



**PREFEITURA DE MACEIÓ**

**SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA**



# **ELABORAÇÃO ESTUDOS, ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, MEMÓRIAS DE CÁLCULO DOS DIMENSIONAMENTOS E DIVERSAS INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES DO PROJETO**

## **VOLUME 01: RELATÓRIO DO PROJETO**

**PROJETO:** IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM EM  
DIVERSAS RUAS – LITORAL NORTE REMANESCENTE

**LOCAL:** PRAIA DA SEREIA, MACEIÓ/AL

**DATA:** 08/08/2022



**PREFEITURA DE MACEIÓ**  
**SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA**



**Prefeitura de Maceió**  
**Secretaria Municipal de Infraestrutura**

**VOLUME 1**  
**RELATÓRIO DE PROJETO**

**Agosto de 2022**



## **Sumário**

1	APRESENTAÇÃO .....	8
2	MAPA DE SITUAÇÃO .....	10
3	ESTUDOS TÉCNICOS .....	12
3.1	Estudos de Tráfego .....	13
3.1.1	Introdução.....	13
3.1.2	Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego .....	14
3.1.3	Estudo para a estimativa de “N” para o dimensionamento de Pavimento em vias de tráfego leve. ....	14
3.2	Estudos Topográficos.....	18
3.2.1	Objetivo.....	18
3.2.2	Metodologia .....	18
3.3	Estudo Geotécnico .....	19
3.3.1	Metodologia do estudo .....	19
3.3.2	Ocorrências de Materiais para Pavimentação .....	20
3.3.3	Apresentação de Resultados dos Ensaios .....	21
3.4	Estudo Hidrológico .....	34
3.4.1	Coletas de Dados .....	34
3.4.2	Característica da Região .....	35
3.4.3	Regime Pluviométrico da Região.....	36
4	PROJETOS .....	44
4.1	Projeto Geométrico .....	45
4.1.1	Introdução.....	45
4.1.2	Apresentação.....	45
4.2	Projeto de Terraplenagem.....	46



4.2.1	Considerações Gerais .....	46
4.2.2	Nota de Serviço de Terraplenagem .....	46
4.2.3	Movimento de Terra.....	46
4.2.4	Determinação do Fator de Empolamento .....	48
4.2.5	Memorial de Distribuição de Material.....	48
4.3	Projeto de Drenagem .....	48
4.3.1	Metodologia .....	48
4.3.2	Projeto-Tipo .....	48
4.3.3	Dimensionamento Hidráulico .....	48
4.3.4	Drenagem Superficial .....	49
4.3.5	Resultados do Dimensionamento Rede de Galerias .....	55
4.3.6	Dispositivos superficiais.....	55
4.3.7	Nota de Serviço Drenagem Superficial .....	55
4.4	Projeto de Pavimentação .....	55
4.4.1	Dimensionamento do Pavimento Flexível.....	55
4.4.2	Dimensioamento para pavimento paralelo (OPÇÃO 02) .....	62
4.4.3	Seção transversal de pavimentação.....	62
4.4.4	Nota de Serviço de Pavimentação.....	62
4.5	Projeto de Sinalização.....	63
4.5.1	Metodologia .....	63
4.5.2	Sinalização Horizontal .....	63
4.5.3	Sinalização de Vertical .....	64
4.5.4	Sinalização de Obra .....	64
4.5.5	Dispositivos de sinalização .....	64
4.5.6	Nota de serviço de sinalização .....	64
4.6	Projeto de Obras Complementares .....	65



4.6.1	Passeio em Concreto .....	65
4.6.2	Rampas de Acesso.....	65
4.6.3	Notas de Serviços de Obras Complementares.....	65
5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	66
5.1	Especificações técnicas .....	67
5.1.1	Terraplenagem .....	67
5.1.2	Pavimentação.....	67
5.1.3	Drenagem.....	67
5.1.4	Obras complementares .....	67



Tabela 1 - Classificação das vias e parâmetros de tráfego.....	13
Tabela 2 - Cargas e fatores de equivalência - Caminhão Médio 2C. ....	15
Tabela 3 - Cargas e fatores de equivalência - Ônibus.....	16
Tabela 4 - Distribuição de veículos de carga e ônibus. ....	16
Tabela 5 - Fator de equivalência para vias urbanas típicas. ....	17
Tabela 6 - Quadro resumo de DMT (Sereia).....	20
Tabela 7 – Estudo estatístico dos ensaios dos subleitos. ....	21
Tabela 8 - Ensaio de Compactação (Amostra 01 - Subleito).....	22
Tabela 9 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 01 - Subleito). ....	23
Tabela 10 - Análise Granulométrica (Amostra 01 - Subleito). ....	24
Tabela 11 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 01 - Subleito).....	25
Tabela 12 - Ensaio de Compactação (Amostra 02 - Subleito).....	26
Tabela 13 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 02 - Subleito).....	27
Tabela 14 - Análise Granulométrica (Amostra 02 - Subleito). ....	28
Tabela 15 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 02 - Subleito).....	29
Tabela 16 - Ensaio de Compactação (Amostra 03 - Subleito).....	30
Tabela 17 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 03 - Subleito).....	31
Tabela 18 - Análise Granulométrica (Amostra 03 - Subleito). ....	32
Tabela 19 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 03 - Subleito).....	33
Tabela 20 - Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais.....	38
Tabela 21 - Coeficiente de Manning.....	49
Tabela 22 - Fator de redução da descarga em função da declividade.....	52



Tabela 23 - Velocidade Máxima Admissível.....	53
Tabela 24 - Velocidade Admissível para Revestimento Vegetal. ....	53
Tabela 25 - Velocidade Mínima de Sedimentação. ....	54
Tabela 26 - Coeficiente de Escoamento.....	54



**PREFEITURA DE MACEIÓ**  
**SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA**



# **1 APRESENTAÇÃO**





A Prefeitura Municipal de Maceió apresenta o Volume 01 – Relatório de Projeto Básico de Implantação, Pavimentação e Drenagem de Vias Locais.

- Empreendimento: Conforme apresentaremos no Volume 02.

<b>RUAS PROJETADAS - PRAIA DA SEREIA</b>		
<b>Logradouro</b>	<b>Extensão (m)</b>	<b>Largura (m)</b>
AV. BEIRA MAR	183,61	10,00
RUA G - MIRANTE DA SEREIA	282,69	4,34*
RUA PROJETADA D	101,82	6,00
RUA PROJETADA C	83,62	4,00
RUA PROJETADA E	52,91	4,00
RUA PROJETADA F	20,31	4,00
<b>* Largura média.</b>		

Extensão total: 724,96 metros

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

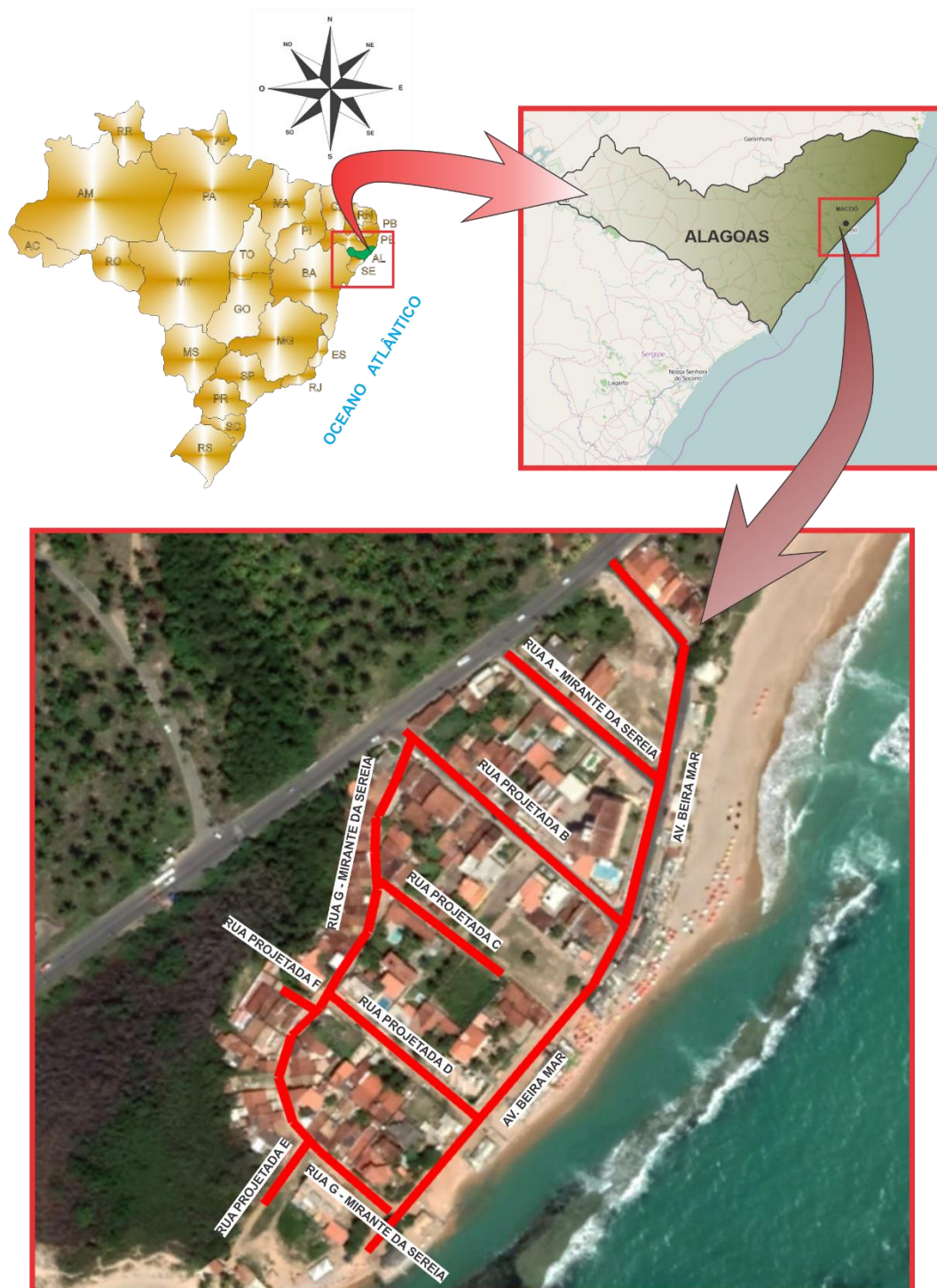
VOLUMES	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO
<b>1</b>	<b>RELATÓRIO DE PROJETO BÁSICO</b>	<b>A-4</b>
2	PROJETO BÁSICO DE IMPLANTAÇÃO	A-3
3	ORÇAMENTO	A-4



## **2 MAPA DE SITUAÇÃO**



### MAPA DE SITUAÇÃO - SEREIA



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000 / UTM ZONA 25S



## **3 ESTUDOS TÉCNICOS**

### 3.1 Estudos de Tráfego

#### 3.1.1 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 $6,80 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	$2 \times 10^7$
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^6$ <sup>(1)</sup>	$10^7$
	VOLUME PESADO	12		> 500		$5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$

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



### **3.1.2 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.

### **3.1.3 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:

### 3.1.3.1 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
* $P > 8$ $e = (P_1/8,26)^{6,2542}$ $0 < P \leq 8$ $e = (P_1/8,25)^{4,0175}$						

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	$P_U$	$P_1$ ( $P_1 = 0,4.P_U + 2,70$ )	$P_2$ ( $P_2 = 0,6.P_U + 4,597$ )	DNIT		
				$e_1$ ( $P_1/8,25$ ) <sup>4,0175</sup>	$e_2$ ( $P_2/8,26$ ) <sup>6,2542</sup>	$e$ ( $e_1 + e_2$ )
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).

### 3.1.3.2 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:

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

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



## **3.2 Estudos Topográficos**

### **3.2.1 Objetivo**

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

O estudo topográfico tem a finalidade de se obter o cadastro das vias locais a ser implantada, fornecendo subsídios que possibilitem a elaboração do projeto de implantação.

### **3.2.2 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.



### **3.3 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.

#### **3.3.1 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.

### 3.3.2 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 (Sereia).**

<div><div>PREFEITURA DE MACEIÓ</div></div>							SERVIÇO		MATERIAL		PERCURSO		TRANSP. COMERCIAL (DMT)						
							ORIGEM	DESTINO	N P	P	TOTAL								
PAVIMENTO FLEXÍVEL																			
SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE							JAZIDA - SOLO		PSTA	0,34	7,00	7,34							
							PEDREIRA POLIMIX - AL		PSTA	0,00	36,30	36,30							
							MARACANA UCE		USINA	0,00	942,00	942,00							
							USINA		PSTA	0,00	24,90	24,90							
							MARACANA UCE		USINA	0,00	942,00	942,00							
							USINA		PSTA	0,00	24,90	24,90							
							CANDEIAS - BA		USINA	0,00	566,00	566,00							
							USINA		PSTA	0,00	24,90	24,90							
							MATERIAIS							AREAL		PSTA	0,42	32,70	33,12
														AREAL		INSTALAÇÕES	0,08	35,88	35,88
INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84														
PEDREIRA POLIMIX - AL		INSTALAÇÕES	0,00	39,40	39,40														
PEDREIRA POLIMIX - AL		PSTA	0,34	36,30	36,64														
INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84														
MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20														
MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44														
INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84														
MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20														
AREIA - MACEIÓ / AL							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44							
							INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84							
							MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20							
							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44							
							INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84							
							MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20							
							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44							
							INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84							
							PSTA		ATERRO	6,84	3,60	10,44							
							INSTALAÇÕES		ATERRO	6,50	6,70	13,20							
PEDREIRA							PSTA		INSTALAÇÕES	0,34	3,50	3,84							
							MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	24,20	24,20							
							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	21,10	21,44							
							INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84							
							CIMENTO - MACEIÓ / AL							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44
														INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84
														MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20
														MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44
														INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84
														MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20
MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44														
INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84														
PSTA		ATERRO	6,84	3,60	10,44														
INSTALAÇÕES		ATERRO	6,50	6,70	13,20														
TUOLO - MACEIÓ / AL							PSTA		INSTALAÇÕES	0,34	3,50	3,84							
							MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	24,20	24,20							
							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	21,10	21,44							
							INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84							
							FÓRMA - MACEIÓ / AL							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44
														INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84
														MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20
														MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44
														INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84
														MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20
MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44														
INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84														
PSTA		ATERRO	6,84	3,60	10,44														
INSTALAÇÕES		ATERRO	6,50	6,70	13,20														
ATERRO SANITÁRIO - V2 MACEIÓ/ AL							PSTA		INSTALAÇÕES	0,34	3,50	3,84							
							MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	24,20	24,20							
							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	21,10	21,44							
							INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84							
							AÇO - MACEIÓ / AL							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44
														INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84
														MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20
														MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44
														INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84
														MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	25,20	25,20
MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	22,10	22,44														
INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84														
PSTA		ATERRO	6,84	3,60	10,44														
INSTALAÇÕES		ATERRO	6,50	6,70	13,20														
CONCRETO USINADO - POLO DE MACEIÓ / AL							PSTA		INSTALAÇÕES	0,34	3,50	3,84							
							MACEIÓ / AL		INSTALAÇÕES	0,00	24,20	24,20							
							MACEIÓ / AL		PSTA	0,34	21,10	21,44							
							INSTALAÇÕES		PSTA	0,34	3,50	3,84							

Quadro Resumo de DMT conforme Linear de Ocorrência.

### 3.3.3 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"	100,00	0,00	100,00	100,00
	Nº 4	99,60	0,10	99,50	99,70
	Nº 10	97,90	0,20	97,60	98,20
	Nº 40	81,40	0,90	80,20	82,60
	Nº 200	38,10	1,50	36,10	40,10
	Nº 270	0,00	0,00	0,00	0,00
I.G.		0,60	0,30	0,20	1,00
AASHTO INTERMEDIÁRIO 26 GOLPES	D. MÁXIMA (kg/dm³)	1,77	0,02	1,74	1,79
	U. ÓTIMA (%)	15,65	0,57	14,89	16,41
	I.S.C. (%)	8,87	0,38	8,37	9,37
	EXPANSÃO	0,87	0,03	0,82	0,91

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).  
 $\sigma$  = 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).**

[illegible]



PREFEITURA DE MACEIÓ  
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA



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

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)												
OBRA: LITORAL NORTE												
PROCEDÊNCIA MATERIAL EXISTENTE			CAMADA			FURO AM : 01			TRECHO BAIRRO SEREIA			
SUB TRECHO RUA AV. BEIRA MAR			ESTACA EST. 0A EST. 5			PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)						
OPERADOR: 0			DATA: 22/03/2021			CALCULISTA: 0			VISTO:			
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		32				
Cápsula - Nº						Peso do Molde		4500				
Peso Bruto Úmido		50,00	50,00	50,00	50,00	Volume do Molde		2032				
Peso Bruto Seco		48,70	48,70	43,11	43,11	Nº de Camadas		05				
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26				
Peso da Água		1,30	1,30	6,89	6,89	Peso do Soquete		4536				
Peso do Solo Seco		48,70	48,70	43,11	43,11	Espessura do disco Espaçador		2 1/2				
Umidade ( % )		2,7	2,7	16,0	16,0	Altura do Cilindro ( mm )		115,0				
Umidade Média ( % )		2,7		16,0		Peso da Amostra		6000				
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA			Anel Din.			
Densidade Máxima - Kg/m³		1,741		Peso do Solo		Úmido		5924		Nº 1		
Umidade ótima - %		15,9		Passando na # Nº 4		Seco		5770				
Umidade Higroscópica - %		2,7		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		76		1,52		Constante		
Diferença de Umidade - %		13,3		Água a Juntar		767				k= 0,1062948		
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Defl.mm	Difer. mm	Exp. mm
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	18	1,9	1,9			22/03/21	8:00	0,00	0,47	0,47
1	0,05	1,27	32	3,4	3,4			23/03/21	8:00	0,47	0,99	0,86
2	0,1	2,54	57	6,1	6,1	70	8,7	24/03/21	8:00	0,99	1,22	1,06
4	0,2	5,08	84	8,9	8,9	105	8,5	25/03/21	8:00	1,22	1,34	1,17
6	0,3	7,62	105	11,2	11,2	133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,7				182						
Moldagem de Verificação		CBR 8,7%										
Peso Bruto Úmido												
8.565												
Peso Úmido												
4.065												
Densidade Úmida												
2,000												
Densidade Seca												
1,725												
Grau de Compactação												
99,1%												
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 - Nº			Cápsula - Nº				
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	Peso Bruto Úmido	2000	200		
Peso Bruto Seco	48,84	48,84	Peso Úmido	2000	200		
Peso da Cápsula			Peso Retido na # Nº 10	39,5			
Peso da Água	1,16	1,16	Peso Úmido Pass. na # Nº 10	1960,6			
Peso do Solo Seco	48,84	48,84	Peso Seco Pass. na # Nº 10	1915,1			
Umidade	2,4	2,4	Peso da amostra Seca	2 1954,5	3 195,4		
Umidade Média	2,4						
Peneiramento							
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Am.Total	Peneiras	CONSTANTES
	Pol	mm					
	2	50,8		1954,5	100,0	2	$K_{12} = \frac{100}{2} = 0,0512$
	1 1/2	38,1		1954,5	100,0	1 1/2	
	1	25,4		1954,5	100,0	1	$K_{23} = \frac{4}{3} = 0,5015$
	3/4	19,1	0,00	1954,5	100,0	3/4	
	1/2	12,7	0,00	1954,5	100,0	1/2	
	3/8	9,5	0,00	1954,5	100,0	3/8	FAIXA "D" da AASHO
	nº4	4,8	10,35	1944,2	99,5	nº4	Obs:
	nº10	2,0	29,10	1915,1	98,0	nº10	
Am. parcial	nº40	0,42	34,98	160,4	80,4	nº40	
	nº200	0,074	81,00	79,4	39,8	nº200	

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 MIRANTE DA SEREIA		AV . BEIRA MAR	
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO	
AM : 01					
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA	VISTO:	
EXISTENTE	23/03/2021	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	18	23	24	25	26	Operador:		
Golpes	g	09	16	26	36	44	Data: 23/03/2021		
Peso Bruto Úmido	g	12,10	12,00	12,40	12,35	11,89	Calculista:		
Peso Bruto Seco	g	10,19	10,44	10,75	10,67	10,48			
Peso da Cápsula	g	5,62	6,57	6,57	6,27	6,69			
Peso da Água	g	1,91	1,56	1,65	1,68	1,41			
Peso do Solo Seco	g	4,57	3,87	4,18	4,40	3,79			
Umidade	%	41,79	40,31	39,47	38,18	37,20	LL=	39,1%	
LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula	N.º	10	16	36	44	51	LP =	24,4%	
Peso Bruto Úmido	g	11,50	11,90	11,48	11,35	11,50	I.P.=	14,7%	
Peso Bruto Seco	g	10,57	10,68	10,37	10,25	10,46			
Peso da Cápsula	g	6,78	5,62	5,83	5,71	6,21	Obs:		
Peso da Água	g	0,93	1,22	1,11	1,10	1,04			
Peso do Solo Seco	g	3,79	5,06	4,54	4,54	4,25			
Umidade	%	24,54	24,11	24,45	24,23	24,47			
		OK	OK	OK	OK	OK			
<p>Limite de Liquidez</p> <p>The chart is a semi-logarithmic plot with the Y-axis representing the Liquid Limit (LL) in percentage, ranging from 20 to 60 in increments of 2. The X-axis represents the Plasticity Index (PI) in percentage, ranging from 0 to 100 on a logarithmic scale, with major ticks at 01, 10, and 100. A horizontal red line (A-line) is drawn at LL = 40. A diagonal blue line (U-line) starts at (0, 25) and ends at (100, 60). A data point is plotted at approximately (14.7, 39.1). A vertical red line is drawn from the data point down to the X-axis at PI = 14.7.</p>									
PROCEDENCIA		TRECHO			SUB TRECHO				
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO MIRANTE DA SEREIA			AV . BEIRA MAR				
CAMADA		ESTACA			PROFUNDIDADE (M)				
0		EST. 0 A EST. 5			0,40 A 0,80 CM				
CALCULISTA		DATA			VISTO				
0		23/03/2021							
<div>ENC. LABORATORIO</div> <div>FISCALIZAÇÃO</div> <div>ENGº RESPONSÁVEL</div>									

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

[illegible]



PREFEITURA DE MACEIÓ  
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA



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 EXISTENTE		FURO AM: 02			TRECHO AV. BEIRA MAR			
SUB TRECHO BAIRRO MIRANTE DA SEREIA				ESTACA EST. 5 A EST. 10		PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)						
OPERADOR: 0		DATA: 23/03/2021		CALCULISTA: 0		VISTO:						
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		36				
Cápsula - Nº						Peso do Molde		4586				
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		Volume do Molde		2014				
Peso Bruto Seco		48,56		43,12		Nº de Camadas		05				
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26				
Peso da Água		1,44		6,88		Peso do Soquete		4536				
Peso do Solo Seco		48,56		43,12		Espessura do disco Espaçador		2 1/2				
Umidade (%)		3,0		16,0		Altura do Cilindro (mm)		114,0				
Umidade Média (%)		3,0		16,0		Peso da Amostra		6000				
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.				
Densidade Máxima - Kg/m³		1,780		Peso do Solo		Úmido		5917		Nº 1		
Umidade ótima - %		16,0		Passando na # Nº 4		Seco		5747				
Umidade Higroscópica - %		3,0		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		83		1,66		Constante		
Diferença de Umidade - %		13,1		Água a Juntar		752				k= 0,1062948		
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Defl. mm	Difer. mm	Exp. mm
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	19	2,0	2,0			23/03/21	10:00	0,00	0,61	0,61
1	0,05	1,27	37	3,9	3,9			24/03/21	10:00	0,61	0,89	0,78
2	0,1	2,54	55	5,8	5,8	70	8,4					
4	0,2	5,08	85	9,0	9,0	105	8,6	25/03/21	10:00	0,89	1,05	0,92
6	0,3	7,62	103	10,9	10,9	133						
8	0,4	10,16				161		26/03/21	10:00	1,05	1,14	1,00
10	0,5	12,7				182						
Moldagem de Verificação		CBR 8,6%										
Peso Bruto Úmido		8.750										
Peso Úmido		4.164										
Densidade Úmida		2,068										
Densidade Seca		1,783										
Grau de Compactação		100,2%										
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 - Nº			Cápsula - Nº				
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 # Nº 10		36,9		
Peso da Água	1,40	1,40	Peso Úmido Pass. na # Nº 10		1963,1		
Peso do Solo Seco	48,60	48,60	Peso Seco Pass. na # Nº 10		1908,1		
Umidade	2,9	2,9	Peso da amostra Seca		2 1945,0	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					
	2	50,8		1945,0	100,0	2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,0514$
	1 1/2	38,1		1945,0	100,0	1 1/2	
	1	25,4		1945,0	100,0	1	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,5046$
	3/4	19,1	0,00	1945,0	100,0	3/4	
	1/2	12,7	0,00	1945,0	100,0	1/2	
	3/8	9,5	0,00	1945,0	100,0	3/8	FAIXA " D " da AASHO
	nº4	4,8	5,36	1939,7	99,7	nº4	Obs:
	nº10	2,0	31,58	1908,1	98,1	nº10	
Am. parcial	nº40	0,42	31,85	162,6	82,0	nº40	
	nº200	0,074	88,60	74,0	37,3	nº200	

AREIA PEDREGULHO

PENEIRAS

ENSAIOS FÍSICOS					
PROCEDENCIA:		TRECHO		SUB TRECHO	
MATERIAL EXISTENTE		BAIRRO MIRANTE DA SEREIA		RUA AV. BEIRA MAR	
FURO	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M)		OBSERVAÇÃO	
AM : 02		0			
CAMADA	DATA:	OPERADOR	CALCULISTA	VISTO:	
0	23/03/2021	0	0		
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: LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	18	23	24	25	26	Operador:
Golpes	g	08	16	25	33	44	
Peso Bruto Úmido	g	12,00	11,89	11,90	12,45	11,88	Data: 23/03/2021
Peso Bruto Seco	g	10,09	10,34	10,37	10,70	10,44	
Peso da Cápsula	g	5,62	6,57	6,57	6,27	6,69	Calculista:
Peso da Água	g	1,91	1,55	1,53	1,75	1,44	
Peso do Solo Seco	g	4,47	3,77	3,80	4,43	3,75	LL= 40,0%
Umidade	%	42,73	41,11	40,26	39,50	38,40	
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	72	74	71	60	80	LP = 25,4%
Peso Bruto Úmido	g	11,50	11,33	11,55	11,66	11,90	
Peso Bruto Seco	g	10,55	10,18	10,39	10,46	10,69	I.P.= 14,6%
Peso da Cápsula	g	6,78	5,62	5,83	5,71	6,01	
Peso da Água	g	0,95	1,15	1,16	1,20	1,21	Obs:
Peso do Solo Seco	g	3,77	4,56	4,56	4,75	4,68	
Umidade	%	25,20	25,22	25,44	25,26	25,85	
OK OK OK OK OK							
Limite de Liquidez							
PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO MIRANTE DA SEREIA		SUB TRECHO RUA AV. BEIRA MAR			
CAMADA 0		ESTACA EST. 5 A EST.10		PROFUNDIDADE (M) 0,40 A 0,80			
CALCULISTA 0		DATA 23/03/2021		VISTO			
ENC. LABORATORIO		FISCALIZAÇÃO		ENGº RESPONSÁVEL			

**Tabela 16 - Ensaio de Compactação (Amostra 03 - Subleito).**

# **ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**

## **(DNER-ME 129/94)**

OBRA : LITORAL NORTE

PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE	TRECHO BAIRRO MIRANTE DA SEREIA	SUB TRECHO RUA PROJETADA D
FURO AM : 01	POSIÇÃO EIXO	PROFUND.DO FURO (M) 0,40 A 0,80
CAMADA:	OPERADOR	EST. COLETA EST. 0 A EST. 5
		DATA 22/03/21
		CALCULISTA
		VISTO

UMIDADE HIGROSCOPIA	%	%	MOLDE Nº	32	DENSIDADE MÁXIMA:
Cápsula - Nº			VOLUME DO MOLDE	2032	
Peso Bruto Úmido	50,00	50,00	PESO DO MOLDE	4500	
Peso Bruto Seco	48,55	48,55	PESO DO SOQUETE	4536	
Peso da Cápsula			ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR	2 1/2	UMIDADE ÓTIMA:
Peso da Água	1,45	1,45			
Peso do Solo Seco	48,55	48,55	GOLPES / CAMADA	26	
Umidade ( % )	3,0	3,0	Nº DE CAMADAS	5	
Umidade Média					

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	8000	3500	1,722		50,00	45,13		4,87	45,13		10,8	1,555
2	8350	3850	1,895		50,00	44,33		5,67	44,33		12,8	1,680
3	8640	4140	2,037		50,00	43,55		6,45	43,55		14,8	1,775
4	8565	4065	2,000		50,00	42,81		7,19	42,81		16,8	1,713
5	8390	3890	1,914		50,00	42,09		7,91	42,09		18,8	1,612

Compactação

TEC. DE LABORATÓRIO

FISCAL DE CAMPO

ENGº FISCAL



**PREFEITURA DE MACEIÓ**  
**SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA**



**Tabela 17 - Índice de Suporte Califórnia (CBR) (Amostra 03 - Subleito).**

<b>ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (DNER-ME 049/94)</b>												
<b>OBRA : LITORAL NORTE</b>												
PROCEDÊNCIA <b>MATERIAL EXISTENTE</b>			CAMADA			FURO <b>AM : 01</b>			TRECHO <b>MIRANTE DA SEREIA</b>			
SUB TRECHO <b>RUA PROJETADA D</b>			ESTACA <b>EST. 0 A EST. 5</b>			PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m)						
OPERADOR:			DATA: <b>23/03/2021</b>			CALCULISTA:			VISTO:			
UMIDADE		Higroscópica		De Moldagem		Molde Nº		53				
Cápsula - Nº						Peso do Molde		4614				
Peso Bruto Úmido		50,00		50,00		Volume do Molde		2014				
Peso Bruto Seco		48,55		43,55		Nº de Camadas		05				
Peso da Cápsula						Golpes/Camada		26				
Peso da Água		1,45		6,45		Peso do Soquete		4536				
Peso do Solo Seco		48,55		43,55		Espessura do disco Espaçador		2 1/2				
Umidade ( % )		3,0		14,8		Altura do Cilindro ( mm )		114,0				
Umidade Média ( % )		3,0		14,8		Peso da Amostra		6000				
<b>DADOS DE COMPACTAÇÃO</b>						<b>CÁLCULO DA ÁGUA</b>				<b>Anel Din.</b>		
Densidade Máxima - Kg/m <sup>3</sup>		1,775		Peso do Solo		Úmido		5920		Nº 1		
Umidade ótima - %		15,0		Passando na # Nº 4		Seco		5748				
Umidade Higroscópica - %		3,0		Peso de Pedregulho Retido na # Nº 4		80		1,6		Constante		
Diferença de Umidade - %		12,0		Água a Juntar		692				k= 0,1062948		
<b>ENSAIO DE PENETRAÇÃO</b>						<b>Expansão</b>						
Tempo min.	Penetração		Leitura Extens.	Pressão - Kg/cm <sup>2</sup>				Datas		Leitura Defl.mm	Difer. mm	Exp. mm
	Pol	mm		Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	10	1,1	1,1			23/03/21	14:00	0,00	0,58	0,58
1	0,05	1,27	33	3,5	3,5			24/03/21	14:00	0,58	0,97	0,85
2	0,1	2,54	61	6,5	6,5	70	9,3	25/03/21	14:00	0,97	1,16	1,02
4	0,2	5,08	90	9,6	9,6	105	9,1	26/03/21	14:00	1,16	1,21	1,06
6	0,3	7,62	118	12,5	12,5	133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,7				182						
Moldagem de Verificação		<b>CBR 9,3%</b>										
Peso Bruto Úmido												
8.700												
4.086												
Densidade Úmida												
2,029												
Densidade Seca												
1,767												
Grau de Compactação												
99,5%												
Obs:												
TEC. DE LABORATÓRIO				FISCALIZAÇÃO				ENGº RESPONSÁVEL				



Tabela 18 - Análise Granulométrica (Amostra 03 - Subleito).

GRANULOMETRIA DE SOLOS (DNER-ME 080/94)									
OBRA : LITORAL NORTE									
Ensaio de Granulometria por Peneiramento									
UMIDADE		%	%	AMOSTRA		Total	Parcial		
Cápsula - Nº				Cápsula - Nº					
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 # Nº 10		43,9			
Peso da Água		1,31	1,31	Peso Úmido Pass. na # Nº 10		1956,1			
Peso do Solo Seco		48,69	48,69	Peso Seco Pass. na # Nº 10		1904,8			
Umidade		2,7	2,7	Peso da amostra Seca		2	1948,8	3	194,8
Umidade Média		2,7							
Peneiramento									
Amostra Total	Peneiras		Peso Retido	Peso que Passa	% que Passa	Peneiras	CONSTANTES		
	Pol	mm	Parcial	Acumulado	Am. Total	Pol	K <sub>1</sub> = $\frac{100}{2} = 0,0513$		
	2	50,8		1948,8	100,0	2			
	1 1/2	38,1		1948,8	100,0	1 1/2			
	1	25,4		1948,8	100,0	1	K <sub>2</sub> = $\frac{4}{3} = 0,5019$		
	3/4	19,1	0,00	1948,8	100,0	3/4			
	1/2	12,7	0,00	1948,8	100,0	1/2			
	3/8	9,5	0,00	1948,8	100,0	3/8	FAIXA " D " da AASHO		
	nº4	4,8	10,42	1938,3	99,5	nº4	Obs:		
	nº10	2,0	33,50	1904,8	97,7	nº10			
Am. parcial	nº40	0,42	31,75	163,0	81,8	nº40			
	nº200	0,074	88,90	74,1	37,2	nº200			

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: MATERIAL EXISTENTE		TRECHO BAIRRO MIRANTE DA SEREIA		SUB TRECHO RUA PROJETADA D	
FURO AM : 01	POSIÇÃO	PROFUND. DO ENSAIO (M) 0		OBSERVAÇÃO	
CAMADA	DATA: 23/03/2021	OPERADOR		CALCULISTA	VISTO:
TEC. DE LABORATÓRIO		FISCALIZAÇÃO		ENGº RESPONSÁVEL	





Tabela 19 - Ensaio de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (Amostra 03 - Subleito).

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 082/94)							
OBRA : LITORAL NORTE							
LIMITE DE LIQUIDEZ							
Cápsula	N.º	58	59	52	54	53	Operador:
Golpes	g	09	16	26	35	45	
Peso Bruto Úmido	g	12,00	12,25	11,80	11,94	11,99	Data: 23/03/2021
Peso Bruto Seco	g	10,10	10,59	10,30	10,34	10,52	
Peso da Cápsula	g	5,62	6,57	6,57	6,27	6,69	Calculista:
Peso da Água	g	1,90	1,66	1,50	1,60	1,47	
Peso do Solo Seco	g	4,48	4,02	3,73	4,07	3,83	
Umidade	%	42,41	41,29	40,21	39,31	38,38	LL= 40,1%
LIMITE DE PLASTICIDADE							
Cápsula	N.º	01	02	03	08	10	LP = 25,5%
Peso Bruto Úmido	g	11,99	11,80	11,87	11,54	11,80	
Peso Bruto Seco	g	10,72	10,75	10,66	10,37	10,72	LP= 14,6%
Peso da Cápsula	g	5,78	6,62	5,83	5,71	6,58	
Peso da Água	g	1,27	1,05	1,21	1,17	1,08	Obs:
Peso do Solo Seco	g	4,94	4,13	4,83	4,66	4,14	
Umidade	%	25,71	25,42	25,05	25,11	26,09	
		OK	OK	OK	OK	OK	

Limite de Liquidez

The chart is a semi-logarithmic plot with the y-axis representing the Liquid Limit (LL) from 20 to 60 and the x-axis representing the Plasticity Index (PI) from 0 to 100. A series of data points are plotted, and a straight line is drawn through them. The data points are approximately at (10, 42), (15, 41), (20, 40), (25, 39), and (30, 38). A vertical red line is drawn at PI = 25, and a horizontal red line is drawn at LL = 40. The intersection of these lines is at (25, 40), which is the point of maximum liquidity for the material.

PROCEDENCIA MATERIAL EXISTENTE	TRECHO BAIRRO MIRANTE DA SEREIA	SUB TRECHO RUA PROJETADA D
CAMADA 0	ESTACA EST. 0 A EST. 5	PROFUNDIDADE (M) 0,40 A 0,80
CALCULISTA	DATA 30/03/2021	VISTO
ENC. LABORATORIO	FISCALIZAÇÃO	ENGº RESPONSÁVEL



### **3.4 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 pluviométricos 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.

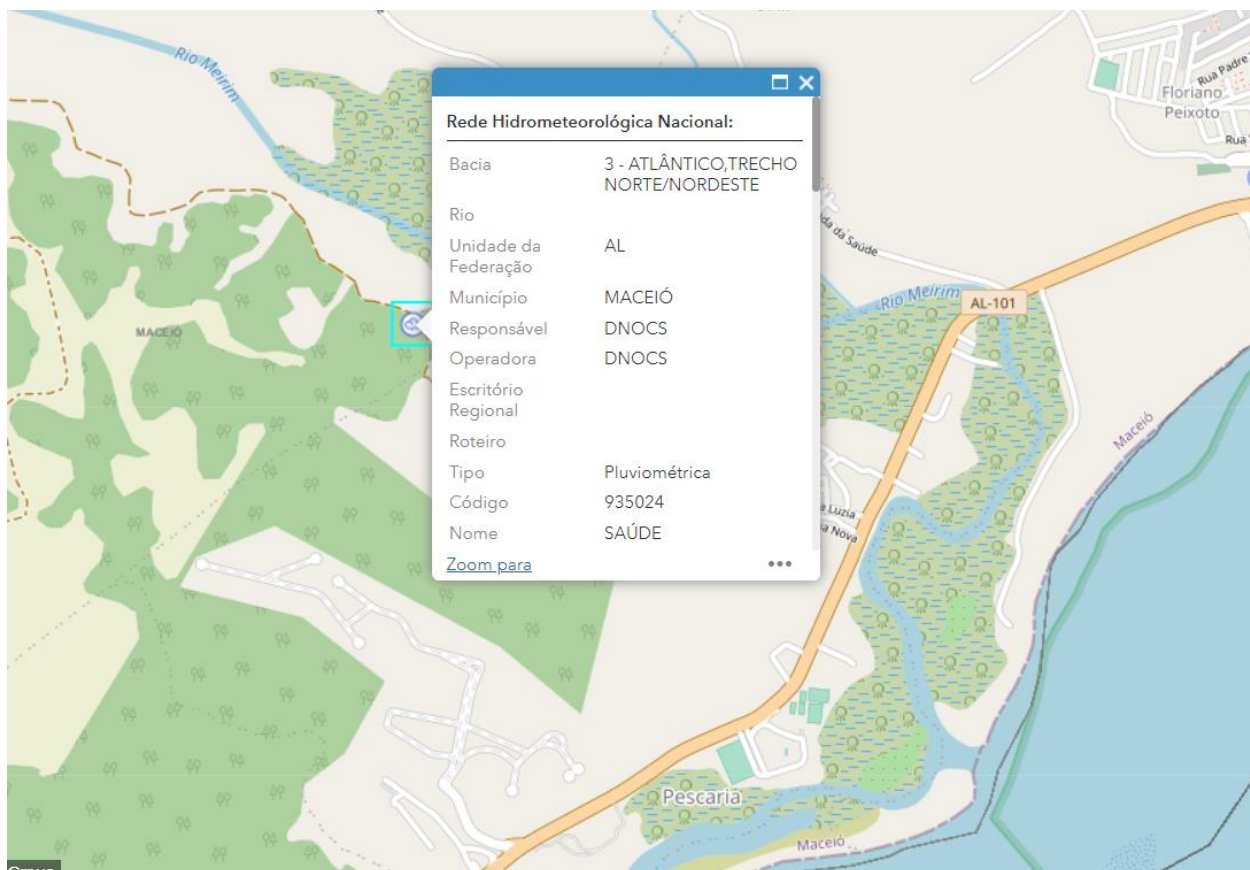
Coletou-se junto aos órgãos oficiais: dados hidrológicos e, em estudos existentes, dados referentes ao clima, pluviometria e geomorfologia da área em que se localiza o trecho.

#### **3.4.1 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.

### **3.4.2 Característica da Região**

#### **3.4.2.1 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.

#### **3.4.2.2 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.

### **3.4.3 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.).

#### 3.4.4.2 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.



**PREFEITURA DE MACEIÓ**  
**SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA**

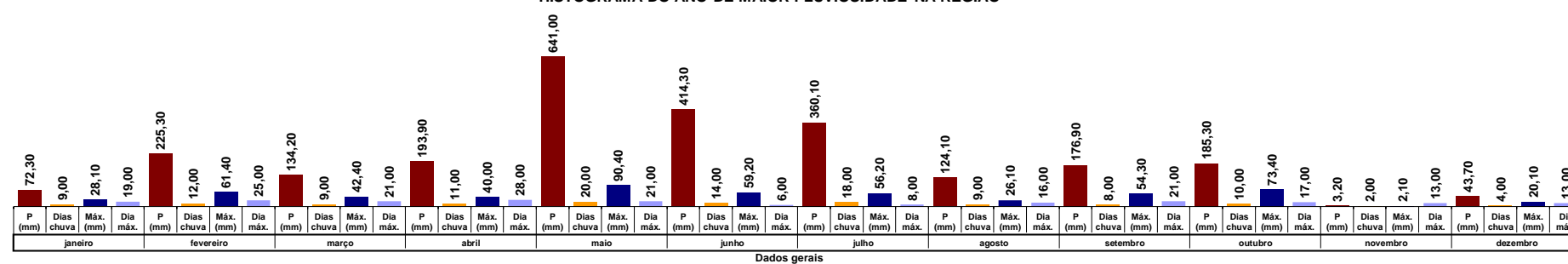


**Tabela 20 - Dados de Precipitações Pluviométricas Mensais e Anuais e Números de Dias de Chuva Mensais e Anuais.**

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 chuva	Máxima (mm)	Dia 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.												
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	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	1	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	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	1	17,5	6	5,3	9	1.353,6	116	154,99994	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	113,99998	1/6/1972
1973	51,7	6	12,1	3	7,3	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	10	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	1	1.539,0	112	75,099985	25/4/1979	

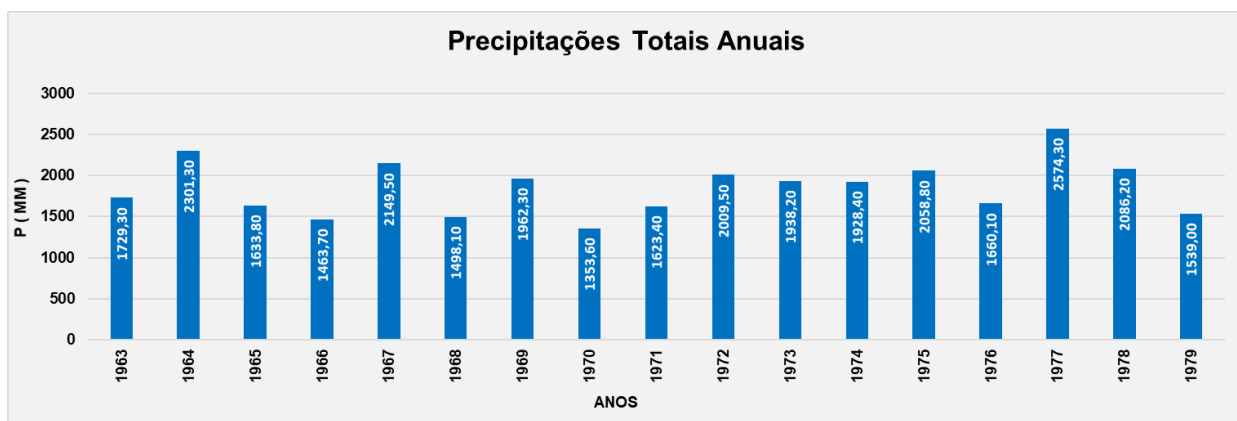
Obs.: A) - Instrumento medidor: Pluviômetro B) - Os dados dos anos mais representativos para elaboração das análises estatísticas C) - Posto que caracteriza o regime pluviométrico do trecho ( método de THIESEN ), as alturas estão em acordo com mapas Isoietas.

**HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO**

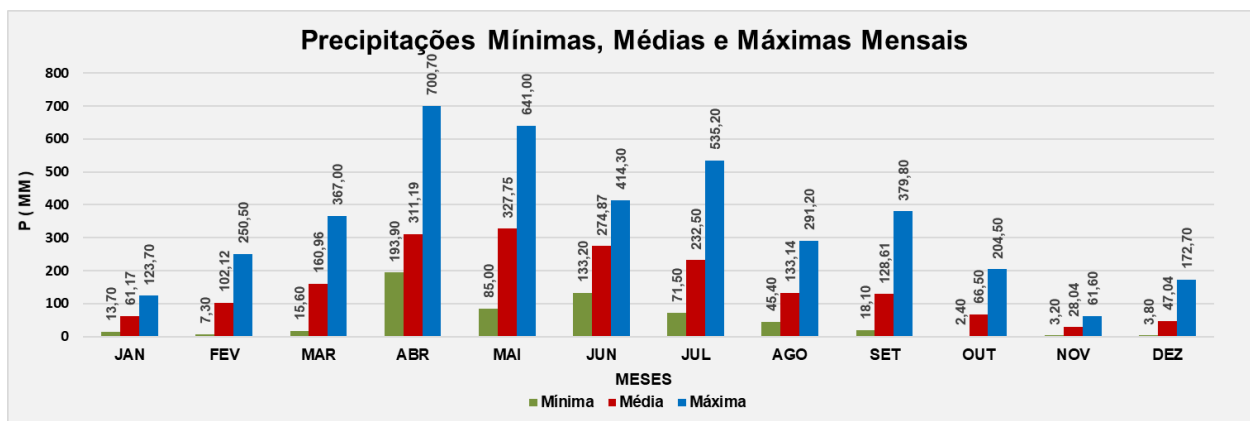


ANO	janeiro				fevereiro				março				abril				maio				junho				julho				agosto				setembro				outubro				novembro				dezembro				Total (mm)	Dias de chuva	Máxima (mm)	Dia máxima
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias 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.																
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	2574,3	126	90,4	21/5/1977

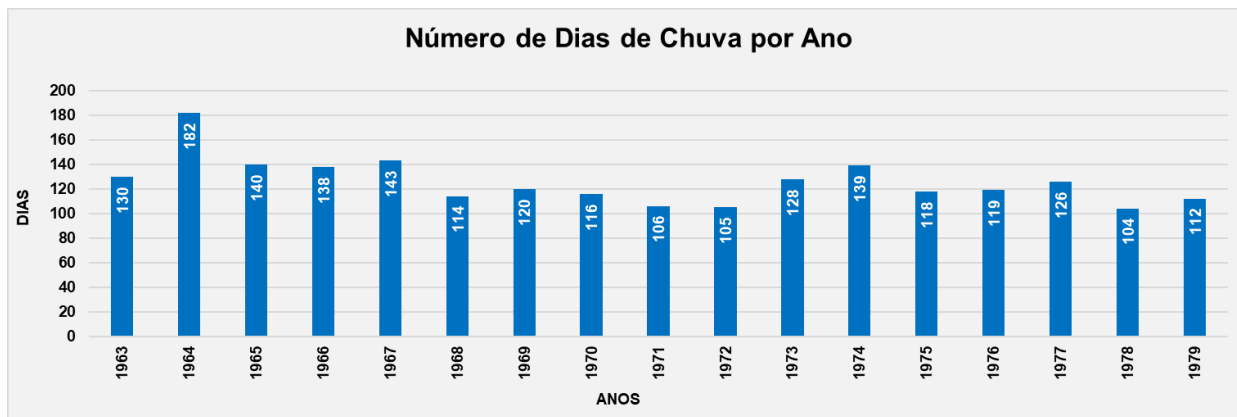
**Gráfico 1 - Precipitações totais anuais.**



**Gráfico 2 - Precipitações mínimas, médias e máximas mensais.**



**Gráfico 3 - Número de dias de chuva por ano.**





## ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

ENTIDADE : DNOCS

**LATITUDE : -9,5333°**

LONGITUDE : -35.6333°

11	1324	10	1324
----	------	----	------

[illegible]

### 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

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

$$\Sigma P = 1.799.90$$

$$\Sigma (\bar{P} - P)^2 = 13.294,9$$

$$m - 1 = 16$$

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

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

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	2,553	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.

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

$$P5 = 105.88 + 0.943 \times 28.83 = 133.07 \text{ mm}$$
$$P_{10} = 105,88 + 1,664 \times 28,83 = 153,85 \text{ mm}$$
$$P_{15} = 105,88 + 2,066 \times 28,83 = 165,44 \text{ mm}$$
$$P_{20} = 105,88 + 2,355 \times 28,83 = 173,77 \text{ mm}$$
$$P_{25} = 105,88 + 2,575 \times 28,83 = 180,12 \text{ mm}$$
$$P50 = 105.88 + 3.25 \times 28.83 = 199.58 \text{ mm}$$
$$P_{100} = 105.88 + 3.921 \times 28.83 = 218.92 \text{ mm}$$
$$P_{1000} = P_{100} + (P_{100} - P_{10}) = 283,99 \text{ mm}$$
$$P_{10000} = P_{1000} + (P_{1000} - P_{100}) = 349,06 \text{ mm}$$





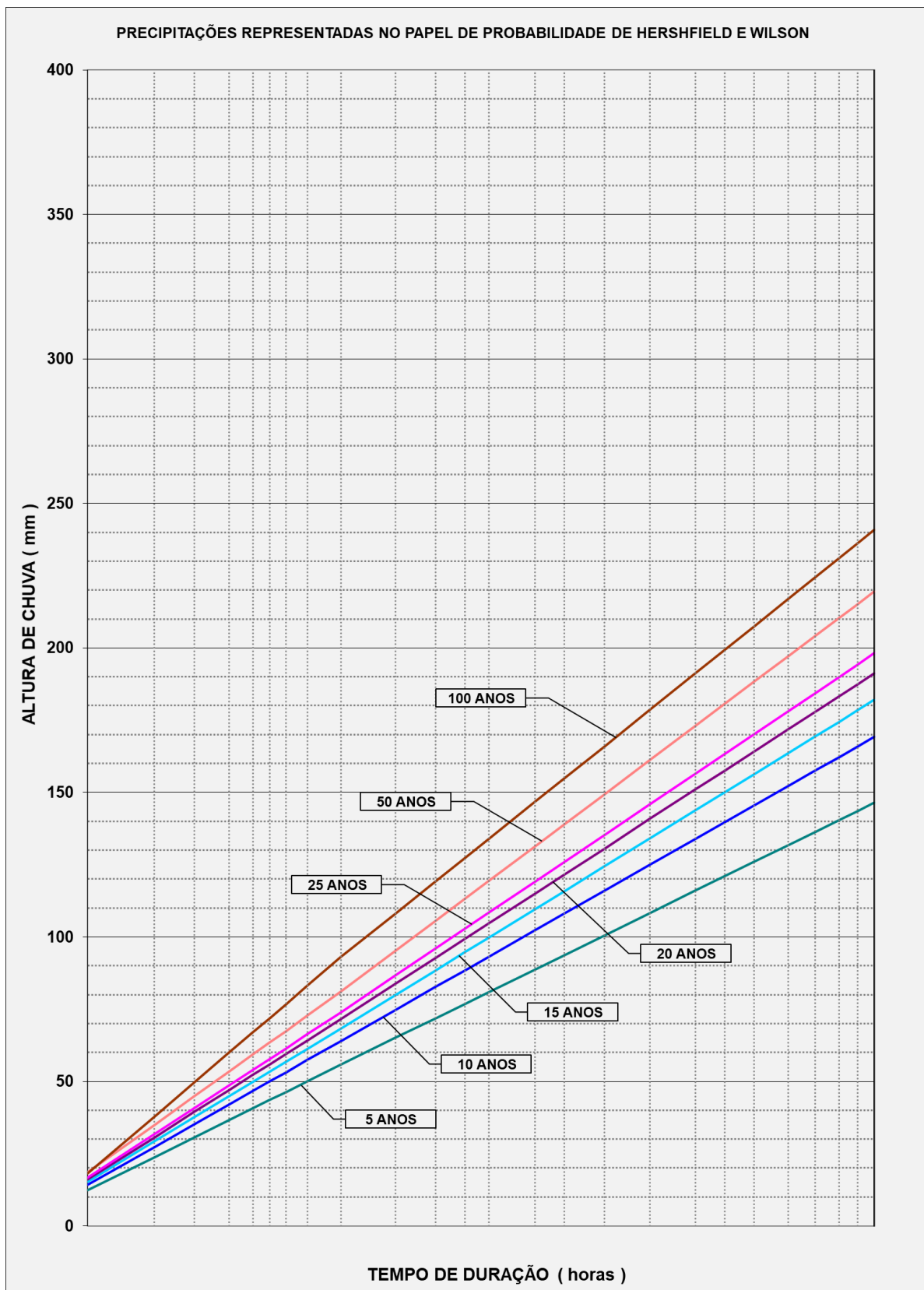
PREFEITURA DE MACEIÓ  
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA

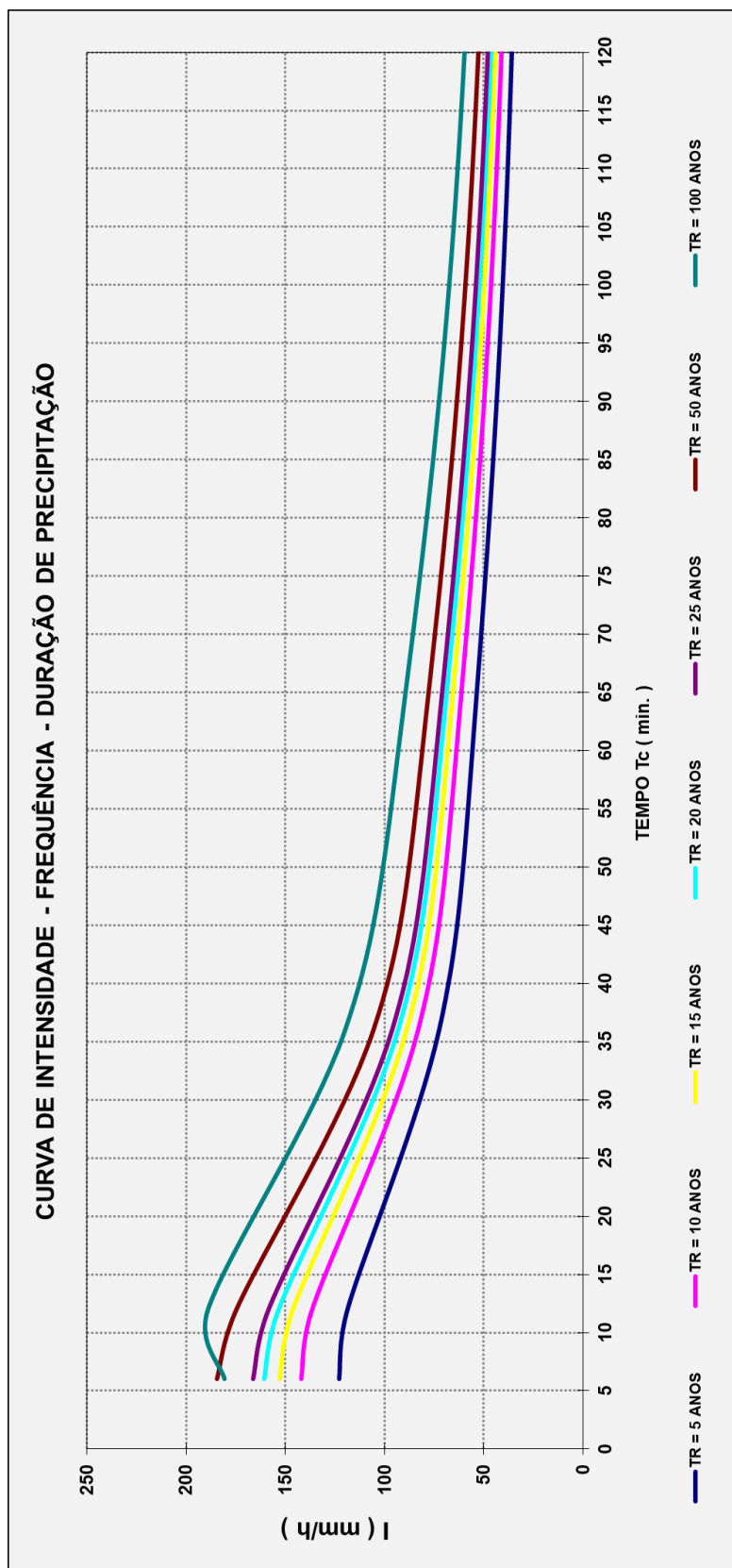


ESTACÃO: 0935024																
ISOZONA "B"																
Tempo de Recorrência em anos	1 hora / 24 horas chuva (A)					6 min / 24 horas (B)		Duração	Tempo de Recorrência							
	5	10	15	20	25	50	100		5	10	15	20	25	50	100	
Porcentagem	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	38,6	8,4	7,5	146,37	169,24	181,99	191,15	198,13	219,54	240,81
As isozonas B e C tipificam a zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves.																
Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas																
Notas: Macha de cálculo: 1 - (C) = $P_{H_1} (mm) \times 1,10$ , onde $P_{H_1} (mm)$ é dado pela fórmula de VEM TECHOW 2 - (D) = (C) x (A) 3 - (E) = (C) x (B)																
24 horas (C) 1 hora (D) 6 minutos (E)																
146,37 169,24 181,99 191,15 198,13 219,54 240,81 55,77 63,97 71,49 73,90 81,01 92,95 12,30 14,22 15,29 16,06 16,64 18,44 18,06																

ESTACÃO: 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)	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	37,77	188,85	37,77	188,85	37,77	188,85	37,77	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	34,91	174,53	34,91	174,53	34,91	174,53	34,91	174,53	34,91	174,53	34,91	174,53				
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	63,36	105,60	63,36	105,60	63,36	105,60	63,36	105,60	63,36	105,60				
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	81,01	81,01	81,01	81,01	81,01	81,01	81,01	81,01	81,01	81,01				
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	105,53	52,76	105,53	52,76	105,53	52,76	105,53	52,76	105,53	52,76				
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	131,43	32,86	131,43	32,86	131,43	32,86	131,43	32,86	131,43	32,86				
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	219,54	9,15	219,54	9,15	219,54	9,15	219,54	9,15	219,54	9,15				

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.







## **4 PROJETOS**



## **4.1 Projeto Geométrico**

### **4.1.1 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.

### **4.1.2 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.

## **4.2 Projeto de Terraplenagem**

### **4.2.1 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.

### **4.2.2 Nota de Serviço de Terraplenagem**

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

### **4.2.3 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.



**PREFEITURA DE MACEIÓ**  
**SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA**



Os volumes geométricos a serem movimentados são resumidos a seguir:

Seria:

MAPA DE CUBAÇÃO - AV. BEIRA MAR									
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	4,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	+	0,00	5,63	0,00	102,83	0,00	102,83	0,00	102,83
2,00	+	0,00	2,32	0,00	79,57	0,00	182,40	0,00	182,40
3,00	+	0,00	1,56	0,38	38,72	3,78	221,12	3,78	217,34
4,00	+	0,00	1,85	0,00	34,05	3,78	255,16	7,55	247,61
4,00	+	5,92	1,24	0,00	9,14	0,00	264,31	7,55	256,76
5,00	+	0,00	1,20	0,60	17,22	4,26	281,53	11,81	269,72
6,00	+	0,00	2,85	0,00	40,50	6,04	322,03	17,85	304,18
7,00	+	0,00	3,44	0,00	62,87	0,00	384,91	17,85	367,06
8,00	+	0,00	3,28	0,06	67,18	0,58	452,09	18,43	433,65
9,00	+	0,00	4,03	0,00	73,10	0,57	525,19	19,00	506,18
9,00	+	3,60	4,10	0,00	14,64	0,00	539,83	19,00	520,82

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA G									
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	+	10,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	+	0,00	1,56	0,00	13,52	0,00	13,52	0,00	13,52
2,00	+	0,00	2,70	0,00	42,50	0,00	56,02	0,00	56,02
3,00	+	0,00	4,93	0,00	76,86	0,00	132,88	0,00	132,88
4,00	+	0,00	1,88	0,00	71,00	0,00	203,87	0,00	203,87
5,00	+	0,00	1,06	0,00	29,44	0,00	233,31	0,00	233,31
6,00	+	0,00	1,21	0,00	22,74	0,00	256,05	0,00	256,05
6,00	+	15,61	2,16	0,00	26,66	0,00	282,71	0,00	282,71
7,00	+	0,00	1,46	0,00	7,94	0,00	290,65	0,00	290,65
7,00	+	5,55	1,88	0,00	9,26	0,00	299,91	0,00	299,91
8,00	+	0,00	1,00	0,00	20,79	0,00	320,70	0,00	320,70
9,00	+	0,00	1,07	0,00	20,70	0,00	341,40	0,00	341,40
10,00	+	0,00	1,43	0,00	25,07	0,03	366,47	0,03	366,44
10,00	+	7,31	4,30	0,00	22,65	0,03	389,12	0,06	389,06
11,00	+	0,00	1,19	0,00	34,94	0,02	424,06	0,08	423,98
12,00	+	0,00	0,98	0,00	21,65	0,00	445,71	0,08	445,63
13,00	+	0,00	0,86	0,00	18,37	0,00	464,08	0,08	464,00
14,00	+	0,00	1,24	0,00	20,94	0,00	485,02	0,08	484,94

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA C									
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)
1,00	+	0,00	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	+	20,00	2,16	0,00	21,13	0,00	21,13	0,00	21,13
2,00	+	0,00	1,77	0,00	39,32	0,00	60,45	0,00	60,45
3,00	+	0,00	1,33	0,00	31,01	0,00	91,46	0,00	91,46
4,00	+	0,00	1,53	0,00	28,57	0,00	120,03	0,00	120,03
4,00	+	3,62	1,34	0,00	5,18	0,00	125,21	0,00	125,21

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA D									
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	+	6,00	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	+	0,00	1,12	0,00	16,80	0,00	16,80	0,00	16,80
2,00	+	0,00	1,47	0,00	25,88	0,00	42,68	0,00	42,68
3,00	+	0,00	1,26	0,00	27,28	0,00	69,96	0,00	69,96
4,00	+	0,00	0,52	0,18	17,82	1,79	87,78	1,79	85,99
4,00	+	14,00	0,40	0,42	6,48	4,23	94,26	6,03	88,24

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA E									
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	+	7,00	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	+	0,00	2,37	0,00	27,64	0,00	27,64	0,00	27,64
2,00	+	0,00	1,75	0,00	41,23	0,00	68,87	0,00	68,87
2,00	+	12,91	1,21	0,00	19,09	0,00	87,97	0,00	87,97

MAPA DE CUBAÇÃO - RUA PROJETADA F									
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	+	6,00	0,79	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	+	0,00	1,06	0,00	12,97	0,07	12,97	0,07	12,90
1,00	+	0,31	1,07	0,00	0,33	0,00	13,30	0,07	13,23

#### 4.2.4 Determinação do Fator de Empolamento

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

#### 4.2.5 Memorial de Distribuição de Material

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

### 4.3 Projeto de Drenagem

#### 4.3.1 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.

#### 4.3.2 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.

#### 4.3.3 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 21 - Coeficiente de Manning.**

<b>MATERIAL</b>	<b>n</b>
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 m<sup>2</sup>, e V = velocidade do escoamento em m/s. Combinando-se a fórmula de Manning com a equação da continuidade, tem-se:

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

#### **4.3.4 Drenagem Superficial**

##### **4.3.4.1 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.

#### 4.3.4.2 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.

#### 4.3.4.3 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.

#### 4.3.4.4 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.

#### 4.3.4.5 Intensidade de precipitação

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

#### 4.3.4.6 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.

#### 4.3.4.7 Determinação da vazão de contribuição

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

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

Onde:

$Q_0$  = Vazão em metros cúbicos por segundo;

$I$  = intensidade de precipitação em mm/h;

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

$C$  = coeficiente de escoamento superficial (runoff).

#### 4.3.4.8 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 afluyente 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  $I$ ;

$Q_{\text{máx}}$  = descarga máxima permissível do segmento para a declividade  $I$ ;

$q$  = descarga específica, em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

#### 4.3.4.9 Fator de redução da capacidade de vazão

Dispositivos de drenagem com baixa declividade não proporcionam drenagem eficiente, devido à 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 22 - Fator de redução da descarga em função da declividade.**

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

#### 4.3.4.10 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.

#### 4.3.4.11 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 solo são:

**Tabela 23 - Velocidade Máxima Admissível**

<b>Material</b>	<b>Velocidade Máxima Admissível (m/s)</b>	<b>Material</b>	<b>Velocidade Máxima Admissível (m/s)</b>
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 24 - Velocidade Admissível para Revestimento Vegetal.**

<b>Cobertura</b>	<b>Faixa de Declividade (%)</b>	<b>Velocidade Admissível (m/s)</b>	
		<b>Solos Resistentes a Erosão</b>	<b>Solos Facilmente Erodíveis</b>
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 25 - Velocidade Mínima de Sedimentação.**

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

#### 4.3.4.12 Coeficiente de Escoamento

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

**Tabela 26 - Coeficiente de Escoamento.**

<b>Superfície</b>	<b>C</b>
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



#### **4.3.5 Resultados do Dimensionamento Rede de Galerias**

Visto que a drenagem implantada é superficial, não houve dimensionamento, uma vez que está sendo utilizado o modelo padrão do DNIT.

#### **4.3.6 Dispositivos superficiais**

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

#### **4.3.7 Nota de Serviço Drenagem Superficial**

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

### **4.4 Projeto de Pavimentação**

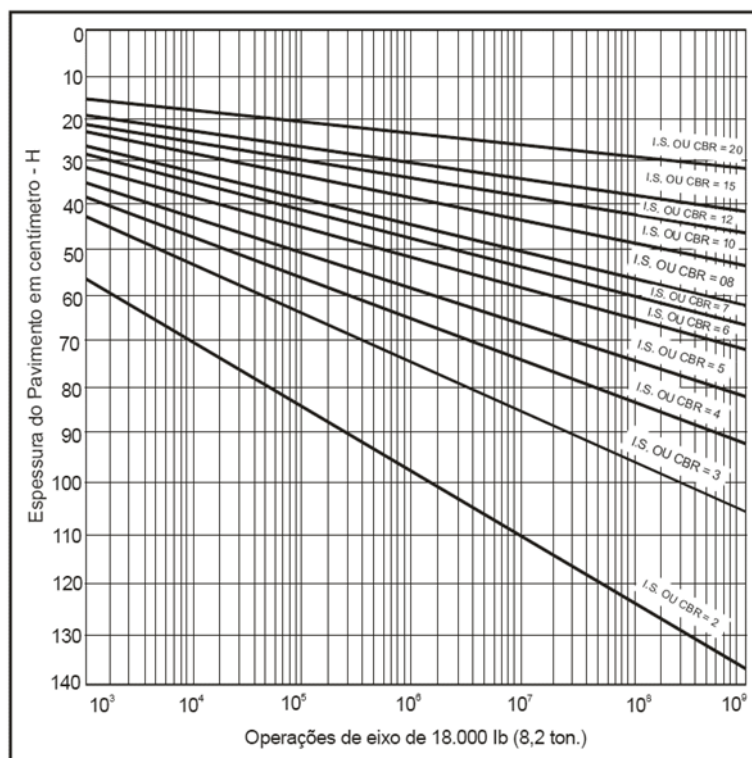
O Projeto de pavimentação consiste no conjunto de estudos e projetos desenvolvidos com o objetivo primordial de implantar uma estrutura de pavimento, de tal forma que a estrutura resultante possa economicamente suportar a repetição das cargas por eixo incidentes, em condições de segurança e conforto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

#### **4.4.1 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.

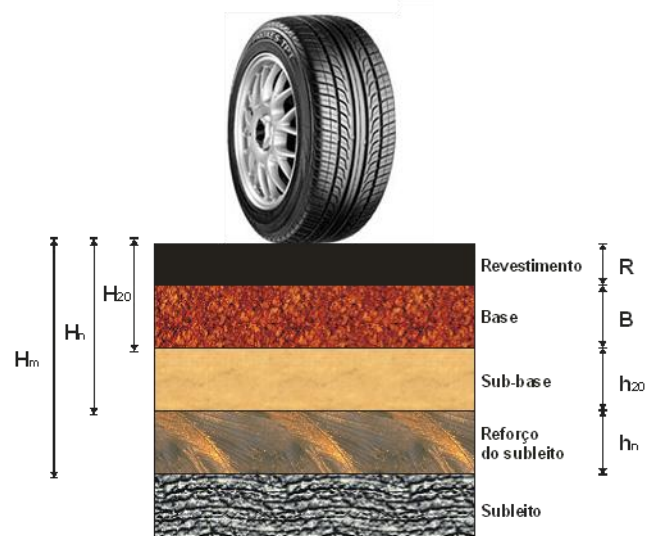
Este método é uma variante do critério do CBR, simulando os efeitos de repetições de um eixo-padrão de 18.000 libras (80 kN), tendo sido concebido pelo Prof. Murilo Lopes de Souza, do Instituto Militar de Engenharia, no Rio de Janeiro, em meados de 1960, com última edição em 1981. O autor empregou, em 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;

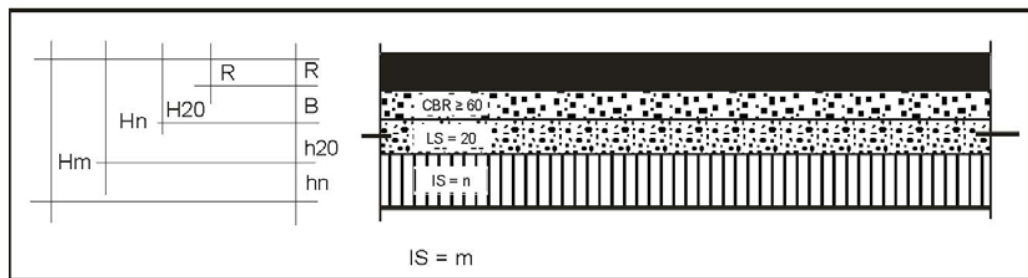
hn= espessura do reforço do subleito;

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,  $k_R$ ,  $k_B$ ,  $k_S$ ,  $k_n$  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,  $R$ ,  $B$ ,  $h_{20}$  e  $h_n$ . As espessuras  $H_{20}$ ,  $H_n$  e  $H_m$ , 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

#### 4.4.1.1 Dimensionamento para pavimento flexível (OPÇÃO 01)

O pavimento foi dimensionado conforme o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis de autoria do Eng. 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) = **7,50%**.

##### **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.



**PREFEITURA DE MACEIÓ**  
**SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA**



DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO				
MÉTODO DO DNER (CBR)				
NUMERO	"N"		1,40.E+05	
CBR do Subleito			8,87	%
Revestimento	TSD OU CBUQ	4		cm
Base	CBR=	60,0		%
Sub-base	CBR=	20,0		%
Reforço do Subleito	CBR=	0,0		%
Ht	=	37,28	cm	
H20	=	22,93	cm	
Hrf	=	0	cm	
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	
TIPO DE MATERIAIS UTILIZADOS				
REVEST.	CBUQ-Capa de Rolamento			
BASE	BGS-Base Granular			
SUB-BASE	SGR - Solo Estabilizado Granulometricamente			
REFORÇO	-			
COEFICIENTES ESTRUTURAIS				
Camadas do Pavimento	Kn	Valor		
Base ou revestimento em CBUQ	KR	2,00		
Base ou revestimento em PMQ	KRQ	1,70		
Base ou revestimento em PMF	KRF	1,40		
Base ou revestimento p/penetração	KRT	1,20		
Camadas Granulares	BGR	KB		
	SOLBR	KB		
Camadas Granulares	SGR	KS		
Solo Cimento	Rc ( 7 dias) >4,5 Mpa	BSC 1		
	Rc ( 7 dias) entre 2,8 e 4,5 Mpa	BSC 2		
	Rc ( 7 dias) entre 2,1 e 2,8 Mpa	BSC 3		
Base de solo cimento	BSCa	KB		
CBUQ Fx. C				
-				
BASE				
SUB-BASE				
REFORÇO				

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

- Revestimento: CBUQ, com espessura de 4,0 cm;
- Pintura de ligação;
- Imprimação;
- 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:

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

#### **4.4.2 Dimensionamento para pavimento paralelo (OPÇÃO 02)**

O pavimento foi dimensionado conforme o método de CBR, traduzido analiticamente através da fórmula do Engº R. Peltier, conhecida e adotada para o caso de pavimentos semi-rígidos.

O cálculo da espessura do pavimento pela Fórmula do Engº Peltier é dada por:

$$h=(100+150\sqrt{P})/(i+5)$$

Onde:

h - Espessura total do pavimento em cm;

P - Carga por roda em toneladas; e

i - CBR da fundação em percentagem.

Considerado para valor de P uma carga por roda de 6 toneladas, que é a adotada para o estabelecimento das chamadas curvas de CBR.

Tem-se, então:

$$h=(100+150\sqrt{6})/(i+5)$$

$$h=(467,5)/(i+5)$$

O material do reforço do subleito será areia e o material da sub-base de solo de jazida com material de CBR  $\geq 20\%$ . O subleito deve ser regularizado, com retirada ou acréscimo de material, de modo a alcançar as cotas correspondentes à superfície inferior da sub-base.

Foi definido utilizar as duas opções de pavimento, devido a cultura local da Região predominar a questão cultural. Onde também será uma economia para administração pública.

#### **4.4.3 Seção transversal de pavimentação**

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

#### **4.4.4 Nota de Serviço de Pavimentação**

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

## **4.5 Projeto de Sinalização**

### **4.5.1 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;

### **4.5.2 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.

#### **4.5.3 Sinalização de 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.

#### **4.5.4 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;
- Regulamentar 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.

#### **4.5.5 Dispositivos de sinalização**

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

#### **4.5.6 Nota de serviço de sinalização**

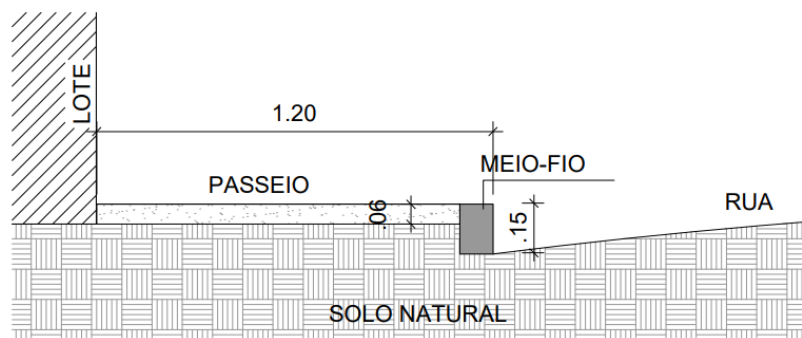
As notas de serviço de sinalização são apresentadas no **Volume 02**.



## 4.6 Projeto de Obras Complementares

### 4.6.1 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

### 4.6.2 Rampas de Acesso

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.

### 4.6.3 Notas de Serviços de Obras Complementares

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



## **5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**



## **5.1 Especificações técnicas**

### **5.1.1 Terraplenagem**

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

### **5.1.2 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

### **5.1.3 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

### **5.1.4 Obras complementares**

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