

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

MUNICÍPIO DE PRESIDENTE CASTELLO BRANCO



RODOVIA: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL

TRECHO: Av. Dezesete de Fevereiro - Fim da pavimentação (Km 2+200m)

**PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA  
PAVIMENTAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA  
ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**

**Volume 01**

**Relatório de Projeto e Memória Justificativa**

Março de 2022.





## Sumário

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
1.1	<i>Identificação do Empreendedor .....</i>	<i>4</i>
1.2	<i>Identificação da Empresa Responsável pelos Estudos e Projetos .....</i>	<i>4</i>
<b>2</b>	<b>DADOS DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>5</b>
2.1	<i>Identificação do Empreendimento .....</i>	<i>5</i>
2.2	<i>Apresentação .....</i>	<i>5</i>
2.3	<i>Considerações preliminares .....</i>	<i>5</i>
2.4	<i>Caracterização .....</i>	<i>5</i>
2.5	<i>Objetivo .....</i>	<i>6</i>
2.6	<i>Dados da via .....</i>	<i>6</i>
2.7	<i>Equipe responsável .....</i>	<i>6</i>
2.8	<i>Assinaturas .....</i>	<i>6</i>
2.9	<i>Anotação de responsabilidade técnica .....</i>	<i>6</i>
<b>3</b>	<b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS .....</b>	<b>8</b>
3.1	<i>Considerações Gerais .....</i>	<i>8</i>
<b>4</b>	<b>ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....</b>	<b>9</b>
4.1	<i>Introdução .....</i>	<i>9</i>
4.2	<i>Pluviometria .....</i>	<i>9</i>
<b>5</b>	<b>Determinação de curvas de intensidade – duração – frequência .....</b>	<b>12</b>
5.1	<i>Cálculo da equação geral de chuvas intensas .....</i>	<i>16</i>
5.2	<i>Períodos de Retorno (T) .....</i>	<i>19</i>
5.3	<i>Tempo de Concentração .....</i>	<i>19</i>
5.4	<i>Vazão de Contribuição .....</i>	<i>20</i>
5.5	<i>Coeficiente de Escoamento Superficial .....</i>	<i>20</i>
5.6	<i>Cálculo das Vazões .....</i>	<i>21</i>
<b>6</b>	<b>ESTUDOS DE TRÁFEGO .....</b>	<b>23</b>
6.1	<i>Considerações Gerais .....</i>	<i>23</i>
6.2	<i>Parâmetros adotados .....</i>	<i>23</i>
6.3	<i>Classificação das vias .....</i>	<i>24</i>
6.4	<i>Tráfego considerado .....</i>	<i>26</i>
<b>7</b>	<b>ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....</b>	<b>27</b>
7.1	<i>Considerações gerais .....</i>	<i>27</i>
7.2	<i>Prospecção do Subleito .....</i>	<i>27</i>
7.3	<i>Instruções normativas .....</i>	<i>27</i>
7.4	<i>Resultados obtidos .....</i>	<i>28</i>
<b>8</b>	<b>PROJETO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>30</b>
8.1	<i>Considerações Gerais .....</i>	<i>30</i>
8.2	<i>Layout .....</i>	<i>30</i>
8.3	<i>Seções transversais .....</i>	<i>30</i>
8.4	<i>Velocidade de projeto .....</i>	<i>30</i>
<b>9</b>	<b>PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....</b>	<b>31</b>
9.1	<i>Considerações Gerais .....</i>	<i>31</i>
9.2	<i>Seções transversais tipo de terraplenagem .....</i>	<i>31</i>
9.3	<i>Taludes .....</i>	<i>31</i>
9.4	<i>Remoção de solos com baixa capacidade de suporte .....</i>	<i>31</i>
9.5	<i>Determinação dos volumes e distribuição dos materiais .....</i>	<i>31</i>



9.6	Serviços preliminares de terraplenagem .....	32
9.7	Cortes .....	32
9.8	Aterros .....	32
9.9	Áreas para bota-fora .....	32
9.10	Áreas para jazida de empréstimo .....	32
9.11	Medidas mitigadoras .....	33
9.12	Proteção vegetal .....	35
<b>10</b>	<b>PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES .....</b>	<b>36</b>
10.1	Considerações Gerais .....	36
10.2	Considerações Preliminares .....	36
10.3	Concepção do sistema .....	36
10.4	Galerias circulares .....	37
10.5	Dimensionamento Hidráulico .....	37
10.6	Planilha de Dimensionamento Hidráulico .....	40
<b>11</b>	<b>PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA .....</b>	<b>42</b>
11.1	Considerações Gerais .....	42
11.2	Parâmetros .....	42
11.3	Dimensionamento do pavimento .....	43
<b>12</b>	<b>PROJETO DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA .....</b>	<b>46</b>
12.1	Considerações Preliminares .....	46
12.2	Sinalização Horizontal .....	46
12.3	Sinalização Vertical .....	46
<b>13</b>	<b>PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES .....</b>	<b>48</b>
13.1	Considerações Preliminares .....	48
13.2	Relocação de postes .....	48
13.3	Cerca .....	48
<b>14</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – TERRAPLENAGEM .....</b>	<b>49</b>
14.1	Generalidades .....	49
14.2	Descrição dos Serviços .....	49
<b>15</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>51</b>
15.1	Generalidades .....	51
15.2	Descrição dos Serviços .....	51
<b>16</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – DRENAGEM E OAC .....</b>	<b>55</b>
16.1	Considerações iniciais .....	55
16.2	Descrição dos Serviços .....	55
<b>17</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – SINALIZAÇÃO .....</b>	<b>58</b>
17.1	Generalidades .....	58
17.2	Sinalização Horizontal .....	58
17.3	Sinalização vertical .....	59
<b>18</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES PARA EXECUÇÃO – OBRAS COMPLEMENTARES .....</b>	<b>60</b>
18.1	Cercas .....	60
18.2	Proteção vegetal com hidrossemeadura .....	60
<b>19</b>	<b>ANEXO 01 – ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SUB-LEITO .....</b>	<b>61</b>



---

## 1 APRESENTAÇÃO

### 1.1 *Identificação do Empreendedor*

Razão Social: **Município de Presidente Castello Branco**  
CNPJ: **76.279.959/0001-70**  
Endereço: **Rua Alberto Ernesto Lang, 29,  
Centro – Presidente Castello Branco – SC  
CEP 89745-000**  
Telefone: **(49) 3457-1122**

### 1.2 *Identificação da Empresa Responsável pelos Estudos e Projetos*

Responsável: **Geovias Engenharia Ltda EPP**  
CNPJ: **13.771.8041/0001-36**  
Endereço: **Avenida Brasília 2400 – sala 05  
Centro - Pinhalzinho- SC**  
Telefone: **(49) 3312-0413**  
E-mail: **geoviasdep@gmail.com**

#### 1.2.1 *Responsável técnico:*

Engenheiro Civil **Juliano Wolschick**  
CREA/SC **057.254-9**



## 2 DADOS DO EMPREENDIMENTO

### 2.1 Identificação do Empreendimento

Nome:	<b>ESTRADA DE LINHA TAQUARAL</b>
Trecho:	<b>Avenida Dezesete de Fevereiro - Fim da pavimentação (Km 2+200m)</b>
Município	<b>PRESIDENTE CASTELLO BRANCO</b>
UF(s)	<b>Santa Catarina</b>

### 2.2 Apresentação

O presente volume contém os ESTUDOS PROJETOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS; O Projeto Executivo foi desenvolvido pela empresa GEOVIAS ENGENHARIA LTDA. EPP, sendo composto pelos seguintes volumes:

- Volume 01: Estudos, Projetos e Especificações Técnicas, contendo a descrição dos estudos realizados e dos projetos desenvolvidos, dimensionamento e descrição das especificações técnicas para execução das obras;
- Volume 02: Plantas, contendo os desenhos relativos aos projetos;
- Volume 03: Orçamento das Obras, contendo o orçamento detalhado da obra;

### 2.3 Considerações preliminares

A elaboração do projeto segue as normas específicas do DEINFRA/SC e do DNIT, onde puderam ser aplicadas.

Também fazem parte deste memorial as especificações e detalhamentos técnicos necessários a implantação das obras necessárias, apresentadas nos demais volumes.

### 2.4 Caracterização

O segmento de projeto é a Avenida Dezesete de Fevereiro - Fim da pavimentação (Km 2+200m).

As coordenadas aproximadas, do segmento são:

- Ponto Inicial – Km 0+000m:
  - X = 420.366,13m
  - Y = 6.988.602,16m
- Ponto Final – Km 2+200m
  - X = 421.221,11m
  - Y = 6.987.044,01m



## 2.5 Objetivo

O objetivo do empreendimento são as Obras de Implantação e Pavimentação da Estrada De Linha Taquaral.

## 2.6 Dados da via

As ruas que fazem parte deste projeto estão apresentadas na Tabela 1.

Item	Trecho	Início	Final	Extensão (m)	Área (m <sup>2</sup> )
1	ESTRADA DE LINHA TAQUARAL	Avenida Dezesete de Fevereiro	Fim da pavimentação (Km 2+200m)	2.200,00	15.400,00
	<b>Total</b>			<b>2.200,00</b>	<b>15.400,00</b>

Tabela 1 – Dados da via

## 2.7 Equipe responsável

Os estudos e projetos foram desenvolvidos pela empresa GEOVIAS ENGENHARIA LTDA. EPP, sob a coordenação do Engenheiro Civil Juliano Wolschick, registrado no CREA/SC sob o número 057.254-9.

Profissional	Título	Registro	Projeto
Juliano Wolschick	Engenheiro Civil	CREA/SC 057.254-9	Coordenação
			Estudos Hidrológicos
			Estudos Geotécnicos
			Projeto Geométrico
			Projeto de Drenagem e OAC
			Projeto de Pavimentação
			Projeto de Sinalização Viária
			Projeto de Obras Complementares
			Memoriais e especificações
			Orçamento e Cronograma

Tabela 2 – Equipe

## 2.8 Assinaturas

Juliano Wolschick  
Eng. Civil CREA/SC 057.254-9  
Coordenador

## 2.9 Anotação de responsabilidade técnica



1. Responsável Técnico

**JULIANO WOLSCHICK**

Título Profissional: Engenheiro Civil

RNP: 2501525124

Registro: 057254-9-SC

Empresa Contratada: GEOVIAS ENGENHARIA LTDA EPP

Registro: 107624-4-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: MUNICÍPIO DE PRESIDENTE CASTELLO BRANCO

Endereço: Rua Alberto Ernesto Lang

Complemento:

Cidade: PRESIDENTE CASTELLO BRANCO

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 16.980,00

Contrato: 10/2022

Celebrado em:

Honorários:

Vinculado à ART:

Bairro: Centro

UF: SC

Ação Institucional:

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

CPF/CNPJ: 76.279.959/0001-70

Nº: 29

CEP: 89745-000

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE PRESIDENTE CASTELLO BRANCO

Endereço: Estrada de Linha Taquaral

Complemento:

Cidade: PRESIDENTE CASTELLO BRANCO

Data de Início: 01/02/2022

Data de Término: 01/04/2022

Finalidade: Infra-estrutura

Bairro: Interior

UF: SC

Coordenadas Geográficas:

CPF/CNPJ: 76.279.959/0001-70

Nº: s/n

CEP: 89745-000

Código:

4. Atividade Técnica

Coordenação	Estudo	Projeto	Dimensão do Trabalho:	
<b>Rodovia</b>			2.200,00	Metro(s)
Estudo			2.200,00	Metro(s)
<b>Hidrologia</b>			2.200,00	Metro(s)
Estudo	Laudo		2.200,00	Metro(s)
<b>Geotecnia</b>			2,20	Quilômetros(s)
Estudo			2.200,00	Metro(s)
<b>Tráfego</b>			2.200,00	Metro(s)
Projeto			2.200,00	Metro(s)
<b>Traçado viário - projeto geométrico</b>			2.200,00	Metro(s)
Projeto	Orçamento		2.200,00	Metro(s)
<b>Terraplenagem</b>			2.200,00	Metro(s)
Projeto	Orçamento		2.200,00	Metro(s)
<b>Drenagem</b>			2.200,00	Metro(s)
Projeto	Orçamento		2.200,00	Metro(s)
<b>Pavimentação Asfáltica</b>			2.200,00	Metro(s)
Projeto	Orçamento		2.200,00	Metro(s)
<b>Sinalização</b>			2.200,00	Metro(s)
Projeto	Orçamento		2.200,00	Metro(s)
<b>Passeio</b>			15.400,00	Metro(s) Quadrado(s)
Coordenação	Estudo	Projeto		
<b>Rodovia</b>				

5. Observações

Elaboração de projetos de implantação e pavimentação da Estrada de Linha Taquaral, com total de 2.200,00m e 15.400,00m²

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

AEAO - 6

8. Informações

- . A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 30/03/2022: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 233,94 | Data Vencimento: 11/04/2022 | Registrada em:
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- . A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-sc.org.br/art](http://www.crea-sc.org.br/art).
- . A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- . Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

PRES CASTELLO BRANCO - SC, 30 de Março de 2022

JULIANO WOLSCHICK

019.972.489-05

Contratante: MUNICÍPIO DE PRESIDENTE CASTELLO BRANCO

76.279.959/0001-70



---

### 3 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

#### 3.1 *Considerações Gerais*

Os estudos topográficos foram fornecidos pelo contratante.



---

## 4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### 4.1 Introdução

Estes estudos objetivam o fornecimento de subsídios para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem no que diz respeito à sua localização, tipo e dimensionamento hidráulico.

Para a efetivação do projeto foram procedidas as seguintes atividades:

- Revisão da bibliografia existente;
- Coleta dos dados climáticos e pluviométricos existentes;
- Estabelecimento do regime de chuvas;
- Determinação das características das bacias de contribuição.

### 4.2 Pluviometria

Para obtenção dos dados pluviométricos foi utilizada a estação de Irani – SC, já apresentada no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, localizada próxima ao trecho e com quantidade de dados consideráveis (45 anos).

#### 4.2.1 Precipitações mensais e anuais

A partir dos histogramas e tabelas apresentadas a seguir, observa-se uma boa distribuição de chuva ao longo do ano, com altura média de chuva variando entre 130 e 220mm, ou seja, a região não apresenta um período seco.

A média de dias chuvosos fica entre 8 e 14 dias por mês, sendo possível observar uma boa distribuição ao longo do ano verificando-se uma pequena elevação nos meses de verão e no mês de outubro. Portanto, através desta série histórica adotada, pode-se observar que nesta região chove aproximadamente 123 dias ao ano.

Os dados pluviométricos estão apresentados na Tabela 1, na Figura 1 e na Figura 2.



Dados mensais		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
Altura média de chuva	(mm)	195,51	187,40	155,64	148,45	172,64	156,20
Altura máxima observada	(mm)	362,70	408,20	381,50	357,00	477,20	563,20
Altura mínima observada	(mm)	47,00	27,80	-	1,60	27,60	21,30
Média de dias de chuva		14,00	13,00	11,00	8,00	9,00	9,00
Máximo de dias de chuva		22,00	24,00	17,00	16,00	20,00	18,00
Mínimo de dias de chuva		7,00	4,00	-	1,00	3,00	2,00
Dados mensais		Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Altura média de chuva	(mm)	151,81	130,32	169,01	222,27	171,62	191,36
Altura máxima observada	(mm)	677,50	282,60	417,70	462,90	463,40	540,40
Altura mínima observada	(mm)	13,30	4,10	35,70	31,60	26,40	53,80
Média de dias de chuva		9,00	8,00	9,00	11,00	10,00	12,00
Máximo de dias de chuva		20,00	14,00	18,00	21,00	22,00	19,00
Mínimo de dias de chuva		2,00	1,00	4,00	6,00	5,00	7,00

Tabela 1 – Precipitação mensal e dias chuvosos

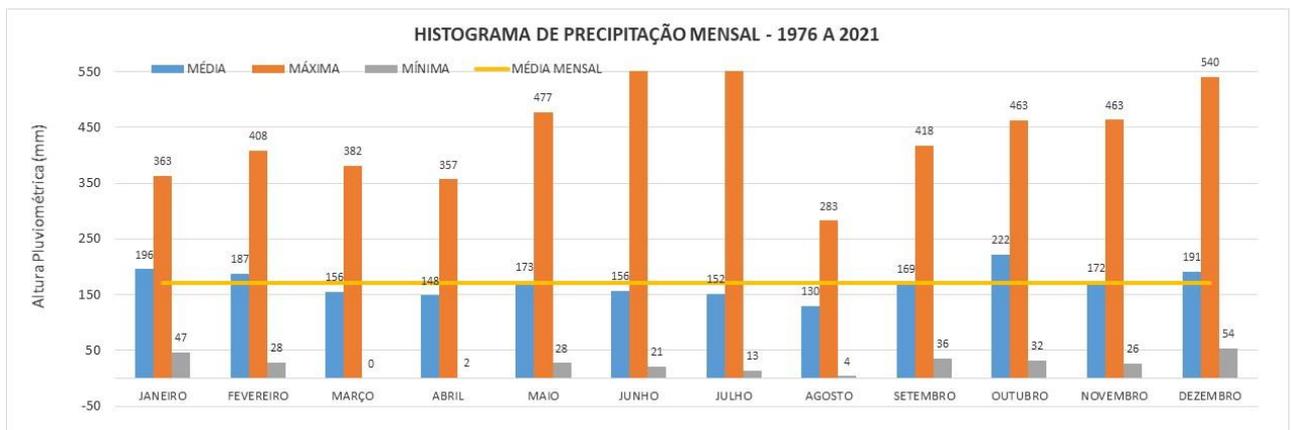


Figura 1 – Histograma de precipitação mensal

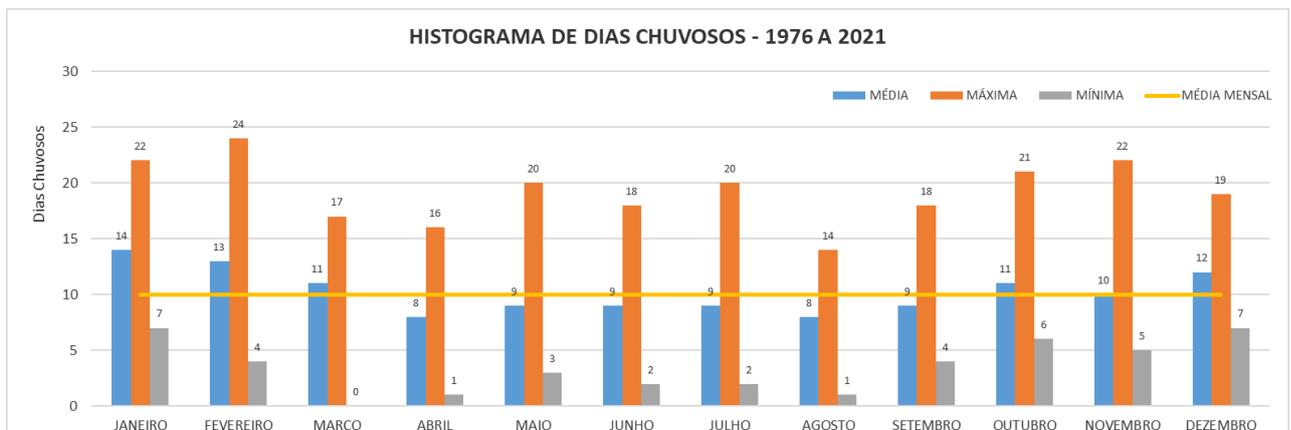


Figura 2 – Histograma de dias chuvosos



#### 4.2.2 Precipitações máximas anuais

Na Tabela 2 está apresentada a série histórica (1976 a 2021) dos valores máximos diários anuais de precipitação utilizados neste estudo.

Ano		PRECIPITAÇÃO (mm)		DIAS DE CHUVA
		Máxima Dia	Total Anual	
1	1976	65,20	1.221,40	81
2	1977	70,20	1.883,70	125
3	1978	89,00	1.399,30	101
4	1979	94,20	1.822,10	128
5	1980	93,00	2.011,90	124
6	1981	79,20	1.704,20	117
7	1982	76,20	2.283,90	147
8	1983	114,20	2.928,50	163
9	1984	81,40	1.888,20	140
10	1985	63,80	1.394,00	125
11	1986	94,80	1.581,90	117
12	1987	67,20	1.521,40	112
13	1988	60,00	1.345,00	105
14	1989	74,20	2.059,10	134
15	1990	123,80	2.618,20	146
16	1991	102,00	1.668,80	102
17	1992	128,20	2.545,60	138
18	1993	82,80	873,00	68
19	1994	-	-	-
20	1995	77,50	1.003,30	54
21	1996	109,50	2.343,40	141
22	1997	102,20	2.639,60	134
23	1998	110,00	2.813,60	139
24	1999	120,00	2.093,80	129
25	2000	82,20	2.230,90	141
26	2001	92,80	2.251,60	139
27	2002	55,70	1.937,30	151
28	2003	69,50	1.886,40	119
29	2004	59,80	1.625,30	115
30	2005	116,70	2.340,60	116
31	2006	61,20	1.141,40	77
32	2007	68,20	1.545,00	81
33	2008	77,50	1.817,80	124
34	2009	64,30	1.502,50	100
35	2010	101,40	2.544,10	127
36	2011	139,60	2.494,90	137
37	2012	70,50	1.561,00	108
38	2013	83,00	1.968,40	119
39	2014	174,70	2.760,60	146
40	2015	84,80	2.611,50	157



Ano		PRECIPITAÇÃO (mm)		DIAS DE CHUVA
		Máxima Dia	Total Anual	
41	2016	77,30	1.875,20	141
42	2017	87,40	2.072,30	136
43	2018	55,10	2.002,50	139
44	2019	104,20	2.164,10	138
45	2020	130,30	1.917,70	119
46	2021	44,20	347,30	22
<b>MÉDIAS</b>		<b>86,50</b>	<b>1.874,83</b>	<b>118</b>

Tabela 2 – Alturas pluviométricas

## 5 Determinação de curvas de intensidade – duração – frequência

Com base na série histórica de dados pluviométricos foram determinadas as máximas intensidades pluviométricas em 24 horas de precipitação e, por meios estatísticos, ajustou-se a curva representativa das precipitações máximas, utilizando o método dos mínimos quadrados e de “Gumbel”.

A relação obtida por “Gumbel” supõe que existam infinitos elementos. Na prática, levou-se em consideração o número real de anos de observações utilizando-se a Equação 1 proposta por Ven Te Chow:

$$H = X + K.S$$

Equação 1

Onde:

- H = altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;
- X = altura pluviométrica média;
- S = desvio padrão da série anual;
- K = fator de frequência que depende do número de amostras e do período de recorrência (tabela 1.1 da IS 06).

Para a estação meteorológica de Iraí/RS tem-se:

- X = 97,15 mm;
- S = 27,53mm;
- n (número de observações) = 27;

$$H = 97,15 + K.27,53$$



Da tabela 1.1 da IS 06 para  $n = 45$  e os diversos tempos de recorrência, obtêm-se K para aplicação na Equação 1, conforme resultados de precipitação máxima diária apresentados na Tabela 3.

Tempo de recorrência (anos)	TR 5	TR 10	TR 15	TR 20	TR 25	TR 50	TR 100
Fator de equivalência (K)	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
Precipitação Máx. Diária H (mm)	121,34	140,09	150,58	158,12	163,82	181,40	198,88

Tabela 3 - Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado

Segundo Taborga, as alturas pluviométricas de 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária, e, para as alturas de 1 hora e 0,1 hora pode-se identificar as isozonas de características iguais, definidas por Taborga conforme figura 1 da IS-06.

A estação indicada está situada na Zona D, sendo os fatores de conversão utilizados apresentados na Tabela 4.

Tempo de recorrência (anos)	TR 5	TR 10	TR 15	TR 20	TR 25	TR 50	TR 100
1 DIA/24H	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095
1 H/24H	42,00%	41,60%	41,40%	41,25%	41,10%	40,70%	40,30%
0,1H/24H	11,20%	11,20%	11,20%	11,20%	11,20%	11,20%	10,00%

Tabela 4 - Fatores de Conversão para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h

A Tabela 5 apresenta as precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24h (1440min), 1,0h (60min) e 0,1h (6min). A precipitação máxima em 24 h é obtida pelo produto da precipitação máxima diária (Tabela 3) e o fator de conversão (Tabela 4) para cada tempo de duração e período de recorrência correspondentes. As demais são obtidas pelo produto da precipitação máxima em 24h (Tabela 5) e os fatores de conversão apresentados na Tabela 4 para cada tempo de duração e período de recorrência correspondentes.

Tempo de recorrência (anos)	TR 5	TR 10	TR 15	TR 20	TR 25	TR 50	TR 100
0,1H	13,7	15,9	17,1	17,9	18,6	20,6	20,2
1 H	51,4	58,9	63,0	66,0	68,2	74,8	81,3
1 DIA	122,3	141,5	152,3	160,0	165,9	183,9	201,8

Tabela 5 - Precipitações máximas esperadas em função do período de recorrência

A partir dos dados da Tabela 5 definiram-se as equações que regem a altura pluviométrica em função do tempo de duração para os intervalos de 0,1h a 1,0h e 1,0h a 24h conforme ilustram a Figura 3 e a Figura 4.

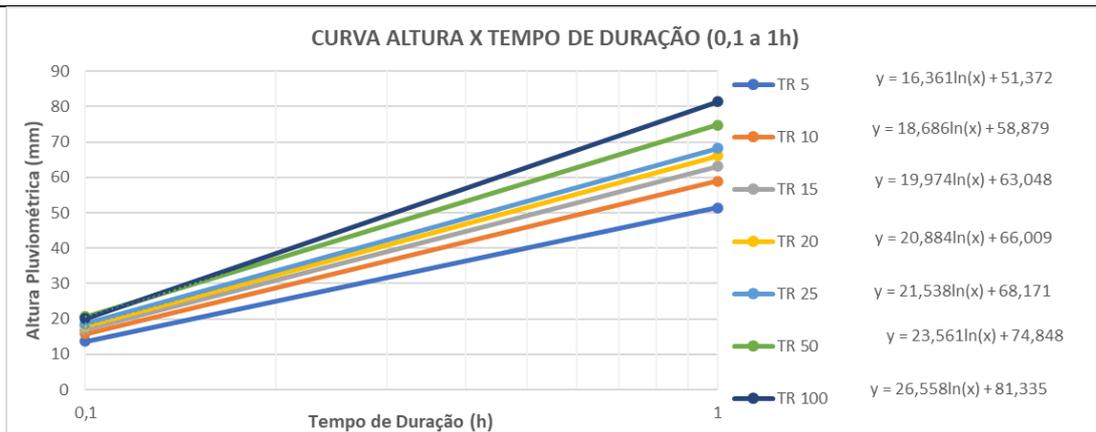


Figura 3 – Altura pluviométrica para duração de chuva entre 0,1 e 1h

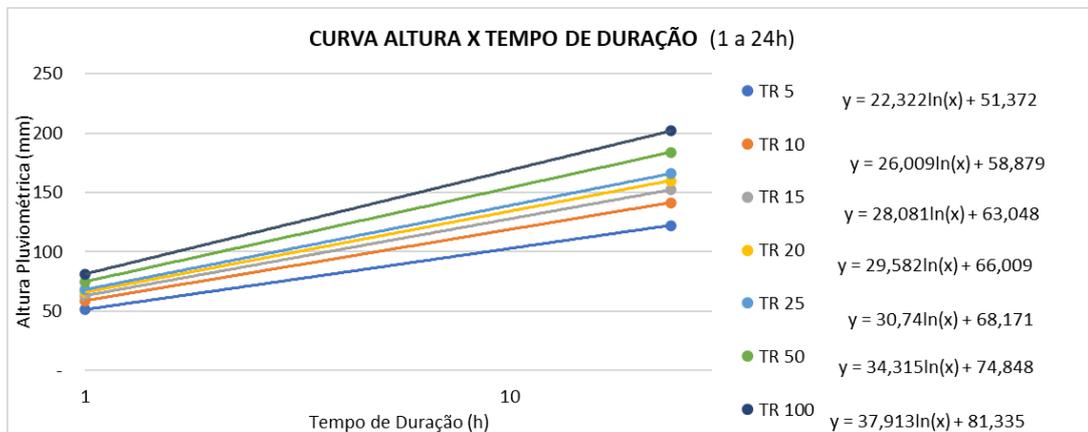


Figura 4 – Altura pluviométrica para duração de chuva entre 1h e 24h

Com as equações apresentadas na Figura 3 e a Figura 4 determinou-se as alturas pluviométricas e intensidades de chuva para os diversos tempos de duração e períodos de recorrência conforme apresentados na Tabela 6 e na Tabela 7.

Tempo de duração		TR 5		TR 10		TR 15		TR 20	
min	h	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)
6	0,1	13,699	136,994	15,853	158,529	17,056	170,562	17,922	179,218
10	0,17	22,057	132,342	25,398	152,389	27,259	163,556	28,590	171,539
12	0,2	25,040	125,200	28,805	144,025	30,901	154,505	32,397	161,987
18	0,3	31,674	105,579	36,382	121,272	39,000	129,999	40,865	136,217
24	0,4	36,381	90,951	41,757	104,393	44,746	111,865	46,873	117,183
30	0,5	40,031	80,063	45,927	91,854	49,203	98,406	51,533	103,067
36	0,6	43,014	71,691	49,334	82,223	52,845	88,075	55,341	92,235
42	0,7	45,536	65,052	52,214	74,592	55,924	79,891	58,560	83,657
48	0,8	47,721	59,651	54,709	68,387	58,591	73,239	61,349	76,686
54	0,9	49,648	55,165	56,910	63,234	60,944	67,715	63,809	70,899
60	1	51,372	51,372	58,879	58,879	63,048	63,048	66,009	66,009
120	2	66,844	33,422	76,907	38,454	81,126	40,563	86,514	43,257
180	3	75,895	25,298	87,453	29,151	91,701	30,567	98,508	32,836



Tempo de duração		TR 5		TR 10		TR 15		TR 20	
240	4	82,317	20,579	94,935	23,734	99,204	24,801	107,018	26,755
300	5	87,298	17,460	100,739	20,148	105,024	21,005	113,619	22,724
360	6	91,368	15,228	105,481	17,580	109,779	18,296	119,013	19,835
420	7	94,809	13,544	109,490	15,641	113,799	16,257	123,573	17,653
480	8	97,789	12,224	112,963	14,120	117,282	14,660	127,523	15,940
540	9	100,418	11,158	116,027	12,892	120,354	13,373	131,007	14,556
600	10	102,770	10,277	118,767	11,877	123,102	12,310	134,124	13,412
660	11	104,898	9,536	121,246	11,022	125,588	11,417	136,944	12,449
720	12	106,840	8,903	123,509	10,292	127,857	10,655	139,518	11,626
780	13	108,627	8,356	125,591	9,661	129,944	9,996	141,885	10,914
840	14	110,281	7,877	127,518	9,108	131,877	9,420	144,078	10,291
900	15	111,821	7,455	129,313	8,621	133,677	8,912	146,119	9,741
960	16	113,262	7,079	130,991	8,187	135,360	8,460	148,028	9,252
1020	17	114,615	6,742	132,568	7,798	136,941	8,055	149,821	8,813
1080	18	115,891	6,438	134,055	7,447	138,432	7,691	151,512	8,417
1140	19	117,098	6,163	135,461	7,130	139,842	7,360	153,111	8,058
1200	20	118,243	5,912	136,795	6,840	141,180	7,059	154,629	7,731
1260	21	119,332	5,682	138,064	6,574	142,452	6,783	156,072	7,432
1320	22	120,370	5,471	139,274	6,331	143,665	6,530	157,448	7,157
1380	23	121,363	5,277	140,430	6,106	144,825	6,297	158,763	6,903
1440	24	122,313	5,096	141,537	5,897	145,935	6,081	160,022	6,668

Tabela 6 - Alturas (h) e intensidades (I) pluviométricas para TR 5, TR 10, TR 15 e TR 20

Tempo de duração		TR 25		TR 50		TR 100	
min	h	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)
6	0,1	18,578	185,779	20,597	205,968	20,183	201,829
10	0,17	29,580	177,481	32,632	195,794	33,749	202,497
12	0,2	33,507	167,535	36,928	184,640	38,592	192,958
18	0,3	42,240	140,799	46,481	154,937	49,360	164,533
24	0,4	48,436	121,090	53,259	133,148	57,000	142,500
30	0,5	53,242	106,484	58,517	117,034	62,926	125,853
36	0,6	57,169	95,281	62,812	104,687	67,768	112,947
42	0,7	60,489	86,413	66,444	94,921	71,862	102,661
48	0,8	63,365	79,206	69,591	86,988	75,409	94,261
54	0,9	65,902	73,224	72,366	80,406	78,537	87,263
60	1	68,171	68,171	74,848	74,848	81,335	81,335
120	2	89,478	44,739	98,633	49,317	107,614	53,807
180	3	101,942	33,981	112,547	37,516	122,987	40,996
240	4	110,786	27,696	122,419	30,605	133,894	33,473
300	5	117,645	23,529	130,076	26,015	142,354	28,471
360	6	123,250	20,542	136,332	22,722	149,266	24,878
420	7	127,988	18,284	141,622	20,232	155,110	22,159
480	8	132,093	16,512	146,204	18,276	160,173	20,022
540	9	135,714	15,079	150,246	16,694	164,638	18,293
600	10	138,952	13,895	153,861	15,386	168,633	16,863



Tempo de duração		TR 25		TR 50		TR 100	
660	11	141,882	12,898	157,132	14,285	172,246	15,659
720	12	144,557	12,046	160,118	13,343	175,545	14,629
780	13	147,018	11,309	162,864	12,528	178,580	13,737
840	14	149,296	10,664	165,407	11,815	181,390	12,956
900	15	151,416	10,094	167,775	11,185	184,005	12,267
960	16	153,400	9,588	169,989	10,624	186,452	11,653
1020	17	155,264	9,133	172,070	10,122	188,751	11,103
1080	18	157,021	8,723	174,031	9,668	190,918	10,607
1140	19	158,683	8,352	175,886	9,257	192,968	10,156
1200	20	160,260	8,013	177,647	8,882	194,912	9,746
1260	21	161,760	7,703	179,321	8,539	196,762	9,370
1320	22	163,190	7,418	180,917	8,224	198,526	9,024
1380	23	164,556	7,155	182,442	7,932	200,211	8,705
1440	24	165,864	6,911	183,903	7,663	201,825	8,409

Tabela 7 - Alturas (h) e intensidades (I) pluviométricas para TR 25, TR 50 e TR 100

A curva de intensidade-duração-frequência é resultante dos dados que compõem Tabela 6 e a Tabela 7. A Figura 5 apresenta as curvas para os diversos períodos de retorno.

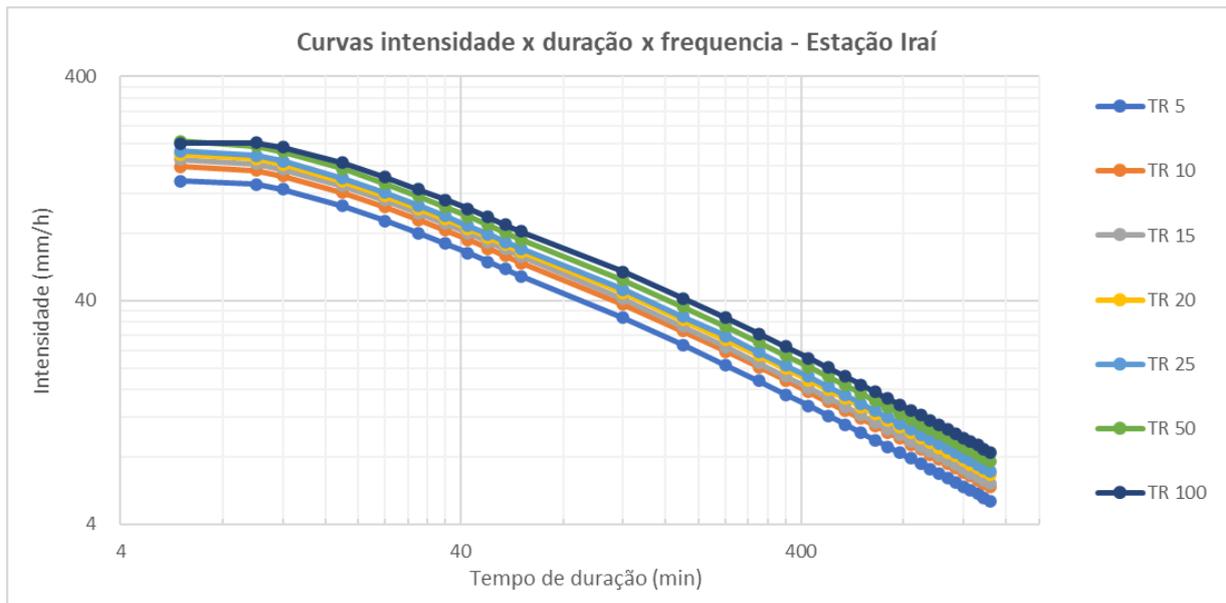


Figura 5 – Curva intensidade-duração-frequência – Estação Iraí

### 5.1 Cálculo da equação geral de chuvas intensas

Obtidas as curvas de intensidade e precipitação pode-se calcular a forma geral da equação de chuvas intensas, que relaciona os três aspectos intensidade-duração-frequência.



A intensidade da precipitação de projeto é obtida a partir da equação para cada período de retorno escolhido e da duração da chuva, que dependendo do caso, equivale ao tempo de concentração da bacia.

A equação geral é estabelecida a partir da análise de frequência de chuvas intensas registradas para uma amostra histórica suficientemente longa.

A equação geral é representada da seguinte forma:

$$i = \frac{K \cdot T^m}{(t + b)^n}$$

Equação 2

Onde:

- $i$  = intensidade média máxima de chuva, em mm/h;
- $T$  = período de retorno, em anos;
- $t$  = duração da chuva (tempo de concentração da bacia), em minutos;
- $K, m, b, n$  = parâmetros da equação determinados para o local analisado.

Para se obter os parâmetros da equação de chuvas intensas (Equação 2) utilizou-se o seguinte procedimento:

- a) Análise dos pluviogramas diários, identificando as intensidades para diversas durações e para cada chuva. O intervalo de tempo mínimo, ou duração mínima, foi de 6 minutos. As intensidades de precipitação foram obtidas para durações de 6, 10, 12, 18, 24, 30 e 60 minutos e para as durações de 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas;
- b) Ajustamento por regressão linear entre intensidade, duração e frequência;

Para atender todas as exigências utilizamos tempo de recorrência (TR) de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos, para criar um procedimento único de elaboração do estudo hidrológico. Ajustando o erro padrão, apresentado na Equação 3, entende-se que o  $R^2$  seja de no mínimo 95% (valor admissível).

$$Ep = \sqrt{\frac{\sum (Io - Ie)^2}{n}}$$

Equação 3

Onde:



- 
- $E_p$  = erro padrão (mm);
  - $l_o$  = intensidade observada;
  - $l_e$  = intensidade estimada pela equação;
  - $n$  = número de intervalos considerados;

Portanto, para este projeto, tem-se a seguinte equação:

$$i = \frac{1.568,93 \cdot T^{0,14}}{(t + 17,09)^{0,82}}$$

Equação 4

Parâmetros:

- $K = 1.568,930$
- $m = 0,139$
- $b = 17,000$
- $n = 0,816$

A proporção de variância ( $R^2$ ) para a equação gerada ajustada é de 99,59%.

Os resultados são expressos em mm/h, com o Período de Retorno (T) indicado em anos e a duração da chuva (t) em minutos.

A Figura 6 apresenta as curvas de intensidade-duração-frequência para os diversos períodos de retorno (T) obtidos com a Equação 4.

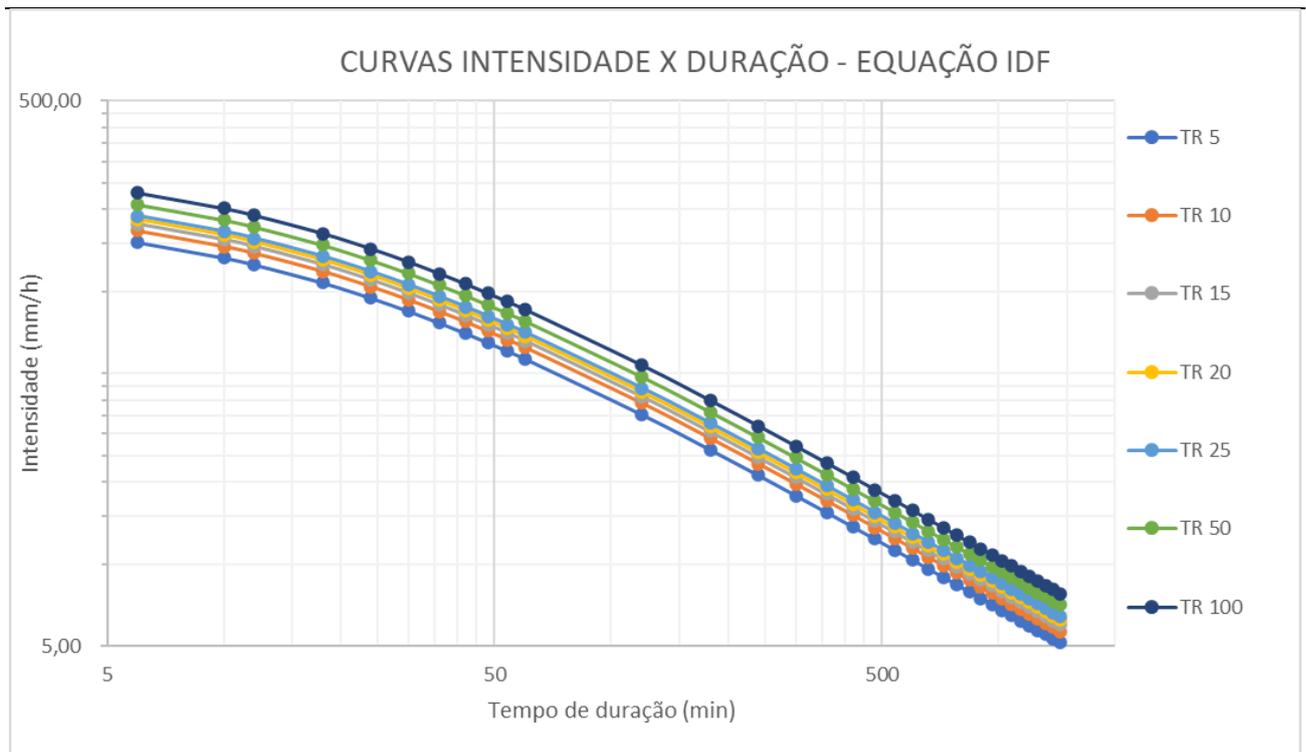


Figura 6 – Curva intensidade-duração-freqüência – Equação IDF

## 5.2 Períodos de Retorno (T)

Para a determinação da verificação dos períodos de retorno deve-se seguir o prescrito nas DIRETRIZES BÁSICAS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS RODOVIÁRIOS, publicação IPR 726 do DNIT, através da IS-203: Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos.

- Obras de drenagem superficial: 5 a 10 anos;
- Obras de drenagem subsuperficial: 10 anos
- Obras de arte correntes (bueiros): 10 anos;
- Pontilhões: 50 anos;
- Obras de arte especiais (pontes): 100 anos.

## 5.3 Tempo de Concentração

O tempo de concentração das bacias deverá ser avaliado por metodologia e modelos usuais, e que apresentem resultados compatíveis e que considerem:

- Comprimento e declividade do talvegue principal;
- Área da bacia;
- Recobrimento vegetal;
- Uso da terra;



- Outros.

### 5.3.1 Tempo de Concentração par obras de drenagem superficial (t)

Atendendo a estes requisitos, pode ser usada a fórmula do DNOS apresentada abaixo, apresentada no MANUAL DE HIDOLOGIA BÁSICA, publicação IPR 715 do DNIT.

$$t = \frac{10}{k} \cdot \frac{A^{0,3} L^{0,2}}{i^{0,4}}$$

Onde:

- t = tempo de concentração, em minutos;
- A = área da bacia, em hectares;
- L = comprimento do talvegue principal, em metros;
- i = declividade do talvegue principal, em %;
- k = coeficiente adimensional conforme Tabela 3 – Coeficiente K Fórmula DNOS.

Características	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4, 5
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5, 5

Tabela 3 – Coeficiente K Fórmula DNOS

### 5.4 Vazão de Contribuição

O escoamento superficial, dado básico para o projeto de drenagem e obras de arte, foi determinado levando em consideração o método racional, utilizado para:

- Drenagem Urbana - utilizado em bacias de contribuição com área inferior a 150ha;
- Bueiro de Talvegue- utilizado em bacias de contribuição com área inferior a 500ha.

### 5.5 Coeficiente de Escoamento Superficial

Os coeficientes de deflúvio deverão ser fixados só após análise da utilização das áreas de montante, particularmente nos casos de modificação violenta da permeabilidade das bacias.



Na determinação do coeficiente de escoamento superficial deve-se levar em consideração todos os fatores que influenciam na ocupação do solo, procurando caracterizar de forma adequada a real ocupação do mesmo de modo a que o projeto reflita a realidade da ocupação e as características do terreno local.

A área em questão pode ser classificada, de acordo com a Figura 1, como área da periferia do centro (0,50 a 0,70), área industrial com ocupação leve (0,50 a 0,80), podendo o Coeficiente de Escoamento C ser considerado como 0,50.

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "c"
<b>Comércio:</b>	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
<b>Residencial:</b>	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
<b>Industrial:</b>	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

Figura 1 – Coeficiente de escoamento superficial / Run-Off  
Fonte: MANUAL DE HIDOLOGIA BÁSICA, publicação IPR 715 do DNIT

## 5.6 Cálculo das Vazões

Para o cálculo das vazões será utilizado o método racional, o qual é amplamente utilizado na determinação das vazões máximas para bacias pequenas, sendo a expressão a seguir especificada, a utilizada para a obtenção das vazões de dimensionamento para cada canal.

$$QD = \frac{C \times i \times A}{3,6}$$

onde:

- A = Área da bacia contribuinte (em ha);
- i = intensidade da chuva crítica (em litros / s / ha);
- C = Coeficiente de escoamento superficial;



- 
- $QD = \text{Vazão da bacia contribuinte (em litros / s)}$ .

O tempo de duração da chuva crítica deve ser tomado como sendo igual ao tempo de concentração na seção para o qual está sendo calculada a vazão (ou deflúvio).

O cálculo das vazões está apresentado no capítulo relativo ao projeto de drenagem e OAC, item 9.



---

## 6 ESTUDOS DE TRÁFEGO

### 6.1 Considerações Gerais

A determinação do tráfego futuro para vias não pavimentadas é um dos maiores desafios, mesmo em áreas urbanas, pois a partir da pavimentação da via a ocupação das margens torna-se muito intensa, gerando os mais diversos tipos de tráfego.

Os estudos de tráfego foram desenvolvidos orientados pela IP-02 – Classificação das Vias, publicada pela Prefeitura Municipal de São Paulo.

### 6.2 Parâmetros adotados

Na IP-02 – Classificação das Vias, para o estabelecimento do parâmetro "N" (número de operações do eixo padrão de 80 KN), representativo das características de tráfego, são estudados os seguintes tópicos:

Estimativa das porcentagens mais prováveis de cada tipo de veículo de carga na composição da frota. Isso é efetuado levando-se em conta a função preponderante de cada classe de via.

Carregamento provável de acordo com cada classe de via. Constata-se que, em viagens curtas e principalmente nas zonas urbanas, a porcentagem de veículos circulando com carga abaixo do limite e mesmo "vazios" é elevada.

Para o cálculo do fator de equivalência de cada tipo de veículo, necessário à determinação do número "N" (considerando seus carregamentos), são utilizados os estudos realizados para a determinação dos fatores de equivalência, e que constam de:

Estabelecimento de modelos matemáticos, relacionando a carga útil às cargas resultantes nos eixos dos veículos. Foram obtidos a partir dos dados básicos de cada tipo de veículo (tara, número de eixo, limites máximos de carga por eixo etc.) e confrontados com modelos obtidos por regressão linear de alguns levantamentos estatísticos disponíveis. A utilização desses modelos conduz à determinação dos fatores de equivalência correspondentes a:

- 105% da carga útil máxima;
- 100% da carga útil máxima;
- 75% da carga útil máxima;

Estabelecimento de percentuais dos carregamentos para os tipos de veículos comerciais componentes da frota, de acordo com as características de cada classe de via, sendo calculados os fatores de equivalência final e determinados os números "N" indicados na Figura 2.



### 6.3 Classificação das vias

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

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

O parâmetro "N" constitui o valor final representativo dos esforços transmitidos à 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.

Conforme a IP-02 – Classificação das Vias, as vias urbanas a serem pavimentadas são classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

- Tráfego Leve - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 105 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;
- Tráfego Médio - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $5 \times 10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos;
- Tráfego Meio Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $2 \times 10^6$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos;
- Tráfego Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $2 \times 10^7$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos;
- Tráfego Muito Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1001 a 2000 por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número "N" típico superior a  $5 \times 10^7$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos;



- Faixa Exclusiva de Ônibus - Vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de ônibus e veículos comerciais (em número reduzido), podendo ser classificadas em:
- Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Médio - onde é prevista a passagem de ônibus em número não superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $3 \times 10^6$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.
- Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Elevado - onde é prevista a passagem de ônibus em número superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $5 \times 10^7$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

A Figura 2 resume os principais parâmetros adotados para a classificação das vias da Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP.

A via pode ser considerada como via coletora principal, em função do número de veículos comerciais esperado.

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

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

Figura 2 – Classificação das vias

Para o atendimento das condições de uso e de tempo de vida útil fixados, o pavimento deverá ser mantido em suas condições de concepção e periodicamente deverão ser efetuados os serviços de manutenção, indispensáveis para o perfeito funcionamento da estrutura do pavimento.



---

#### 6.4 Tráfego considerado

Conforme a IP 02 considerando a via como Via Coletora Principal, temos os seguintes parâmetros:

- Tráfego Previsto: Médio;
- Vida de projeto: 10 anos;
- Volume inicial veículos leves: de 401 a 1.500 veículos por/dia;
- Volume inicial veículos comerciais: 21 a 100 veículos por/dia;
- Repetições de eixo padrão – N: entre  $1,40 \times 10^5$  e  $6,8 \times 10^5$  solicitações;
- N característico:  $5 \times 10^5$  solicitações



---

## 7 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

### 7.1 Considerações gerais

Os Estudos Geotécnicos foram desenvolvidos com a finalidade de proporcionar a identificação e o conhecimento das propriedades dos materiais do subleito, permitindo uma avaliação qualitativa e quantitativa dos materiais naturais ocorrentes na região para subsidiar os Projetos de Terraplenagem e Pavimentação. Os Estudos Geotécnicos enfocam, em especial, a qualificação dos materiais para o emprego na terraplenagem da via projetada, bem como nas camadas do pavimento.

### 7.2 Prospecção do Subleito

A prospecção do subleito, foi realizada através da execução de sondagens à trado, tem a finalidade básica de fornecer condições de se verificar o índice de suporte das camadas (CBR) que comporão o subleito a fim de se dimensionar as camadas do pavimento através dos procedimentos convencionais.

A caracterização do subleito para a pavimentação foi realizada mediante a execução dos ensaios pertinentes aos serviços de terraplenagem e caracterização do solo.

A coleta foi realizada com profundidade entre 0 e 80cm

### 7.3 Instruções normativas

Os serviços foram realizados conforme especificado no Manual de Pavimentação do DNIT e na NORMA DNIT 137/2010- ES Pavimentação – Regularização do subleito - Especificação de serviço. As instruções normativas pertinentes a estes serviços são:

- Expansão – Norma DNIT 160/2012 – ME – Solos – Determinação da Expansibilidade – Método de Ensaio;
- Granulometria (% de pedregulho, areia grossa, areia fina e peneira #200) - DNER-ME 080: Solos - Análise granulométrica por peneiramento – Método de ensaio;
- Limite de liquidez - DNER-ME 122: Solos – Determinação do limite de liquidez – Método de referência e método expedito – Método de ensaio;
- Limite de plasticidade - DNER-ME 082: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio;
- Índice de Grupo - DNER-ME 082: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio;
- Índice de Plasticidade máximo - DNER-ME 082: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio;



- 
- Classificação AASHTO/TRB - Manual de Pavimentação do DNIT;
  - ISC (Índice de Suporte Califórnia) – DNIT 160/2012 – ME – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de Ensaio;
  - Ensaio de Compactação– DNIT 164/2013 – ME – Solos –Compactação utilizando amostras trabalhadas – Método de Ensaio;

As coletas dos materiais são do tipo deformadas.

#### **7.4 Resultados obtidos**

O resumo dos ensaios realizados está apresentado adiante.

Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Data: **fevereiro-22**



### QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

Identificação		Classificação granulométrica (%)				Limites (%)				Classificação HRB	Material	Compactação				
Amostra	Local	Pedregulho	Areia Grossa	Areia Fina	Pass. Nº 200	LL	LP	IP	IG			Massa Esp. Ap. Seca (Kgf/m³)	Umidade ótima (%)	Expansão (%)	ISC (%)	
1	Km 0+040 LE	65,48	6,31	8,52	19,70	-	NP	-	-	A1b	Granular	Argila Marrom c/ Cascalho	1,610	24,2	0,13	11
2	Km 0+440 LD	19,96	6,03	7,09	66,92	50,10	31,62	18,48	11,39	A7 - 5	Siltoso	Argila c/ Cascalho	1,332	34,5	1,06	11,8
3	Km 0+840 LE	36,46	10,39	7,01	46,14	41,90	30,75	11,15	2,69	A7 - 5	Granular	Argila c/ Cascalho	1,675	22,7	0,61	10,1
4	Km 1+300 LD	44,35	6,83	7,31	41,52	48,40	28,91	19,49	4,09	A7 - 6	Granular	Argila Vermelha c/ Cascalho	1,531	27	0,61	8,5
5	Km 1+700 LE	38,37	7,91	21,05	32,68	45,10	28,64	16,46	1,14	A2 - 7	Granular	Argila Marrom c/ Cascalho	1,540	26,5	0,34	10,7
6	Km 2+1000 LD	62,79	8,11	6,21	22,90	-	NP	-	-	A1b	Granular	Argila c/ Cascalho e Silte	1,705	22,5	0,43	10,2
<b>Médias</b>													<b>1,566</b>	<b>26,2</b>	<b>0,53</b>	<b>10,38</b>



---

## 8 PROJETO GEOMÉTRICO

### 8.1 *Considerações Gerais*

O projeto buscou manter a geometria da abertura da via existente.

### 8.2 *Layout*

A via foi projetada com pista pavimentada com 7,00m de largura (2x3,50m).

### 8.3 *Seções transversais*

A inclinação transversal para a pista de rolamento em tangente é de 2,00% em caimento duplo.

### 8.4 *Velocidade de projeto*

A velocidade de projeto adotada foi de 40 km/h.

A velocidade V85 foi determinada com base na seguinte equação  $V_{85} = V_p + 20\text{Km/h}$ , resultando em 60Km/h.



---

## 9 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

### 9.1 *Considerações Gerais*

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido tendo como base nos resultados obtidos no estudo topográfico e no estudo geotécnico, bem como nos elementos fornecidos pelo projeto geométrico.

### 9.2 *Seções transversais tipo de terraplenagem*

As seções de terraplenagem seguem o prescrito no projeto geométrico.

### 9.3 *Taludes*

Os taludes de cortes e aterros adotados foram os seguintes:

- Aterros em solo: 1 (V) : 1,5 (H)
- Aterros em rocha: 1 (V) : 1,5 (H)
- Cortes em solo (1ª e 2ª categoria): 1 (V) : 1,0 (H)

### 9.4 *Remoção de solos com baixa capacidade de suporte*

Nas áreas com cobertura vegetal ou solos cultivados, ricos em matéria orgânica, deverá ser providenciada remoção da camada vegetal (desmatamento e limpeza) da superfície sendo prevista uma espessura de 20cm.

Caso haja a ocorrência de materiais com baixa capacidade de suporte em outros locais estes deverão ser removidos. Nos estudos geotécnicos não foram identificadas amostras com CBR inferior a 5%.

### 9.5 *Determinação dos volumes e distribuição dos materiais*

Os volumes de terraplenagem foram determinados por cubação através do método da soma das áreas, em processo totalmente informatizado. A classificação dos materiais a escavar foi realizada de forma expedita por meio de análises preliminares realizadas a partir dos estudos geológico e geotécnico.

Na distribuição de volumes um coeficiente "volume escavado" - "volume compactado" de 1,3 para solos e materiais de primeira e de segunda categoria.



---

## **9.6 Serviços preliminares de terraplenagem**

Os serviços preliminares compreendem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza, nas áreas destinadas à implantação do corpo estradal, das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como camada vegetal, arbustos, tocos, raízes, entulhos e matações soltos e de pequeno porte.

## **9.7 Cortes**

Na execução dos cortes em material de 1ª categoria o terreno natural deverá ser escavado até o greide de terraplenagem, devendo ser escarificada até a profundidade de 0,20m e, após corrigida a umidade, ser compactada até atingir a massa específica seca correspondente a 100% da energia do Proctor Normal.

Os volumes de escavação para a execução da terraplenagem estão apresentados nas seções de terraplenagem. Já estão incluídos os materiais provenientes dos denteamentos e rebaixo de subleito.

Os materiais com capacidade de expansão maior que 2% deverão ser usados nas camadas inferiores dos aterros.

## **9.8 Aterros**

Está prevista a execução de aterros em solo, os quais deverão atender as Especificações construtivas.

Os aterros em solo foram considerados como compactação a 100% P.N. em todos os aterros, os denteamentos e os volumes oriundos de rebaixamento de subleito.

## **9.9 Áreas para bota-fora**

Foi considerada área de bota fora distante cerca de 1Km do centro geométrico da via.

A autorização para uso do bota-fora é de responsabilidade da construtora, devendo ser aceito o seu uso pela fiscalização.

O material para bota fora se resume, em sua grande maioria, a limpeza da camada vegetal e de baixa capacidade e suporte.

## **9.10 Áreas para jazida de empréstimo**

Foi considerada área de jazida distante cerca de 1Km do centro geométrico das vias.

A autorização para uso do da jazida e a sua indenização são de responsabilidade da construtora, devendo ser aceito o seu uso pela fiscalização.



---

Os materiais utilizados devem ser seu uso aprovado pela fiscalização.

## **9.11 Medidas mitigadoras**

### *9.11.1 Considerações Preliminares*

Como as atividades de terraplenagem são as que causam o maior impacto no local das obras, as medidas mitigadoras seguem como complementação destas atividades.

As medidas mitigadoras compreendem atividades relacionadas a mitigação dos impactos ambientais ocasionados pela obra, bem como a proteção dos elementos da obra das ações causadoras de impacto, tais como erosão e assoreamento dos cursos d'água. Também estão incluídas as atividades relacionadas como medidas compensatórias durante os estudos ambientais, bem como a equipe para realização do monitoramento ambiental para cumprimento das ações previstas no licenciamento ambiental.

### *9.11.2 Escavação de valas provisórias para proteção ambiental*

São valas provisórias com o objetivo de desviar pequenos cursos d'água superficiais para evitar o assoreamento desses e de talvegues naturais, por materiais advindos da terraplenagem, bem como das áreas transitáveis por veículos e pedestres e mesmo para reduzir os efeitos erosivos das áreas trabalhadas.

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.

### *9.11.3 Estocagem e Proteção de Camada Vegetal (solo orgânico)*

Os materiais orgânicos oriundos dos serviços de limpeza do terreno para a execução dos cortes, aterros e de outras atividades que envolvam a retirada de solo orgânico, deverão ser estocados em locais convenientemente definidos, de maneira que não comprometam a execução de serviços posteriores e nem tampouco degradem o meio ambiente, para posterior reutilização na recuperação ambiental das áreas degradadas, bota-foras e, inclusive, na incorporação de estradas abandonadas ao meio ambiente. Caso não venha ser utilizado, a área de estocagem deve ser conformada, de maneira que a superfície não se torne uma intrusão no meio ambiente.

O entorno das áreas de estocagem, dependendo da topografia local, principalmente em função da declividade, poderá necessitar de proteção contra os efeitos do carreamento de materiais finos, em particular durante as chuvas. Assim sendo, deverá ser executada vala provisória de drenagem no entorno do depósito.



---

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.

#### *9.11.4 Reutilização e Espalhamento de Solo Orgânico*

O material orgânico oriundo dos serviços anteriormente mencionados, estocados ou transportados diretamente, podem ser empregados na recuperação de áreas degradadas, cujo espalhamento deve ser feito com equipamento adequado, dependendo da superfície em que está sendo efetuada a recuperação. Se em área plana, efetuar o descarregamento do caminhão e o espalhamento por motoniveladora ou pá carregadeira. Se em área de talude, efetuar o transporte até o lado da área a ser espalhado o solo orgânico. Com a pá carregadeira recolhe-se e efetua-se o espalhamento, dando toques com a face externa da concha para fixá-lo no talude, como se fosse uma compactação. Após o espalhamento, efetuar o revestimento vegetal previsto e demais obras de drenagem e complementar.

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.

#### *9.11.5 Espalhamento e Compactação de Material de Cobertura de Bota-foras*

O excedente de materiais originados dos cortes ou de remoção de solos moles, quando não empregados na recuperação ambiental, deverão ser transportados para locais também previamente definidos, cujo material será espalhado e compactado, para após receber material de cobertura, preferencialmente solo orgânico estocado, originado da limpeza do terreno, ou de solo selecionado para permitir o revestimento vegetal por hidrossemeadura.

#### *9.11.6 Recuperação dos Bota Foras e das Jazidas de Empréstimo*

Para a destinação do bota fora, primeiramente é feito o carregamento da carga e transporte do material, que é depositado no local indicado. Para a recuperação deste devesse seguir as recomendações:

- Reconformar os taludes do bota fora atendendo as inclinações de acordo com o material, segundo o projeto de terraplenagem.
- Sempre que necessário, construir diques de contenção, com material compactado ou ensacado, ao redor do bota-fora;
- Implantar sistema de drenagem superficial no bota-fora, como nas áreas de entorno;
- Implantar cobertura vegetal em toda a superfície do bota-fora.



---

### **9.11.7 Barreira de siltagem**

A barreira de siltagem para proteção ambiental consiste num dispositivo que tem a finalidade de reter materiais finos do solo que possam ser carregados para os rios, para a drenagem da obra, talvegues, mananciais, açudes, propriedades lindeiras.

Essa barreira deverá ser executada através da fixação de estacas de madeira (guia de madeira de 2,5cmx7,0cm) e sobre estas a colocação de manta de geotextil não tecido agulhado, 100% poliéster, com 1,8 mm de espessura, numa altura de 1,00m e mais 0,50m disposto sobre o terreno natural, distanciado em 0,60m do pé do talude, fixadas com pontaletes de madeira com D= 10cm. O aproveitamento mínimo da barreira de siltagem é de pelo menos duas vezes, conforme o detalhamento apresentado.

## **9.12 Proteção vegetal**

### **9.12.1 Bota-fora e jazidas**

Após a finalização das obras deverá ser feito o reafeiçoamento das áreas de bota fora, com a colocação e camada de solo orgânico e cobertura vegetal por hidrossemeadura, realizada com espécies típicas da região das obras.

### **9.12.2 Taludes**

Os taludes deverão ser revestidos com cobertura vegetal por hidrossemeadura, realizada com espécies típicas da região das obras.



---

## 10 PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES

### 10.1 Considerações Gerais

O projeto do sistema de drenagem e de obras-de-arte corrente foi desenvolvido com base nos subsídios fornecidos pelos estudos hidrológicos, nas especificações técnicas e projetos-tipo elaborados, definindo os dispositivos do sistema.

Também foi desenvolvido com base nas situações apresentadas pelo Projeto Geométrico presente no volume 2, seguindo as premissas apresentadas no Manual de Drenagem de Rodovias.

Assim, com o objetivo de disciplinar o fluxo d'água superficial, e ainda, as águas provenientes da infiltração superficial, previu-se um sistema de drenagem de modo a captar, conduzir e descarregar em lugar apropriado e seguro estas águas. Este sistema abrange as categorias de obras de drenagem superficial e subterrâneas.

As obras de drenagem superficial compreendem as sarjetas, canaletas, valetas de proteção e dispositivos diversos.

As obras de drenagem subterrânea compreendem os drenos profundos e de pavimento.

As obras-de-arte correntes, cujo objetivo é o de permitir que as águas de regime permanente ou intermitente cruzem os terraplenos sem lhes causar danos, constituem-se de bueiros tubulares e celulares de concreto armado.

Nos locais que em que será mantida a pavimentação existente, deverá ser feita a recomposição das valas com pavimento asfáltico, de modo a igualar as condições estruturais.

### 10.2 Considerações Preliminares

Os principais fatores que influenciam na correta determinação dos sistemas de drenagem urbana são: a área das bacias de contribuição, a intensidade das chuvas, o período de retorno das chuvas, o relevo e o tipo e intensidade de ocupação do local, apresentados nos Estudos Hidrológicos.

A adequada utilização destes fatores fornecerá os subsídios necessários para o correto dimensionamento do sistema de drenagem pluvial.

### 10.3 Concepção do sistema

Dentre as obras de implantação as obras de drenagem fazem parte dos grupos de maior impacto financeiro, juntamente com as obras de pavimentação e obras de contenção, quando estas existirem. O aproveitamento das estruturas existentes, desde que isso seja justificado pelo dimensionamento hidráulico, é uma maneira de amenizar estes custos.



---

Neste caso, o sistema foi concebido visando o lançamento das águas nas redes já existentes, e no caso de ausência destas, nos cursos d'água ou descarregados em valas a céu aberto em áreas não urbanizadas.

Para comprovação da suficiência dos dispositivos existentes foi efetuado o cálculo do dimensionamento hidráulico baseado na literatura técnica e nas informações coletadas pelo estudo topográfico e no projeto de terraplenagem, presente no volume 2.

Nos locais onde a rede de drenagem existente não atendeu suportou o volume que deve ser escoado, foi prevista a remoção da rede existente e a execução de nova rede com o diâmetro adequado.

#### **10.4 Galerias circulares**

##### *10.4.1 Diâmetro Mínimo:*

O diâmetro mínimo utilizado foi de 60cm, conforme recomendação do DNIT.

##### *10.4.2 Recobrimento:*

O recobrimento das redes de drenagem será de no mínimo 1,0m.

##### *10.4.3 Altura da lâmina de água:*

Foi considerado no dimensionamento das tubulações para condutos circulares a seção equivalente a 70% com a vazão de projeto.

#### **10.5 Dimensionamento Hidráulico**

##### *10.5.1 Considerações Gerais*

Os principais fatores que influenciam na correta determinação dos sistemas de drenagem urbana são: a área das bacias de contribuição, a intensidade das chuvas, o período de retorno das chuvas, o relevo e o tipo e intensidade de ocupação do local, apresentados nos Estudos Hidrológicos.

A adequada utilização destes fatores fornecerá os subsídios necessários para o correto dimensionamento do sistema de drenagem pluvial.



### 9.5.1.1 Canais com seção circular

Para o cálculo das vazões de canais com seção circular foi utilizada a Fórmula de Manning e a Equação da Continuidade, de conforme apresentado na Figura 3.

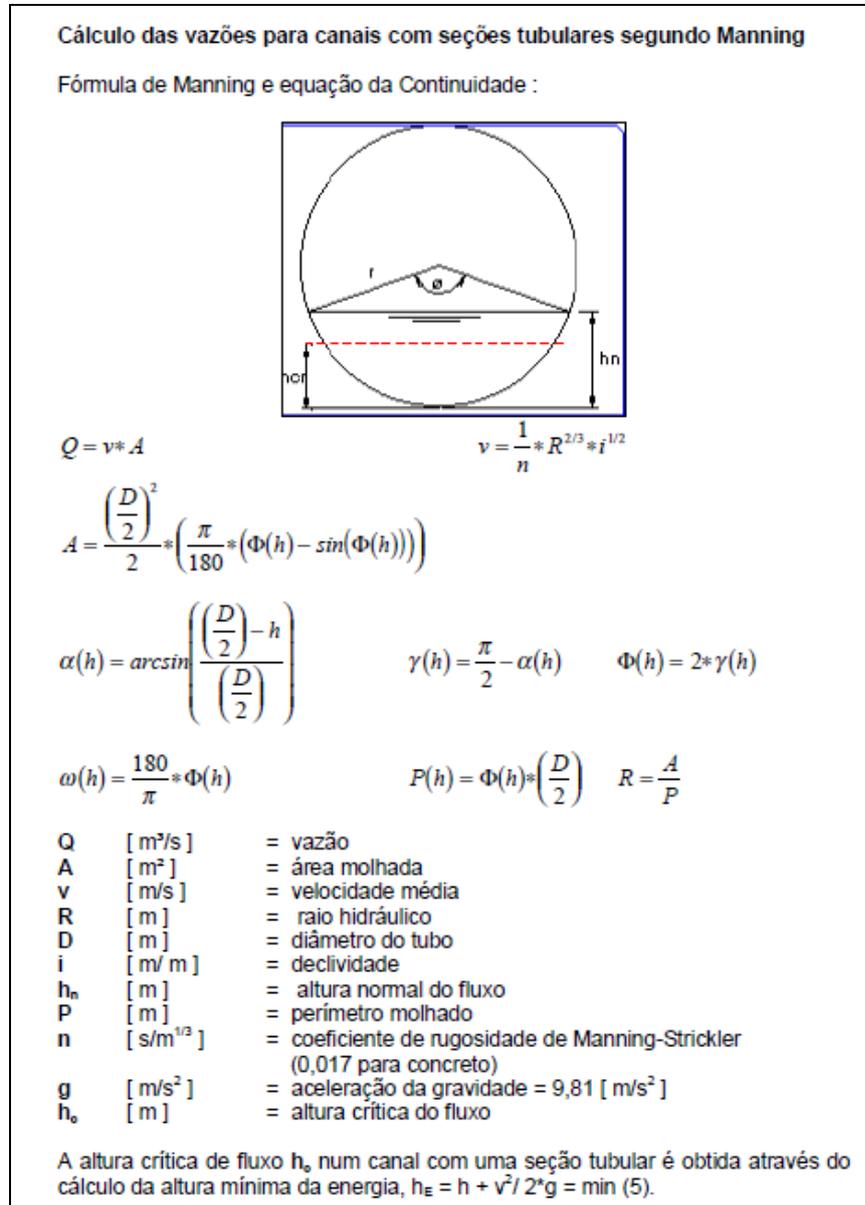


Figura 3 - Cálculo de vazões para seções circulares

### 9.5.1.2 Canais com seção trapezoidal

Para o cálculo das vazões de canais com seção trapezoidal foi utilizada a Fórmula de Manning e a Equação da Continuidade, de conforme apresentado na Figura 4.



**Cálculo das vazões para canais com seções trapezoidais ou retangulares segundo Manning**

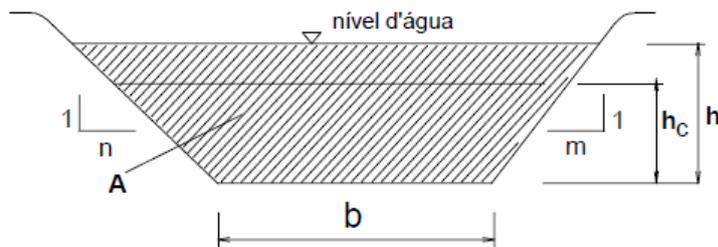
Fórmula de Manning e equação da Continuidade :

$$Q = v * A \qquad v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * i^{1/2}$$

$$A = h * [b + (0,5 * h * (m + n))] \qquad P = b + h * [(1 + m^2)^{1/2} + (1 + n^2)^{1/2}]$$

$$R = \frac{A}{P}$$

<b>Q</b>	[ m <sup>3</sup> /s ]	= vazão
<b>A</b>	[ m <sup>2</sup> ]	= área molhada
<b>v</b>	[ m/s ]	= velocidade média
<b>R</b>	[ m ]	= raio hidráulico
<b>i</b>	[ m/ m ]	= declividade
<b>h<sub>n</sub></b>	[ m ]	= altura normal do fluxo
<b>b</b>	[ m ]	= largura do leito
<b>n, m</b>	[ - ]	= declividade do talude
<b>P</b>	[ m ]	= perímetro molhado
<b>n</b>	[ s/m <sup>1/3</sup> ]	= coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler
<b>h<sub>c</sub></b>	[ m ]	= altura crítica do fluxo
<b>g</b>	[ m/s <sup>2</sup> ]	= aceleração da gravidade = 9,81 [ m/s <sup>2</sup> ]



n (s/m <sup>1/3</sup> )	Revestimento
0,017	concreto
0,020	solo
0,035	grama

Figura 4 - Cálculo de vazões para seções trapezoidais ou retangulares

**9.5.1.3 Verificação do dimensionamento hidráulico**

Para verificação foi feita a comparação das vazões contribuintes (QD) obtidas nos estudos hidrológicos e das vazões máximas das galerias (QGmax), sendo determinada a relação entre estas para determinação do percentual ocupado.

Para tanto, foram consideradas as galerias com 70% da seção ocupada, conforme previsto no Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

- QD= Vazão da bacia contribuinte (litros/s);
- % Ocupado= Diferença das Vazões [(QGmax - QD)/QGmax];
- V= Velocidade do escoamento na galeria (m/s);
- A= Área molhada das galerias (m<sup>2</sup>);
- QGmax= Vazão máxima da galeria (litros/s);



- 
- $n = 0,013$ ;

Estão apresentados somente os dados do cálculo que atende a capacidade de escoamento para a respectiva bacia, tanto para o bueiro existente como para o novo bueiro projetado para atender a vazão.

### **10.6 Planilha de Dimensionamento Hidráulico**



**DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA DRENAGEM PLUVIAL**

Pontos			Trecho				Área de Contribuição				Precipitação			% Ocupado	Galerias								Observação					
Início	-	fim	Via	Situação	Trecho	Extensão	C	n°	Ac (m²)	(hect.)	C.Ac		TC		i	QD	Cotas Terreno		Cotas Galeria		Profundidades			Tubos				
											Simples	Acumulado					Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante		n°	Ø			
<b>COLETOR 02</b>																												
BL29	-	CL08	TREVO	Exsistente	T44	1,00	0,60	1	2.500,00	0,25	0,15	0,15	10,00	158,36	65,98	4%	99,00	16,61	1.884,20	-	856,39	856,40	855,39	854,40	1,00	2,00	1x	0,40

C= Coeficiente de escoamento superficial  
 Ac= Área de contribuição (ha)  
 TC= Tempo de concentração (min)  
 i= intensidade (mm/h)  
 QD= Vazão da bacia contribuinte (litros/s)

V= Velocidade do escoamento na galeria (m/s)  
 QG<sub>max</sub>= Vazão máxima da galeria (litros/s)  
 TP= Tempo de percurso na galeria (min)  
 n°= Número de tubos por seção  
 Ø= Diâmetro interno do tubo (m)

Período de retorno= 10,00 anos  
 l= Declividade da galeria (%)  
 n<sub>tubo</sub>= 0,017  
 n= coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler (s/m<sup>1/3</sup>)  
 % Livre= Diferença das Vazões [(QG<sub>max</sub> - QD)/QG<sub>max</sub>]

$$i = \frac{1.688,60 \cdot T^{0,137}}{(t + 16,976)^{0,814}}$$



## 11 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

### 11.1 Considerações Gerais

O dimensionamento do pavimento desenvolvido pela empresa Sinaliza no projeto de pavimentação prevê a utilização de Revestimento com Concreto Asfáltico Usinado à Quente.

O dimensionamento foi previsto para a pista de rolamento da via, sendo adotado o mesmo para acostamentos e acessos.

Considerando-se a disponibilidade de material na região, propõe-se o emprego de pavimento flexível composto de CAUQ, base de brita graduada e sub-base de macadame seco sobre subleito regularizado e compactado na energia do Proctor Normal.

### 11.2 Parâmetros

#### 11.2.1 CBR Projeto

- ISC Subleito: 9,04%
- ISC Sub-Base: 20%
- ISC Base: 80%

O ISC do subleito foi obtido seguindo a seguinte equação:

$$ISC_c = \bar{x} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \cdot \sigma$$

Onde:

- ISCC: Índice de suporte califórnia característico da unidade geotécnica;
- X: Média aritmética dos valores obtidos;
- $\hat{\sigma}$ : Desvio padrão dos valores individuais;
- N: número de amostras;

Para obtenção do ISC do sub-leito foram utilizados os dados obtidos dos estudos geotécnicos apresentados abaixo:

- X: 10,38%;
- $\hat{\sigma}$ : 1,11%;
- N: 6;

#### 11.2.2 Número "N"

O valor de "N" considerado é  $5 \times 10^5$ , obtido pelo método USACE, conforme apresentado nos estudos de tráfego.



### 11.3 Dimensionamento do pavimento

Método empírico proposto por Murillo Lopes de Souza adaptado do Método de dimensionamento de aeroportos do Corpo de Engenheiros dos Estados Unidos (USACE).

Baseado em critério de resistência / ruptura ao cisalhamento, visando a proteção do pavimento das deformações plásticas excessivas durante a vida útil do projeto.

Os pavimentos projetados através deste método apresentam grande resistência à ocorrência de deformações permanentes prematuras.

Considera diferentes coeficientes de equivalência estrutural das camadas (K) baseados nos seus materiais constituintes, bem como a caracterização dos solos do subleito pelo ensaio de CBR e pelo Índice de Grupo.

O dimensionamento de pavimentos flexíveis se dá em função da capacidade do subleito (CBR) e índice de grupo IG e do número equivalente de operações do eixo padrão (N) determinando a espessura total do pavimento durante um período de projeto, com as posteriores espessuras de cada camada em função dos coeficientes de equivalência estrutural das camadas.

As camadas do pavimento serão compostas de sub-base de Macadame Seco, base de Brita Graduada e Revestimento em Concreto Asfáltico Usinado a Quente.

#### 11.3.1 Parâmetros adotados

##### Espessura total

A espessura do pavimento é obtida da equação apresentada abaixo.

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

Onde:

- $H_t$ : espessura da camada (cm);
- N: repetições do eixo padrão;
- CBR: índice de suporte Califórnia da camada adjacente;

##### Espessura total acima da camada de CBR 20

Para a espessura total acima da camada de CBR 20% (sub-base), deve ser utilizada a equação apresentada abaixo.

$$H_{20} = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR_{20}^{-0,598}$$

Onde:

- $H_{20}$ : espessura da camada acima da camada de CBR 20 (cm);



- N: repetições do eixo padrão;
- CBR: índice de suporte Califórnia da camada de CBR 20;

### Espessura da camada de revestimento

A espessura da camada de revestimento é obtida da Figura 5.

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

Figura 5 – Espessura mínima do revestimento betuminoso

### Espessuras das camadas granulares

Para determinação das espessuras das camadas, devem ser adotadas as inequações dispostas adiante.

$$R.K_r + B.K_b \geq H_{20}$$

$$R.K_r + B.K_b + h_{20}.K_n \geq H_t$$

Onde:

- R: espessura da camada de revestimento (cm);
- $K_r$ : coeficiente estrutural do revestimento;
- B: espessura da camada de base (cm);
- $K_b$ : coeficiente estrutural da base;
- $H_{20}$ : espessura total do pavimento acima da camada com CBR 20%;
- $h_{20}$ : espessura da camada de sub-base (cm);
- $K_n$ : coeficiente estrutural da sub-base;
- $H_t$ : espessura total pavimento acima do sub-leito;

As camadas de base e sub-base não devem ser inferiores as espessuras mínimas.

Os coeficientes estruturais adotados estão apresentados na Tabela 5.



Camada	Material	Coefficiente estrutural
Revestimento	Concreto Asfáltico Usinado à Quente - CAUQ	2
Base	Brita Graduada (camada granular)	1
Sub-base	Macadame Seco (camada granular)	1

Tabela 5 – Coeficientes estruturais do pavimento

### 11.3.2 Resultados

Com base nos parâmetros e equações apresentadas, foram obtidos os seguintes resultados:

#### Espessura total

$H_t$ : 39,19 cm Arredondando =>  $H_t$ : **40,00 cm**

#### Espessura total acima da camada de CBR 20

$H_{20}$ : 24,37 cm Arredondando =>  $H_{20}$ : **25,00 cm**

#### Espessura da camada de revestimento

R: 5,00 cm

#### Espessuras das camadas granulares

B: 15,00 cm

$h_{20}$ : 15,00 cm

### 11.3.3 Estrutura final

A estrutura final do pavimento ficou definida da seguinte maneira, conforme se apresenta na Tabela 6.

Camada	Material	Espessura (cm)
Revestimento	cauq	5,00
Base	Brita Graduada	15,00
Sub-Base	Macadame Seco	15,00
Subleito	Solo local	

Tabela 6 – Estrutura do pavimento – Método DNER



---

## 12 PROJETO DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA

### 12.1 Considerações Preliminares

O projeto de sinalização deverá orientar o motorista para adaptação à geometria via, procurando ordenar o tráfego através da implantação de pinturas e placas que contribuirão para a utilização. Estas medidas são as mais importantes para aumentar os níveis de segurança.

O projeto de sinalização seguiu as normas e especificações vigentes, em particular o Anexo II do Código Nacional de Trânsito, aprovado pela Resolução nº 160, de 22 de abril de 2004, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - CONTRAN – SENATRAM – MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA e o Manual de Sinalização horizontal, volume IV.

Este Projeto está subdividido em sinalização horizontal e vertical.

A sinalização de obras deverá seguir o Manual de Sinalização de Obras Emergências em Rodovias.

### 12.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal tem a finalidade de orientar o motorista dentro do critério preestabelecido, aumentando, com isto, a segurança do tráfego. Tinta à base de resina Acrílica nas cores Branca, Amarela, Preta, Vermelha e Azul, conforme norma da **ABNT NBR 11862:2012** e parâmetros especificados; em conjunto com a Microesfera de Vidro, Tipo II-A e Tipo I-B - Conforme **ABNT NBR 16184:2013** e parâmetros especificados a seguir. Solvente compatível para tinta base de resina acrílica. Devendo os elementos e projetos seguir as especificações do **CONTRAN, ABNT-NBR** e manual de sinalização vertical **volume IV**.

#### 12.2.1 Linhas longitudinais – demarcadoras de faixa, de proibição de ultrapassagem e de bordo de pista

As de proibição de ultrapassagem estarão posicionadas no limite da faixa para a qual a proibição se aplica, lado a lado com a linha demarcadora, ou com a de proibição de ultrapassagem relativas à faixa de tráfego do sentido oposto. Sua pintura será contínua, na cor amarela, localizadas em todos os locais onde a visibilidade não permita a ultrapassagem com segurança, sendo para este caso toda a extensão da via.

A faixa de bordo de pista será instalada conforme apresentado no detalhamento, fazendo o limite da pista de rolamento e indicando o início da área de estacionamento.

### 12.3 Sinalização Vertical

O Projeto de Sinalização Vertical foi baseado nos seguintes princípios:



- 
- Compreensão pelos motoristas;
  - Mesma intensidade ao longo da rodovia, a fim de condicionar o motorista;
  - Contínua, isto é, os sinais devem ser coerentes entre si;
  - Antecipada, a fim de preparar o motorista para sua próxima decisão.

### 12.3.1 Regulamentação

Os sinais de Regulamentação têm por finalidade informar ao usuário das proibições ou restrições disciplinando uso da via.

### 12.3.2 Advertência

Os sinais de Advertência informam ao usuário de situações potenciais de perigo.

### 12.3.3 Indicação/Informação

Os sinais de Indicação/Informação têm por finalidade informar ao usuário sobre situações pertinentes as vias.

A sinalização horizontal deve seguir as normas da ABNT-NBR- 14.891; 14.644, e o manual de sinalização vertical I-II-III do CONTRAN, nas formas e dimensões recomendada.

Os postes e/ou suportes devem seguir as normas do CONTRAN, aço, alumínio, dentro dos padrões das ABNT-NBR 15.993; 11.904; 13.275.



---

## 13 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

### 13.1 *Considerações Preliminares*

O projeto de obras complementares inclui as obras relativas à relocação de serviços públicos, remoção e relocação de cercas, defensas, estruturas de contenção, remoção do pavimento existente e recuperação vegetal, revestimento de canteiros e passeios.

### 13.2 *Relocação de postes*

Os postes indicados em planta deverão ser relocados conforme as determinações da concessionária de energia.

O projeto de relocação dos postes será elaborado pela concessionária.

### 13.3 *Cerca*

Nos locais indicados deve ser realizada a remoção e relocação das cercas existentes.



---

## 14 ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – TERRAPLENAGEM

### 14.1 *Generalidades*

O presente Memorial tem por finalidade estabelecer as condições e critérios que orientarão os serviços de execução da Terraplenagem.

Todos os serviços indicados deverão seguir o prescrito Manual de Implantação Básica do DNER. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações de serviço do DNIT, as normas das concessionárias e as normas da ABNT.

### 14.2 *Descrição dos Serviços*

#### 14.2.1 *Serviços preliminares de terraplenagem*

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 104/2099 - Terraplenagem - Serviços Preliminares.

Compreendem os serviços preliminares de terraplenagem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza.

Estes serviços objetivam a remoção, nas áreas destinadas à implantação do corpo da obra e naquelas correspondentes aos empréstimos, das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como árvores, arbustos, tocos, raízes, entulhos, além da camada vegetal.

#### 14.2.2 *Cortes*

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 106/2009 - Terraplenagem - Cortes.

Os cortes deverão ser executados de acordo com os elementos topográficos constantes das notas de serviço, sendo o material escavado depositado nos locais indicados.

#### 14.2.3 *Aterros*

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 108/2009 – Terraplenagem - Aterros.

A terraplenagem será constituída de camadas compactadas na energia de 100% do Ensaio de Proctor Normal.

A superfície final dos aterros deverá ser mantida úmida até ser lançada a camada subsequente, para evitar a erosão superficial provocada pela ação do vento e da chuva.



---

#### 14.2.4 Medidas mitigadoras

Todos os serviços deverão seguir o prescrito no MANUAL PARA ATIVIDADES AMBIENTAIS RODOVIÁRIAS, publicado pelo DNIT. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações de serviço do DEINFRA/SC, as normas das concessionárias e as normas da ABNT e as prescrições do IMA/SC.

Conforme determinado em projeto deverá ser executada proteção vegetal nos taludes com plantio de grama em leivas.

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 102/2009-ES Proteção do Corpo Estradal – proteção vegetal.

Ainda devem ser atendidos os requisitos da NORMA DNIT 074/2006 – ES - Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos.



---

## 15 ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – PAVIMENTAÇÃO

### 15.1 *Generalidades*

O presente Memorial Descritivo tem por finalidade estabelecer as condições e critérios que orientarão os serviços de execução da Pavimentação Asfáltica.

Os serviços de pavimentação somente serão realizados após a execução da terraplenagem, implantação das redes de água e drenagem pluvial.

Todos os serviços indicados deverão seguir o prescrito no Manual de Pavimentação do DNIT. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações de serviço do DNIT, as normas das concessionárias e as normas da ABNT.

### 15.2 *Descrição dos Serviços*

#### 15.2.1 *Regularização e compactação do sub-leito*

O terreno deverá ser regularizado e compactado com o auxílio de motoniveladora e rolo corrugado.

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 137/2010-ES Pavimentação – Regularização do sub-leito.

#### 15.2.2 *Camada de Macadame Seco*

A camada de macadame seco será executada conforme as espessuras determinadas em projeto, sendo composta de camada de rachão e brita graduada para travamento.

Será executada com o uso de motoniveladora, rolo liso e caminhão tanque.

Estes serviços devem seguir o prescrito na Especificação de serviço DEINFRA-SC ES-P 03/15 - Camada de Macadame Seco (P).

#### 15.2.3 *Camada de brita graduada*

A camada de brita graduada será executada conforme as espessuras determinadas em projeto, sendo composta de brita graduada.

Deverá ser utilizada a Faixa Granulométrica B.

Será executada com o uso de motoniveladora, rolo liso e caminhão tanque.

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 141/2010– Pavimentação - base estabilizada granulometricamente.



#### 15.2.4 *Imprimação*

A imprimação consiste em uma pintura ligante, que recobre a camada da base, e tem por função proporcionar o fechamento e impermeabilização das camadas de suporte.

O material utilizado para a imprimação é derivado do petróleo, conhecido como Emulsão Asfáltica para Imprimação (EAI), a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 0,9 a 1,7 litros/m<sup>2</sup>, conforme recomendação da Especificação de serviço DNIT 144/2012.

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 144/2012 - Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico convencional.

#### 15.2.5 *Pintura de ligação*

A pintura de ligação consiste numa pintura ligante, que recobre a camada da base, e tem por função proporcionar a ligação entre a camada de base e a capa de rolamento (C.A.U.Q.).

O material utilizado para a pintura de ligação é derivado do petróleo, conhecido como emulsão asfáltica RR-2C, a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 0,45 litros/m<sup>2</sup>.

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 144/2012 - Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico convencional.

#### 15.2.6 *Revestimento em concreto asfáltico*

Concreto asfáltico é um revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em uma usina adequada, de agregado mineral graduado, material de enchimento e material betuminoso, espalhado e compactado a quente sobre uma base pintada (pintura de ligação).

O agregado graúdo deve ser de pedra britada, com partículas de forma cúbica ou piramidal, limpas, duras, resistentes e de qualidade razoavelmente uniforme. O agregado deverá ser isento de pó, matérias orgânicas ou outro material nocivo e não deverá conter fragmentos de rocha alterada ou excesso de partículas lamelares ou chatas.

O agregado miúdo é composto de pedrisco e pó de pedra, de modo que suas partículas individuais apresentem moderada angulosidade, sejam resistentes e estejam isentas de torrões de argila ou outras substâncias nocivas.

Deverá ser empregado como material betuminoso o cimento asfáltico de petróleo (CAP-50/70), com teor variando de 4,5 a 7,5%, de acordo com a faixa granulométrica escolhida e conforme a Especificação de serviço DNIT 031/2006.

O teor de asfalto será determinado através do projeto do concreto asfáltico, como segue:

- Camada de CAUQ para faixa de rolamento, com o uso da Faixa “B”;

Para este projeto, foi definido como 6% o teor de ligante asfáltico.

Para a densidade da massa asfáltica foi adotado o valor de 2,5 t/m<sup>3</sup>.



---

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 031/2006 – Pavimentos flexíveis - Concreto Asfáltico.

#### 15.2.7 Controle tecnológico

A construtora deverá efetuar o controle tecnológico das obras de terraplanagem e pavimentação, seguindo as especificações apresentadas para cada um dos serviços quantificados.

- Pavimentação – Revestimento asfáltico
  - Ensaio Marshall - mistura betuminosa a quente: um ensaio a cada 700m<sup>2</sup> de área;
  - Ensaio de controle do grau de compactação da mistura asfáltica: um ensaio a cada 700m<sup>2</sup> de área;
  - Ensaio de percentagem de betume - misturas betuminosas: um ensaio a cada 700m<sup>2</sup> de área;
  - Extração de corpo de prova de concreto asfáltico com sonda rotativa (verificação de espessura): uma extração a cada 700m<sup>2</sup> de área;

Os ensaios deverão ser intercalados entre os bordos esquerdo e direito, e o eixo, devendo sua execução ser acompanhada pela fiscalização.

A emissão do termo de recebimento deverá ser condicionada ao atendimento dos parâmetros previstos nas especificações de serviço pertinentes.

A construtora deverá apresentar os projetos da brita graduada e da massa asfáltica antes do início da execução dos serviços, de modo a fornecer parâmetros para a validação do produto final.

Para execução dos serviços a construtora deverá realizar os valores adotados para comparação entre a densidade de campo e a densidade teórica na avaliação do grau de compactação.

Para a execução da capa asfáltica, (que deverá ocorrer de segunda a sexta-feira) a fiscalização deverá ser comunicada para acompanhamento dos trabalhos.

Finalizada a execução da capa asfáltica, será efetuada, por empresa contratada pelo Município, coleta do material para execução dos ensaios e emissão de laudos técnicos que apresentem características como teor de ligante, espessura, densidade, grau de compactação, etc.

A partir dos laudos, será verificado se o traço apresentado pela contratada condiz com o executado, sendo admitida, para o teor de betume, uma variação máxima de 0,3 (NORMA DNIT 031/2006 – ES).

Em caso de divergência, a capa asfáltica não será aceita pela fiscalização.



---

Salienta-se que a medição dos serviços referente a capa asfáltica ocorrerá somente posteriormente a emissão do laudo e aprovação do material por parte da fiscalização.

Poderá, a qualquer momento, a FISCALIZAÇÃO requisitar a CONTRATADA a realização de testes de qualidade dos materiais empregados e serviços executados por meio de empresa especializada, não vinculada a CONTRATADA. As despesas inerentes a estes ensaios correrão por conta única e exclusiva da CONTRATADA.

Como critério de medição em relação ao CAP, será utilizado a média aritmética dos resultados dos ensaios de controle tecnológico da massa asfáltica (ensaios realizados por empresa contratada pelo Município), até o limite do orçamento.

A Empresa deverá fornecer, antes do início dos serviços o projeto da massa asfáltica a ser utilizada no local, indicando minimamente: a taxa de aplicação do CAP 50/70, a faixa granulométrica e densidade, com data não superior a 12 meses.

Salienta-se que deverá ser disponibilizado a qualquer momento, quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO, os tickets de balança e ou notas fiscais com os pesos das cargas utilizadas no local.



---

## 16 ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – DRENAGEM E OAC

### 16.1 Considerações iniciais

Os concretos não indicados deverão ter FCK 20MPa. As armaduras serão de aço CA 50 e CA 60.

Os bueiros, drenos e demais elementos não apresentados deverão seguir o detalhamento feito pelo DNIT no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem.

Os serviços de drenagem pluvial deverão seguir o prescrito na especificação de serviço DNIT ES 030/2004 - Drenagem - dispositivos de drenagem pluvial urbana.

A obtenção de materiais de jazida, eventualmente necessários, é de responsabilidade da construtora, devendo serem devidamente licenciados.

A deposição de materiais em bota-fora, se necessário, são de responsabilidade da construtora, devendo serem devidamente licenciados.

### 16.2 Descrição dos Serviços

#### 16.2.1 Locação

Antes de serem iniciadas as obras a rede correspondente a cada trecho deverá ser locada conforme estabelece o projeto, com o auxílio de equipe de topografia.

#### 16.2.2 Escavações

As escavações das valas para o assentamento da tubulação serão feitas mecanicamente, nas profundidades de projeto e largura mínima necessária para a execução da obra. O fundo da vala deverá ser regularizado adequadamente antes do assentamento da tubulação.

*A vala deverá ser aberta de jusante para montante.*

Neste projeto foram consideradas as atividades de escavação em solo (2ª categoria) e em rocha (3ª categoria) na proporção de 70% para escavação em solo e 30% para escavação em rocha, exceto onde indicado na memória de cálculo de quantidades da drenagem.

Os materiais de 3ª. categoria compreendem a rocha sã, matacões maciços, blocos e rochas fraturadas de volume superior a 2,0 m<sup>3</sup> que só possam ser extraídos após a redução em blocos menores, com os equipamentos, materiais e métodos mais adequados ao local, devendo ser consideradas as condições do entorno, como por exemplo, edificações próximas. A responsabilidade sobre a escolha do método é do executor, sendo que o custo para o serviço está descrito na planilha orçamentária como escavação de material de 3ª categoria.



### 16.2.3 Reaterro

Onde indicado as valas serão reaterradas com material da própria escavação, desde que o mesmo seja de boa qualidade e permita a adequada compactação.

Na impossibilidade de utilização do material resultante da escavação, deverá ser providenciado material de jazida próxima, que atenda as exigências de compactação.

### 16.2.4 Tubulação sobre berço de concreto

A tubulação utilizada para travessia da pista indicada como OAC será com tubos circulares de concreto e atenderá o que prescrevem as normas técnicas, quanto as suas classes de resistência:

- diâmetro até 60cm: Concreto armado (armadura dupla);
- diâmetro 80cm: Concreto armado (armadura dupla);
- diâmetro superior a 80cm: Concreto armado (armadura dupla);

Os tubos serão assentados perfeitamente nivelados, encaixado e alinhados sobre berço de concreto de acordo com as especificações apresentadas no detalhamento.

Estes serviços devem seguir o prescrito na Especificação de serviço DNIT 023/2006- ES - Drenagem - Bueiros tubulares de concreto.

**Caso os tubos existentes no local possam ser reutilizados entendemos que os tubos novos devem ser "devolvidos" para a Prefeitura e esta poderá utilizá-los em outros locais.**

### 16.2.5 Remoção de tubos

As redes existentes que não possuem capacidade adequada para a sua bacia contribuinte deverão ser removidos e deverá ser executada nova rede com o diâmetro adequado para a bacia.

Também deverão ser removidos os tubos que, devido a alterações na geometria da via, estão em condições topográficas desfavoráveis. Estes tubos deverão ser depositados em locais indicados pela fiscalização.

Caso os tubos existentes no local possam ser reutilizados entendemos que os tubos novos devem ser "devolvidos" para a Prefeitura e esta poderá utilizá-los em outros locais.

### 16.2.6 Bocas de bueiro

As bocas de bueiro serão executadas em concreto, sendo com armadura para os bueiros celulares e sem armadura para os bueiros tubulares, conforme detalhes de projeto.

Estes serviços devem seguir o prescrito na Especificação de serviço DNIT 026/2004- ES - Drenagem – Caixas coletoras.



---

#### 16.2.7 Dissipadores de energia

Os dissipadores de energia serão executados em concreto conforme detalhes de projeto.

Estes serviços devem seguir o prescrito na Especificação de serviço DNIT 022/2006- ES (\*) - Drenagem - Dissipadores de energia.

Os locais para execução dos dissipadores estão apresentados nas plantas e na planilha de dimensionamento da drenagem.

Os dissipadores de energia são estruturas contínuas as bocas de bueiro, logo devem apresentar a mesma cota das bocas, conforme detalhe.

#### 16.2.8 Caixa de ligação

Serão executados serão executadas alvenaria de tijolos maciços ou em concreto (caixas de ligação pré-fabricadas), com lajes de concreto armado. A adoção de caixas de ligação de concreto ou alvenaria deve ser feita em acordo da construtora com a fiscalização.

Estes serviços devem seguir o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 030/2004 - Drenagem - dispositivos de drenagem pluvial urbana.

#### 16.2.9 Caixas Coletoras

As caixas coletoras serão executadas em concreto, conforme detalhes de projeto.

Estes serviços devem seguir o prescrito na Especificação de serviço DNIT 026/2004- ES (\*) - Drenagem – Caixas coletoras.

#### 16.2.10 Sarjetas

As sarjetas serão executadas conforme detalhes de projeto, devendo as mesmas ser reaterrados ao seu tardoz.

Estes serviços devem seguir a Especificação de serviço DNIT 018/2006 – Drenagem - sarjetas e valetas.

#### 16.2.11 Drenos

Os drenos serão executados conforme detalhes de projeto, devendo os mesmos ser serem executados com brita sã.

Estes serviços devem seguir a Especificação de serviço DNIT 015/2006- ES (\*) - Drenagem - Drenos subterrâneos.



## 17 ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – SINALIZAÇÃO

### 17.1 Generalidades

O presente Memorial Descritivo tem por finalidade estabelecer as condições e critérios que orientarão os serviços de execução da Sinalização Viária.

Todos os serviços indicados deverão seguir o prescrito Manual de Sinalização horizontal do CONTRAN. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações do CONTRAN, as normas das concessionárias e as normas da ABNT.

### 17.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal consiste na execução das faixas de separação de fluxo (amarelas) dispostas no eixo e das faixas limítrofes (brancas) dispostas nos bordos.

Os elementos constituintes da sinalização estão indicados em projeto.

As cores devem possuir as tonalidades de acordo com o padrão Munsell, sendo Amarela 10 YR 7,5/14, Branca N 9,5 e Vermelha 7,5 R 4/14.

A retrorefletorização inicial mínima deverá ser de  $250 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$  para a cor branca e  $150 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$  para a cor amarela, verificada no campo, para sinalização definitiva. A retrorefletorização residual mínima deverá ser de  $100 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$  para a cor branca e  $80 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$  para a cor amarela, verificada no campo.

Quando for detectado o fim da vida útil dos materiais, atingindo os valores de retrorefletividade residual, ou, a sinalização aplicada apresentar qualquer tipo de patologia, esta deverá ser refeita considerando os padrões estabelecidos inicialmente.

Em função do tráfego das vias, a sinalização horizontal deverá ter espessura de 0,5mm, com garantia mínima de 36 meses, sendo utilizado material conforme CONTRAN - Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em solvente.

A garantia em meses constante, pois se refere exclusivamente à vida útil do material sobre determinadas condições de tráfego ao qual é submetido. Independente desta consideração, os níveis de retrorefletividade mínimo estabelecidos devem ser sempre considerados.

A aplicação de microesferas de vidro seguirá a seguinte proporção, devendo ser feita mecanicamente e simultaneamente na proporção especificada, devendo obedecer a DNIT EM-373/00 – Microesferas de vidro retrorefletivas para sinalização horizontal rodoviária:

- Microesferas tipo “premix”: de 200g/litro a 250g/litro;
- Microesferas tipo “dropon”: de 200g/litro a 400g/litro;

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação do CONTRAN– Sinalização horizontal manual - volume IV e o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 100/2009 – Obras complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal.



### **17.3 Sinalização vertical**

Compõem a sinalização vertical as placas de sinalização de regulamentação, advertência e informativas

As placas deverão ser do tipo totalmente-refletivas.

A sinalização vertical deverá ser confeccionada em material retrorrefletivo, atendendo a NBR 14644 – 14.891, Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos, não sendo permitido, sob qualquer hipótese, o uso de placas pintadas.

Os substratos a serem utilizados deverão de Chapa de aço Chapas planas de aço zincadas nº 16 em conformidade com a norma ABNT NBR 11904- 13275. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliester) ou tinta esmalte sintético semi brilho na cor preta de secagem a 140° C.

No verso de cada uma das placas implantadas deverá constar a seguinte inscrição: “Mês/Ano de fabricação – Nome do Fabricante”.

Os suportes das placas serão de tubo de aço galvanizado com costura NBR 15.993.

As películas retrorrefletivas deverão atender aos requisitos estabelecidos na NBR 14644:2007, sendo que a cor preta, quando utilizada, deverá ser totalmente opaca.

As películas utilizadas são retrorrefletivas do tipo esferas inclusas ou lentes prismáticas.

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito nos manuais de sinalização do CONTRAN - Sinalização vertical. ABNT-NBR 15.993;2004 e o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 101/2009 – Obras complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical.



---

## 18 ESPECIFICAÇÕES PARA EXECUÇÃO – OBRAS COMPLEMENTARES

### 18.1 Cercas

As cercas serão executadas conforme detalhes de projeto nos locais indicados.

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 099/2009-ES - Obras complementares - cercas de arame farpado.

Onde indicado deverá ser executada mureta de blocos de concreto rebocada na face externa.

### 18.2 Proteção vegetal com hidrossemeadura

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 102/2009-ES Proteção do Corpo Estradal – proteção vegetal.

Todos os serviços deverão seguir o prescrito no MANUAL PARA ATIVIDADES AMBIENTAIS RODOVIÁRIAS, publicado pelo DNIT. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações de serviço, as normas das concessionárias e as normas da ABNT e as prescrições do IAP.

Ainda devem ser atendidos os requisitos da NORMA DNIT 074/2006 – ES - Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos.



---

**19 ANEXO 01 – ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SUB-LEITO**

## **Ensaaios de Caracterização de Solos**

**Obra: PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**

**Trecho: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**

**Sequencia: Km 0+040 LE**

**Ensaio: Caracterização de Solos**

**Material: Argila Marrom c/ Cascalho**

**Data: fevereiro-22**

**Amostra: 1**

Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 0+040 LE**  
 Material: **Argila Marrom c/ Cascalho** Amostra: **1**

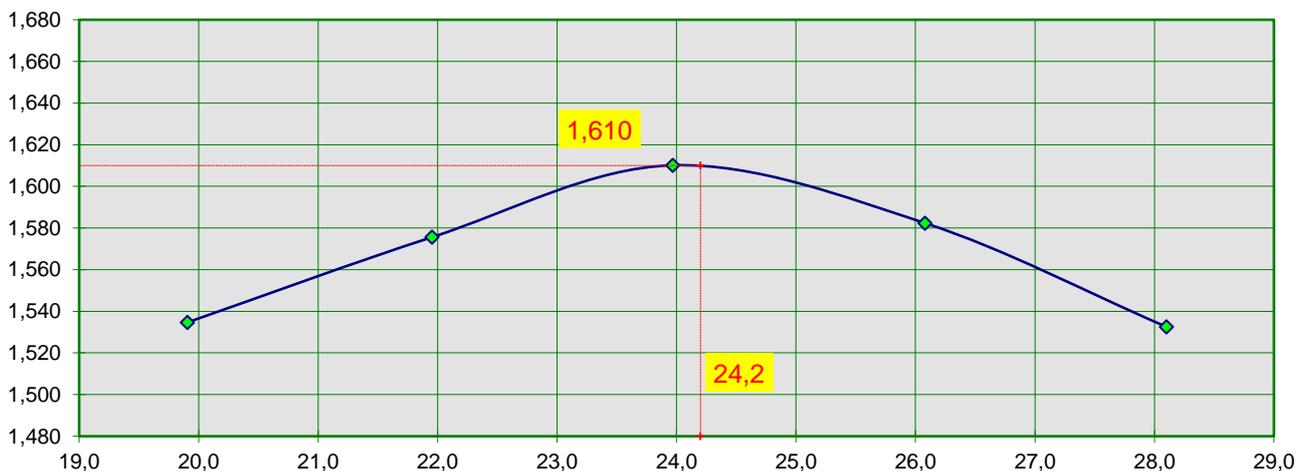
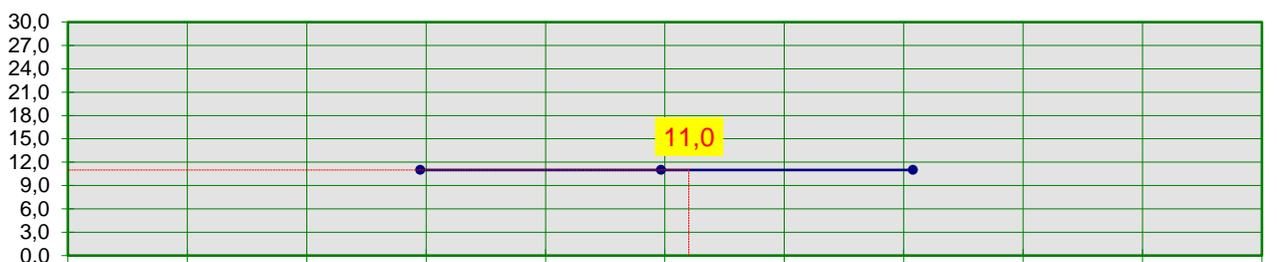
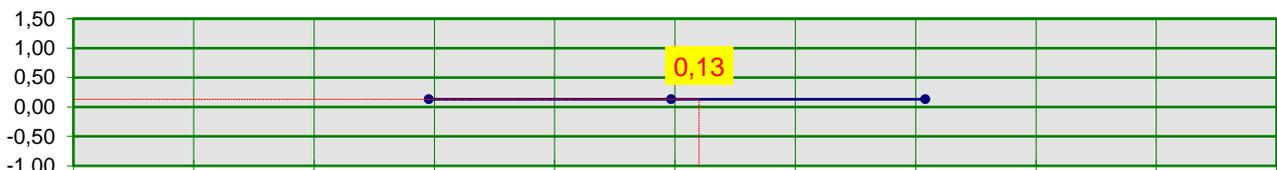


## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA				AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS	
Cápsula	Nº			PESO DA AMOSTRA ÚMIDA		Energia de Compactação : <u>Normal</u>	
Cápsula + Solo Úmido	g			Ph =	<u>0,0</u>	3 Camadas de 25 Golpes cada	
Cápsula + Solo seco	g					<input checked="" type="checkbox"/> Proctor	<input checked="" type="checkbox"/> C.B.R.
Peso da Cápsula	g			PESO DA AMOSTRA SECA		Disco Espaçador (Pol)	<b>2 1/2"</b>
Água	g			Ps =	$Ph / (100 + hm) \times 100$	Dens. Máxima (Kg/cm³)	<b>1,610</b>
Solo seco	g					Umidade Ótima (%)	<b>24,2</b>
Umidade	%			Ph =		C.B.R. (%)	<b>11,0</b>
Média	hm (%)					Expansão (%)	<b>0,13</b>

### MOLDAGEM

DESCRIÇÃO				Molde Nº				
				01	01	01	01	01
Solo úmido + molde	g	a	-	4063	4145	4220	4219	4187
Peso do molde	g	b	-	2212	2212	2212	2212	2212
Solo úmido	g	c	a - b	1851	1933	2008	2007	1975
Volume do molde	dm³	d	-	1006	1006	1006	1006	1006
Dens. do solo úmido	kg/m³	e	c / d	1,840	1,921	1,996	1,995	1,963
Dens. do solo seco	kg/m³	f	$e / (1 + m)$	<b>1,535</b>	<b>1,576</b>	<b>1,610</b>	<b>1,582</b>	<b>1,533</b>
Cápsula	nº	g	-					
Solo úmido + cápsula	g	h	-	92,34	107,15	105,40	96,58	106,76
Solo seco + cápsula	g	i	-	81,44	92,65	90,30	82,20	89,44
Peso da cápsula	g	j	-	<b>26,70</b>	<b>26,60</b>	<b>27,30</b>	<b>27,06</b>	<b>27,80</b>
Água	g	k	h - i	10,90	14,50	15,1	14,38	17,32
Solo seco	g	l	i - j	54,743	66,05	63	55,14	61,64
Umidade	%	m	k / l	<b>19,9</b>	<b>22,0</b>	<b>24,0</b>	<b>26,1</b>	<b>28,1</b>
Porc.de água	%	n						



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 0+040 LE**  
 Material: **Argila Marrom c/ Cascalho**



Amostra: 1

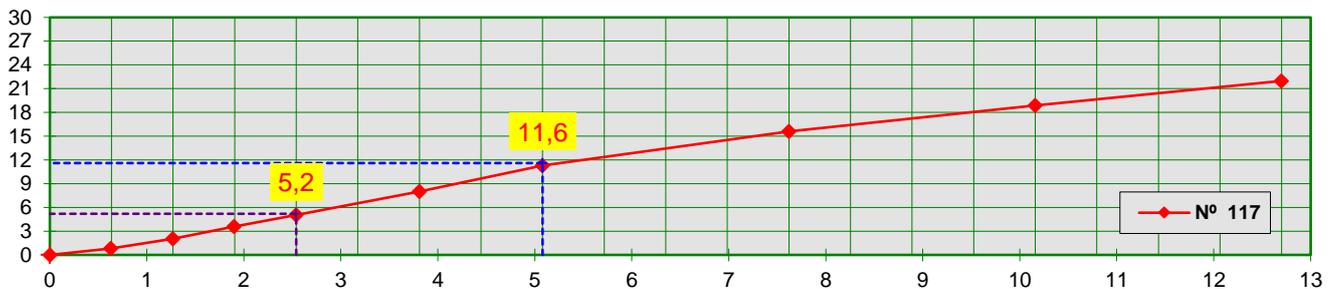
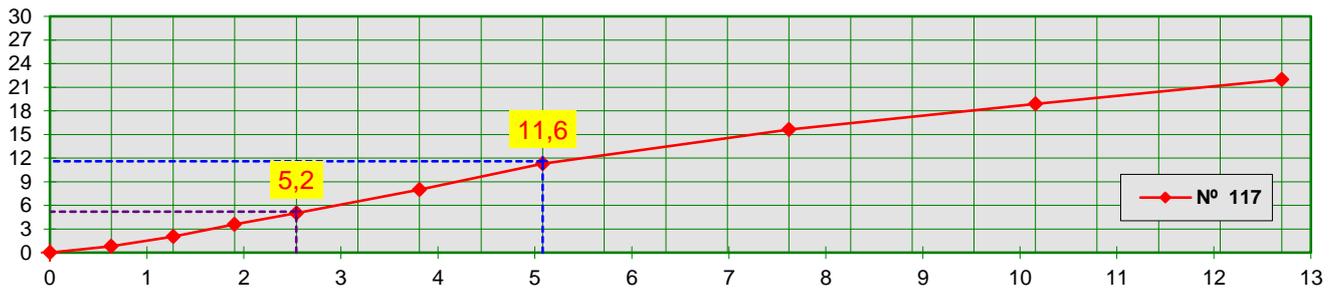
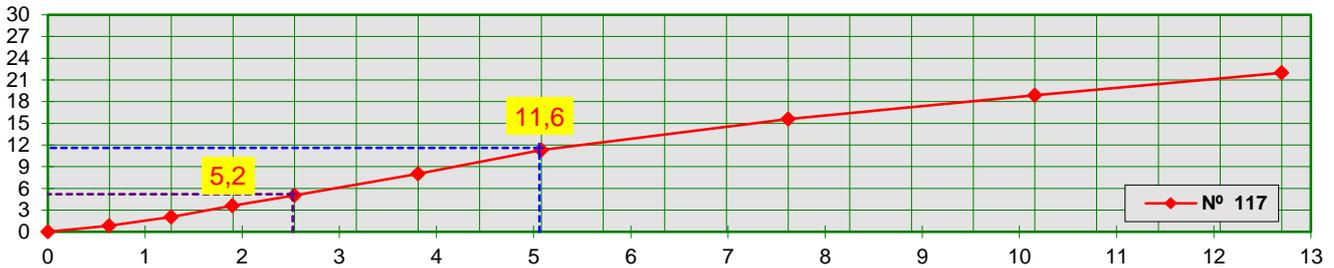
**INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA**

**EXPANSÃO**

Anel Dinamométrico Nº :			Área do Pistão :									Constante : 0,1027		
Recipiente			Nº 117			Nº 117			Nº 117					
Altura do molde (cm)			11,4			11,4			11,4					
Data	Hora	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	
01/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
02/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
03/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
04/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
05/02/2022	14,30	2,15	0,15	0,13	2,15	0,15	0,13	2,15	0,15	0,13				

**PENETRAÇÃO**

T	Penetração		Pressão Padrão	Molde			Nº 117			Molde			Nº 117			Molde		
	mm	Pol.		L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %			
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0				
0,5	0,63	0,025	-	8	0,8		8	0,8		8	0,8		8	0,8				
1,0	1,27	0,050	-	20	2,1		20	2,1		20	2,1		20	2,1				
1,5	1,90	0,075	-	35	3,6		35	3,6		35	3,6		35	3,6				
2,0	2,54	0,100	70,31	49	5,0	5,2	7,4	49	5,0	5,2	7,4	49	5,0	5,2	7,4			
3,0	3,81	0,150	-	78	8,0		78	8,0		78	8,0		78	8,0				
4,0	5,08	0,200	105,46	110	11,3	11,6	11,0	110	11,3	11,6	11,0	110	11,3	11,6	11,0			
6,0	7,62	0,300	-	152	15,6		152	15,6		152	15,6		152	15,6				
8,0	10,16	0,400	-	184	18,9		184	18,9		184	18,9		184	18,9				
10,0	12,70	0,500	-	214	22,0		214	22,0		214	22,0		214	22,0				



Obra: PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO  
 Trecho: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL  
 Sequencia: Km 0+040 LE  
 Material: Argila Marrom c/ Cascalho Amostra:



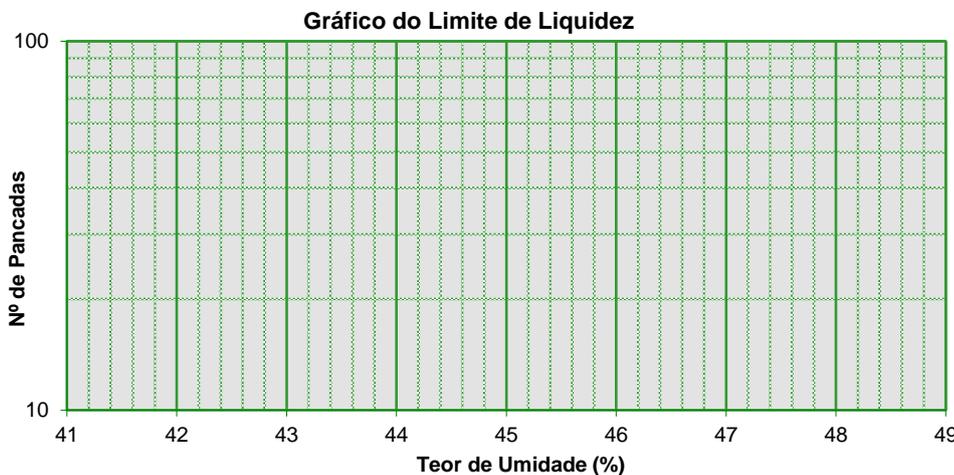
**ANALISE GRANULOMETRICA**

UMIDADE HIGROSCOPICA				PENEIRAMENTO GROSSO				
Cápsula Nº				Peneira		Peso da Am. seca (g)		% Passando
(a) Solo Úmido + Tara	83,90	g	g	Nº	mm	Retido	Passado	Am. Total
(b) Solo Seco + Tara	70,23	g	g	2"	50,8	715,7	1770,6	71,2
(c) Tara da Cápsula	5,80	g	g	11/2"	38,1	187,4	1583,2	63,7
(d) Água (a-b)	13,67	g	g	1"	25,4	146,2	1437,0	57,8
(e) Solo Seco (b-c)	64,43	g	g	3/4"	19,1	191,4	1245,6	50,1
(f) Teor de Umidade (d/e*100)	21,2	%	%	3/8"	9,5	188,6	1057,0	42,5
Umidade Média (g)	21,2		%	4	4,8	97,3	959,7	38,6
				10	2,0	101,4	858,3	34,5

AMOSTRA TOTAL SECA: 2486,3 (g)				PENEIRAMENTO FINO					
				Amostra úmida : 51,1		Amostra seca : 42,2			
a) Am. Total Úmida		2668,4	g	Peneiras		Am. seca (g)		Porcentagem que Passa	
b) Solo Seco Retido na Pen. 10		1628,0	g	Nº	mm	Ret.	Pass.	Am. Parcial	Am. Total
c) Solo Úmido Pass. na Pen. 10 (a-b)		1040,4	g						
d) Solo Seco Pass. na Pen. 10 (c/1+h)		858,3	g	40	0,42	7,7	34,5	81,7	28,2
e) Amostra Total Seca (b+d)		2486,3	g	200	0,075	10,4	24,1	57,1	19,7

**ENSAIOS FISICOS**

Cápsula nº	(g)	LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Cápsula + Solo Úmido	(g)										
Cápsula + Solo Seco	(g)										
Peso da Cápsula	(g)										
Peso da Água	(g)										
Peso do Solo seco	(g)										
Porcentagem de Água	(g)										
Nº de Pancadas	-						Nº de Pontos Aproveitados				
Valores para cálculo do índice de grupo		a	b	c	d		EQUIVALENTE DE AREIA				
		0,0	4,7	0,0	0,0						



Provetas Nº	1	2
h 1		
h 2		
EA		
Média		
RESUMO DOS ENSAIOS		
Pedregulho	65,5	%
Areia Grossa	6,3	%
Areia Fina	8,5	%
Pass. Nº 200	19,7	%
LL	00,0	
LP	NP	
IP	00,0	
EA		
IG	0,00	
AASHO	A1b	
MATERIAL	Granular	

ETAPAS	GRANULOMETRIA	LL	LP	EA	CALCULOS	VISTO
OPERADOR						

## **Ensaio de Caracterização de Solos**

**Obra: PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**

**Trecho: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**

**Sequencia: Km 0+440 LD**

**Ensaio: Caracterização de Solos**

**Material: Argila c/ Cascalho**

**Data: fevereiro-22**

**Amostra: 2**

Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 0+440 LD**  
 Material: **Argila c/ Cascalho** Amostra: **2**

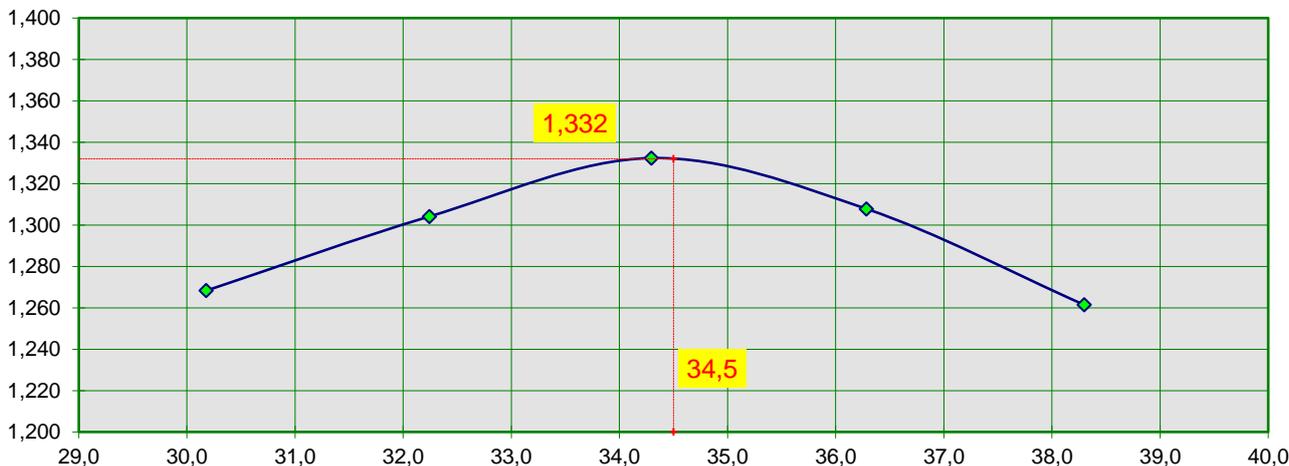
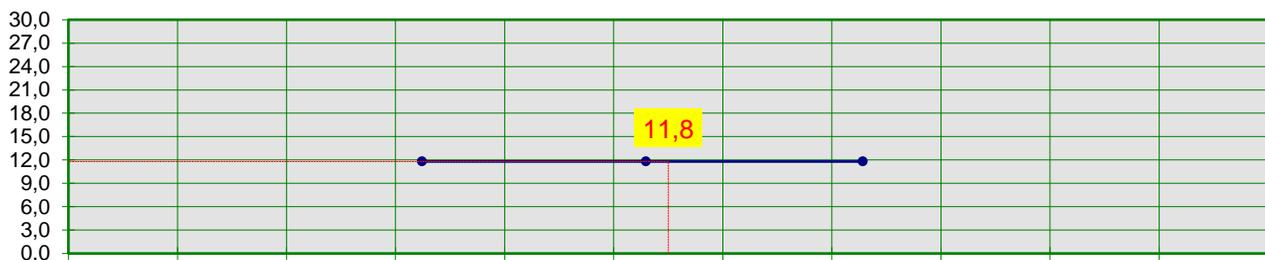
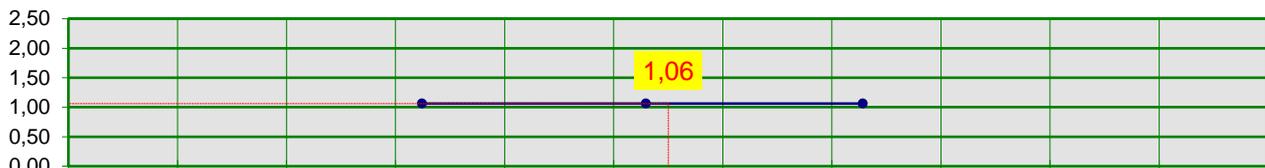


## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA				AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS	
Cápsula	Nº			PESO DA AMOSTRA ÚMIDA		Energia de Compactação : <u>Normal</u>	
Cápsula + Solo Úmido	g			Ph =	<u>0,0</u>	5 Camadas de 12 Golpes cada	
Cápsula + Solo seco	g					<input checked="" type="checkbox"/> Proctor	<input checked="" type="checkbox"/> C.B.R.
Peso da Cápsula	g			PESO DA AMOSTRA SECA		Disco Espaçador (Pol)	<b>2 1/2"</b>
Água	g			Ps =	$Ph / (100 + hm) \times 100$	Dens. Máxima (Kg/cm³)	<b>1,332</b>
Solo seco	g					Umidade Ótima (%)	<b>34,5</b>
Umidade	%			Ph =		C.B.R. (%)	<b>11,8</b>
Média	hm (%)					Expansão (%)	<b>1,06</b>

### MOLDAGEM

DESCRIÇÃO				Molde Nº				
				01	01	01	01	01
Solo úmido + molde	g	a	-	3873	3947	4012	4005	3967
Peso do molde	g	b	-	2212	2212	2212	2212	2212
Solo úmido	g	c	a - b	1661	1735	1800	1793	1755
Volume do molde	dm³	d	-	1006	1006	1006	1006	1006
Dens. do solo úmido	kg/m³	e	c / d	1,651	1,725	1,789	1,782	1,745
Dens. do solo seco	kg/m³	f	$e / (1+m)$	<b>1,268</b>	<b>1,304</b>	<b>1,332</b>	<b>1,308</b>	<b>1,261</b>
Cápsula	nº	g	-					
Solo úmido + cápsula	g	h	-	93,14	83,72	84,59	82,94	81,21
Solo seco + cápsula	g	i	-	77,73	70,50	69,50	67,78	66,40
Peso da cápsula	g	j	-	<b>26,7</b>	<b>29,5</b>	<b>25,5</b>	<b>26,0</b>	<b>27,7</b>
Água	g	k	h - i	15,41	13,22	15,09	15,16	14,81
Solo seco	g	l	i - j	51,06	41	44	41,78	38,67
Umidade	%	m	k / l	<b>30,2</b>	<b>32,2</b>	<b>34,3</b>	<b>36,3</b>	<b>38,3</b>
Porc.de água	%	n						



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 0+440 LD**  
 Material: **Argila c/ Cascalho**



Amostra: **2**

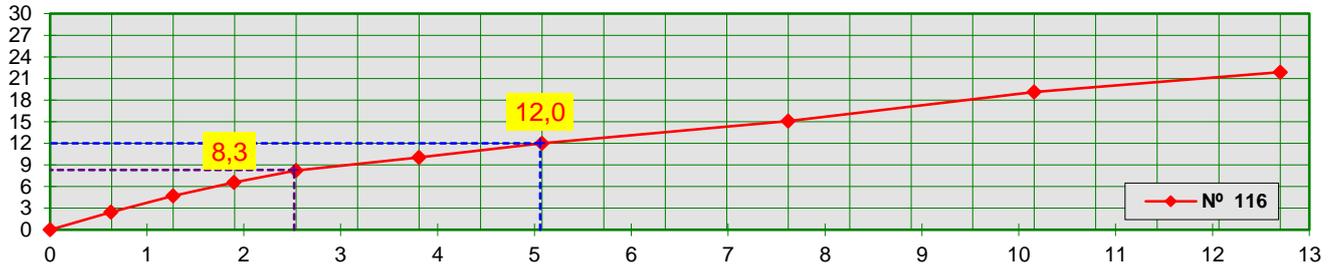
**INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA**

**EXPANSÃO**

Anel Dinamométrico Nº :			Área do Pistão :									Constante : 0,1027		
Recipiente			Nº 116			Nº 116			Nº 116					
Altura do molde (cm)			11,4			11,4			11,4					
Data	Hora	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	
01/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
02/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
03/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
04/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
05/02/2022	14,30	3,21	1,21	1,06	3,21	1,21	1,06	3,21	1,21	1,06				

**PENETRAÇÃO**

T	Penetração		Pressão Padrão	Molde			Nº 116			Molde			Nº 116			Molde		
	mm	Pol.		L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %			
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0				
0,5	0,63	0,025	-	24	2,5		24	2,5		24	2,5		24	2,5				
1,0	1,27	0,050	-	46	4,7		46	4,7		46	4,7		46	4,7				
1,5	1,90	0,075	-	64	6,6		64	6,6		64	6,6		64	6,6				
2,0	2,54	0,100	70,31	80	8,2	8,3	11,8	8,2	8,3	11,8	8,2	8,3	11,8	8,2	8,3	11,8		
3,0	3,81	0,150	-	98	10,1		98	10,1		98	10,1		98	10,1				
4,0	5,08	0,200	105,46	117	12,0	12,0	11,4	117	12,0	12,0	11,4	117	12,0	12,0	11,4			
6,0	7,62	0,300	-	147	15,1		147	15,1		147	15,1		147	15,1				
8,0	10,16	0,400	-	186	19,1		186	19,1		186	19,1		186	19,1				
10,0	12,70	0,500	-	213	21,9		213	21,9		213	21,9		213	21,9				



Obra: PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO  
 Trecho: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL  
 Sequencia: Km 0+440 LD  
 Material: Argila c/ Cascalho



Amostra: 2

### ANALISE GRANULOMETRICA

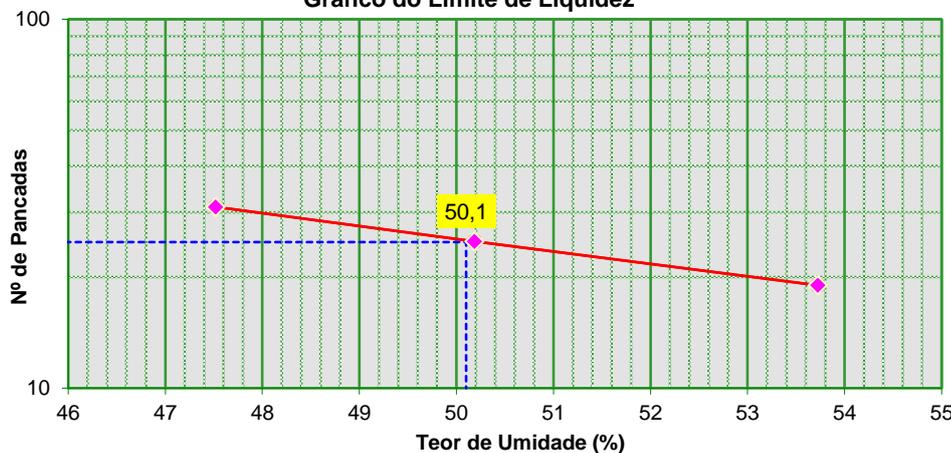
UMIDADE HIGROSCOPICA				PENEIRAMENTO GROSSO				
Cápsula Nº				Peneira		Peso da Am. seca (g)		% Passando
(a) Solo Úmido + Tara	89,90	g	g	Nº	mm	Retido	Passado	Am. Total
(b) Solo Seco + Tara	82,36	g	g	2"	50,8	0,0	1514,6	100,0
(c) Tara da Cápsula	28,00	g	g	11/2"	38,1	0,0	1514,6	100,0
(d) Água (a-b)	7,54	g	g	1"	25,4	0,0	1514,6	100,0
(e) Solo Seco (b-c)	54,36	g	g	3/4"	19,1	0,0	1514,6	100,0
(f) Teor de Umidade (d/e*100)	13,9	%	%	3/8"	9,5	108,5	1406,1	92,8
Umidade Média (g)	13,9		%	4	4,8	97,6	1308,5	86,4
				10	2,0	96,2	1212,3	80,0

AMOSTRA TOTAL SECA: 1514,6 (g)				PENEIRAMENTO FINO					
				Amostra úmida : 51,4		Amostra seca : 45,1			
a) Am. Total Úmida	1682,7	g		Peneiras		Am. seca (g)		Porcentagem que Passa	
b) Solo Seco Retido na Pen. 10	302,3	g		Nº	mm	Ret.	Pass.	Am. Parcial	Am. Total
c) Solo Úmido Pass. na Pen. 10 (a-b)	1380,4	g							
d) Solo Seco Pass. na Pen. 10 (c/1+h)	1212,3	g		40	0,42	3,4	41,7	92,5	74,0
e) Amostra Total Seca (b+d)	1514,6	g		200	0,075	4,0	37,7	83,6	66,9

### ENSAIOS FISICOS

LIMITE DE LIQUIDEZ											LIMITE DE PLASTICIDADE			
Cápsula nº	(g)													
Cápsula + Solo Úmido	(g)		22,01	23,25	21,47			12,38	12,20	11,97				
Cápsula + Solo Seco	(g)		16,94	17,80	16,42			11,75	11,70	11,35				
Peso da Cápsula	(g)		6,27	6,94	7,02			9,69	10,12	9,45				
Peso da Água	(g)		5,07	5,45	5,05			0,63	0,50	0,62				
Peso do Solo seco	(g)		10,67	10,86	9,40			2,06	1,58	1,90				
Porcentagem de Água	(g)		47,5	50,2	53,7			30,6	31,6	32,6				
Nº de Pancadas	-		31	25	19			Nº de Pontos Aproveitados						
Valores para cálculo do índice de grupo			a	b	c	d					EQUIVALENTE DE AREIA			
			31,9	40,0	10,1	8,5								

Gráfico do Limite de Liquidez



Proveta Nº	1	2
h 1		
h 2		
EA		
Média		
RESUMO DOS ENSAIOS		
Pedregulho	20,0	%
Areia Grossa	6,0	%
Areia Fina	7,1	%
Pass. Nº 200	66,9	%
LL	50,1	
LP	31,6	
IP	18,5	
EA		
IG	11,39	
AASHO	A7 - 5	
MATERIAL	Siltoso	
CÁLCULOS	VISTO	

ETAPAS	GRANULOMETRIA	LL	LP	EA
OPERADOR				

## **Ensaaios de Caracterização de Solos**

**Obra: PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**

**Trecho: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**

**Sequencia: Km 0+840 LE**

**Ensaio: Caracterização de Solos**

**Material: Argila c/ Cascalho**

**Data: fevereiro-22**

**Amostra: 3**

Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 0+840 LE**  
 Material: **Argila c/ Cascalho** Amostra: **3**

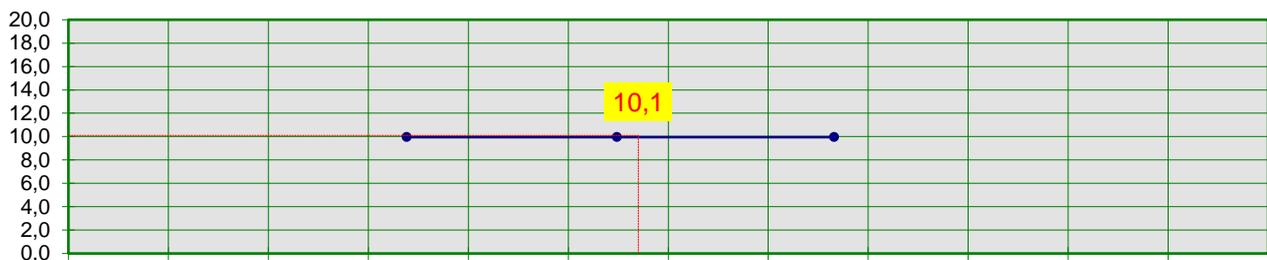
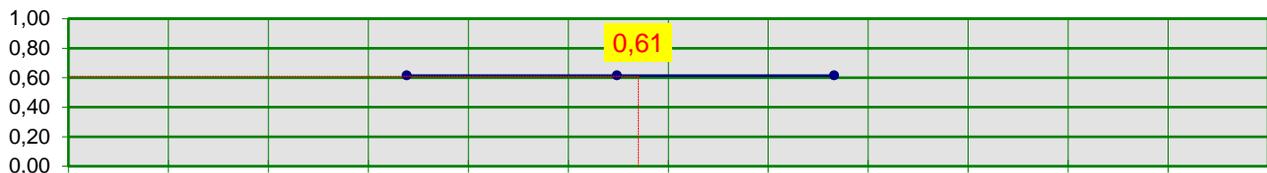


## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA				AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS	
Cápsula	Nº			PESO DA AMOSTRA ÚMIDA		Energia de Compactação : <u>Normal</u>	
Cápsula + Solo Úmido	g			Ph =	<u>0,0</u>	5 Camadas de 12 Golpes cada	
Cápsula + Solo seco	g			PESO DA AMOSTRA SECA		<input checked="" type="checkbox"/> Proctor	<input checked="" type="checkbox"/> C.B.R.
Peso da Cápsula	g			Ps =	$Ph / (100 + hm) \times 100$	Disco Espaçador (Pol)	<b>2 1/2"</b>
Água	g			Ph =		Dens. Máxima (Kg/cm³)	<b>1,675</b>
Solo seco	g					Umidade Ótima (%)	<b>22,7</b>
Umidade	%					C.B.R. (%)	<b>10,1</b>
Média	hm (%)					Expansão (%)	<b>0,61</b>

### MOLDAGEM

DESCRIÇÃO				Molde Nº				
				01	01	01	01	01
Solo úmido + molde	g	a	-	4048	4160	4276	4260	4235
Peso do molde	g	b	-	2212	2212	2212	2212	2212
Solo úmido	g	c	a - b	1836	1948	2064	2048	2023
Volume do molde	dm³	d	-	1006	1006	1006	1006	1006
Dens. do solo úmido	kg/m³	e	c / d	1,825	1,936	2,052	2,036	2,011
Dens. do solo seco	kg/m³	f	e/(1+m)	<b>1,542</b>	<b>1,608</b>	<b>1,675</b>	<b>1,633</b>	<b>1,585</b>
Cápsula	nº	g	-					
Solo úmido + cápsula	g	h	-	97,09	86,77	97,68	85,14	74,22
Solo seco + cápsula	g	i	-	86,40	76,70	84,85	73,52	61,50
Peso da cápsula	g	j	-	<b>28,10</b>	<b>27,30</b>	<b>27,80</b>	<b>26,40</b>	<b>14,10</b>
Água	g	k	h - i	10,69	10,07	12,83	11,62	12,72
Solo seco	g	l	i - j	58,3	49,4	57,05	47,12	47,4
Umidade	%	m	k / l	<b>18,3</b>	<b>20,4</b>	<b>22,5</b>	<b>24,7</b>	<b>26,8</b>
Porc.de água	%	n						



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 0+840 LE**  
 Material: **Argila c/ Cascalho**



Amostra: **3**

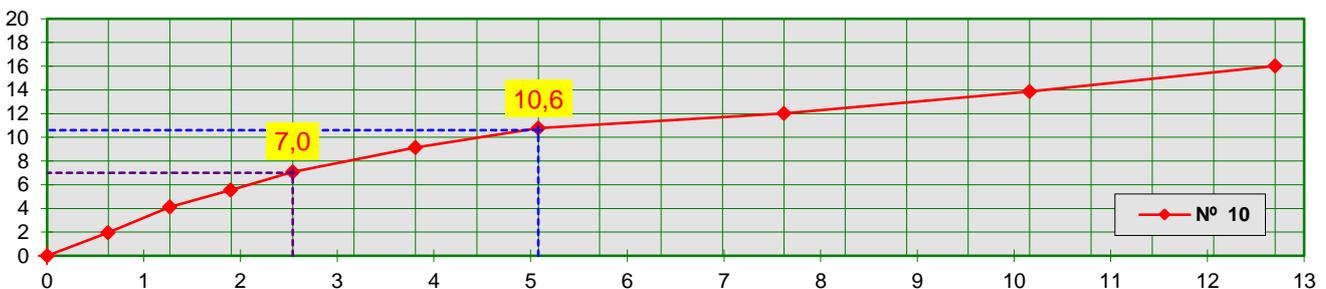
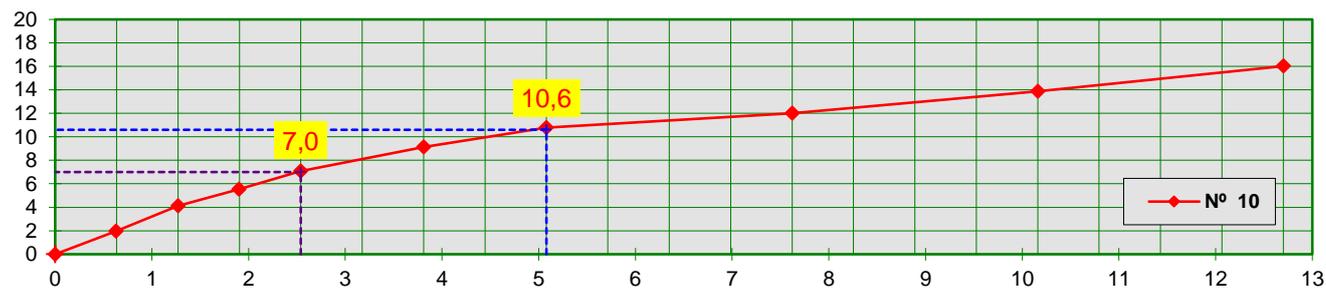
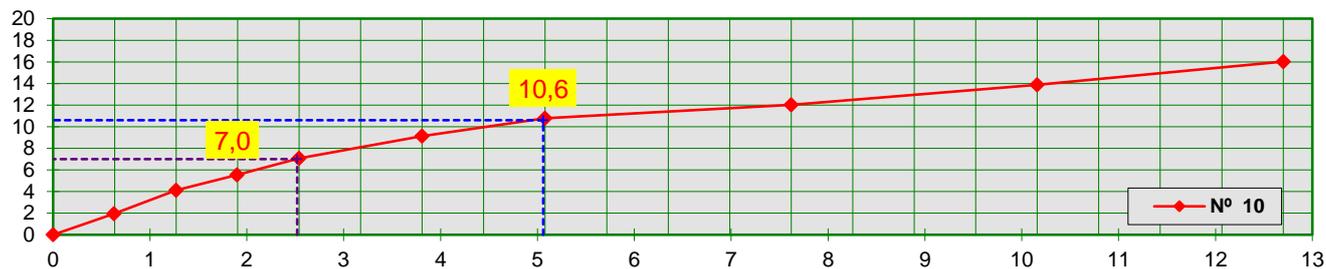
### INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA

#### EXPANSÃO

Anel Dinamométrico Nº :			Área do Pistão :									Constante : 0,1027		
Recipiente			Nº 10			Nº 10			Nº 10					
Altura do molde (cm)			11,4			11,4			11,4					
Data	Hora	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	
01/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
02/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
03/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
04/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
05/02/2022	14,30	2,70	0,70	0,61	2,70	0,70	0,61	2,70	0,70	0,61				

#### PENETRAÇÃO

T	Penetração		Pressão Padrão	Molde			Nº 10			Molde			Nº 10			Molde		
	mm	Pol.		L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %			
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0				
0,5	0,63	0,025	-	19	2,0		19	2,0		19	2,0		19	2,0				
1,0	1,27	0,050	-	40	4,1		40	4,1		40	4,1		40	4,1				
1,5	1,90	0,075	-	54	5,5		54	5,5		54	5,5		54	5,5				
2,0	2,54	0,100	70,31	69	7,1	7,0	10,0	69	7,1	7,0	10,0	69	7,1	7,0	10,0			
3,0	3,81	0,150	-	89	9,1		89	9,1		89	9,1		89	9,1				
4,0	5,08	0,200	105,46	105	10,8	10,6	10,1	105	10,8	10,6	10,1	105	10,8	10,6	10,1			
6,0	7,62	0,300	-	117	12,0		117	12,0		117	12,0		117	12,0				
8,0	10,16	0,400	-	135	13,9		135	13,9		135	13,9		135	13,9				
10,0	12,70	0,500	-	156	16,0		156	16,0		156	16,0		156	16,0				



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 0+840 LE**  
 Material: **Argila c/ Cascalho**



Amostra: **3**

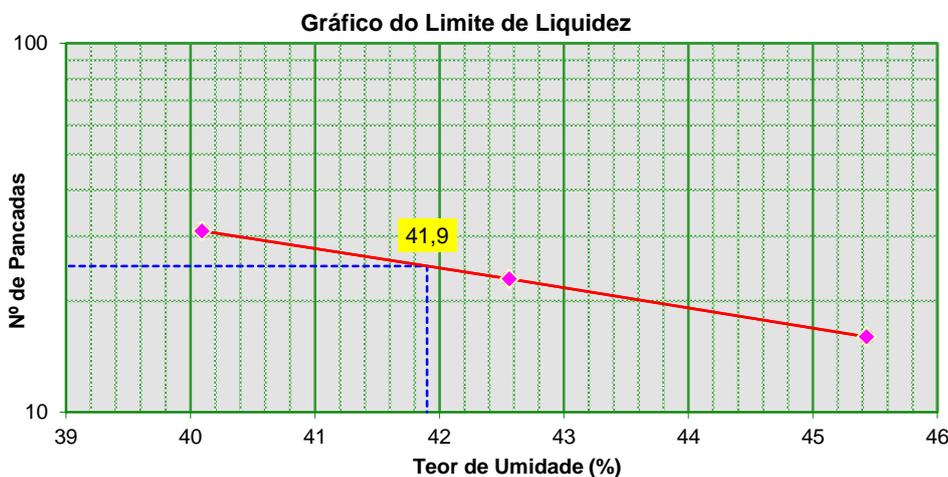
### ANALISE GRANULOMETRICA

UMIDADE HIGROSCOPICA				PENEIRAMENTO GROSSO				
Cápsula Nº				Peneira		Peso da Am. seca (g)		% Passando
(a) Solo Úmido + Tara	117,80	g	g	Nº	mm	Retido	Passado	Am. Total
(b) Solo Seco + Tara	115,60	g	g	2"	50,8	0,0	1475,6	100,0
(c) Tara da Cápsula	28,00	g	g	11/2"	38,1	99,7	1375,9	93,2
(d) Água (a-b)	2,20	g	g	1"	25,4	93,2	1282,7	86,9
(e) Solo Seco (b-c)	87,60	g	g	3/4"	19,1	31,9	1250,8	84,8
(f) Teor de Umidade (d/e*100)	2,5	%	%	3/8"	9,5	140,0	1110,8	75,3
Umidade Média (g)	2,5		%	4	4,8	64,3	1046,5	70,9
				10	2,0	108,9	937,6	63,5

AMOSTRA TOTAL SECA:		1475,6	(g)	PENEIRAMENTO FINO				
				Amostra úmida :		53,9	Amostra seca :	52,6
a) Am. Total Úmida	1499,1	g	Peneiras		Am. seca (g)		Porcentagem que Passa	
b) Solo Seco Retido na Pen. 10	538,0	g	Nº	mm	Ret.	Pass.	Am. Parcial	Am. Total
c) Solo Úmido Pass. na Pen. 10 (a-b)	961,1	g						
d) Solo Seco Pass. na Pen. 10 (c/1+h)	937,6	g	40	0,42	8,6	44,0	83,6	53,1
e) Amostra Total Seca (b+d)	1475,6	g	200	0,075	5,8	38,2	72,6	46,1

### ENSAIOS FISICOS

Cápsula nº	(g)	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
		a	b	c	d	e	f	g	h
Cápsula + Solo Úmido	(g)	18,35	18,02	17,68		10,35	11,02	9,88	
Cápsula + Solo Seco	(g)	14,81	14,53	14,10		8,62	9,03	8,13	
Peso da Cápsula	(g)	5,98	6,33	6,22		3,00	2,33	2,62	
Peso da Água	(g)	3,54	3,49	3,58		1,73	1,99	1,75	
Peso do Solo seco	(g)	8,83	8,20	7,88		5,62	6,70	5,51	
Porcentagem de Água	(g)	40,1	42,6	45,4		30,8	29,7	31,8	
Nº de Pancadas	-	31	23	16		Nº de Pontos Aproveitados			
Valores para cálculo do índice de grupo		a	b	c	d	EQUIVALENTE DE AREIA			
		11,1	31,1	1,9	1,2				



Proveta Nº	1	2
h 1		
h 2		
EA		
Média		

RESUMO DOS ENSAIOS	
Pedregulho	36,5 %
Areia Grossa	10,4 %
Areia Fina	7,0 %
Pass. Nº 200	46,1 %
LL	41,9
LP	30,7
IP	11,2
EA	
IG	2,69
AASHO	A7 - 5
MATERIAL	Granular

ETAPAS	GRANULOMETRIA	LL	LP	EA	CÁLCULOS	VISTO
OPERADOR						

## **Ensaio de Caracterização de Solos**

**Obra: PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**

**Trecho: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**

**Sequencia: Km 1+300 LD**

**Ensaio: Caracterização de Solos**

**Material: Argila Vermelha c/ Cascalho**

**Data: fevereiro-22**

**Amostra: 4**

Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 1+300 LD**  
 Material: **Argila Vermelha c/ Casca! Amostra: 4**

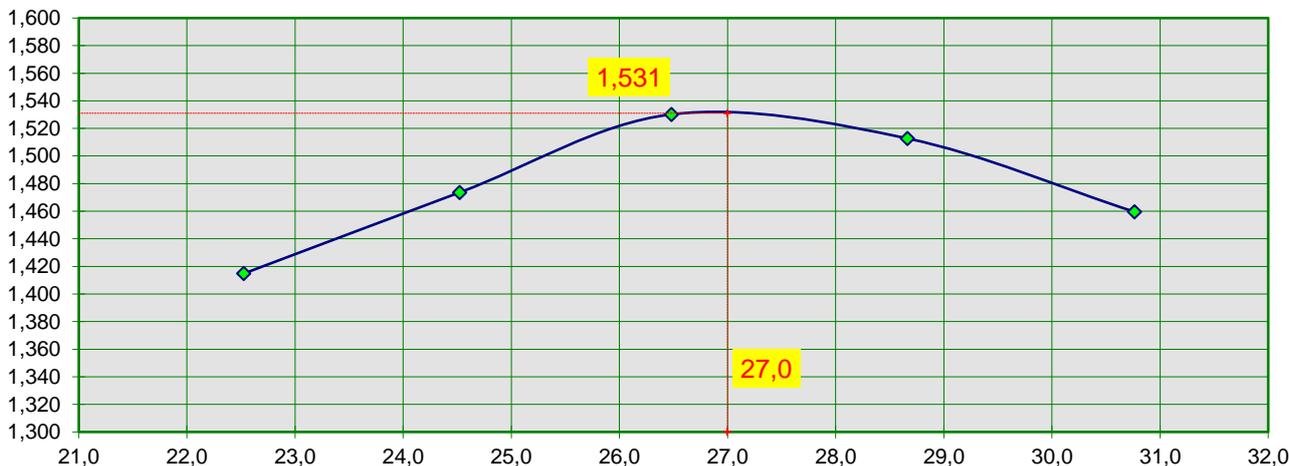
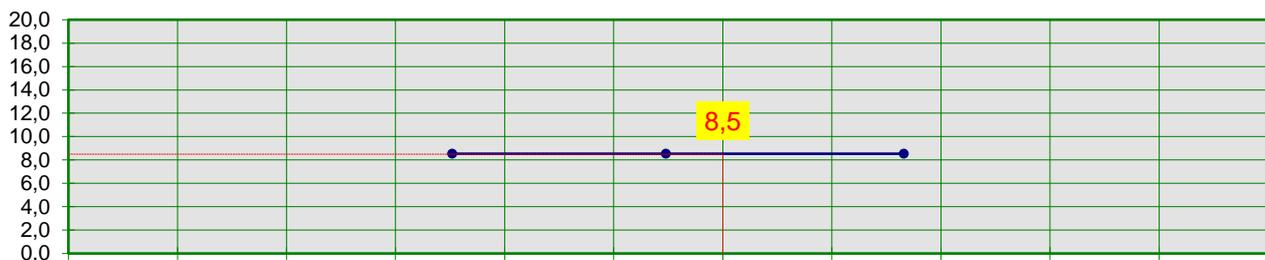
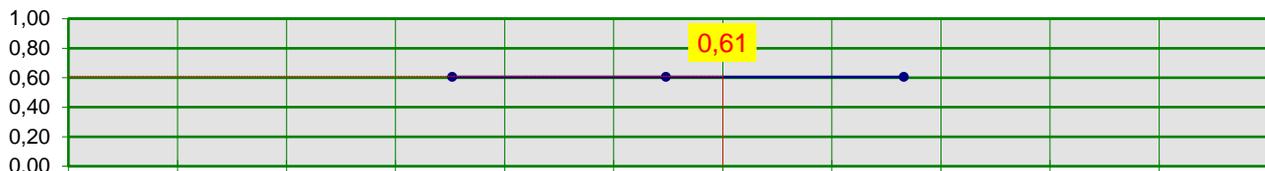


## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA				AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS	
Cápsula	Nº			PESO DA AMOSTRA ÚMIDA		Energia de Compactação : <u>Normal</u>	
Cápsula + Solo Úmido	g			Ph =	<u>0,0</u>	5 Camadas de 12 Golpes cada	
Cápsula + Solo seco	g					<input checked="" type="checkbox"/> Proctor	<input checked="" type="checkbox"/> C.B.R.
Peso da Cápsula	g			PESO DA AMOSTRA SECA		Disco Espaador (Pol)	<b>2 1/2"</b>
Água	g			Ps =	$Ph / (100 + hm) \times 100$	Dens. Máxima (Kg/cm³)	<b>1,531</b>
Solo seco	g					Umidade Ótima (%)	<b>27,0</b>
Umidade	%			Ph =		C.B.R. (%)	<b>8,5</b>
Média	hm (%)					Expansão (%)	<b>0,61</b>

### MOLDAGEM

DESCRIÇÃO				Molde Nº				
				01	01	01	01	01
Solo úmido + molde	g	a	-	3956	4058	4159	4170	4132
Peso do molde	g	b	-	2212	2212	2212	2212	2212
Solo úmido	g	c	a - b	1744	1846	1947	1958	1920
Volume do molde	dm³	d	-	1006	1006	1006	1006	1006
Dens. do solo úmido	kg/m³	e	c / d	1,734	1,835	1,935	1,946	1,909
Dens. do solo seco	kg/m³	f	$e / (1 + m)$	<b>1,415</b>	<b>1,474</b>	<b>1,530</b>	<b>1,513</b>	<b>1,460</b>
Cápsula	nº	g	-					
Solo úmido + cápsula	g	h	-	77,96	98,85	97,05	97,10	88,55
Solo seco + cápsula	g	i	-	68,53	84,72	82,30	81,55	73,34
Peso da cápsula	g	j	-	<b>26,67</b>	<b>27,10</b>	<b>26,60</b>	<b>27,30</b>	<b>23,90</b>
Água	g	k	h - i	9,43	14,13	14,75	15,55	15,21
Solo seco	g	l	i - j	41,86	57,62	55,7	54,25	49,44
Umidade	%	m	k / l	<b>22,5</b>	<b>24,5</b>	<b>26,5</b>	<b>28,7</b>	<b>30,8</b>
Porc.de água	%	n						



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 1+300 LD**  
 Material: **Argila Vermelha c/ Cascalho** Amostra: **4**



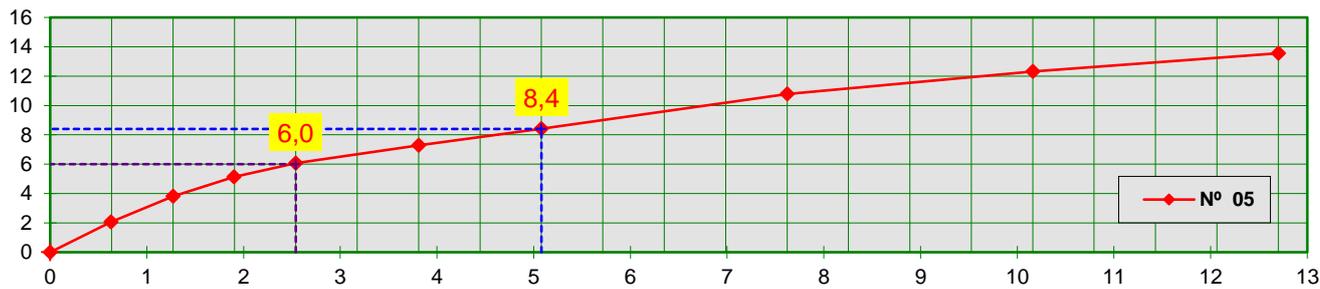
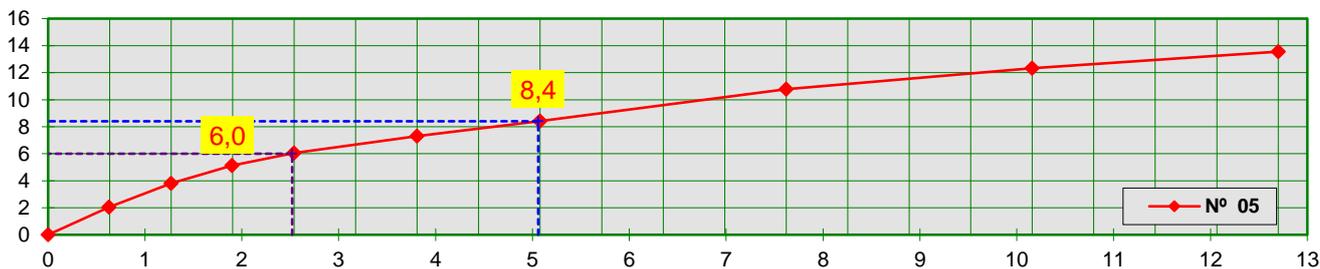
### INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA

#### EXPANSÃO

Anel Dinamométrico Nº :			Área do Pistão :									Constante : 0,1027		
Recipiente			Nº 05			Nº 05			Nº 05					
Altura do molde (cm)			11,4			11,4			11,4					
Data	Hora	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	
01/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
02/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
03/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
04/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
05/02/2022	14,30	2,69	0,69	0,61	2,69	0,69	0,61	2,69	0,69	0,61				

#### PENETRAÇÃO

T	Penetração		Pressão Padrão	Molde			Nº 05			Molde			Nº 05			Molde		
	mm	Pol.		L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %			
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0				
0,5	0,63	0,025	-	20	2,1		20	2,1		20	2,1		20	2,1				
1,0	1,27	0,050	-	37	3,8		37	3,8		37	3,8		37	3,8				
1,5	1,90	0,075	-	50	5,1		50	5,1		50	5,1		50	5,1				
2,0	2,54	0,100	70,31	59	6,1	6,0	8,5	59	6,1	6,0	8,5	59	6,1	6,0	8,5			
3,0	3,81	0,150	-	71	7,3			71	7,3			71	7,3					
4,0	5,08	0,200	105,46	82	8,4	8,4	8,0	82	8,4	8,4	8,0	82	8,4	8,4	8,0			
6,0	7,62	0,300	-	105	10,8			105	10,8			105	10,8					
8,0	10,16	0,400	-	120	12,3			120	12,3			120	12,3					
10,0	12,70	0,500	-	132	13,6			132	13,6			132	13,6					



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 1+300 LD**  
 Material: **Argila Vermelha c/ Cascalho** Amostra: **4**



**ANALISE GRANULOMETRICA**

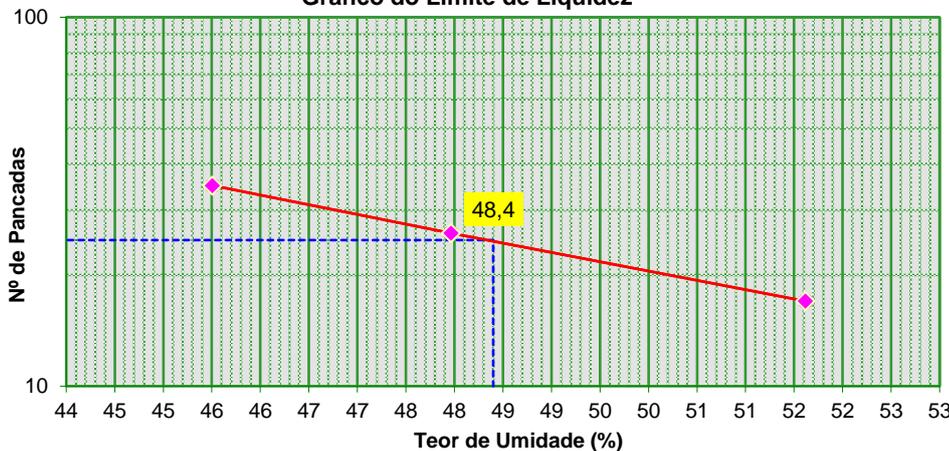
UMIDADE HIGROSCOPICA				PENEIRAMENTO GROSSO				
Cápsula Nº				Peneira		Peso da Am. seca (g)		% Passando
(a) Solo Úmido + Tara	81,40	g	g	Nº	mm	Retido	Passado	Am. Total
(b) Solo Seco + Tara	73,64	g	g	2"	50,8	0,0	1448,7	100,0
(c) Tara da Cápsula	15,30	g	g	11/2"	38,1	263,7	1185,0	81,8
(d) Água (a-b)	7,76	g	g	1"	25,4	85,3	1099,7	75,9
(e) Solo Seco (b-c)	58,34	g	g	3/4"	19,1	173,1	926,6	64,0
(f) Teor de Umidade (d/e*100)	13,3	%	%	3/8"	9,5	45,4	881,2	60,8
Umidade Média (g)	13,3		%	4	4,8	27,2	854,0	58,9
				10	2,0	47,8	806,2	55,6

AMOSTRA TOTAL SECA: 1448,7 (g)				PENEIRAMENTO FINO					
				Amostra úmida : 52,7		Amostra seca : 46,5			
a) Am. Total Úmida	1555,9	g		Peneiras		Am. seca (g)		Porcentagem que Passa	
b) Solo Seco Retido na Pen. 10	642,5	g		Nº	mm	Ret.	Pass.	Am. Parcial	Am. Total
c) Solo Úmido Pass. na Pen. 10 (a-b)	913,4	g							
d) Solo Seco Pass. na Pen. 10 (c/1+h)	806,2	g		40	0,42	5,7	40,8	87,7	48,8
e) Amostra Total Seca (b+d)	1448,7	g		200	0,075	6,1	34,7	74,6	41,5

**ENSAIOS FISICOS**

LIMITE DE LIQUIDEZ											LIMITE DE PLASTICIDADE			
Cápsula nº	(g)													
Cápsula + Solo Úmido	(g)	19,54	22,08	22,45				12,00	10,23	12,20				
Cápsula + Solo Seco	(g)	15,44	16,90	16,86				10,00	8,80	10,11				
Peso da Cápsula	(g)	6,43	6,10	6,03				2,78	4,06	2,87				
Peso da Água	(g)	4,10	5,18	5,59				2,00	1,43	2,09				
Peso do Solo seco	(g)	9,01	10,80	10,83				7,22	4,74	7,24				
Porcentagem de Água	(g)	45,5	48,0	51,6				27,7	30,2	28,9				
Nº de Pancadas	-	35	26	17				Nº de Pontos Aproveitados						
Valores para cálculo do índice de grupo		a	b	c	d			EQUIVALENTE DE AREIA						
		6,5	26,5	8,4	9,5									

**Gráfico do Limite de Liquidez**



Proveta Nº	1	2
h 1		
h 2		
EA		
Média		

RESUMO DOS ENSAIOS	
Pedregulho	44,4 %
Areia Grossa	6,8 %
Areia Fina	7,3 %
Pass. Nº 200	41,5 %
LL	48,4
LP	28,9
IP	19,5
EA	
IG	4,09
AASHO	A7 - 6
MATERIAL	Granular

ETAPAS	GRANULOMETRIA	LL	LP	EA	CÁLCULOS	VISTO
OPERADOR						

## **Ensaaios de Caracterização de Solos**

**Obra: PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**

**Trecho: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**

**Sequencia: Km 1+700 LE**

**Ensaio: Caracterização de Solos**

**Material: Argila Marrom c/ Cascalho**

**Data: fevereiro-22**

**Amostra: 5**

Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 1+700 LE**  
 Material: **Argila Marrom c/ Cascalho Amostra: 5**

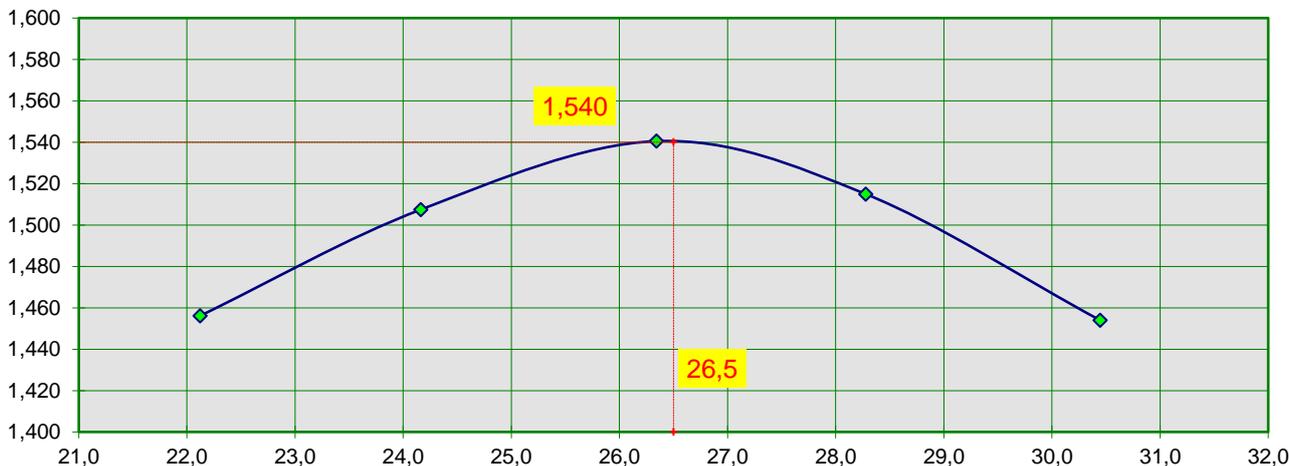
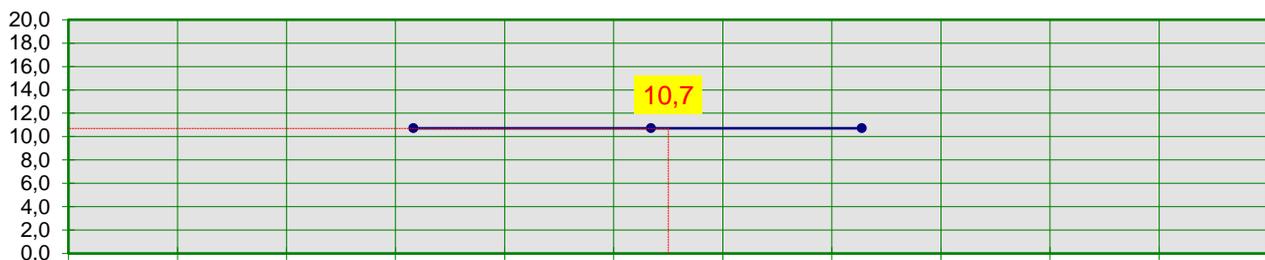
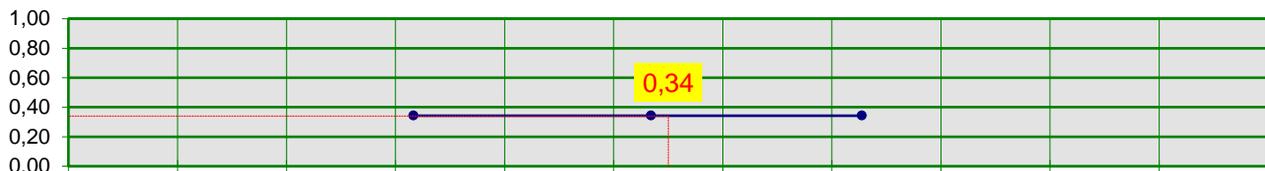


## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA				AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS	
Cápsula	Nº			PESO DA AMOSTRA ÚMIDA		Energia de Compactação : <u>Normal</u>	
Cápsula + Solo Úmido	g			Ph =	<u>0,0</u>	5 Camadas de 12 Golpes cada	
Cápsula + Solo seco	g					<input checked="" type="checkbox"/> Proctor	<input checked="" type="checkbox"/> C.B.R.
Peso da Cápsula	g			PESO DA AMOSTRA SECA		Disco Espaçador (Pol)	<b>2 1/2"</b>
Água	g			Ps =	$Ph / (100 + hm) \times 100$	Dens. Máxima (Kg/cm³)	<b>1,540</b>
Solo seco	g					Umidade Ótima (%)	<b>26,5</b>
Umidade	%			Ph =		C.B.R. (%)	<b>10,7</b>
Média	hm (%)					Expansão (%)	<b>0,34</b>

### MOLDAGEM

DESCRIÇÃO				Molde Nº				
				01	01	01	01	01
Solo úmido + molde	g	a	-	4001	4095	4170	4167	4120
Peso do molde	g	b	-	2212	2212	2212	2212	2212
Solo úmido	g	c	a - b	1789	1883	1958	1955	1908
Volume do molde	dm³	d	-	1006	1006	1006	1006	1006
Dens. do solo úmido	kg/m³	e	c / d	1,778	1,872	1,946	1,943	1,897
Dens. do solo seco	kg/m³	f	$e / (1 + m)$	<b>1,456</b>	<b>1,507</b>	<b>1,541</b>	<b>1,515</b>	<b>1,454</b>
Cápsula	nº	g	-					
Solo úmido + cápsula	g	h	-	91,22	72,30	73,30	73,90	74,10
Solo seco + cápsula	g	i	-	79,80	62,90	63,00	62,90	63,06
Peso da cápsula	g	j	-	<b>28,18</b>	<b>24,00</b>	<b>23,90</b>	<b>24,00</b>	<b>26,80</b>
Água	g	k	h - i	11,42	9,40	10,3	11,00	11,04
Solo seco	g	l	i - j	51,62	38,9	39,1	38,9	36,26
Umidade	%	m	k / l	<b>22,1</b>	<b>24,2</b>	<b>26,3</b>	<b>28,3</b>	<b>30,4</b>
Porc.de água	%	n						



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 1+700 LE**  
 Material: **Argila Marrom c/ Cascalho**



Amostra: **5**

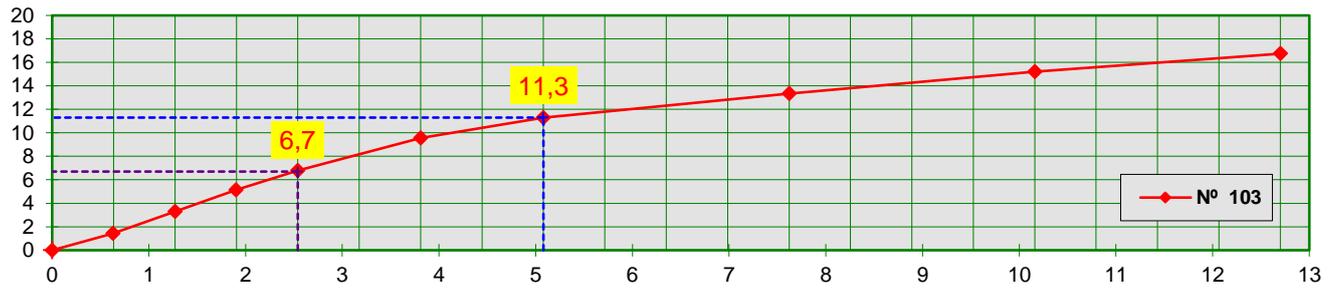
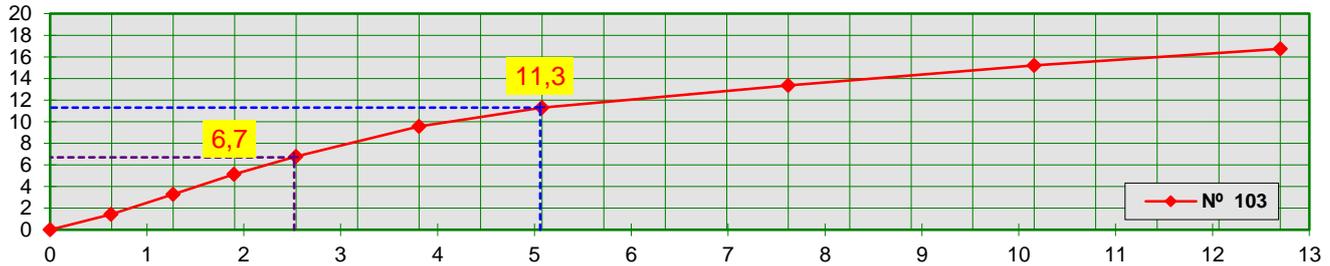
**INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA**

**EXPANSÃO**

Anel Dinamométrico Nº :		Área do Pistão :									Constante : 0,1027					
Recipiente		Nº 103			Nº 103			Nº 103								
Altura do molde (cm)		11,4			11,4			11,4								
Data	Hora	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %
01/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00						
02/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00						
03/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00						
04/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00						
05/02/2022	14,30	2,39	0,39	0,34	2,39	0,39	0,34	2,39	0,39	0,34						

**PENETRAÇÃO**

T	Penetração		Pressão Padrão	Molde			Nº 103			Molde			Nº 103			Molde		
	mm	Pol.		L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m² calc.	ISC %			
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0				
0,5	0,63	0,025	-	14	1,4		14	1,4		14	1,4		14	1,4				
1,0	1,27	0,050	-	32	3,3		32	3,3		32	3,3		32	3,3				
1,5	1,90	0,075	-	50	5,1		50	5,1		50	5,1		50	5,1				
2,0	2,54	0,100	70,31	66	6,8	6,7	9,5	6,8	6,7	9,5	6,8	6,7	9,5	6,8	6,7	9,5		
3,0	3,81	0,150	-	93	9,6		93	9,6		93	9,6		93	9,6				
4,0	5,08	0,200	105,46	110	11,3	11,3	10,7	11,3	11,3	10,7	11,3	11,3	10,7	11,3	11,3	10,7		
6,0	7,62	0,300	-	130	13,4		130	13,4		130	13,4		130	13,4				
8,0	10,16	0,400	-	148	15,2		148	15,2		148	15,2		148	15,2				
10,0	12,70	0,500	-	163	16,7		163	16,7		163	16,7		163	16,7				



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 1+700 LE**  
 Material: **Argila Marrom c/ Cascalho** Amostra: **5**



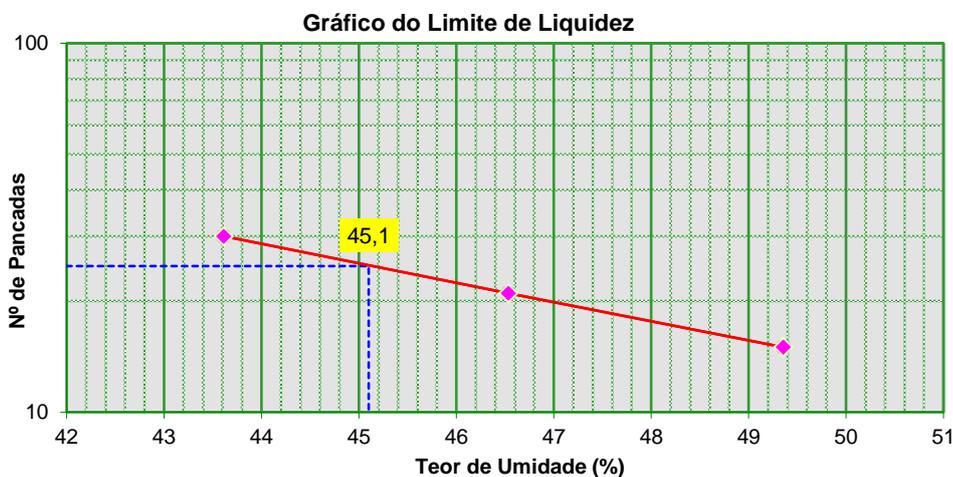
**ANALISE GRANULOMETRICA**

UMIDADE HIGROSCOPICA				PENEIRAMENTO GROSSO				
Cápsula Nº	g	g	g	Peneira		Peso da Am. seca (g)		% Passando
				Nº	mm	Retido	Passado	
(a) Solo Úmido + Tara	103,60			2"	50,8	163,4	1330,4	89,1
(b) Solo Seco + Tara	95,31			11/2"	38,1	75,0	1255,4	84,0
(c) Tara da Cápsula	27,90			1"	25,4	48,7	1206,7	80,8
(d) Água (a-b)	8,29			3/4"	19,1	40,9	1165,8	78,0
(e) Solo Seco (b-c)	67,41			3/8"	9,5	90,0	1075,8	72,0
(f) Teor de Umidade (d/e*100)	12,3	%	%	4	4,8	71,7	1004,1	67,2
Umidade Média (g)	12,3		%	10	2,0	83,4	920,7	61,6

AMOSTRA TOTAL SECA:				PENEIRAMENTO FINO					
1493,8 (g)				Amostra úmida :		Amostra seca :			
				49,0		43,6			
a) Am. Total Úmida	1607,0	g		Peneiras		Am. seca (g)		Porcentagem que Passa	
b) Solo Seco Retido na Pen. 10	573,1	g		Nº	mm	Ret.	Pass.	Am. Parcial	Am. Total
c) Solo Úmido Pass. na Pen. 10 (a-b)	1033,9	g							
d) Solo Seco Pass. na Pen. 10 (c/1+h)	920,7	g		40	0,42	5,6	38,0	87,2	53,7
e) Amostra Total Seca (b+d)	1493,8	g		200	0,075	14,9	23,1	53,0	32,7

**ENSAIOS FISICOS**

Cápsula nº	(g)	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
		a	b	c	d				
Cápsula + Solo Úmido	(g)	24,41	23,68	20,25		4,15	4,31	4,74	
Cápsula + Solo Seco	(g)	18,95	18,04	15,66		4,04	4,17	4,49	
Peso da Cápsula	(g)	6,43	5,92	6,36		3,66	3,68	3,61	
Peso da Água	(g)	5,46	5,64	4,59		0,11	0,14	0,25	
Peso do Solo seco	(g)	12,52	12,12	9,30		0,38	0,49	0,88	
Porcentagem de Água	(g)	43,6	46,5	49,4		28,9	28,6	28,4	
Nº de Pancadas	-	30	21	15		Nº de Pontos Aproveitados			
Valores para cálculo do índice de grupo		a	b	c	d	EQUIVALENTE DE AREIA			
		0,0	17,7	5,1	6,5				



Provetas Nº	1	2
h 1		
h 2		
EA		
Média		
<b>RESUMO DOS ENSAIOS</b>		
Pedregulho	38,4	%
Areia Grossa	7,9	%
Areia Fina	21,0	%
Pass. Nº 200	32,7	%
LL	45,1	
LP	28,6	
IP	16,5	
EA		
IG	1,14	
AASHO	A2 - 7	
MATERIAL	Granular	

ETAPAS	GRANULOMETRIA	LL	LP	EA	CÁLCULOS	VISTO
OPERADOR						

## **Ensaio de Caracterização de Solos**

**Obra: PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**

**Trecho: ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**

**Sequencia: Km 2+1000 LD**

**Ensaio: Caracterização de Solos**

**Material: Argila c/ Cascalho e Silte**

**Data: fevereiro-22**

**Amostra: 6**

Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 2+1000 LD**  
 Material: **Argila c/ Cascalho e Silte** Amostra: **6**

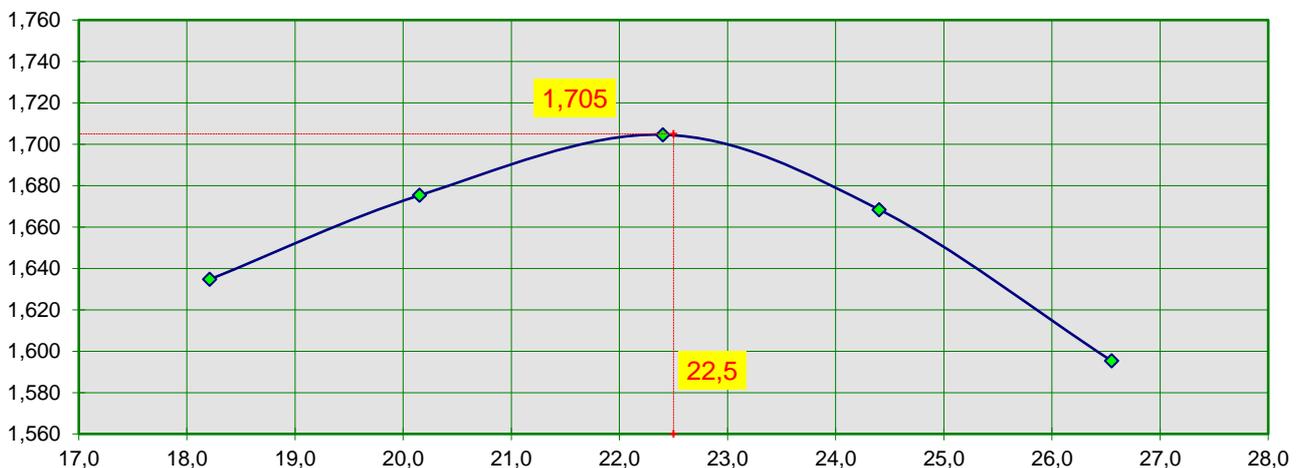
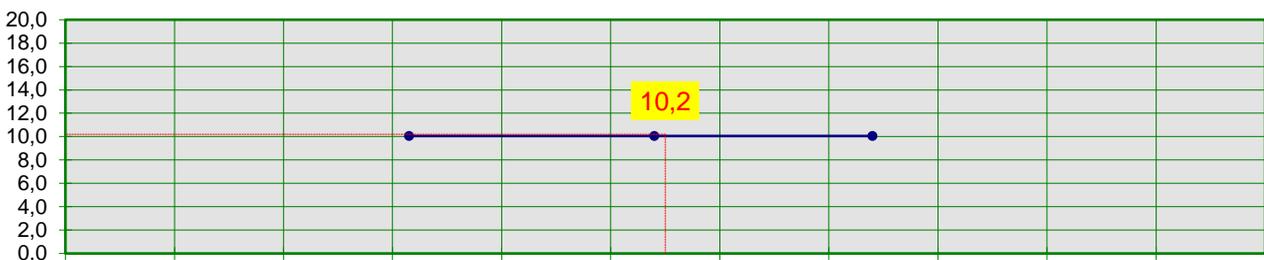
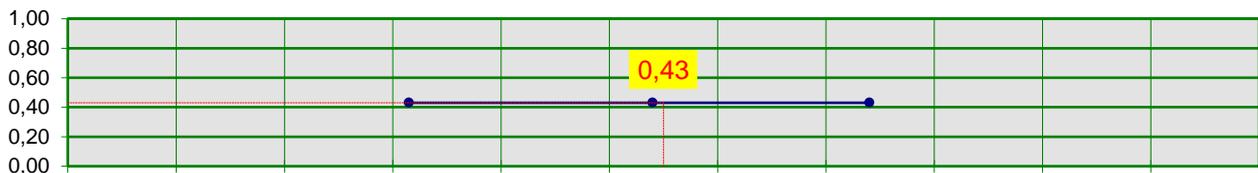


## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA				AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS	
Cápsula	Nº			PESO DA AMOSTRA ÚMIDA		Energia de Compactação : <u>Normal</u>	
Cápsula + Solo Úmido	g			Ph =	<u>0,0</u>	5 Camadas de 12 Golpes cada	
Cápsula + Solo seco	g					<input checked="" type="checkbox"/> Proctor	<input checked="" type="checkbox"/> C.B.R.
Peso da Cápsula	g			PESO DA AMOSTRA SECA		Disco Espaçador (Pol)	<b>2 1/2"</b>
Água	g			Ps =	$Ph / (100 + hm) \times 100$	Dens. Máxima (Kg/cm³)	<b>1,705</b>
Solo seco	g					Umidade Ótima (%)	<b>22,5</b>
Umidade	%			Ph =	<u>          </u>	C.B.R. (%)	<b>10,2</b>
Média	hm (%)					Expansão (%)	<b>0,43</b>

### MOLDAGEM

DESCRIÇÃO				Molde Nº				
				01	01	01	01	01
Solo úmido + molde	g	a	-	4156	4237	4311	4300	4243
Peso do molde	g	b	-	2212	2212	2212	2212	2212
Solo úmido	g	c	a - b	1944	2025	2099	2088	2031
Volume do molde	dm³	d	-	1006	1006	1006	1006	1006
Dens. do solo úmido	kg/m³	e	c / d	1,932	2,013	2,086	2,076	2,019
Dens. do solo seco	kg/m³	f	$e / (1+m)$	<b>1,635</b>	<b>1,675</b>	<b>1,705</b>	<b>1,668</b>	<b>1,595</b>
Cápsula	nº	g	-					
Solo úmido + cápsula	g	h	-	71,34	75,26	72,52	69,17	70,15
Solo seco + cápsula	g	i	-	64,60	67,30	64,20	60,70	61,25
Peso da cápsula	g	j	-	<b>27,59</b>	<b>27,80</b>	<b>27,06</b>	<b>25,99</b>	<b>27,73</b>
Água	g	k	h - i	6,74	7,96	8,32	8,47	8,90
Solo seco	g	l	i - j	37,01	39,5	37,14	34,71	33,52
Umidade	%	m	k / l	<b>18,2</b>	<b>20,2</b>	<b>22,4</b>	<b>24,4</b>	<b>26,6</b>
Porc.de água	%	n						



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARNCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 2+1000 LD**  
 Material: **Argila c/ Cascalho e Silte**



Amostra: **6**

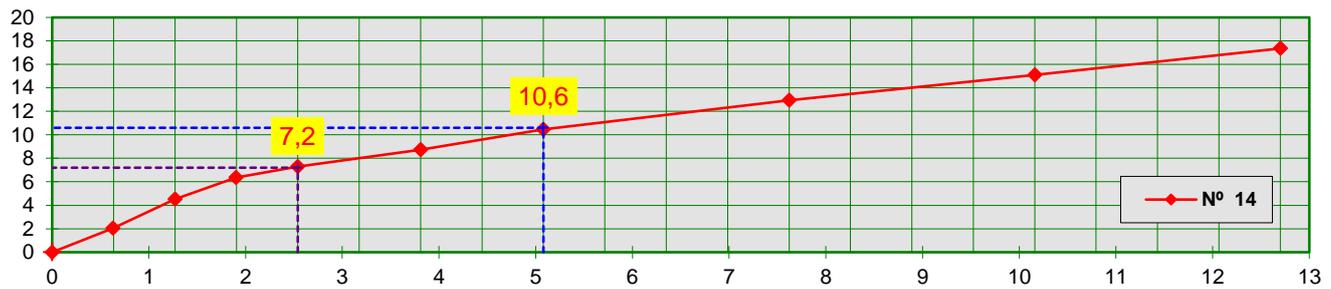
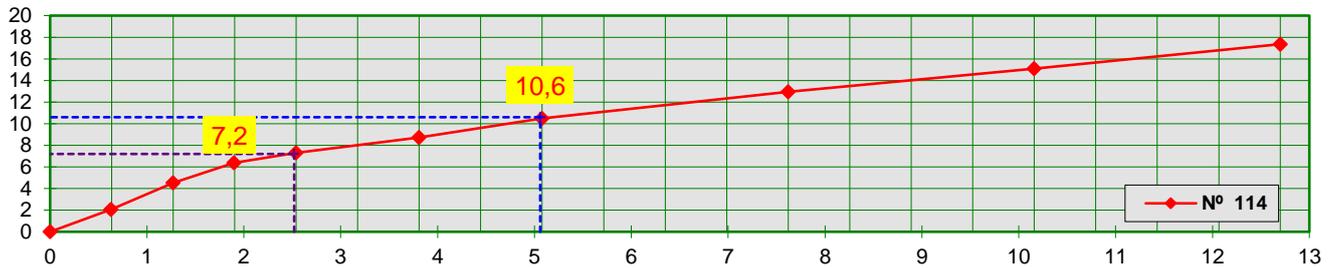
### INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA

#### EXPANSÃO

Anel Dinamométrico Nº :			Área do Pistão :									Constante : 0,1027		
Recipiente			Nº 114			Nº 14			Nº 14					
Altura do molde (cm)			11,4			11,4			11,4					
Data	Hora	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	
01/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
02/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
03/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
04/02/2022	14,30	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00				
05/02/2022	14,30	2,49	0,49	0,43	2,49	0,49	0,43	2,49	0,49	0,43				

#### PENETRAÇÃO

T	Penetração		Pressão Padrão	Molde			Nº 114			Molde			Nº 14			Molde		
	mm	Pol.		L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %	L mm	Pressão kg/m <sup>2</sup> calc.	ISC %			
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0				
0,5	0,63	0,025	-	20	2,1		20	2,1		20	2,1		20	2,1				
1,0	1,27	0,050	-	44	4,5		44	4,5		44	4,5		44	4,5				
1,5	1,90	0,075	-	62	6,4		62	6,4		62	6,4		62	6,4				
2,0	2,54	0,100	70,31	71	7,3	7,2	10,2	71	7,3	7,2	10,2	71	7,3	7,2	10,2			
3,0	3,81	0,150	-	85	8,7		85	8,7		85	8,7		85	8,7				
4,0	5,08	0,200	105,46	102	10,5	10,6	10,1	102	10,5	10,6	10,1	102	10,5	10,6	10,1			
6,0	7,62	0,300	-	126	12,9		126	12,9		126	12,9		126	12,9				
8,0	10,16	0,400	-	147	15,1		147	15,1		147	15,1		147	15,1				
10,0	12,70	0,500	-	169	17,4		169	17,4		169	17,4		169	17,4				



Obra: **PM PRESIDENTE CASTELLO BARCO**  
 Trecho: **ESTRADA DE LINHA TAQUARAL**  
 Sequencia: **Km 2+1000 LD**  
 Material: **Argila c/ Cascalho e Silte** Amostra: **6**



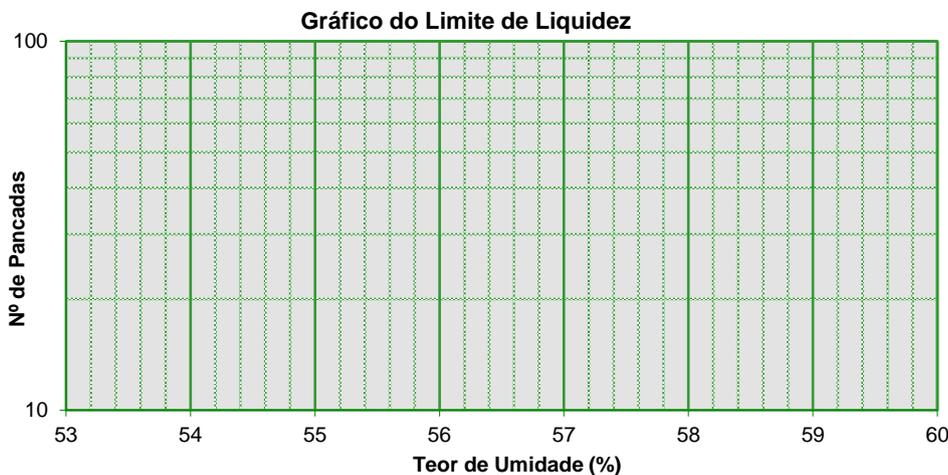
**ANALISE GRANULOMETRICA**

UMIDADE HIGROSCOPICA				PENEIRAMENTO GROSSO				
Cápsula Nº				Peneira		Peso da Am. seca (g)		% Passando
(a) Solo Úmido + Tara	140,50	g	g	Nº	mm	Retido	Passado	Am. Total
(b) Solo Seco + Tara	139,40	g	g	2"	50,8	292,9	1928,5	86,8
(c) Tara da Cápsula	29,50	g	g	11/2"	38,1	265,5	1663,0	74,9
(d) Água (a-b)	1,10	g	g	1"	25,4	366,0	1297,0	58,4
(e) Solo Seco (b-c)	109,90	g	g	3/4"	19,1	94,4	1202,6	54,1
(f) Teor de Umidade (d/e*100)	1,0	%	%	3/8"	9,5	156,4	1046,2	47,1
Umidade Média (g)	1,0		%	4	4,8	101,9	944,3	42,5
				10	2,0	117,7	826,6	37,2

AMOSTRA TOTAL SECA:		2221,4	(g)	PENEIRAMENTO FINO					
				Amostra úmida :		57,5	Amostra seca :		56,9
a) Am. Total Úmida	2229,7	g		Peneiras		Am. seca (g)		Porcentagem que Passa	
b) Solo Seco Retido na Pen. 10	1394,8	g		Nº	mm	Ret.	Pass.	Am. Parcial	Am. Total
c) Solo Úmido Pass. na Pen. 10 (a-b)	834,9	g							
d) Solo Seco Pass. na Pen. 10 (c/1+h)	826,6	g		40	0,42	12,4	44,5	78,2	29,1
e) Amostra Total Seca (b+d)	2221,4	g		200	0,075	9,5	35,0	61,5	22,9

**ENSAIOS FISICOS**

Cápsula nº	(g)	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
		a	b	c	d				
Cápsula + Solo Úmido	(g)								
Cápsula + Solo Seco	(g)								
Peso da Cápsula	(g)								
Peso da Água	(g)								
Peso do Solo seco	(g)								
Porcentagem de Água	(g)								
Nº de Pancadas	-					Nº de Pontos Aproveitados			
Valores para cálculo do índice de grupo		0,0	7,9	0,0	0,0	EQUIVALENTE DE AREIA			



Proveta Nº	1	2
h 1		
h 2		
EA		
Média		
<b>RESUMO DOS ENSAIOS</b>		
Pedregulho	62,8	%
Areia Grossa	8,1	%
Areia Fina	6,2	%
Pass. Nº 200	22,9	%
LL	00,0	
LP	NP	
IP	00,0	
EA		
IG	0,00	
AASHO	A1b	
MATERIAL	Granular	

ETAPAS	GRANULOMETRIA	LL	LP	EA	CÁLCULOS	VISTO
OPERADOR						