	0,00	35,30	0,00	2.159,70	2.159,70
34,00	+	10,00	3,56	0,00	35,64	0,00	2.195,33	2.195,33
35,00	+	0,00	3,51	0,00	35,33	0,00	2.230,67	2.230,67
35,00	+	10,00	3,43	0,00	34,73	0,00	2.265,39	2.265,39
36,00	+	0,00	3,40	0,00	34,19	0,00	2.299,59	2.299,59
36,00	+	10,00	3,31	0,00	33,56	0,00	2.333,15	2.333,15
37,00	+	0,00	3,21	0,00	32,60	0,00	2.365,75	2.365,75
37,00	+	10,00	3,34	0,00	32,77	0,00	2.398,52	2.398,52
38,00	+	0,00	3,21	0,00	32,74	0,00	2.431,25	2.431,25
38,00	+	10,00	3,23	0,00	32,20	0,00	2.463,45	2.463,45
39,00	+	0,00	3,28	0,00	32,58	0,00	2.496,03	2.496,03
39,00	+	10,00	3,41	0,00	33,45	0,00	2.529,48	2.529,48
40,00	+	0,00	3,37	0,00	33,89	0,00	2.563,37	2.563,37
40,00	+	9,13	3,10	0,00	29,52	0,00	2.592,89	2.592,89

Determinação do Fator de Empolamento

Para todo o volume de terraplenagem foi adotado o fator de empolamento de 1,25, conforme recomendação do DNIT.

5.2.4 Memorial de Distribuição de Material

A distribuição de materiais e o resumo da distribuição são apresentadas no **Volume 2**.

5.3 Projeto de Drenagem

5.3.1 Metodologia

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.

5.3.2 Projeto Tipo

No projeto foi adotado dispositivos que atendem aos projetos-tipo constantes do Álbum de Projetos Tipo de Drenagem 2018 (DNIT), e os demais dispositivos são apresentados projetos-tipo dimensionados especificamente.

5.3.3 Dimensionamento Hidráulico

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 e bocas de lobos.

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

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I} < V_c$$

onde:

V = velocidade do escoamento em m/s;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

R = raio hidráulico, em m;

(A = área molhada, em m; P = perímetro molhado, em m);

I = declividade máxima admissível, em m/m;

Vc = velocidade máxima admissível, em m/s.

Tabela 17 - Coeficiente de Manning.

MATERIAL	n
Concreto liso	0,01
Concreto rústico	0,015
Aço corrugado	0,015
Pedra arrumada ou rip-rap	0,022
Canais regulares em terra	0,02
Canais irregulares em terra	0,033
Superfícies gramadas	0,03

Utilizou-se, também, a equação da continuidade: $Q = A \times V$, onde: A = área da seção molhada do canal em m², e V = velocidade do escoamento em m/s. Combinando-se a fórmula de Manning com a equação da continuidade, tem-se:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$$

5.3.4 Drenagem Superficial

5.3.4.1 Generalidades

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.

As localizações destas obras foram determinadas levando-se em conta o comprimento, declividade das rampas, alturas e extensões de cortes e aterros, bem como a localização dos pontos de passagens e pontos de inflexão vertical.

5.3.4.2 Composição

O sistema de drenagem superficial e profunda foi projetado de forma a permitir um rápido escoamento das águas pluviais que incidem sobre o corpo estradal e áreas contíguas.

Este sistema é composto de sarjeta, meio-fio, poços de visita, galerias retangulares de bordos, galerias circulares e retangulares no eixo da via, bocas de lobo, entrada d'água, descida de aterro e dissipadores.

5.3.4.3 Dimensionamento

O dimensionamento de valetas e sarjetas consiste na determinação da máxima extensão admissível até a qual não ocorre transbordamento das mesmas. Esta extensão está condicionada à capacidade de vazão, que por sua vez está condicionada com a forma e a declividade de implantação destes dispositivos.

5.3.4.4 Tempo de concentração e de recorrência

O tempo de concentração foi calculado pela fórmula de Kirpich, com valor mínimo pré-fixado em 6 minutos e o tempo de recorrência utilizado nos cálculos das precipitações, para o projeto dos dispositivos de drenagem superficial, foi de 10 anos.

5.3.4.5 Intensidade de precipitação

A intensidade de precipitação mm/h utilizada no projeto dos dispositivos de drenagem é obtida do Estudo Hidrológico anteriormente apresentado.

5.3.4.6 Áreas de contribuição

Fixadas em função da geometria das bacias de contribuição estipulada pela área de implúvio estabelecida pelas larguras da pista, acostamentos, canteiros, faixas de segurança, altura de corte e afastamento de valetas de proteção de corte.

5.3.4.7 Determinação da vazão de contribuição

A vazão de contribuição foi determinada através da fórmula do método racional:

$$Q_0 = \frac{C \times I \times A_d}{360}$$

Onde:

Q_0 = Vazão em metros cúbicos por segundo;

I = intensidade de precipitação em mm/h;

A_d = área de contribuição, sendo considerada a largura média de contribuição (Impluvium) e a extensão do dispositivo, em hectares;

C = coeficiente de escoamento superficial (runoff).

5.3.4.8 Determinação da capacidade máxima de vazão

No estudo hidráulico dos canais para drenagem superficial foram feitas algumas simplificações, sem perda de qualidade dos resultados, com o intuito de reduzir o projeto de cada dispositivo.

Admitiu-se que o escoamento é permanente e uniforme e utilizou para o cálculo, a fórmula de Manning, associada a equação da continuidade. Para considerar eventuais reduções de vazão (seja por assoreamento ou outros motivos), não se deve considerar seção de vazão maior que 85% da seção transversal do dispositivo.

A comparação entre os valores da descarga máxima com os da descarga afluente unitária de cada dispositivo possibilita a fixação dos comprimentos críticos de utilização e o posicionamento dos elementos de sangria dos deflúvios. Desta forma, conhecendo-se as características das seções de vazão dos dispositivos adotados, estabeleceu-se a descarga máxima permissível para a declividade I , de cada segmento de obra, o que permite determinar o comprimento crítico pela expressão:

$$L_{\max} = \frac{Q_{\max}}{q}$$

Onde:

L = comprimento crítico de cada segmento de declividade I ;

Q_{\max} = descarga máxima permissível do segmento para a declividade I ;

q = descarga específica, em m³/s.

5.3.4.9 Fator de redução da capacidade de vazão

Dispositivos de drenagem com baixa declividade não proporcionam drenagem eficiente, devido a baixa velocidade da água nos mesmos que provoca a sedimentação de materiais em suspensão. No caso destes dispositivos, aplica-se um fator de redução da capacidade máxima de vazão calculada, para compensar os problemas de sedimentação de materiais em suspensão, que ocorrem nestes casos. Tais fatores de redução são os seguintes:

Tabela 18 - Fator de redução da descarga em função da declividade.

Declividade	Fator de Redução
< 0,40 %	Não permite boa drenagem
0,40%	0,5
>0,6%	0,85

5.3.4.10 Tipos de revestimento

Estudados em função dos materiais disponíveis, em atendimento a critérios técnicos de desempenho hidráulico e resistência a erosão, sendo em princípio estudados com concreto.

5.3.4.11 Velocidade Admissível

No dimensionamento de cada dispositivo de drenagem estudado ou projetado tem-se por condicionante o fator velocidade, a qual não deve ultrapassar certos padrões de utilização, função do tipo de revestimento utilizado, para não causar erosão das paredes dos canais. Sendo assim as velocidades máximas recomendadas para os diversos tipos de

Tabela 19 - Velocidade Máxima Admissível

Material	Velocidade Máxima Admissível (m/s)	Material	Velocidade Máxima Admissível (m/s)
Argila dura	1,1	Revest. de concreto	4,5
Areia fina	0,35	Revest. Betuminoso	4
Areia grossa	0,5	Solo cimento	2
Cascalho fino	0,8	Gabiões	2,5
Cascalho	1,5	Alvenaria	2,5
Revest. Veget. (Gramma)	1,5	Rocha sã	4

Quando a velocidade de escoamento ultrapassar à máxima, ou seja, à velocidade inicial de erosão, estudou-se modificações nos dispositivos padrões (mudança no revestimento, forma, etc.).

As velocidades máximas admissíveis para os dispositivos de drenagem com revestimento vegetal uniforme de diversos tipos e boa manutenção:

Tabela 20 - Velocidade Admissível para Revestimento Vegetal.

Cobertura	Faixa de Declividade (%)	Velocidade Admissível (m/s)	
		Solos Resistentes a Erosão	Solos Facilmente Erodíveis
Capim de burro	0 – 5	1,8	1,5
Capim Angola	5 – 10	1,5	1,2
Capim Cevadinha; Capim do Campo	> 10	1,2	0,9
Mistura de Gramas	0 – 5	1,2	0,9
	5 – 10	0,9	0,8
Leguminosas; Capim Mimoso; Alfafa; Capim Pé de Galinha; Capim Sudão	0 – 5	0,9	0,6

No dimensionamento dos dispositivos de drenagem tem-se, também, por condicionante a velocidade mínima de 0,60m/s e a velocidade máxima suportada pelo revestimento. No projeto considerou-se as seguintes velocidades abaixo das quais se dá a sedimentação dos elementos sólidos em suspensão na água:

Tabela 21 - Velocidade Mínima de Sedimentação.

Material	Velocidade mínima (m/s)
Argila	0,008
Areia fina/grossa	0,16 / 0,21
Cascalho fino	0,32
Cascalho	0,65

5.3.4.12 Coeficiente de Escoamento

Caracterizado basicamente em função da permeabilidade das áreas expostas e ponderados, segundo o valor das mesmas, tomando-se os valores:

Tabela 22 - Coeficiente de Escoamento.

Superfície	C
Terreno natural	0,30 a 0,40 (de acordo com maior ou menor percentual de areia ou argila)
Talude	0,60 a 0,70 (segundo as mesmas características anteriores)
Plataforma	0,9

5.3.5 Resultados do Dimensionamento Rede de Galerias

5.3.6 Dispositivos Superficiais

Os detalhes construtivos destes dispositivos de drenagem superficial encontram-se apresentados em desenho específico contido no **Volume 2**.

5.3.7 Nota de Serviço Drenagem Superficial

As notas de serviço de drenagem superficial são apresentadas no **Volume 02**.

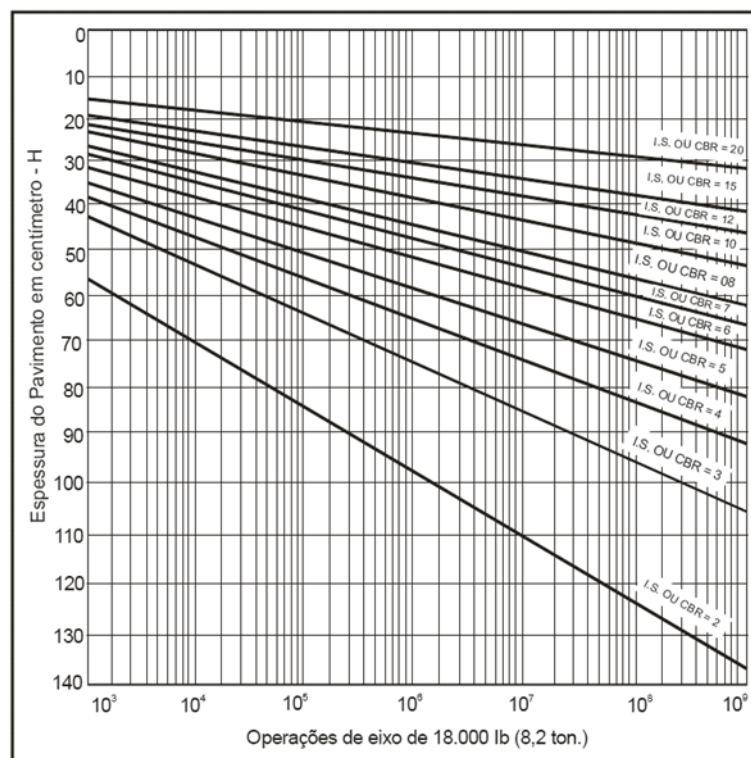
5.4 Projeto de Pavimentação

O Projeto de pavimentação consiste no conjunto de estudos e projetos desenvolvidos com o objetivo primordial de implantar uma estrutura de pavimento, de tal forma que a estrutura resultante possa economicamente suportar a repetição das cargas por eixo incidentes, em condições de segurança e conforto para o usuário, durante o período de projeto. Este projeto contempla solução em pavimento flexível.

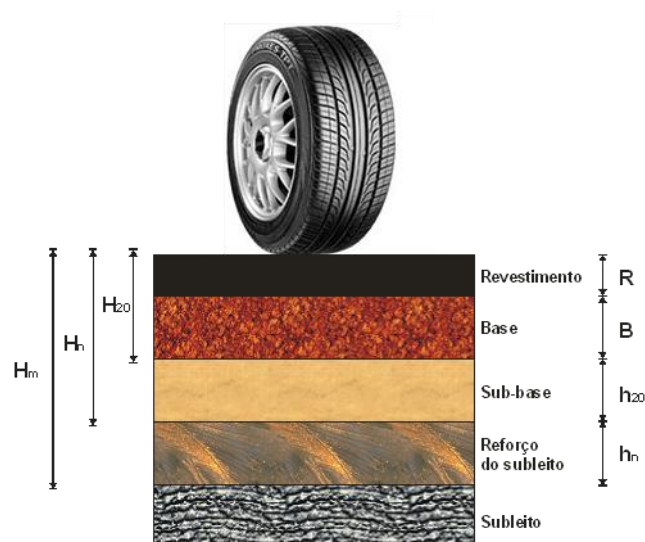
5.4.1 Dimensionamento do Pavimento Flexível

Os elementos básicos considerados no dimensionamento do pavimento flexível são os valores do CBR do subleito e do número "N". O método de dimensionamento do DNER do Engº Murilo Lopes de Souza faz algumas recomendações quanto aos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais e quanto às espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

Este método é uma variante do critério do CBR, simulando os efeitos de repetições de um eixo-padrão de 18.000 libras (80 kN), tendo sido concebido pelo Prof. Murilo Lopes de Souza, do Instituto Militar de Engenharia, no Rio de Janeiro, em meados de 1960, com última edição em 1981. O autor empregou, em sua concepção, as mesmas formulações adotadas por Turnbull et. al. (1962), com pequenas adaptações, quanto à variação de carga com a profundidade e adoção de uma carga única em vez de um par de rodas duplas, consolidado no ábaco apresentado a seguir. O número de repetições de carga do eixo-padrão de 80 kN, durante o período de projeto estabelecido, é calculado com base nos fatores de equivalência de carga do próprio método do DNIT (Souza, 1981).



Definidos os valores estatísticos de CBR do subleito e da camada de reforço do subleito (caso venha a ser utilizada), para um trecho homogêneo, o dimensionamento é realizado com base no ábaco acima ilustrado, tendo sempre em conta que, para as camadas de base e sub-base, são exigidos pelo método, valores mínimos de CBR, respectivamente de 60% e 20%, para o tráfego estipulado neste projeto. O dimensionamento é feito mediante a resolução sucessiva das inequações apresentadas a seguir:



$$R \cdot k_R + B \cdot k_B \geq H_{20}$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S \geq H_n$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S + h_n \cdot k_n \geq H_m$$

Onde:

R = espessura do revestimento;

B = espessura da camada de base;

H20 = espessura sobre a sub-base;

h20 = espessura da sub-base;

Hn = espessura sobre o reforço do subleito;

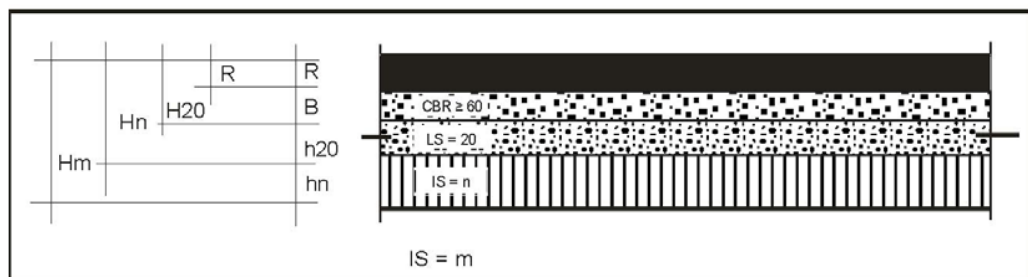
hn = espessura do reforço do subleito;

Hm = espessura do pavimento;

KR, KB, KS Kn = coeficientes de equivalência estrutural.

As curvas de dimensionamento apresentadas no ábaco de dimensionamento podem ser consolidadas em uma única expressão obtida por regressão linear múltipla, conforme segue:

$$H_m = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$



Nas inequações apresentadas anteriormente, kR, kB, kS, kn são os coeficientes de equivalência estrutural dos materiais de revestimento, base, sub-base e reforço do subleito, respectivamente. Os valores de espessuras das camadas são, assim também, respectivamente, R, B, h20 e hn. As espessuras H20, Hn e Hm, respectivamente, espessuras equivalentes, em referência a brita graduada, sobre a sub-base, o reforço do subleito e o subleito, são determinadas em função do CBR dessas camadas (a de sub-base tem sempre CBR fixado em 20%) e do número de repetições do eixo equivalente.

Os coeficientes estruturais a serem utilizados no método do DNIT, são aqueles indicados na Tabela apresentada a seguir. Os coeficientes estruturais dos materiais utilizáveis nas camadas do pavimento são:

Com relação à escolha do tipo e espessura de revestimento, o método recomenda a escolha em função do valor do número "N".

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 podido observar.

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

5.4.1.1 Dimenssionamento

O pavimento foi dimensionado conforme o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis de autoria do Engº Murillo Lopes de Souza.

a) Número n

Para efeito de dimensionamento, considerou-se o valor do Número **$N = 1,40 \times 10^5$** , conforme o memorial de cálculo do número N apresentado no item 3.1 – Estudos de Tráfego.

b) Índice de suporte do subleito

A capacidade de suporte do subleito foi definida no âmbito dos estudos geotécnicos, a partir das análises estatísticas efetuadas para o segmento homogêneo. O segmento apresentou, conforme apresentado no item 3.3 – Estudos Geotécnicos, o valor de ISCprojeto (C.B.R) = **6,95%**.

c) Concepção das camadas do pavimento

Previamente à execução do dimensionamento do pavimento, abaixo foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e seus respectivos coeficientes de equivalência estrutural (k):

- Sub-base granular: $k = 1,00$
- Base granular: $k = 1,00$
- Tratamento Superficial Duplo: $k = 1,2$
- Base ou Revestimento em CBUQ: $k = 2,00$

Na sequência apresenta-se o dimensionamento da estrutura do pavimento flexível.

Página 342

Assim, a estrutura definida para a via será a seguinte:

- Revestimento: CBUQ, com espessura de 4,0 cm;
- Pintura de ligação RR-1C
- Imprimação CM-30;
- Base: BGS, com 15,0 cm de espessura;
- Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura solo com 20,0 cm de espessura.

d) Taxa de Aplicação do Ligante

A taxa de Aplicação dos ligantes asfálticos deverá seguir as recomendações da Norma DNIT 031/2006 – ES.

A composição do concreto asfáltico deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria (DNER-ME 083) e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura. Onde descrevemos os intervalos de aplicação, conforme tabela a seguir:

Tabela 23 – Taxa de ligantes asfálticos

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

Fonte: Norma DNIT 031/2006 – ES

5.4.2 Seção Transversal de Pavimentação

A seção transversal de pavimentação é apresentada no **Volume 2**.

5.4.3 Nota de Serviço de Pavimentação

As notas de serviço de pavimentação são apresentadas no **Volume 02**.

5.5 Projeto de Sinalização

5.5.1 Metodologia

Na elaboração do Projeto da Sinalização, empregou-se a seguinte Metodologia:

- Análise do Projetos Geométrico;
- Obediência ao disposto no Manual de Sinalização do DNIT e Código Brasileiro de Trânsito;

5.5.2 Sinalização Horizontal

Define-se a sinalização rodoviária horizontal como o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma rodovia, de acordo com um projeto desenvolvido, para propiciar condições adequadas de segurança e conforto aos usuários.

Para a sinalização horizontal proporcionar segurança e conforto aos usuários deve cumprir as seguintes funções:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar os deslocamentos dos veículos, em função das condições de geometria da via (traçado em planta e perfil longitudinal), dos obstáculos e de impedâncias decorrentes de travessias urbanas e áreas ambientais;
- Complementar e enfatizar as mensagens transmitidas pela sinalização vertical indicativa, de regulamentação e de advertência;
- Regular os casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro, mesmo na ausência de placas de sinalização vertical, em especial a proibição de ultrapassagem (Artigo 203, inciso V);
- Transmitir mensagens claras e simples;
- Possibilitar tempo adequado para uma ação correspondente; e
- Atender a uma real necessidade.

5.5.3 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 regulamentação – são utilizados para regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que governam o uso da via;
- Placa de identificação de rua – placas indicativas para identificações das ruas locais.

5.5.4 Sinalização de Obra

A sinalização de obras consiste num conjunto de placas e dispositivos com características visuais próprias, cuja função principal é garantir segurança dos usuários e trabalhadores e a fluidez do tráfego.

Seguindo esse pressuposto, uma sinalização para as obras em rodovias deve:

- Advertir, com a necessária antecedência, a existência de obras ou situações de emergência adiante e a situação que se verificará na pista de rolamento;
- Regular a velocidade e outras condições para a circulação segura;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, evitar acidentes e minimizar congestionamento;
- Fornecer informações corretas, claras e padronizadas aos usuários da via.

5.5.5 Dispositivos de sinalização

Os detalhes são apresentados no **Volume 2**.

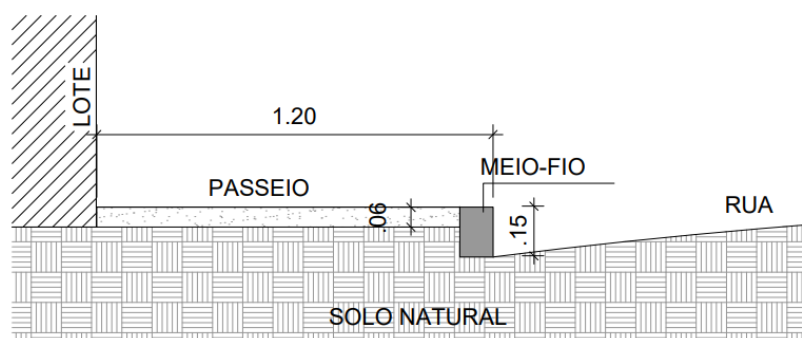
5.5.6 Nota de serviço de sinalização

As notas de serviço de sinalização são apresentadas no **Volume 02**.

5.6 Projeto de Obras Complementares

5.6.1 Passeio em Concreto

Foi adotado no projeto passeio em concreto com largura de 1,2 metros e 6 centímetros de espessura. As calçadas danificadas com o decorrer da obra serão requalificadas.



Seção Tipo Passeio

5.6.2 Rampas de Acesso e Pisos Tátil

Para atender os requisitos de acessibilidade, foram locadas rampas de acesso ao longo dos passeios. São dois tipos para casos de meio de quadra e esquinas, que conta com rebaixo e ambas com implantação de piso tátil direcional e de alerta. O desenho das rampas baseia-se na NBR9050/2015 e NBR16537/2016.

5.6.3 Notas de Serviços de Obras Complementares

A nota de serviço de terraplenagem é apresentada no **Volume 2**.

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

6.1 Especificações técnicas

6.1.1 Terraplenagem

- 104-2009 - Serviços preliminares
- 105-2009 - Caminhos de serviço
- 106-2009 - Cortes
- 107-2009 – Empréstimos
- 108-2009 – Aterros

6.1.2 Pavimentação

- 137-2010 - Regularização do subleito
- 139-2010 - Sub-base estabilizada granulometricamente
- 141-2010 - Base estabilizada granulometricamente
- 144-2010 - Imprimação
- 145-2010 - Pintura de ligação
- 148-2010 – Tratamento Superficial Duplo, com Capa Selante (TSD)
- 031-2006 - Concreto Betuminoso Usinado a Quente

6.1.3 Drenagem

- 023-2006 - Bueiros tubulares de concreto
- 025-2006 - Bueiro celular de concreto
- 018-2006 - Sarjetas e valetas
- 020-2006 - Meios-fios e guias
- 021-2004 - Entradas e descidas d'água
- 122-2009 - Estruturas de concreto armado

6.1.4 Obras complementares

- 099-2009 - Cercas de arame farpado
- 100-2009 - Sinalização horizontal
- 101-2009 - Sinalização vertical
- 9050-2015 – Rampas de acessibilidade