

### 11.1 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-DF**

**ART Obra ou serviço**  
**0720230077014**

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico(a)

**THALES THIAGO SOUSA SILVA**

Título profissional: **Engenheiro Civil, Engenheiro Ambiental, Engenheiro de Segurança do Trabalho, Engenheiro Sanitarista**

RNP: **0714727806**  
Registro: **22706/D-DF**

Empresa contratada: **TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA** Registro: **14481-DF**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Marcos de Sá Guimarães**

CPF: **011.XXX.XXX-84**

Rodovia DF- 140 km 11 Número: S/N

Bairro: Não consta.

CEP: 71681-990

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento: SH Tororó, Condomínio Monteiro Guimarães.

E-Mail: thalesthiagoengenharia@gmail.com

Fone: (61)984928095

Contrato:

Celebrado em: 19/08/2022 Valor Obra/Serviço R\$: 8.000,00  
Fim em: 19/08/2025

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa física

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Data de Início das Atividades do(a) Profissional: 19/08/2022

Data de Fim das Atividades do(a) Profissional: 19/08/2025

Coordenadas Geográficas: ,,,

Finalidade: **Outro**

Código/Obra pública:

Proprietário(a): **Marcos de Sá Guimarães**

CPF: **011.XXX.XXX-84**

E-Mail: thalesthiagoengenharia@gmail.com

Fone: (61) 984928095

1º Endereço

Rodovia DF- 140 km 11

Número: s/n

Bairro: Não consta.

CEP: 71681-990

Complemento: Residencial Reserva Monteiro Guimarães - matrícula 172.054 2º CRI DF

Cidade: Brasília - DF

4. Atividade Técnica

**Elaboração**

**Quantidade Unidade**

Projeto de volume/área de aterros - terraplenagem	3,8400	hectare
Projeto de volume/área de cortes - terraplenagem	3,8400	hectare
Projeto de sondagem geotécnica	3,8400	hectare
Projeto de Relatório de Impacto de Vizinhança Ambiental - RIVA	3,8400	hectare
Projeto de sistemas de drenagem para obras civis	3,8400	hectare
Projeto de sistema de abastecimento de água	3,8400	hectare
Projeto de sistema de esgoto/resíduos líquidos	3,8400	hectare
Projeto de pavimentação	3,8400	hectare
Projeto de instalações elétricas em baixa tensão	3,8400	hectare

*Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder à baixa desta ART.*

5. Observações

Coordenação e elaboração dos projetos de infraestrutura e do licenciamento ambiental do futuro parcelamento de solo denominado Residencial Reserva Monteiro Guimarães, gleba registrada sob a matrícula 172.054 do 2º CRI DF

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

\_\_\_\_\_  
Profissional

\_\_\_\_\_  
Contratante

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.  
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: [www.creadf.org.br](http://www.creadf.org.br)

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima



Documento assinado eletronicamente por  
THALES THIAGO SOUSA SILVA, 22706/D-DF,  
em 20/09/2023, conforme horário oficial de  
Brasília, com fundamento no art. 4º, § 2º, do  
Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020

Marcos de Sá Guimarães CPF: 011.XXX.XXX-84

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.



www.creadf.org.br  
informacao@creadf.org.br  
Tel: (61) 3961-2800



Valor da ART: R\$ 96,62

Registrada em: 20/09/2023

Valor Pago: R\$ 96,62

Nosso Número/Baixa: 0123062937



Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico(a)

**CARLOS ROBERTO SILVA PEREIRA**  
Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **0716825333**  
Registro: **25085/D-DF**

2. Dados do Contrato

Contratante: **TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental** CNPJ: **35.425.146/0001-63**

SHIS QI 9/11 Bloco B Número: S/N  
Cidade: Brasília UF: DF  
E-Mail: thalesthiagoengenharia@gmail.com

Bairro: Setor de  
Habitações Individuais  
Sul CEP: 71625-025  
Complemento: Salas 107 e 108  
Fone: (61)984928095

Contrato:

Celebrado em: 10/04/2023 Valor Obra/Serviço R\$: 6.890,00  
Fim em: 04/07/2023

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Data de Início das Atividades do(a) Profissional: 10/04/2023  
Data de Fim das Atividades do(a) Profissional: 04/07/2023

Coordenadas Geográficas:  
-16.01425203152164,-47.80096907828132

Finalidade: **Infra-estrutura**  
Proprietário(a): **Marcos de Sá Guimarães**  
E-Mail: thalesthiagoengenharia@gmail.com

Código/Obra pública:  
CPF: **011.XXX.XXX-84**  
Fone: (61) 984928095

1º Endereço

Rodovia DF- 140 km 11  
Bairro: Não consta.  
Complemento: SH Tororó, Condomínio Monteiro Guimarães.

Número: S/N  
CEP: 71681-990  
Cidade: Brasília - DF

4. Atividade Técnica

**Execução**

Desenvolvimento de sondagem geotécnica a percussão  
Desenvolvimento de sondagem geotécnica a trado  
Desenvolvimento de ensaio físico de solos

**Quantidade Unidade**

1,0000 unidade  
2,0000 unidade  
6,0000 unidade

*Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder à baixa desta ART.*

5. Observações

Execução de 01 sondagem SPT; 02 STs; 01 ensaio de infiltração; 01 ensaio de cisalhamento direto; 02 ensaios de adensamento unidimensional do solo; 02 conjuntos de ensaios de caracterização, compactação e CBR.

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

\_\_\_\_\_  
Profissional

\_\_\_\_\_  
Contratante

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima



Documento assinado eletronicamente por CARLOS ROBERTO SILVA PEREIRA, 25085/D-DF, em 05/07/2023, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 2º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#)

*Thales Thiago*

TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental CNPJ: 35.425.146/0001-63

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: [www.creadf.org.br](http://www.creadf.org.br)

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.



[www.creadf.org.br](http://www.creadf.org.br)  
[informacao@creadf.org.br](mailto:informacao@creadf.org.br)  
Tel: (61) 3961-2800





## 1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: ANA CAROLINA GUEDES IEMINI DE REZENDE PARCA  
Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista

CPF: 689.XXX.XXX-59  
Nº do Registro: 000A307386

## 2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI14423637I00CT001  
Data de Cadastro: 21/06/2024  
Data de Registro: 21/06/2024

Modalidade: RRT SIMPLES  
Forma de Registro: INICIAL  
Forma de Participação: EQUIPE

### 2.1 Valor do RRT

Valor do RRT: R\$119,61      Boleto nº 20486680      Pago em: 21/06/2024

### 2.2 Equipe Técnica

Nome Civil/Social	CPF	RRT Vinculado	Tipo de Vínculo
ANA CAROLINA GUEDES IEMINI DE REZENDE PARCA	689.XXX.XXX-59	14423637	Principal
Marenice Rodrigues da Silva	807.XXX.XXX-91	Não Registrado	Indicado

## 3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

### 3.1 Serviço 001

Contratante: Marcos de Sá Guimarães  
Tipo: Pessoa Física  
Valor do Serviço/Honorários: R\$0,00

CPF/CNPJ: 011.XXX.XXX-84  
Data de Início: 01/03/2022  
Data de Previsão de Término: 12/12/2025

#### 3.1.1 Endereço da Obra/Serviço

País: Brasil  
Tipo Logradouro: FAZ  
Logradouro: FAZENDA BARREIROS  
Bairro: JARDIM BOTÂNICO

CEP: 71000000  
Nº: SN  
Complemento:  
Cidade/UF: jardim botânico/DF

#### 3.1.2 Atividade(s) Técnica(s)

Grupo: PROJETO  
Atividade: 1.8.4 - Projeto de parcelamento do solo mediante loteamento

Quantidade: 3,836  
Unidade: hectare

#### 3.1.3 Tipologia

Tipologia: Habitacional Unifamiliar

#### 3.1.4 Descrição da Obra/Serviço

Parcelamento do solo de gleba objeto da Matrícula nº 172.054 do 2º CRI/DF

#### 3.1.5 Declaração de Acessibilidade

Declaro a não exigibilidade de atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas



pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015.

#### 4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
<b>SI14423637I00CT001</b>	<b>Marcos de Sá Guimarães</b>	<b>INICIAL</b>	<b>21/06/2024</b>

#### 5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

#### 6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista ANA CAROLINA GUEDES IEMINI DE REZENDE PARCA, registro CAU nº 000A307386, na data e hora: 21/06/2024 17:41:05, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural (**LGPD**)

A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: <https://siccau.caubr.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos>, ou via QRCode.



## 11.2 LAUDOS GEOTÉCNICOS E ENSAIOS

## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES	Ponto:	ST 01
Data:	02/06/2023	Energia:	NORMAL

### DADOS DO ENSAIO

Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,9	MPa
Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35	MPa
Diâmetro da base do pistão:	4,96	cm
Área da base do pistão:	19,32	cm <sup>2</sup>
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

### CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	71	78	89	83	88
Solo + Água + Molde (g)	8245	8270	8955	9080	8420
Peso Molde (g)	4420	4385	4870	4620	4270
Peso Solo + Água (g)	3825	3885	4085	4460	4150
Volume Molde (cm <sup>3</sup> )	2151	2050	2050	2225	2059
Dens. Solo Úmido (kg/m <sup>3</sup> )	1778	1895	1993	2004	2016
Dens. Solo Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1648	1709	1755	1725	1703

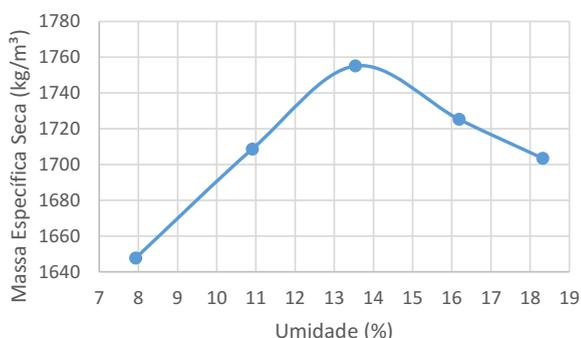
### CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	86	57	48	66	95	46	71	77	87	44
P. Solo Úm.+ C. (g)	98,32	99,95	96,14	92,53	86,83	88,27	81,39	81,39	96,22	93,79
P. Solo S. + Cap. (g)	92,08	93,57	88,03	84,78	78,05	79,20	71,88	71,88	83,41	81,26
Peso Água (g)	6,24	6,38	8,11	7,75	8,78	9,07	9,51	9,51	12,81	12,53
Peso Cápsula (g)	13,61	12,82	13,38	14,03	13,53	11,83	13,11	13,11	12,89	13,44
P. Solo Seco (g)	78,47	80,75	74,65	70,75	64,52	67,37	58,77	58,77	70,52	67,82
Umidade (%)	7,95	7,90	10,86	10,95	13,61	13,46	16,18	16,18	18,17	18,48
Umid. Média (%)	7,93		10,91		13,54		16,18		18,32	

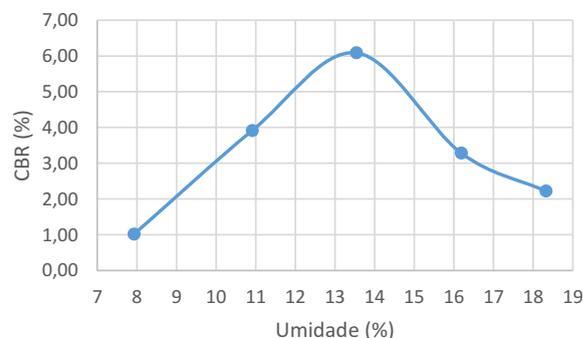
### RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	13,5
Densidade Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	1755
Expansão Média (%)	0,16
ISC/CBR Final (%)	6,0

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



**DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA**

Penet. 1 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	3	0,03	
1,25	5	0,05	
2,5	7	0,07	1,01
5	10	0,1	0,97
7,5	13	0,13	
10	14	0,14	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	9	0,09	
1,25	17	0,17	
2,5	27	0,27	3,91
5	39	0,39	3,77
7,5	46	0,46	
10	51	0,51	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	14	0,14	
1,25	26	0,26	
2,5	42	0,42	6,09
5	59	0,59	5,70
7,5	72	0,72	
10	81	0,81	

Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	7	0,07	
1,25	12	0,12	
2,5	20	0,2	2,90
5	34	0,34	3,29
7,5	43	0,43	
10	49	0,49	

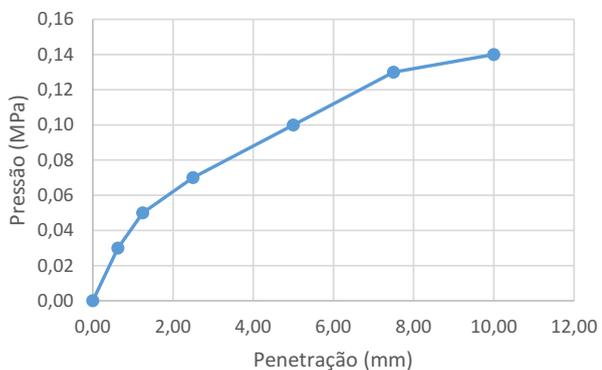
Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	4	0,04	
1,25	8	0,08	
2,5	13	0,13	1,88
5	23	0,23	2,22
7,5	30	0,3	
10	35	0,35	

Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m <sup>3</sup>
71	7,93	1,01	7,93	1648
78	10,91	3,91	10,91	1709
89	13,54	6,09	13,54	1755
83	16,18	3,29	16,18	1725
88	18,32	2,22	18,32	1703

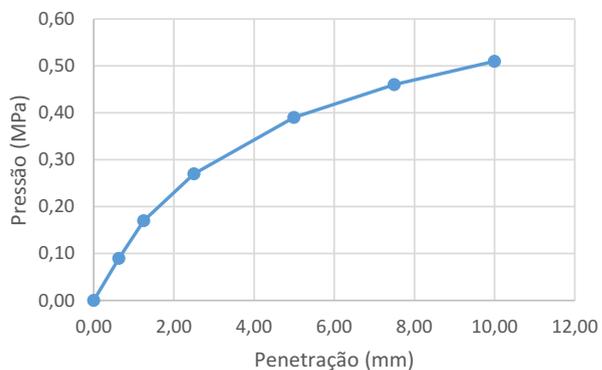
**ENSAIO DE EXPANSÃO**

	71	78	89	83	88
Nº Molde	71	78	89	83	88
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,38	3,23	3,13	3,10	3,08
L.Final - L.Inicial	0,38	0,23	0,13	0,10	0,08
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40
(LF-LI) / Altura (%)	0,33	0,20	0,11	0,09	0,07
Média (%)	0,16				

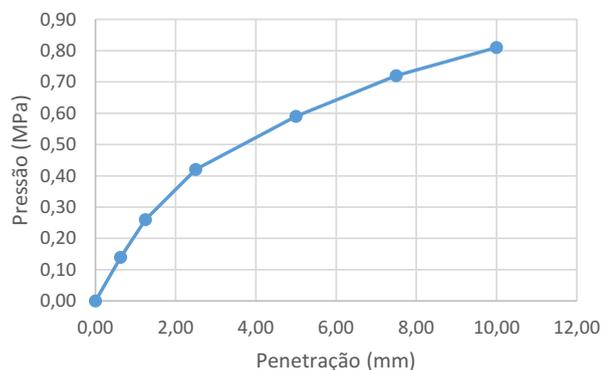
Pressão x Penetração 1



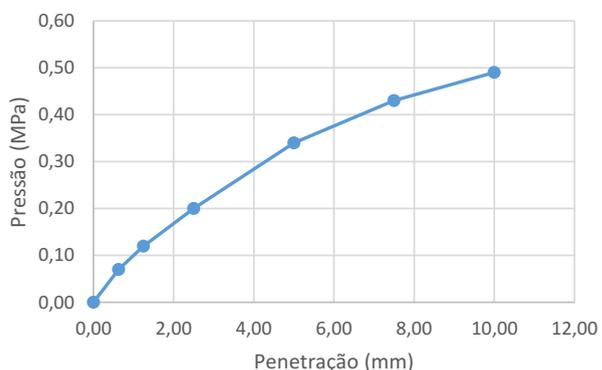
Pressão x Penetração 2



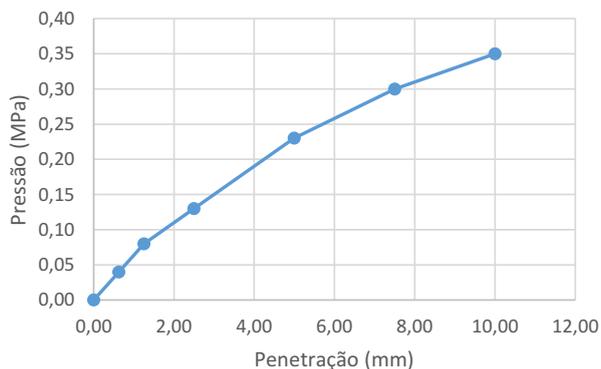
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

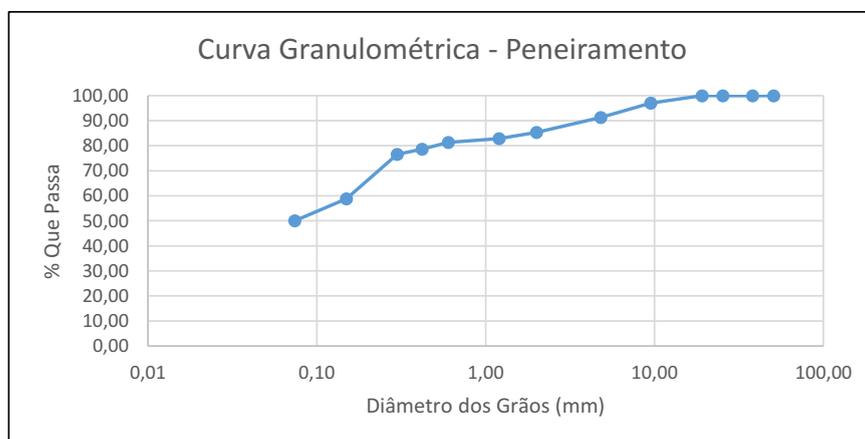


### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES	Ponto:	ST 01
Data:	07/06/2023	Trecho:	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	58
Cápsula + Solo Úmido (g)	89,42
Cápsula + Solo Seco (g)	83,52
Peso da Cápsula (g)	14,28
Peso da Água (g)	5,9
Peso do Solo Seco (g)	69,24
Umidade Higroscópica (%)	8,52
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,92
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	600,00
Pedregulho (g)	82,34
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	517,66
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	477,01
Peso da Água (g)	40,65
Amostra Total Seca (g)	559,35
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	14,72
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	6,63
Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%)	28,66
Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%)	49,99
Total (%)	100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL					
Peneira	Peso (g)	Abert. Peneira (mm)	Material Retido		% que Passa da Amostra Total
			% da Amostra Total	% Acumulada	
2"	0,00	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	0,00	25,40	0,00	0,00	100,00
3/4"	0,00	19,10	0,00	0,00	100,00
3/8"	16,76	9,50	3,00	3,00	97,00
Nº 4	31,85	4,80	5,69	8,69	91,31
Nº10	33,73	2,00	6,03	14,72	85,28
Nº16	13,42	1,20	2,40	17,12	82,88
Nº30	8,88	0,60	1,59	18,71	81,29
Nº40	14,77	0,42	2,64	21,35	78,65
Nº50	12,00	0,30	2,15	23,49	76,51
Nº100	98,96	0,15	17,69	41,19	58,81
Nº200	49,34	0,07	8,82	50,01	49,99



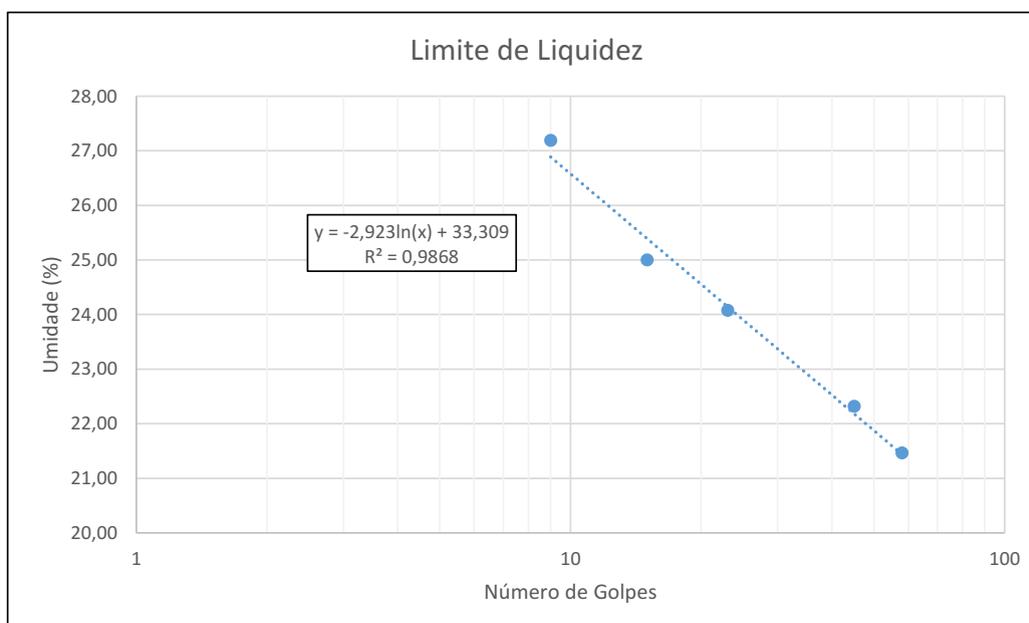
## LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES			Ponto:	ST 01
Data:	03/06/2023	Trecho:			

LIMITE DE LIQUIDEZ							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Nº de Golpes	Umidade (%)
15	21,55	19,53	10,12	2,02	9,41	58	21,47
28	23,16	20,83	10,39	2,33	10,44	45	22,32
50	25,19	22,46	11,12	2,73	11,34	23	24,07
9	30,43	26,62	11,38	3,81	15,24	15	25,00
25	30,13	26,03	10,95	4,10	15,08	9	27,19

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
48	8,09	7,83	6,28	0,26	1,55	16,77	17,7
27	7,18	6,95	5,67	0,23	1,28	17,97	
8	7,02	6,81	5,62	0,21	1,19	17,65	
51	8,85	8,52	6,65	0,33	1,87	17,65	
7	7,87	7,64	6,38	0,23	1,26	18,25	

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	23,9
Limite de Plasticidade (%)	17,7
Índice de Plasticidade (%)	6,2



## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES	Ponto:	ST 02
Data:	02/06/2023	Energia:	NORMAL

### DADOS DO ENSAIO

Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,9	MPa
Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35	MPa
Diâmetro da base do pistão:	4,96	cm
Área da base do pistão:	19,32	cm <sup>2</sup>
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

### CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	86	81	93	91	96
Solo + Água + Molde (g)	8130	7820	8605	8595	8580
Peso Molde (g)	4495	4235	4860	4820	4885
Peso Solo + Água (g)	3635	3585	3745	3775	3695
Volume Molde (cm <sup>3</sup> )	2123	1996	1979	2014	2024
Dens. Solo Úmido (kg/m <sup>3</sup> )	1712	1796	1892	1874	1826
Dens. Solo Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1456	1504	1552	1502	1440

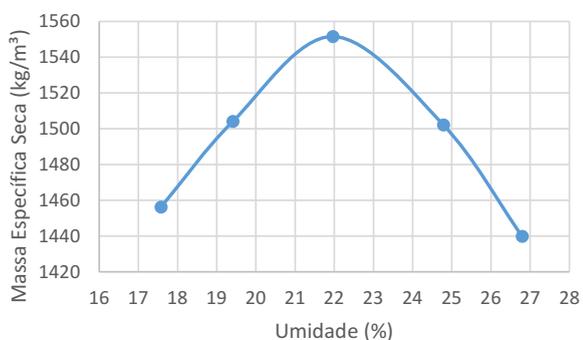
### CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	55	67	102	21	81	41	84	92	209	189
P. Solo Úm.+ C. (g)	87,41	83,44	65,26	66,80	67,72	63,51	74,81	74,35	103,79	103,88
P. Solo S. + Cap. (g)	76,39	72,98	56,67	58,08	57,86	54,04	62,62	62,07	84,90	85,39
Peso Água (g)	11,02	10,46	8,59	8,72	9,86	9,47	12,19	12,28	18,89	18,49
Peso Cápsula (g)	13,62	13,54	12,14	13,44	12,72	11,16	13,44	12,53	14,59	16,21
P. Solo Seco (g)	62,77	59,44	44,53	44,64	45,14	42,88	49,18	49,54	70,31	69,18
Umidade (%)	17,56	17,60	19,29	19,53	21,84	22,08	24,79	24,79	26,87	26,73
Umid. Média (%)	17,58		19,41		21,96		24,79		26,80	

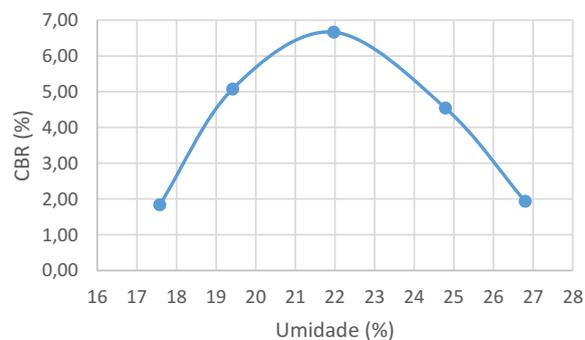
### RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	22,0
Densidade Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	1552
Expansão Média (%)	0,25
ISC/CBR Final (%)	6,7

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Penet. 1 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	4	0,04	
1,25	6	0,06	
2,5	10	0,1	1,45
5	19	0,19	1,84
7,5	26	0,26	
10	31	0,31	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	12	0,12	
1,25	22	0,22	
2,5	35	0,35	5,07
5	46	0,46	4,44
7,5	50	0,5	
10	53	0,53	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	16	0,16	
1,25	30	0,3	
2,5	46	0,46	6,67
5	60	0,6	5,80
7,5	70	0,7	
10	77	0,77	

Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	10	0,1	
1,25	17	0,17	
2,5	28	0,28	4,06
5	47	0,47	4,54
7,5	54	0,54	
10	59	0,59	

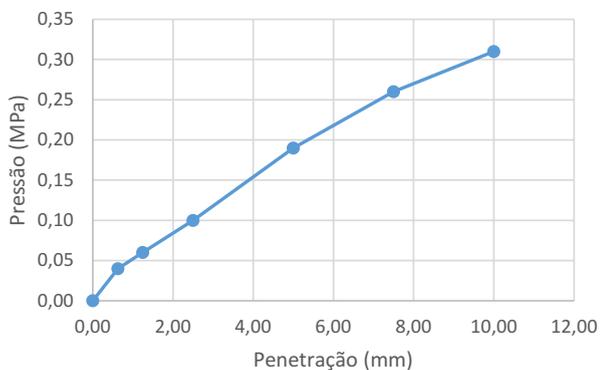
Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	4	0,04	
1,25	7	0,07	
2,5	12	0,12	1,74
5	20	0,2	1,93
7,5	23	0,23	
10	25	0,25	

Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m <sup>3</sup>
86	17,58	1,84	17,58	1456
81	19,41	5,07	19,41	1504
93	21,96	6,67	21,96	1552
91	24,79	4,54	24,79	1502
96	26,80	1,93	26,80	1440

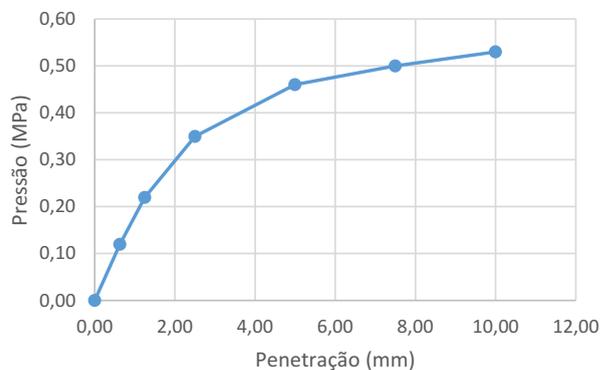
ENSAIO DE EXPANSÃO

	86	81	93	91	96
Nº Molde	86	81	93	91	96
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,52	3,33	3,25	3,16	3,14
L.Final - L.Inicial	0,52	0,33	0,25	0,16	0,14
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40
(LF-LI) / Altura (%)	0,46	0,29	0,22	0,14	0,12
Média (%)	0,25				

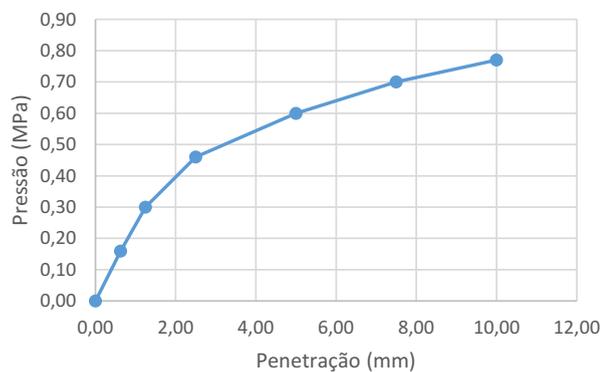
Pressão x Penetração 1



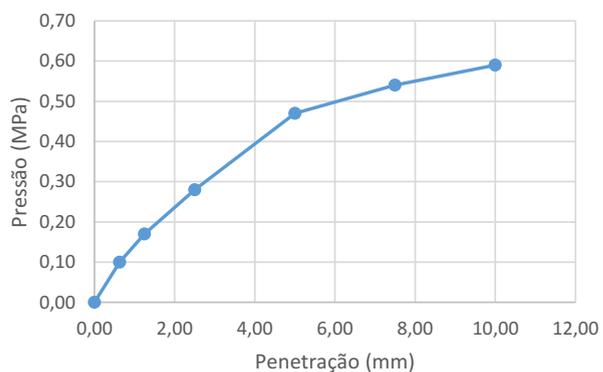
Pressão x Penetração 2



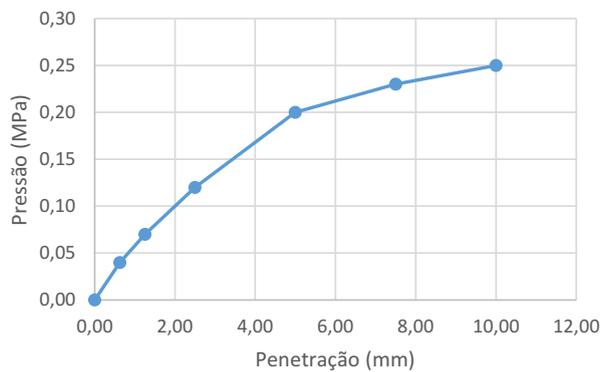
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

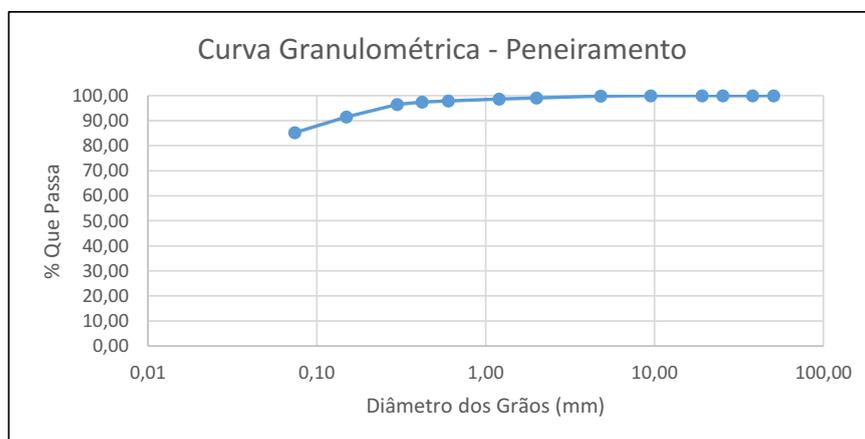


### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES	Ponto:	ST 02
Data:	07/06/2023	Trecho:	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	32
Cápsula + Solo Úmido (g)	67,68
Cápsula + Solo Seco (g)	59,26
Peso da Cápsula (g)	11,65
Peso da Água (g)	8,42
Peso do Solo Seco (g)	47,61
Umidade Higroscópica (%)	17,69
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,85
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	600,00
Pedregulho (g)	4,59
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	595,41
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	505,93
Peso da Água (g)	89,48
Amostra Total Seca (g)	510,52
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	0,90
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	1,67
Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%)	12,21
Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%)	85,21
Total (%)	100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL					
Peneira	Peso (g)	Abert. Peneira (mm)	Material Retido		% que Passa da Amostra Total
			% da Amostra Total	% Acumulada	
2"	0,00	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	0,00	25,40	0,00	0,00	100,00
3/4"	0,00	19,10	0,00	0,00	100,00
3/8"	0,00	9,50	0,00	0,00	100,00
Nº 4	0,68	4,80	0,13	0,13	99,87
Nº10	3,91	2,00	0,77	0,90	99,10
Nº16	2,36	1,20	0,46	1,36	98,64
Nº30	3,96	0,60	0,78	2,14	97,86
Nº40	2,23	0,42	0,44	2,57	97,43
Nº50	4,57	0,30	0,90	3,47	96,53
Nº100	25,69	0,15	5,03	8,50	91,50
Nº200	32,10	0,07	6,29	14,79	85,21



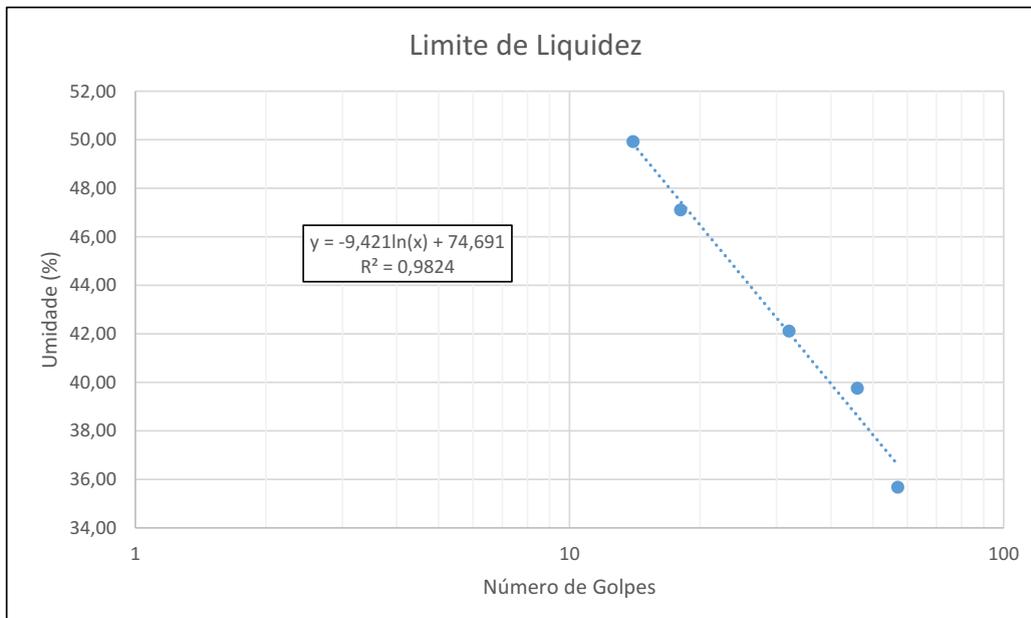
## LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES			Ponto:	ST 02
Data:	03/06/2023	Trecho:			

LIMITE DE LIQUIDEZ							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Nº de Golpes	Umidade (%)
27	20,50	17,65	9,66	2,85	7,99	57	35,67
18	25,88	21,73	11,29	4,15	10,44	46	39,75
24	31,18	25,44	11,81	5,74	13,63	32	42,11
52	29,36	23,66	11,56	5,70	12,10	18	47,11
1	29,81	23,60	11,16	6,21	12,44	14	49,92

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
29	7,52	7,20	6,21	0,32	0,99	32,32	31,3
55	9,13	8,83	7,88	0,30	0,95	31,58	
33	7,22	6,85	5,65	0,37	1,20	30,83	
78	7,95	7,47	5,86	0,48	1,61	29,81	
44	8,33	7,87	6,43	0,46	1,44	31,94	

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	44,4
Limite de Plasticidade (%)	31,3
Índice de Plasticidade (%)	13,1



**ENSAIO DE CISLHAMENTO DIRETO DO SOLO - TENSÃO NORMAL DE 0,50 kgf/cm<sup>2</sup>**

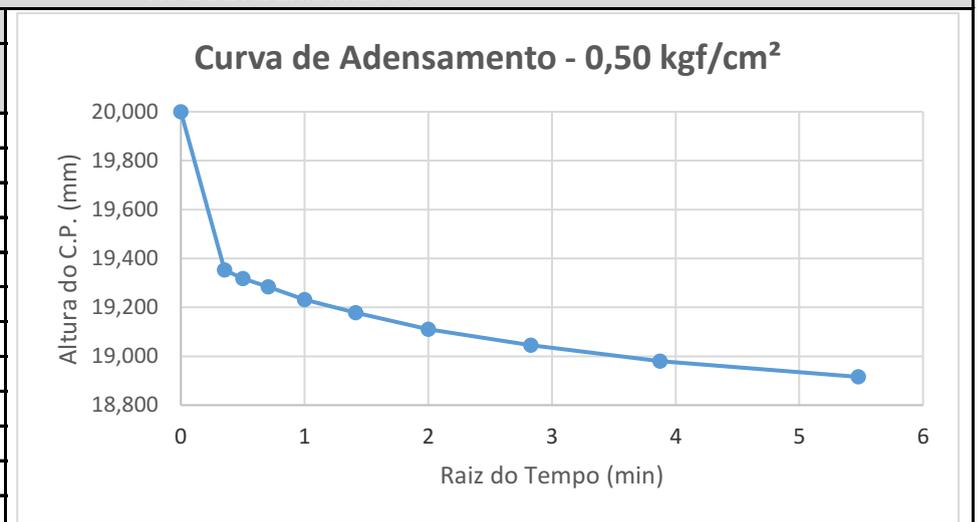
Local:	Reserva Monteiro Guimarães		
Amostra:	1	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	Arthur	Prof. da Amostra (m):	2,00
Data:	29/05/2023		

DADOS INICIAIS DO CORPO DE PROVA (C.P.)			
Altura (cm)	2,00	Massa específica apar. seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,24
Lado (cm)	5,08		
Área (cm <sup>2</sup> )	25,81	Massa específica dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )	2,70
Volume (cm <sup>3</sup> )	51,61		
Massa do molde (g)	84,90	Massa específica da água (g/cm <sup>3</sup> )	1,00
Massa C.P. + molde (g)	171,30		
Massa C.P. úmido (g)	86,40		
Massa C.P. seco(g)	63,90		

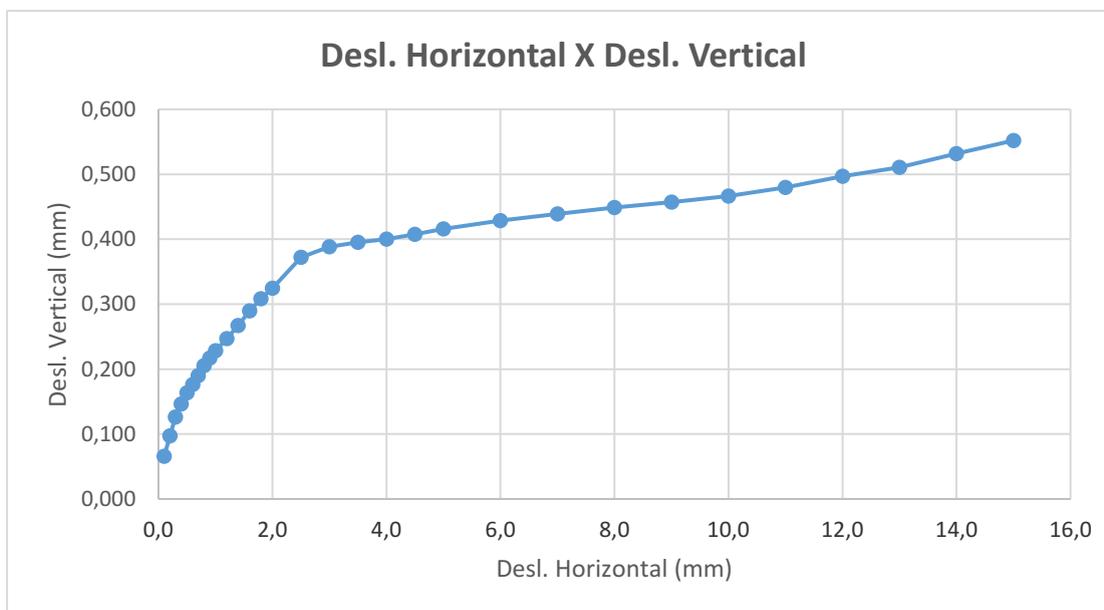
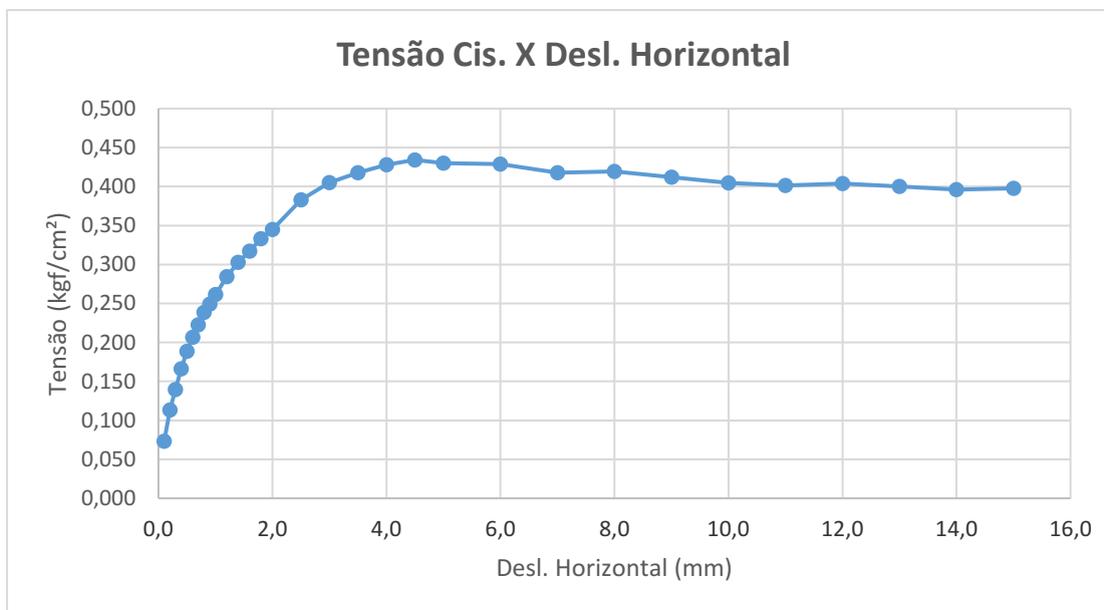
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	14	51	122	147
Tara (g)	13,2	11,8	14,2	13,8
Tara + Solo úmido (g)	77,0	79,4	55,9	55,6
Tara + Solo seco (g)	60,5	61,7	43,2	43,1
Água (g)	16,5	17,7	12,7	12,5
Solo Seco (g)	47,3	49,9	29,0	29,3
Umidade (%)	34,9	35,5	43,9	42,9
Média da Umidade (%)	35,2		43,4	

**FASE DE ADENSAMENTO**

TENSÃO NORMAL DE 0,50 kgf/cm <sup>2</sup>		
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)
0	0,000	20,000
0,125	0,646	19,354
0,25	0,682	19,318
0,5	0,716	19,284
1	0,768	19,232
2	0,821	19,179
4	0,889	19,111
8	0,955	19,045
15	1,020	18,980
30	1,084	18,916



FASE DE CISLHAMENTO - TENSÃO NORMAL DE 0,50 kgf/cm <sup>2</sup>							
Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )
0,1	0,066	1,894	0,073	3,0	0,389	10,458	0,405
0,2	0,097	2,929	0,113	3,5	0,395	10,777	0,418
0,3	0,126	3,598	0,139	4,0	0,400	11,047	0,428
0,4	0,146	4,282	0,166	4,5	0,408	11,207	0,434
0,5	0,163	4,871	0,189	5,0	0,416	11,095	0,430
0,6	0,176	5,333	0,207	6,0	0,428	11,063	0,429
0,7	0,190	5,747	0,223	7,0	0,439	10,777	0,418
0,8	0,205	6,160	0,239	8,0	0,449	10,825	0,419
0,9	0,217	6,431	0,249	9,0	0,457	10,634	0,412
1,0	0,228	6,749	0,262	10,0	0,466	10,443	0,405
1,2	0,247	7,338	0,284	11,0	0,480	10,363	0,402
1,4	0,267	7,816	0,303	12,0	0,497	10,427	0,404
1,6	0,290	8,182	0,317	13,0	0,511	10,331	0,400
1,8	0,308	8,596	0,333	14,0	0,532	10,220	0,396
2,0	0,324	8,898	0,345	15,0	0,552	10,267	0,398
2,5	0,372	9,885	0,383				



**ENSAIO DE CISLHAMENTO DIRETO DO SOLO - TENSÃO NORMAL DE 1,00 kgf/cm<sup>2</sup>**

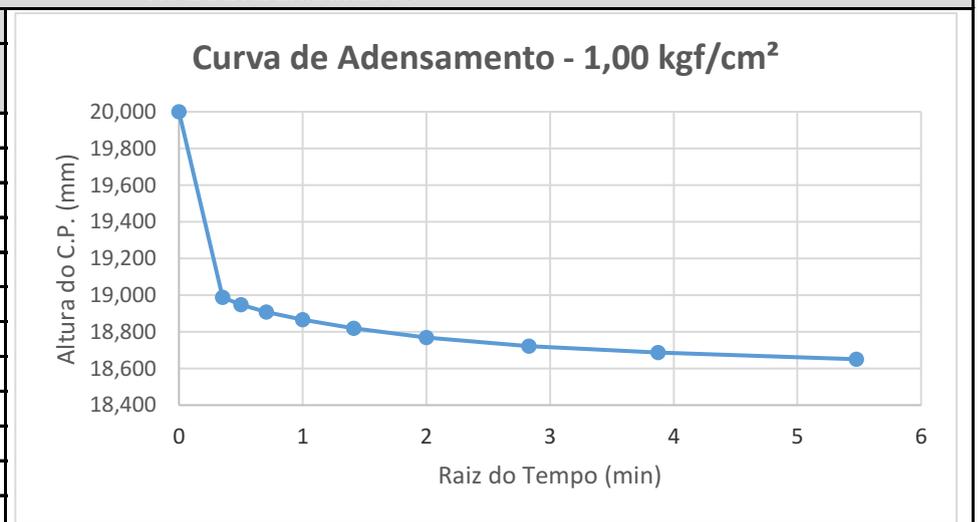
Local:	Reserva Monteiro Guimarães		
Amostra:	1	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	Arthur	Prof. da Amostra (m):	2,00
Data:	29/05/2023		

DADOS INICIAIS DO CORPO DE PROVA (C.P.)			
Altura (cm)	2,00	Massa específica apar. seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,27
Lado (cm)	5,08		
Área (cm <sup>2</sup> )	25,81	Massa específica dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )	2,70
Volume (cm <sup>3</sup> )	51,61		
Massa do molde (g)	84,90	Massa específica da água (g/cm <sup>3</sup> )	1,00
Massa C.P. + molde (g)	173,10		
Massa C.P. úmido (g)	88,20		
Massa C.P. seco(g)	65,38		

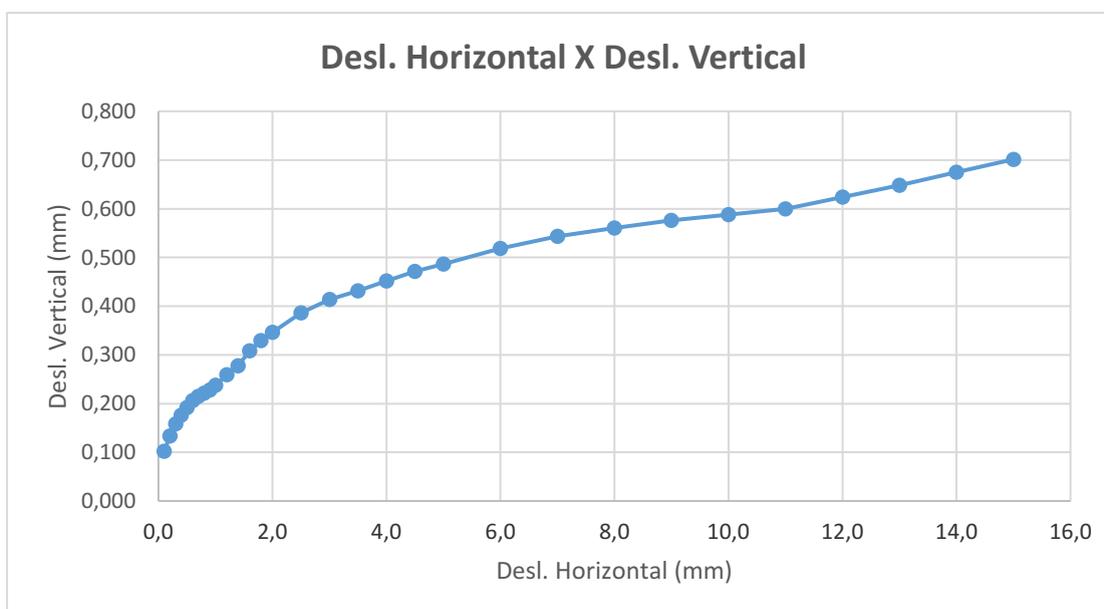
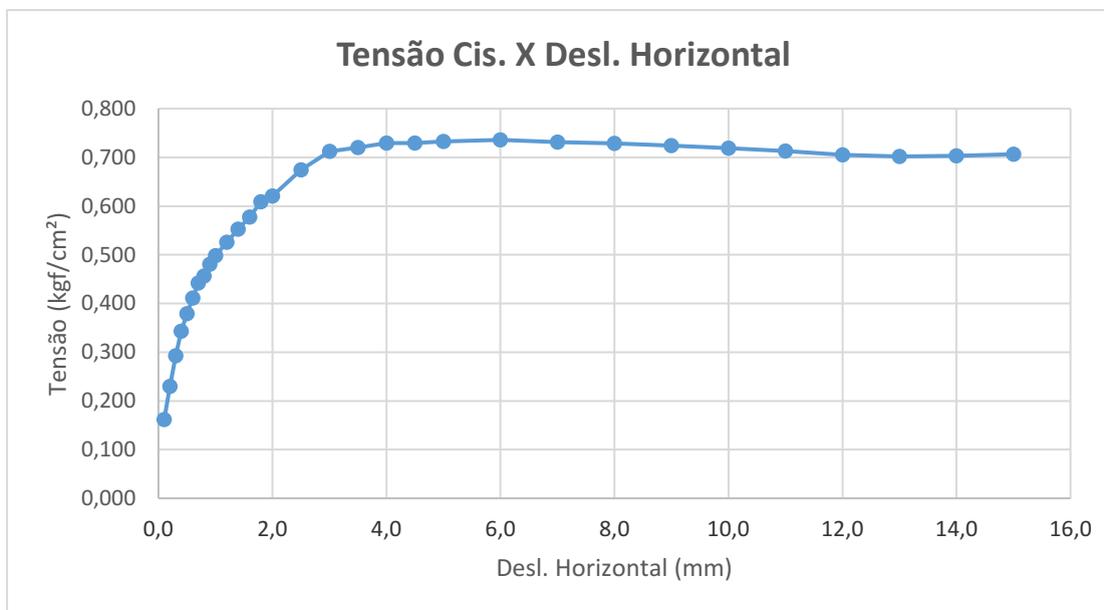
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	104	110	61	74
Tara (g)	14,8	16,2	12,1	12,1
Tara + Solo úmido (g)	76,3	82,9	56,3	53,9
Tara + Solo seco (g)	60,5	65,5	44,0	42,3
Água (g)	15,8	17,4	12,3	11,6
Solo Seco (g)	45,7	49,3	31,9	30,2
Umidade (%)	34,5	35,3	38,6	38,5
Média da Umidade (%)	34,9		38,5	

**FASE DE ADENSAMENTO**

TENSÃO NORMAL DE 1,00 kgf/cm <sup>2</sup>		
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)
0	0,000	20,000
0,125	1,012	18,988
0,25	1,051	18,949
0,5	1,092	18,908
1	1,134	18,866
2	1,181	18,819
4	1,231	18,769
8	1,278	18,722
15	1,313	18,687
30	1,349	18,651



FASE DE CISLHAMENTO - TENSÃO NORMAL DE 1,00 kgf/cm <sup>2</sup>							
Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )
0,1	0,102	4,171	0,162	3,0	0,414	18,386	0,712
0,2	0,134	5,938	0,230	3,5	0,431	18,577	0,720
0,3	0,158	7,545	0,292	4,0	0,452	18,816	0,729
0,4	0,176	8,851	0,343	4,5	0,471	18,816	0,729
0,5	0,192	9,790	0,379	5,0	0,487	18,911	0,733
0,6	0,206	10,618	0,411	6,0	0,518	18,991	0,736
0,7	0,214	11,398	0,442	7,0	0,543	18,879	0,732
0,8	0,221	11,780	0,456	8,0	0,561	18,800	0,728
0,9	0,228	12,401	0,481	9,0	0,576	18,688	0,724
1,0	0,237	12,862	0,498	10,0	0,588	18,545	0,719
1,2	0,259	13,563	0,526	11,0	0,600	18,402	0,713
1,4	0,278	14,263	0,553	12,0	0,624	18,195	0,705
1,6	0,308	14,900	0,577	13,0	0,648	18,115	0,702
1,8	0,329	15,712	0,609	14,0	0,675	18,147	0,703
2,0	0,346	16,014	0,621	15,0	0,701	18,227	0,706
2,5	0,386	17,399	0,674				



**ENSAIO DE CISLHAMENTO DIRETO DO SOLO - TENSÃO NORMAL DE 2,00 kgf/cm<sup>2</sup>**

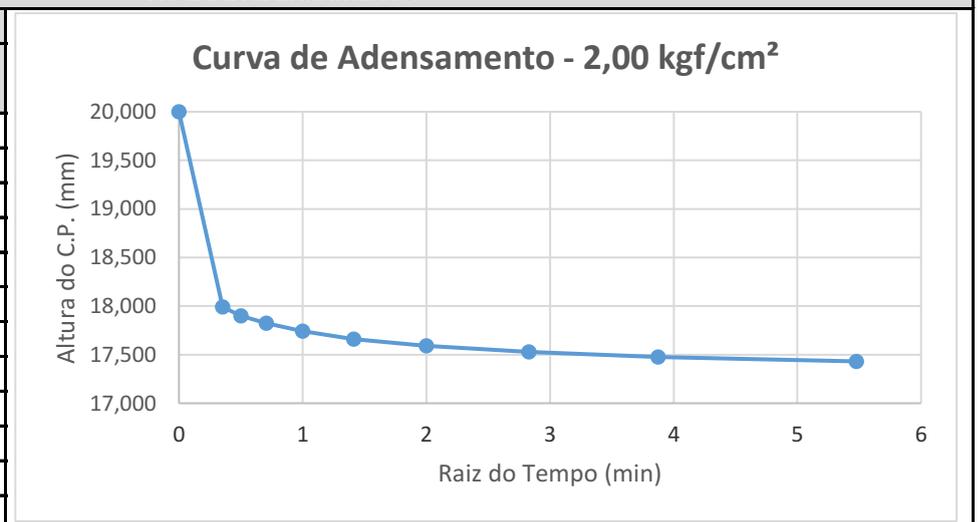
Local:	Reserva Monteiro Guimarães		
Amostra:	1	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	Arthur	Prof. da Amostra (m):	2,00
Data:	30/05/2023		

DADOS INICIAIS DO CORPO DE PROVA (C.P.)			
Altura (cm)	2,00	Massa específica apar. seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,24
Lado (cm)	5,08		
Área (cm <sup>2</sup> )	25,81	Massa específica dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )	2,70
Volume (cm <sup>3</sup> )	51,61		
Massa do molde (g)	84,90	Massa específica da água (g/cm <sup>3</sup> )	1,00
Massa C.P. + molde (g)	171,10		
Massa C.P. úmido (g)	86,20		
Massa C.P. seco(g)	63,92		

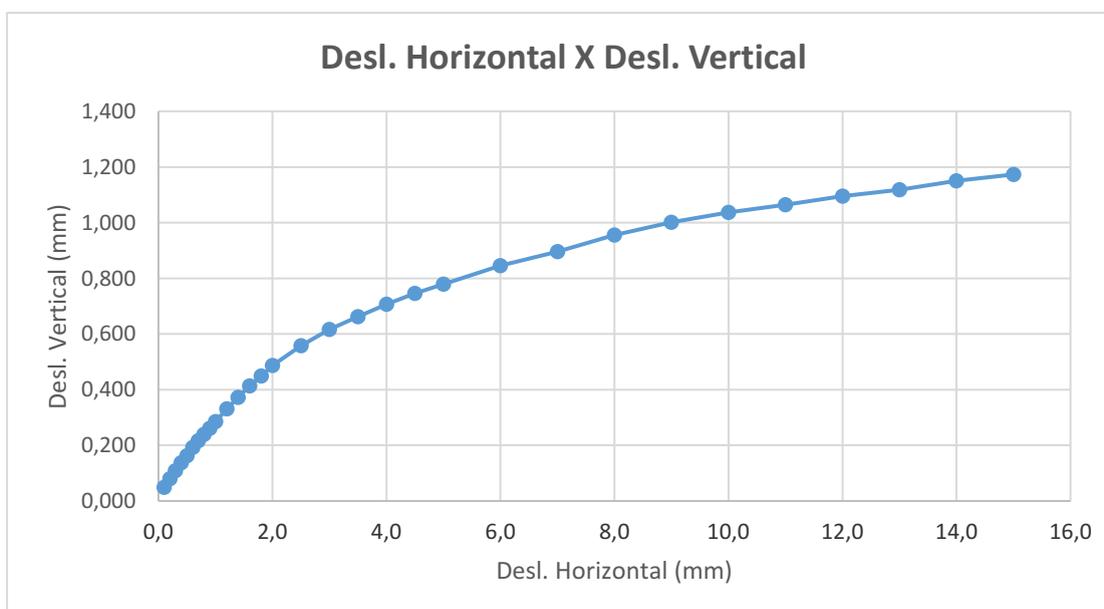
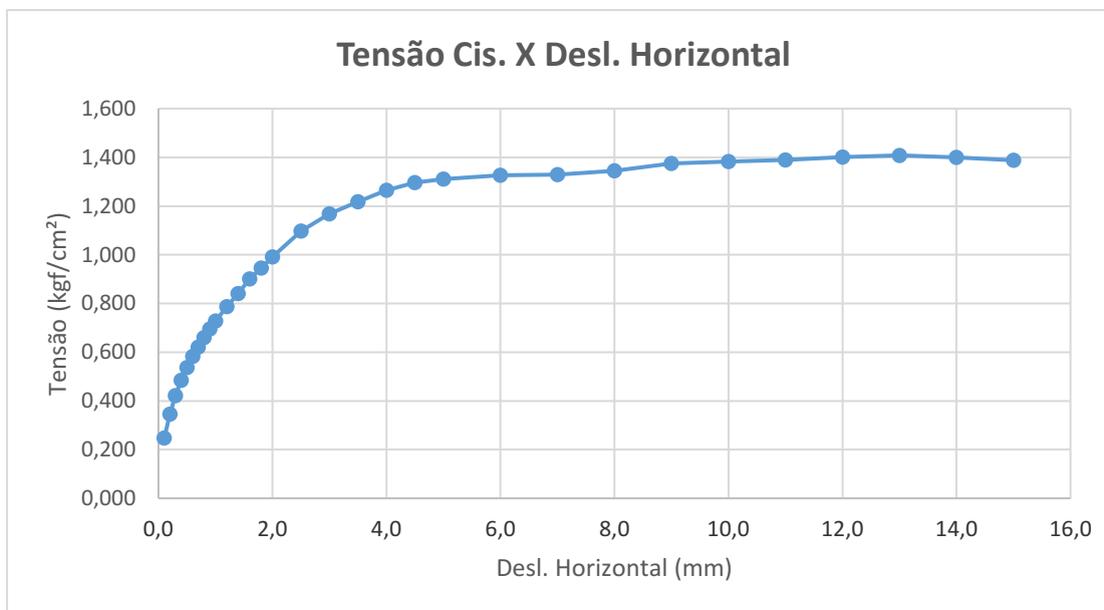
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	24	34	112	165
Tara (g)	12,2	12,9	11,3	14,5
Tara + Solo úmido (g)	74,0	80,6	52,9	54,0
Tara + Solo seco (g)	58,0	63,1	42,2	43,7
Água (g)	16,0	17,5	10,7	10,3
Solo Seco (g)	45,8	50,2	30,9	29,2
Umidade (%)	34,9	34,8	34,7	35,4
Média da Umidade (%)	34,9		35,0	

**FASE DE ADENSAMENTO**

TENSÃO NORMAL DE 2,00 kgf/cm <sup>2</sup>		
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)
0	0,000	20,000
0,125	2,008	17,992
0,25	2,099	17,901
0,5	2,176	17,824
1	2,257	17,743
2	2,341	17,659
4	2,409	17,591
8	2,472	17,528
15	2,525	17,475
30	2,569	17,431



FASE DE CISLHAMENTO - TENSÃO NORMAL DE 2,00 kgf/cm <sup>2</sup>							
Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )
0,1	0,049	6,383	0,247	3,0	0,616	30,134	1,168
0,2	0,080	8,930	0,346	3,5	0,662	31,439	1,218
0,3	0,109	10,872	0,421	4,0	0,707	32,633	1,265
0,4	0,137	12,512	0,485	4,5	0,746	33,461	1,297
0,5	0,163	13,849	0,537	5,0	0,780	33,827	1,311
0,6	0,192	15,027	0,582	6,0	0,846	34,225	1,326
0,7	0,217	16,014	0,621	7,0	0,896	34,304	1,329
0,8	0,239	17,017	0,659	8,0	0,955	34,702	1,345
0,9	0,261	17,956	0,696	9,0	1,001	35,482	1,375
1,0	0,285	18,784	0,728	10,0	1,037	35,673	1,382
1,2	0,331	20,296	0,786	11,0	1,064	35,848	1,389
1,4	0,372	21,681	0,840	12,0	1,095	36,167	1,401
1,6	0,413	23,241	0,901	13,0	1,118	36,342	1,408
1,8	0,450	24,403	0,946	14,0	1,151	36,119	1,400
2,0	0,487	25,581	0,991	15,0	1,173	35,817	1,388
2,5	0,558	28,319	1,097				

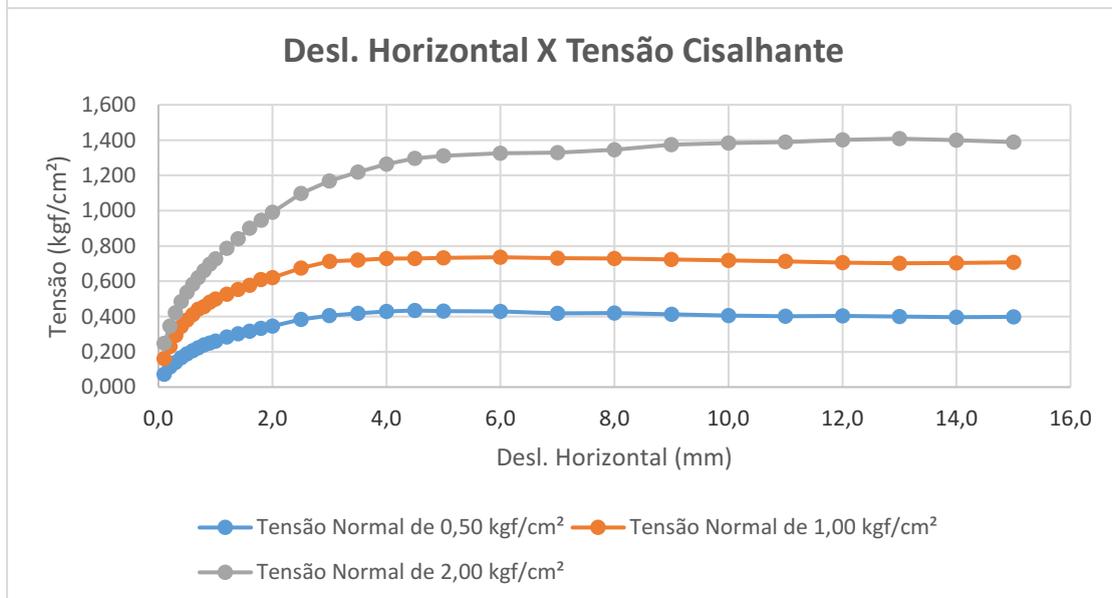
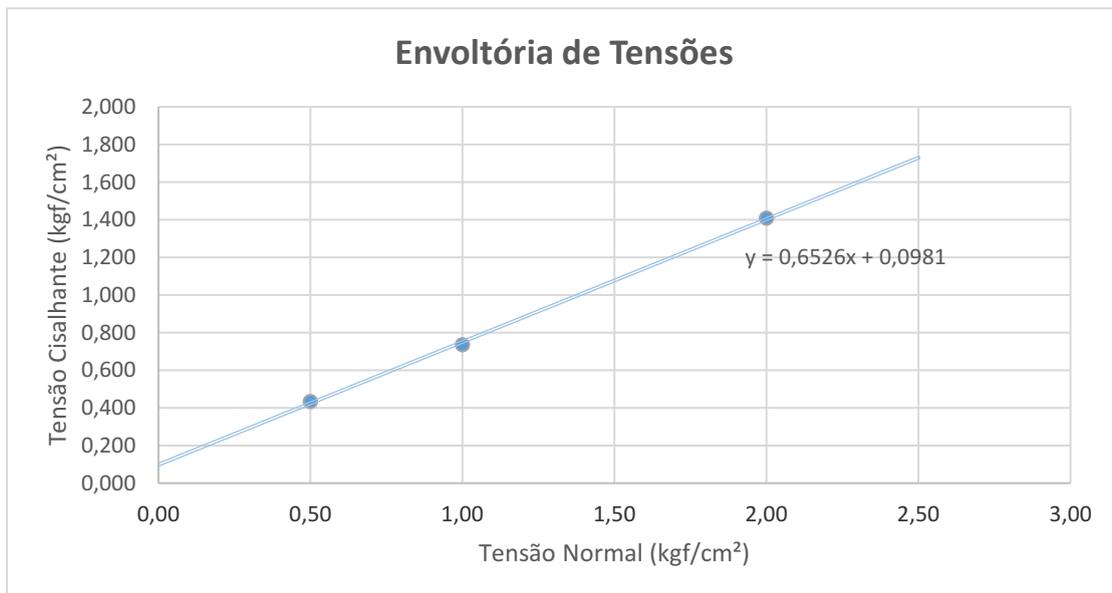


**ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO DO SOLO - COEFICIENTES C E ANG. DE ATRITO**

Local:	Reserva Monteiro Guimarães		
Amostra:	1	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	Arthur	Prof. da Amostra (m):	2,00
Data:	30/05/2023		

MÁXIMAS TENSÕES DE CISALHAMENTO OBTIDAS	
TENSÃO NORMAL (kgf/cm <sup>2</sup> )	TENSÃO CISALHANETE (kgf/cm <sup>2</sup> )
0,50	0,434
1,00	0,736
2,00	1,408

Coeficientes	
Coesão - c (kgf/cm <sup>2</sup> )	0,10
Ângulo de Atrito - $\phi$ (°)	33,13



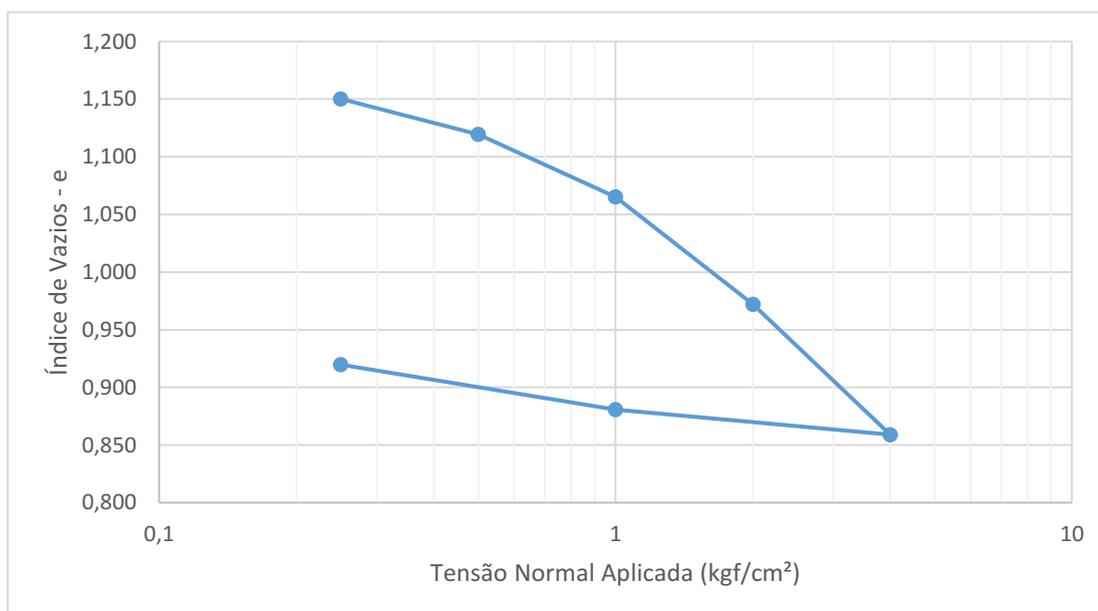
**ENSAIO DE ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL DO SOLO (AMOSTRA NATURAL)**

Local:	Reserva Monteiro Guimarães		
Amostra:	1	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	Arthur	Prof. da Amostra (m):	2,00
Data:	29/05/2023		

DADOS DO CORPO DE PROVA (C.P.)					
	INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL
Altura (cm)	2,00	1,79	Massa específica apar. seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,22	1,37
Diâmetro (cm)	7,20	7,20			
Área (cm <sup>2</sup> )	40,72	40,72	Massa específica dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )	2,70	2,70
Volume (cm <sup>3</sup> )	81,43	72,76			
Massa do anel (g)	56,30	-	Massa específica da água (g/cm <sup>3</sup> )	1,00	1,00
Massa C.P. + anel (g)	189,60	-			
Massa C.P. (g)	133,30	-	Índice de Vazios - e	1,207	0,859
Massa específica apar. úmida (g/cm <sup>3</sup> )	1,64	1,80	Grau de Saturação (%)	75,64	99,23
			Altura dos sólidos (cm)	0,91	0,91

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	78	97	145	156
Tara (g)	12,4	13,7	13,9	14,1
Tara + Solo úmido (g)	68,2	81,7	70,1	78,2
Tara + Solo seco (g)	54,1	64,6	56,6	62,9
Água (g)	14,1	17,2	13,5	15,3
Solo Seco (g)	41,7	50,9	42,7	48,8
Umidade (%)	33,91	33,73	31,71	31,43
Média da Umidade (%)	33,8		31,6	

**CURVA DE ÍNDICE DE VAZIOS X TENSÃO NORMAL APLICADA**



**LEITURAS DOS CARREGAMENTOS DA AMOSTRA NATURAL**

<b>TENSÃO DE 0,25 kgf/cm<sup>2</sup></b>				<b>TENSÃO DE 0,50 kgf/cm<sup>2</sup></b>			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,000	20,000	1,207	0	0,516	19,484	1,150
0,016	0,256	19,744	1,179	0,016	0,571	19,429	1,144
0,033	0,263	19,737	1,178	0,033	0,574	19,426	1,144
0,05	0,269	19,731	1,177	0,05	0,576	19,424	1,144
0,066	0,273	19,727	1,177	0,066	0,578	19,422	1,143
0,083	0,277	19,723	1,177	0,083	0,580	19,420	1,143
0,1	0,279	19,721	1,176	0,1	0,582	19,418	1,143
0,125	0,281	19,719	1,176	0,125	0,584	19,416	1,143
0,25	0,293	19,707	1,175	0,25	0,591	19,409	1,142
0,5	0,305	19,695	1,174	0,5	0,598	19,402	1,141
1	0,319	19,681	1,172	1	0,609	19,391	1,140
2	0,337	19,663	1,170	2	0,622	19,378	1,139
4	0,354	19,646	1,168	4	0,633	19,367	1,137
8	0,371	19,629	1,166	8	0,646	19,354	1,136
15	0,387	19,613	1,164	15	0,661	19,339	1,134
30	0,406	19,594	1,162	30	0,676	19,324	1,133
60	0,424	19,576	1,160	60	0,692	19,308	1,131
120	0,445	19,555	1,158	120	0,708	19,292	1,129
240	0,467	19,533	1,156	240	0,729	19,271	1,127
480	0,487	19,513	1,153	480	0,750	19,250	1,124
1440	0,516	19,484	1,150	1440	0,794	19,206	1,120

<b>TENSÃO DE 1,00 kgf/cm<sup>2</sup></b>				<b>TENSÃO DE 2,00 kgf/cm<sup>2</sup></b>			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,794	19,206	1,120	0	1,287	18,713	1,065
0,016	0,907	19,093	1,107	0,016	1,501	18,499	1,042
0,033	0,912	19,088	1,107	0,033	1,514	18,486	1,040
0,05	0,916	19,084	1,106	0,05	1,526	18,474	1,039
0,066	0,919	19,081	1,106	0,066	1,537	18,463	1,038
0,083	0,922	19,078	1,105	0,083	1,545	18,455	1,037
0,1	0,925	19,075	1,105	0,1	1,554	18,446	1,036
0,125	0,928	19,072	1,105	0,125	1,560	18,440	1,035
0,25	0,945	19,055	1,103	0,25	1,596	18,404	1,031
0,5	0,963	19,037	1,101	0,5	1,642	18,358	1,026
1	0,986	19,014	1,098	1	1,691	18,309	1,021
2	1,008	18,992	1,096	2	1,740	18,260	1,015
4	1,036	18,964	1,093	4	1,794	18,206	1,009
8	1,064	18,936	1,090	8	1,844	18,156	1,004
15	1,089	18,911	1,087	15	1,887	18,113	0,999
30	1,120	18,880	1,084	30	1,930	18,070	0,994
60	1,146	18,854	1,081	60	1,970	18,030	0,990
120	1,174	18,826	1,078	120	2,008	17,992	0,986
240	1,207	18,793	1,074	240	2,048	17,952	0,981
480	1,243	18,757	1,070	480	2,079	17,921	0,978
1440	1,287	18,713	1,065	1440	2,131	17,869	0,972

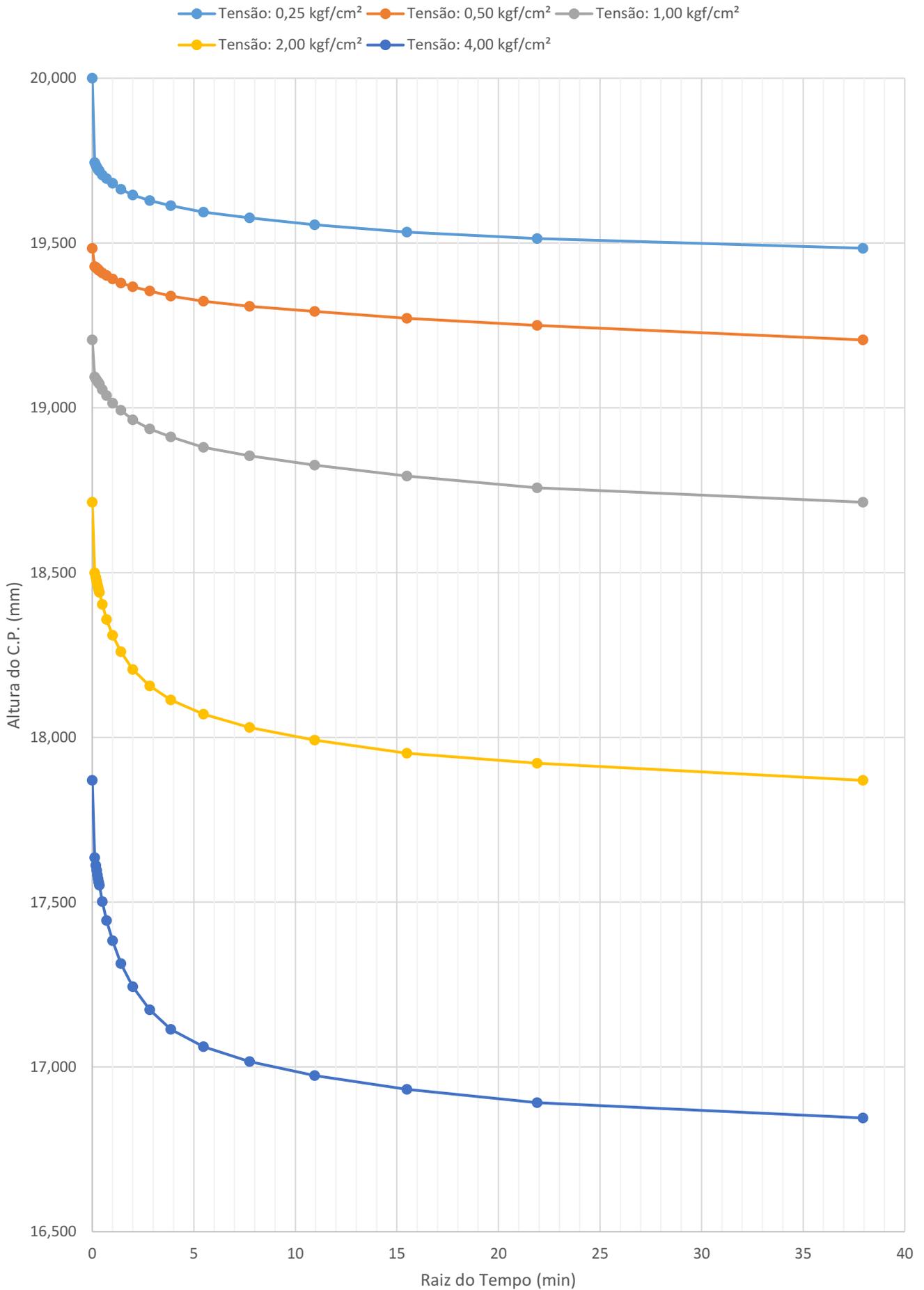
**LEITURAS DOS CARREGAMENTOS DA AMOSTRA NATURAL**

TENSÃO DE 4,00 kgf/cm <sup>2</sup>			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	2,131	17,869	0,972
0,016	2,365	17,635	0,946
0,033	2,388	17,612	0,944
0,05	2,404	17,596	0,942
0,066	2,418	17,582	0,940
0,083	2,429	17,571	0,939
0,1	2,439	17,561	0,938
0,125	2,448	17,552	0,937
0,25	2,498	17,502	0,931
0,5	2,556	17,444	0,925
1	2,617	17,383	0,918
2	2,687	17,313	0,911
4	2,756	17,244	0,903
8	2,826	17,174	0,895
15	2,886	17,114	0,889
30	2,938	17,062	0,883
60	2,984	17,016	0,878
120	3,026	16,974	0,873
240	3,068	16,932	0,869
480	3,108	16,892	0,864
1440	3,155	16,845	0,859

**LEITURAS DOS DESCARREGAMENTOS DA AMOSTRA NATURAL**

TENSÃO DE 1,00 kgf/cm <sup>2</sup>				TENSÃO DE 0,25 kgf/cm <sup>2</sup>			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	3,155	16,845	0,859	0	2,957	17,043	0,881
0,016	3,066	16,934	0,869	0,016	2,926	17,074	0,884
0,033	3,061	16,939	0,869	0,033	2,908	17,092	0,886
0,05	3,061	16,939	0,869	0,05	2,897	17,103	0,887
0,066	3,061	16,939	0,869	0,066	2,890	17,110	0,888
0,083	3,059	16,941	0,870	0,083	2,888	17,112	0,888
0,1	3,058	16,942	0,870	0,1	2,884	17,116	0,889
0,125	3,056	16,944	0,870	0,125	2,882	17,118	0,889
0,25	3,048	16,952	0,871	0,25	2,874	17,126	0,890
0,5	3,040	16,960	0,872	0,5	2,864	17,136	0,891
1	3,031	16,969	0,873	1	2,848	17,152	0,893
2	3,020	16,980	0,874	2	2,826	17,174	0,895
4	3,011	16,989	0,875	4	2,802	17,198	0,898
8	3,002	16,998	0,876	8	2,777	17,223	0,901
15	2,993	17,007	0,877	15	2,749	17,251	0,904
30	2,987	17,013	0,878	30	2,721	17,279	0,907
60	2,981	17,019	0,878	60	2,694	17,306	0,910
120	2,975	17,025	0,879	120	2,671	17,329	0,912
240	2,969	17,031	0,879	240	2,648	17,352	0,915
480	2,963	17,037	0,880	480	2,629	17,371	0,917
1440	2,957	17,043	0,881	1440	2,605	17,395	0,920

### CURVA DE ADENSAMENTO PARA OS ESTÁGIOS DE TENSÃO NAS AMOSTRAS NATURAIS



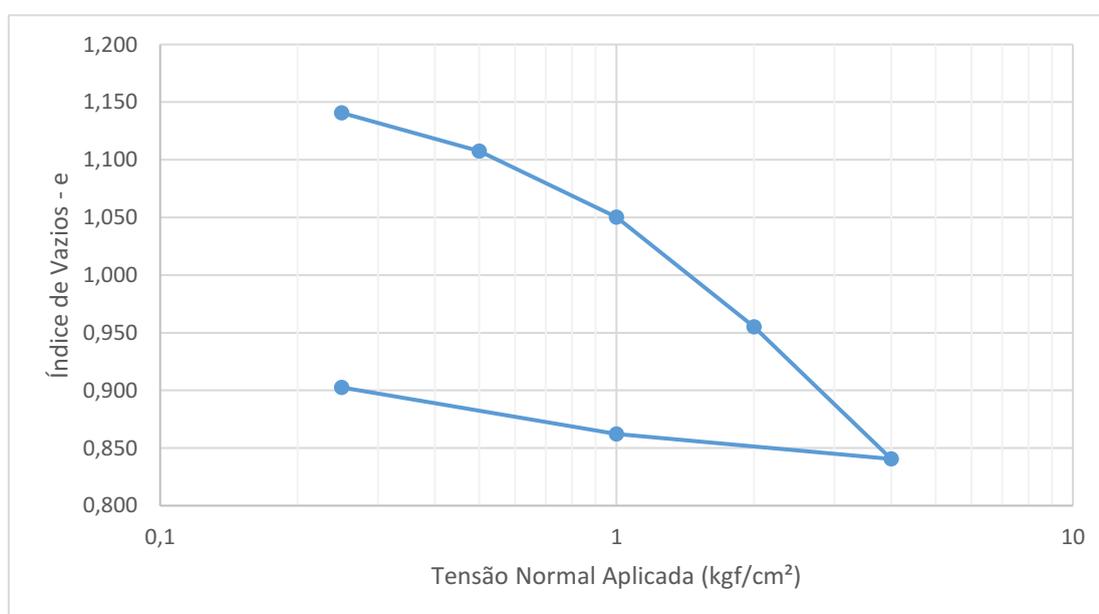
**ENSAIO DE ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL DO SOLO (AMOSTRA INUNDADA)**

Local:	Reserva Monteiro Guimarães		
Amostra:	1	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	Arthur	Prof. da Amostra (m):	2,00
Data:	29/05/2023		

DADOS DO CORPO DE PROVA (C.P.)					
	INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL
Altura (cm)	2,00	1,78	Massa específica apar. seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,23	1,38
Diâmetro (cm)	7,20	7,20			
Área (cm <sup>2</sup> )	40,72	40,72	Massa específica dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )	2,70	2,70
Volume (cm <sup>3</sup> )	81,43	72,33			
Massa do anel (g)	66,00	-	Massa específica da água (g/cm <sup>3</sup> )	1,00	1,00
Massa C.P. + anel (g)	201,00	-			
Massa C.P. (g)	135,00	-	Índice de Vazios - e	1,201	0,841
Massa específica apar. úmida (g/cm <sup>3</sup> )	1,66	1,81	Grau de Saturação (%)	79,02	99,69
			Altura dos sólidos (cm)	0,91	0,91

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	15	107	105	204
Tara (g)	12,1	14,6	11,7	15,1
Tara + Solo úmido (g)	77,5	88,3	76,2	80,6
Tara + Solo seco (g)	60,5	69,1	61,0	65,0
Água (g)	17,0	19,2	15,2	15,6
Solo Seco (g)	48,4	54,5	49,3	49,9
Umidade (%)	35,07	35,23	30,91	31,16
Média da Umidade (%)	35,1		31,0	

**CURVA DE ÍNDICE DE VAZIOS X TENSÃO NORMAL APLICADA**



**LEITURAS DOS CARREGAMENTOS DA AMOSTRA INUNDADA**

<b>TENSÃO DE 0,25 kgf/cm<sup>2</sup></b>				<b>TENSÃO DE 0,50 kgf/cm<sup>2</sup></b>			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,000	20,000	1,201	0	0,548	19,452	1,141
0,016	0,298	19,702	1,168	0,016	0,619	19,381	1,133
0,033	0,316	19,684	1,166	0,033	0,625	19,375	1,132
0,05	0,323	19,677	1,165	0,05	0,629	19,371	1,132
0,066	0,329	19,671	1,165	0,066	0,634	19,366	1,131
0,083	0,333	19,667	1,164	0,083	0,638	19,362	1,131
0,1	0,337	19,663	1,164	0,1	0,641	19,359	1,131
0,125	0,339	19,661	1,164	0,125	0,642	19,358	1,130
0,25	0,354	19,646	1,162	0,25	0,654	19,346	1,129
0,5	0,370	19,630	1,160	0,5	0,663	19,337	1,128
1	0,385	19,615	1,159	1	0,677	19,323	1,127
2	0,402	19,598	1,157	2	0,700	19,300	1,124
4	0,425	19,575	1,154	4	0,714	19,286	1,122
8	0,449	19,551	1,152	8	0,729	19,271	1,121
15	0,466	19,534	1,150	15	0,740	19,260	1,120
30	0,489	19,511	1,147	30	0,751	19,249	1,118
60	0,499	19,501	1,146	60	0,768	19,232	1,117
120	0,510	19,490	1,145	120	0,779	19,221	1,115
240	0,521	19,479	1,144	240	0,796	19,204	1,113
480	0,532	19,468	1,142	480	0,814	19,186	1,112
1440	0,548	19,452	1,141	1440	0,850	19,150	1,107

<b>TENSÃO DE 1,00 kgf/cm<sup>2</sup></b>				<b>TENSÃO DE 2,00 kgf/cm<sup>2</sup></b>			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,850	19,150	1,107	0	1,369	18,631	1,050
0,016	0,972	19,028	1,094	0,016	1,572	18,428	1,028
0,033	0,978	19,022	1,093	0,033	1,582	18,418	1,027
0,05	0,983	19,017	1,093	0,05	1,590	18,410	1,026
0,066	0,988	19,012	1,092	0,066	1,599	18,401	1,025
0,083	0,992	19,008	1,092	0,083	1,607	18,393	1,024
0,1	0,998	19,002	1,091	0,1	1,615	18,385	1,023
0,125	1,000	19,000	1,091	0,125	1,621	18,379	1,023
0,25	1,021	18,979	1,089	0,25	1,644	18,356	1,020
0,5	1,039	18,961	1,087	0,5	1,689	18,311	1,015
1	1,067	18,933	1,084	1	1,740	18,260	1,010
2	1,091	18,909	1,081	2	1,791	18,209	1,004
4	1,117	18,883	1,078	4	1,841	18,159	0,998
8	1,149	18,851	1,075	8	1,908	18,092	0,991
15	1,186	18,814	1,071	15	1,961	18,039	0,985
30	1,226	18,774	1,066	30	2,010	17,990	0,980
60	1,246	18,754	1,064	60	2,054	17,946	0,975
120	1,281	18,719	1,060	120	2,093	17,907	0,971
240	1,306	18,694	1,057	240	2,137	17,863	0,966
480	1,332	18,668	1,054	480	2,179	17,821	0,961
1440	1,369	18,631	1,050	1440	2,234	17,766	0,955

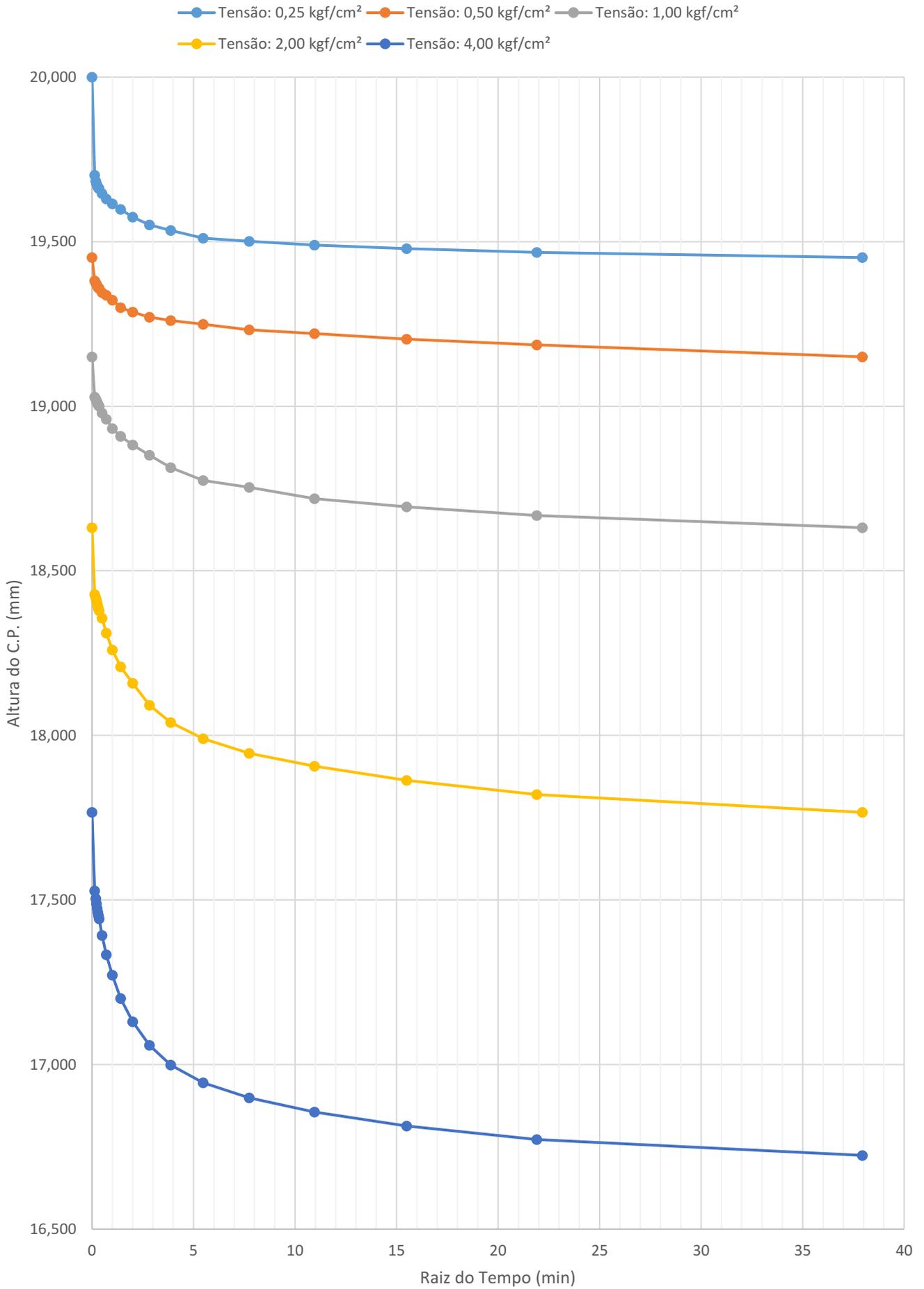
**LEITURAS DOS CARREGAMENTOS DA AMOSTRA INUNDADA**

TENSÃO DE 4,00 kgf/cm <sup>2</sup>			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	2,234	17,766	0,955
0,016	2,473	17,527	0,929
0,033	2,496	17,504	0,926
0,05	2,511	17,489	0,925
0,066	2,526	17,474	0,923
0,083	2,537	17,463	0,922
0,1	2,548	17,452	0,921
0,125	2,557	17,443	0,920
0,25	2,608	17,392	0,914
0,5	2,666	17,334	0,908
1	2,729	17,271	0,901
2	2,799	17,201	0,893
4	2,870	17,130	0,885
8	2,941	17,059	0,877
15	3,002	16,998	0,871
30	3,055	16,945	0,865
60	3,101	16,899	0,860
120	3,144	16,856	0,855
240	3,187	16,813	0,850
480	3,228	16,772	0,846
1440	3,276	16,724	0,841

**LEITURAS DOS DESCARREGAMENTOS DA AMOSTRA INUNDADA**

TENSÃO DE 1,00 kgf/cm <sup>2</sup>				TENSÃO DE 0,25 kgf/cm <sup>2</sup>			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	3,276	16,724	0,841	0	3,078	16,922	0,862
0,016	3,238	16,762	0,845	0,016	3,031	16,969	0,867
0,033	3,235	16,765	0,845	0,033	3,028	16,972	0,868
0,05	3,209	16,791	0,848	0,05	3,025	16,975	0,868
0,066	3,202	16,798	0,849	0,066	3,024	16,976	0,868
0,083	3,198	16,802	0,849	0,083	3,021	16,979	0,869
0,1	3,197	16,803	0,849	0,1	3,019	16,981	0,869
0,125	3,193	16,807	0,850	0,125	3,018	16,982	0,869
0,25	3,173	16,827	0,852	0,25	3,012	16,988	0,870
0,5	3,166	16,834	0,853	0,5	3,003	16,997	0,871
1	3,156	16,844	0,854	1	2,989	17,011	0,872
2	3,142	16,858	0,855	2	2,967	17,033	0,874
4	3,126	16,874	0,857	4	2,952	17,048	0,876
8	3,113	16,887	0,858	8	2,923	17,077	0,879
15	3,104	16,896	0,859	15	2,890	17,110	0,883
30	3,097	16,903	0,860	30	2,841	17,159	0,888
60	3,092	16,908	0,861	60	2,810	17,190	0,892
120	3,088	16,912	0,861	120	2,787	17,213	0,894
240	3,084	16,916	0,862	240	2,763	17,237	0,897
480	3,081	16,919	0,862	480	2,736	17,264	0,900
1440	3,078	16,922	0,862	1440	2,712	17,288	0,903

### CURVA DE ADENSAMENTO PARA OS ESTÁGIOS DE TENSÃO NAS AMOSTRAS INUNDADAS



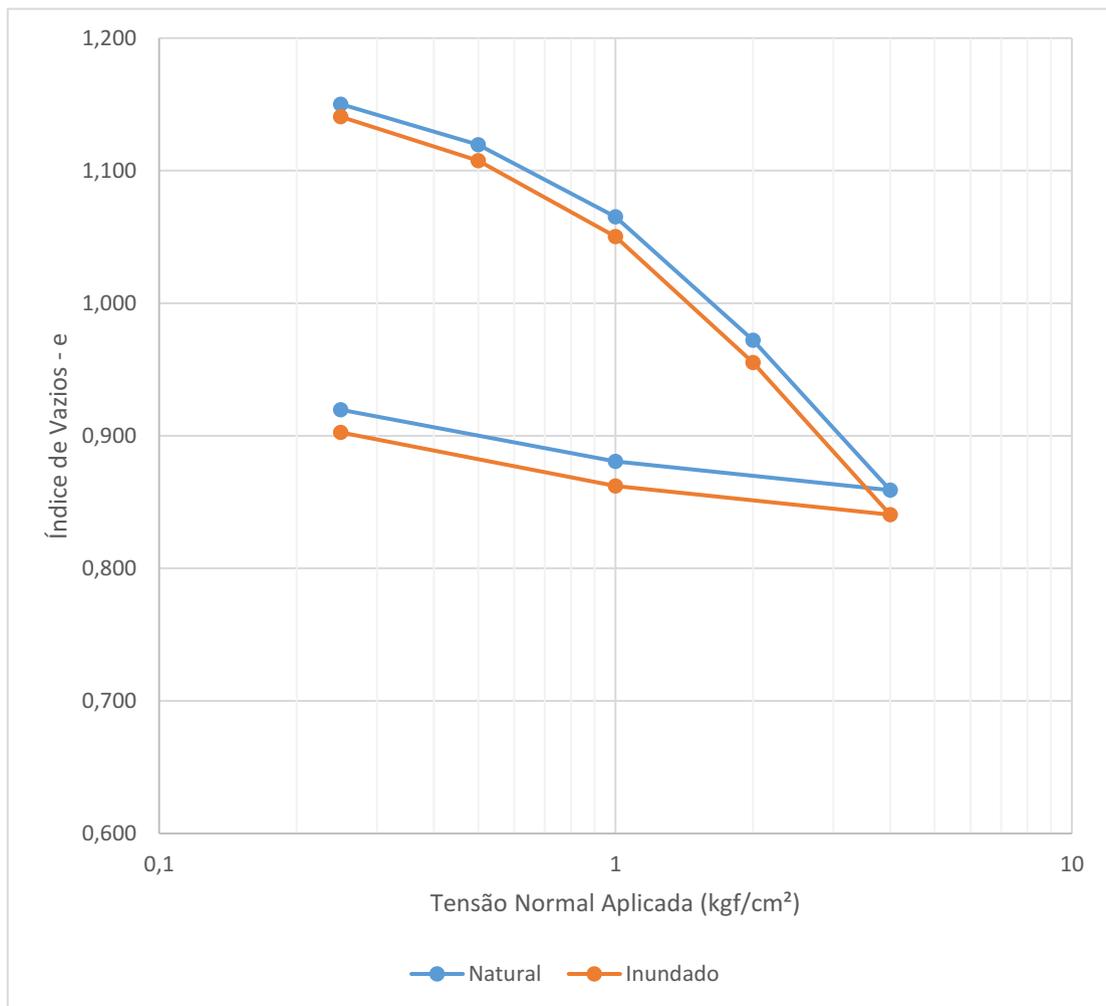
**ANÁLISE DA COLAPSIVIDADE DO SOLO - MÉTODO EDMÉTRICO DUPLO**

Local:	Reserva Monteiro Guimarães		
Amostra:	1	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	Arthur	Prof. da Amostra (m):	2,00
Data:	05/06/2023		

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE COLAPSO - MÉTODO DE VARGAS (1978) E JENNINGS E KNIGHT (1975)**

Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Índice de Vazios		Variação do Índice de Vazios	Pot. de Colap. (%)	Avaliação do PC	
	Natural	Inundado			Vargas (1978)	J & K (1975)
0,25	1,150	1,141	0,010	0,44	Não Colapsível	Sem Problema
0,5	1,120	1,107	0,012	0,57	Não Colapsível	
1	1,065	1,050	0,015	0,72	Não Colapsível	
2	0,972	0,955	0,017	0,85	Não Colapsível	
4	0,859	0,841	0,018	0,99	Não Colapsível	
1	0,881	0,862				
0,25	0,920	0,903				

**CURVA DE ÍNDICE DE VAZIOS X TENSÃO NORMAL APLICADA**



## ENSAIO DE PERCOLAÇÃO - NBR 13969

Cliente:	TT Engenharia
Local:	Condomínio Reserva Monteiro Guimarães - Setor Habitacional Tororó
Data:	24/05/2023
Ponto:	INF 01

PROF.: 0,30 m			
TEMPO (min)	ΔTEMPO (min)	REBAIXAMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)	TAXA DE PERCOLAÇÃO (min/m)
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
30	30	4,3	-
60	30	4,2	-
90	30	4,2	<b>714,3</b>

PROF.: 0,50 m			
TEMPO (min)	ΔTEMPO (min)	REBAIXAMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)	TAXA DE PERCOLAÇÃO (min/m)
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
30	30	1,3	-
60	30	1,2	-
90	30	1,1	<b>2727,3</b>

<b>VALOR MÉDIO DA TAXA DE PERCOLAÇÃO DA ÁREA - MÉDIA POND. DAS PROFUNDIDADES (min/m):</b>	<b>1519,5</b>
---	---------------

Interpolando os valores da tabela A.1 do Anexo A da norma NBR 13969, referente a **conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial**, podemos chegar à equação  $Y = 1,3611 \times X^{-0,513}$ . Onde:

- O valor de Y refere-se à **Taxa Máxima de Aplicação Diária ( $m^3/m^2 \times dia$ )**;
- O valor de X refere-se ao **Valor Médio da Taxa de Percolação da Área**.

Deste modo, temos que:

<b>TAXA MÁXIMA DE APLICAÇÃO DIÁRIA (<math>m^3/m^2 \times dia</math>), PARA K = 1519,5 min/m:</b>	<b>0,032</b>
--	--------------





### 11.3 PROJETOS DE INFRAESTRUTURA



# TT ENGENHARIA

**PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL  
RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES**

**REGIÃO ADMINISTRATIVA  
DO JARDIM BOTÂNICO – RA JB**

© 2022 TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

SHIS QI 09/11 BL B SALA 106 A 108 - LAOGO SUL - DF - CEP: 71 625-00 BRASIL

# PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

## RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES REGIÃO ADMINISTRATIVA DO JARDIM BOTÂNICO – RA JB

---

### Residencial Reserva Monteiro Guimarães

Região Administrativa do Jardim Botânico – RA JB.

### Responsável pelo Empreendimento

Reserva Monteiro Guimarães

---

### TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

SHIS QI 09/11 BLOCO B SL 106 A 108 - 71625-172 – Brasília – DF

Fone/Fax: (61) 3256 – 2227 / 9 8492-8095

[thalesthagoengenharia@gmail.com](mailto:thalesthagoengenharia@gmail.com)

CNPJ 35.425.146/0001-63

### Responsáveis Técnicos

- Eng. **Thales Thiago Sousa Silva** – CREA 22.706/D-DF – Eng<sup>o</sup> Civil, Ambiental, Sanitarista e Segurança do Trabalho;
- Eng. **Felipe Nascimento Gomes** – CREA 29.388/D-DF – Eng<sup>o</sup> Civil.

### Equipe Técnica

- Eng. **Yuri Stephano** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Paulo Henriky** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **João Vitor Rabelo** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Rafael Fragassi** – Eng<sup>o</sup> Florestal;
- Arq. **Synthya Moreira** – Arquiteta
- Arq. **Ana Karolina** – Arquiteta
- Arq. **Vinícius Gomes** – Arquiteto

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL - 2023



---

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), encontra-se nos **Anexos**.

REGIÃO ADMINISTRATIVA JARDIM BOTÂNICO  
RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES

## PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL



**TT ENGENHARIA**

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

03						
02						
01						
00	Setembro/2023	Emissão Inicial	Paulo H.	Thales		
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV	DATA	APROV
			TT ENG.		RMG	
<b>REVISÕES</b>						

**SUMÁRIO**

1.	APRESENTAÇÃO .....	8
2.	INTRODUÇÃO .....	9
3.	MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS DO DISTRITO FEDERAL .....	10
4.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....	11
5.	ESTUDO DA ALTERNATIVA .....	11
5.1.	CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DA ÁREA .....	11
5.2.	SISTEMA DE DRENAGEM PROJETADO .....	14
6.	CRITÉRIOS DE PROJETO .....	16
6.1.	MÉTODO DE CÁLCULO .....	16
6.2.	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO “C” .....	16
6.3.	INTENSIDADE DE CHUVA CRÍTICA .....	18
6.4.	PERÍODO DE RETORNO .....	20
6.5.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO .....	20
6.6.	ÁREAS CONTRIBUINTES .....	21
6.7.	CONDIÇÕES DE CÁLCULO HIDRÁULICO DA REDE .....	21
6.8.	DIÂMETRO MÍNIMO .....	22
6.9.	RECOBRIMENTO MÍNIMO DA TUBULAÇÃO .....	22
6.10.	DECLIVIDADE MÍNIMA .....	22
6.11.	VELOCIDADES LIMITES .....	22
7.	COMPONENTES DO SISTEMA .....	22
7.1.	BOCAS DE LOBO .....	23
7.2.	TUBULAÇÕES .....	24
7.3.	POÇOS DE VISITA .....	24
7.4.	DISSIPADOR DE ENERGIA .....	24
8.	RESULTADOS .....	25
8.1.	REDE DE DRENAGEM .....	25
8.1.	DISSIPADOR DE ENERGIA .....	28
9.	MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....	28
10.	ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E DOS SERVIÇOS .....	29
10.1.	LOCAÇÃO .....	29
10.2.	ESCAVAÇÃO .....	29
10.3.	PROCESSO MECÂNICO .....	30
10.4.	CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAL .....	30
10.5.	TALUDE DE VALAS .....	31
10.6.	LARGURA DO FUNDO DE VALA .....	31
10.7.	ESCORAMENTO .....	31

10.8.	ESGOTAMENTO E BOMBEAMENTO .....	32
10.9.	PREPARO DO LEITO.....	32
10.10.	TUBULAÇÃO UTILIZADA .....	33
10.11.	POÇOS DE VISITA .....	33
10.12.	BOCAS DE LOBO.....	34
10.13.	ATERROS.....	34
10.14.	REATERRO .....	35
10.15.	LIMPEZA DO CANTEIRO.....	35
10.16.	REMOÇÃO DE MATERIAL EXCEDENTE.....	36
10.17.	SEGURANÇA DO TRABALHO .....	36
10.18.	ESCAVAÇÕES E FUNDAÇÕES .....	36
10.19.	DIÁRIO DE OBRA .....	37
10.20.	INTERFERÊNCIA COM REDES DE OUTRAS CONCESSIONÁRIAS .....	37
11.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
12.	ANEXOS .....	39
12.1.	ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS .....	39
12.2.	ANEXO II – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO .....	39
12.3.	ANEXO III – ENSAIOS GEOTÉCNICOS.....	39
12.4.	ANEXO IV – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART) .....	39

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	8
FIGURA 2 – MAPA DE DECLIVIDADE.....	12
FIGURA 3 – MAPA DE ELEVAÇÕES.....	12
FIGURA 4 – MAPA DE PEDOLOGIA.....	13
FIGURA 5 - MAPA HIDROGRÁFICO.....	14
FIGURA 6 - MAPA DAS ÁREAS DE CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEFLÚVIO.....	18
FIGURA 7 - CURVAS DE INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA – BRASÍLIA/DF.....	19
FIGURA 8 - PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA – BRASÍLIA/DF.....	20
FIGURA 9 – BOCA DE LOBO ADOTADA (MEIO FIO VAZADO COM QUALIDADE).....	23
FIGURA 10 – DISSIPADOR SIMPLES DENTADO.....	28

**ÍNDICE DE QUADROS**

QUADRO 1 - VALORES DE COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL CONFORME A COBERTURA DO SOLO.....	17
QUADRO 2 - COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....	18
QUADRO 3 - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA – I (MM/H) E ALTURA DE PRECIPITAÇÃO – P (MM).....	19
QUADRO 4 - PLANILHA DE CÁLCULO DA REDE 01 PROJETADA (10 ANOS).....	27
QUADRO 5 - PLANILHA DE CÁLCULO DA REDE 02 PROJETADA (10 ANOS).....	27
QUADRO 6 – RECOMENDAÇÕES GERAIS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	29

**ÍNDICE DE TABELAS**

TABELA 1 - ACRÉSCIMOS NAS ESCAVAÇÕES.....	30
TABELA 2 - LARGURA DE FUNDO DE VALAS PARA TUBOS OU GALERIAS.....	31
TABELA 3 - ESPESSURA DA BASE DO LEITO PARA TUBOS OU SEÇÕES DA GALERIA MOLHADA.....	33

## LISTA DE ABREVIATÖES

ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas	DF -	Distrito Federal
ADASA -	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal	NR -	Norma Regulamentadora
NOVACAP -	Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil.	TP -	Tempo de Percurso
IDF -	Intensidade - Duração - Frequência	T -	Período de Retorno
PDDU/DF -	Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal	TR -	Termo de Referência
ART -	Anotação de Responsabilidade Técnica	Há -	Hectare
TC -	Tempo de Concentração	MDE -	Memorial Descritivo
LAG -	Tempo de Retardo	NA -	Nível D'água
EPI -	Equipamento de Proteção Individual	PV	Poço de Visita
IBRAM -	Instituto Brasília Ambiental	Ha -	Hectare
LAG -	Tempo de Retardo	BL -	Bocas de Lobo
NA -	Nível D'água		

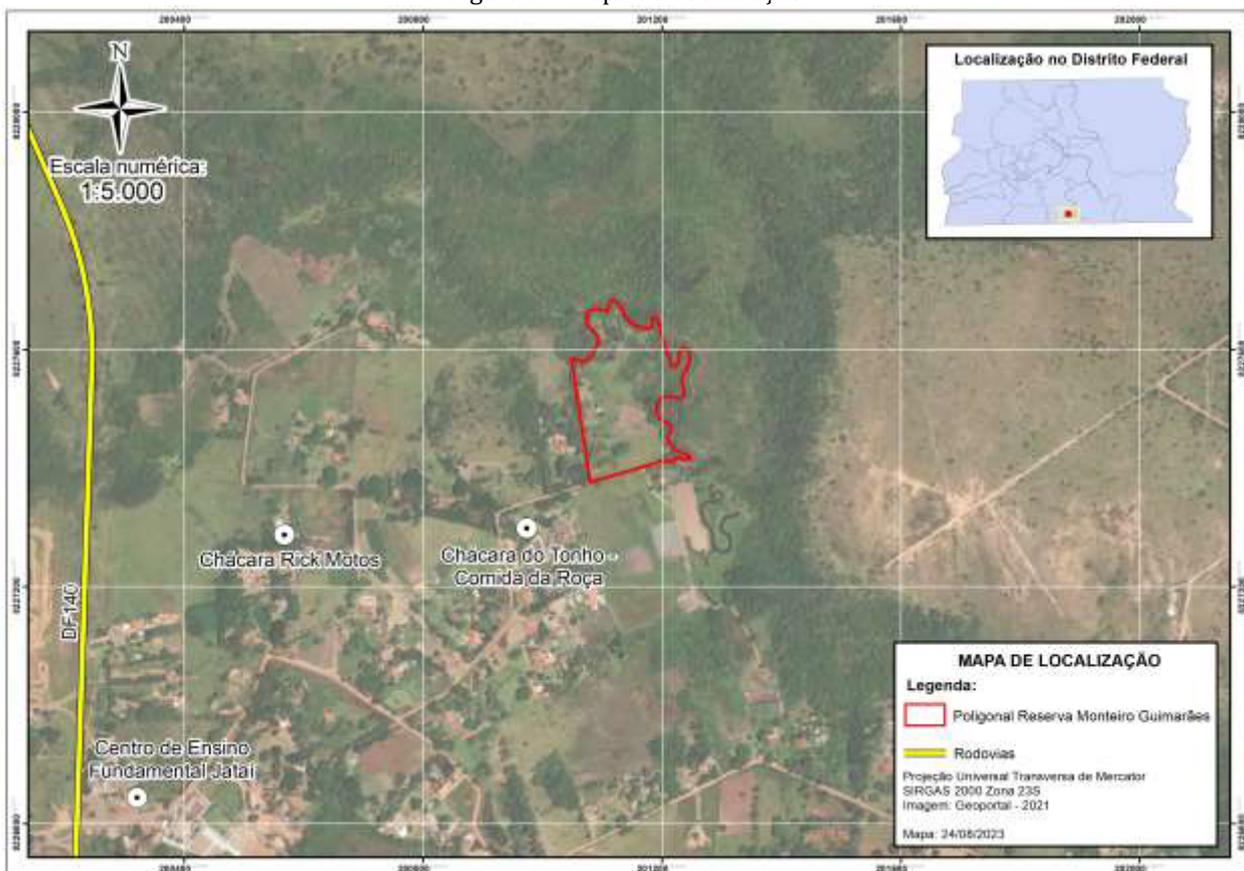
## 1. APRESENTAÇÃO

A empresa TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental, com sede em Brasília-DF, localizada no Setor de Habitações Individuais Sul, QI 9/11, Sala 106 a 108, vem apresentar o Projeto Executivo de drenagem pluvial do Residencial Reserva Monteiro Guimarães.

Este empreendimento é situado na Região Administrativa do Jardim Botânico- RA-JB, na porção Sul/Sudeste do Distrito Federal.

Trata-se de uma gleba com Poligonal de aproximadamente 3,84 hectares. A gleba encontra-se nas proximidades da DF-140.

Figura 1 – Mapa de Localização.



Fonte: Do Autor.

Os dados levantados para a realização do estudo foram obtidos em visitas ao local, com fichas de campo, GPS de precisão RTK e estação total. Em seguida os dados foram processados nos softwares QGIS, Microsoft Word, Topograph, Civil 3D, HEC-HMS e no Microsoft Excel.

Este relatório compõe os seguintes volumes:

TOMO I – MEMORIAL DE CÁLCULO E DESCRITIVO/PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL DO RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES.

- Relatório Técnico de Manejo de Águas Pluviais
- ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS
- ANEXO II – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO
- ANEXO III – ENSAIOS GEOTÉCNICOS
- ANEXO IV – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

## 2. INTRODUÇÃO

A drenagem é essencial para o escoamento do excesso de água em diversas áreas, desde rodovias até a malha urbana e a zona rural. O percurso da água da chuva pode ser bem definido topograficamente ou não. No entanto, após a implantação de uma cidade, as enxurradas seguem o traçado das ruas e comportam-se de maneira diferente do seu comportamento original.

As águas pluviais, coletadas em vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos, são, geralmente, lançadas em cursos d'água naturais, no oceano, em lagos ou, em solos permeáveis, infiltram-se no subsolo. Quando não há um sistema de drenagem urbana adequado, a sociedade, o ambiente e a economia podem sofrer graves consequências, como alagamentos, prejuízos materiais, destruição da pavimentação, erosões, deslizamentos e doenças veiculadas pela água.

Neste sentido, este estudo tem por finalidade conceber o sistema de drenagem pluvial do empreendimento **Reserva Monteiro Guimarães**. Para tanto, os parâmetros a serem adotados neste trabalho foram baseados no Termo de Referência da NOVACAP para elaboração de projetos de drenagem pluvial do DF de 2019.

Assim, na avaliação do sistema foram adotados os seguintes critérios:

- Tempo de Recorrência de 10 anos para a verificação hidráulica da rede projetada.
- Atendimento da rede coletora com uso do Método Racional e da Equação de Manning, além de demais parâmetros técnicos (como lâmina máxima de 82% e velocidades

máximas de 6,0 m/s);

- Atendimento dos parâmetros contidos no Manual de drenagem e Manejo de ÁGUAS Pluviais Urbanas do Distrito Federal (ADASA).

### **3. MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS DO DISTRITO FEDERAL**

Com o advento da Resolução ADASA nº 9, foram sugeridas mudanças significativas em relação ao lançamento das águas pluviais nas redes de drenagem pluvial existentes e nos corpos receptores da drenagem natural. Elas visam evitar tanto a ampliação quanto a transferência da onda de cheia para jusante, que vem a contribuir para a degradação ambiental das calhas fluviais e suas matas ciliares. Ressalta-se, portanto, a necessidade de outorga a ser fornecida pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal que busca a qualidade das águas pluviais e a vazão máxima de saída do empreendimento.

Esse trabalho define o Sistema de Drenagem Pluvial e as medidas de controle que devem ser realizadas para manutenção da vazão máxima de saída e de qualidade das águas pluviais nas condições anteriores ao desenvolvimento, bem como harmonizar a ocupação do solo no condomínio com as condicionantes de ocupação.

O dimensionamento da drenagem proveniente de um lote, condomínio ou outro empreendimento individualizado, estacionamento, parques e passeios são denominados de drenagem na fonte.

A drenagem na fonte e a microdrenagem devem ser dimensionadas considerando as capacidades existentes na macrodrenagem, evitando aumentar a vazão. Os projetos não podem ser estudados e elaborados isoladamente e não podem transferir aumento de vazão, impacto na qualidade da água e provocar erosão (ADASA, 2018).

#### 4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Estes estudos são parte integrante desse memorial, cujo o objetivo é fundamentar às alternativas escolhidas de forma a representar as condições da área de estudo, para que seja transmitida segurança ao projetista.

Os ensaios realizados foram:

- **Sondagem a trado**: foram realizados 2 furos estrategicamente distribuídos no caminhamento das Redes.
- **Standard Penetration Test – SPT**: Foi realizado 1 furo visando entender as características do solo no local de implantação das estruturas de lançamento. A sondagem realizada na área mais crítica da gleba, a penetração foi interrompida aos 3,40 metros de profundidade. O nível d'água foi encontrado com 55 cm de profundidade.
- **Ensaio de Percolação (infiltração)**: Foi realizado 1 ensaio de infiltração. O valor encontrado no ensaio foi de 39,49 mm/h.

**Todos os resultados encontram-se no anexo III.**

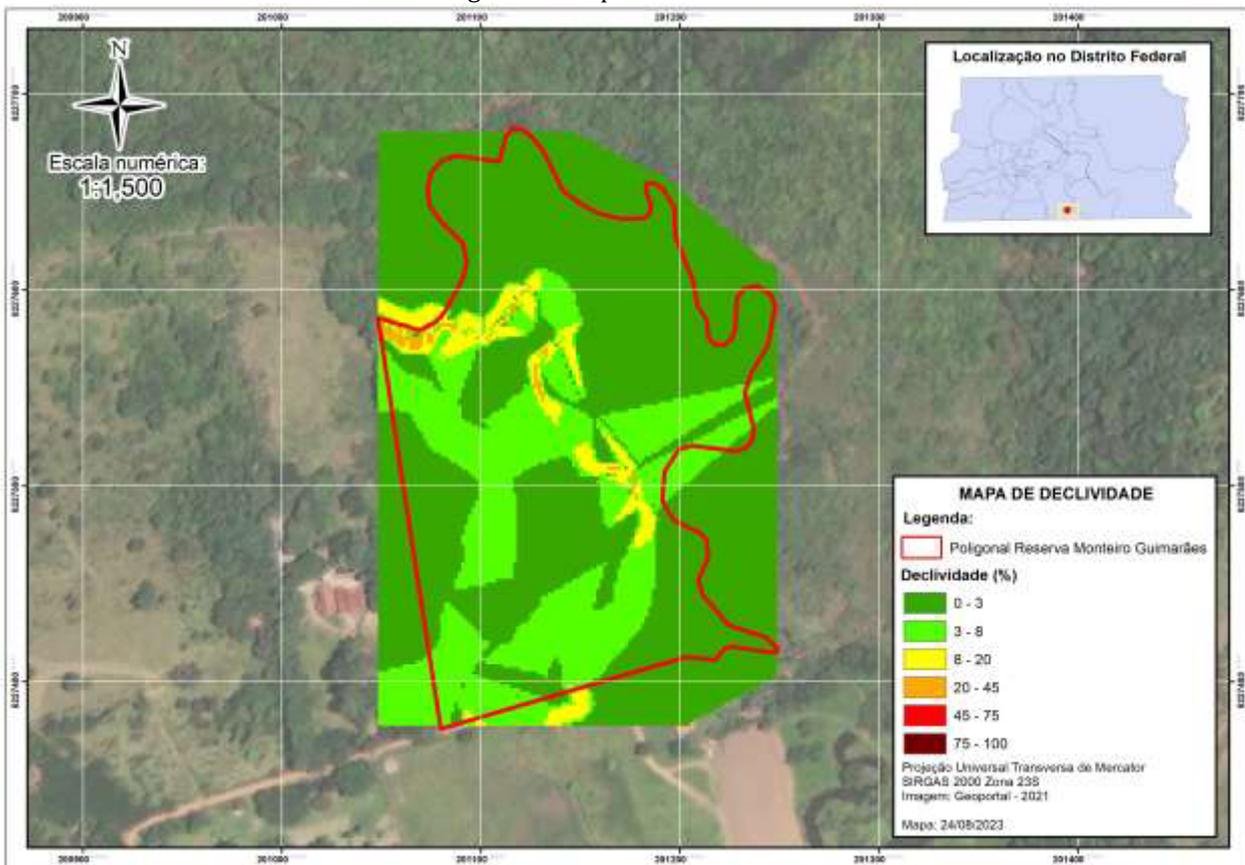
#### 5. ESTUDO DA ALTERNATIVA

A alternativa foi elaborada com minuciosidade, através dos levantamentos de dados característicos da região e especificidades da área de projeto, alinhada ao melhor custo benefício.

##### 5.1. Caracterização técnica da área

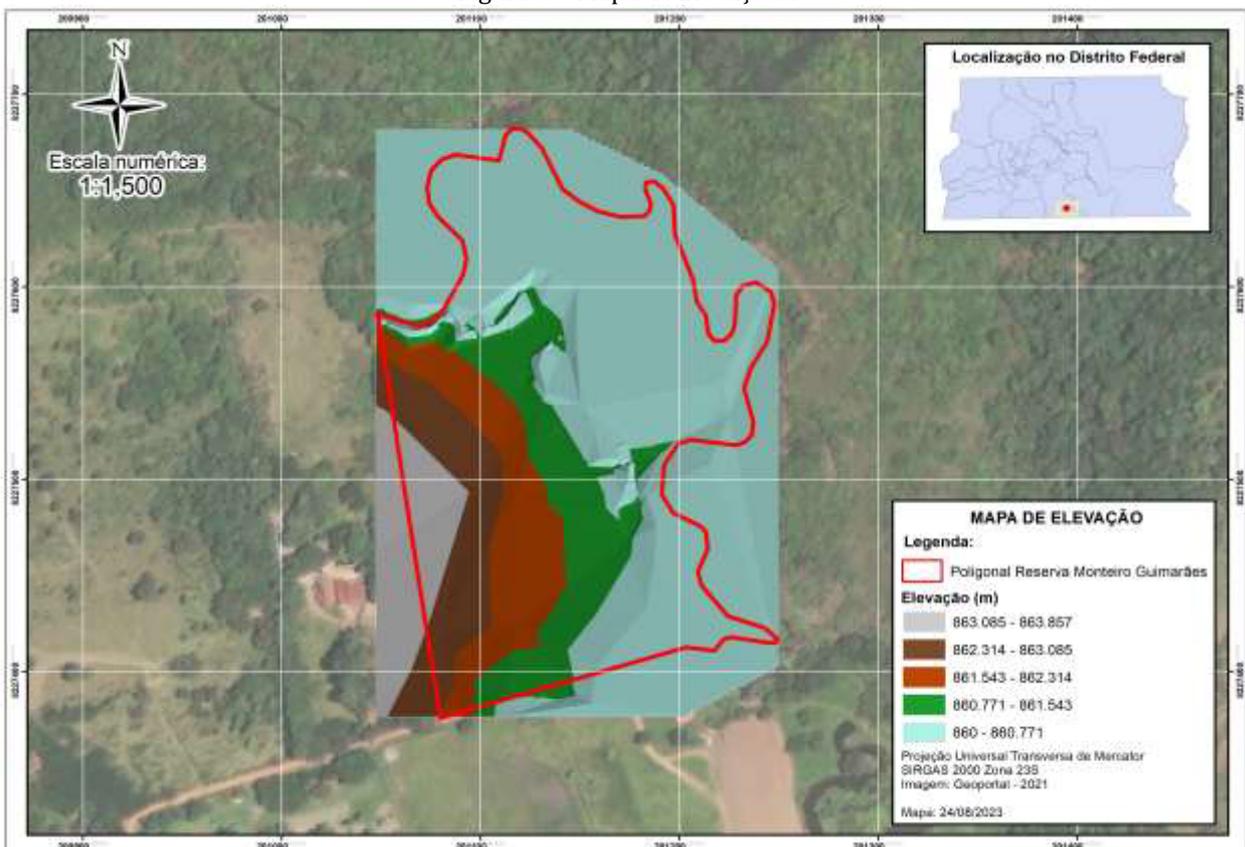
Topograficamente o empreendimento está situado numa região com características de relevo plano com variações de declividade de 0 a 3%, essa declividade do empreendimento em relação ao corpo hídrico que receberá os lançamentos das contribuições internas é mínima, ocasionando em recobrimentos menores sobre as tubulações para atingir as declividades necessárias das redes.

Figura 2 – Mapa de Declividade.



Fonte: Do Autor.

Figura 3 – Mapa de Elevações.

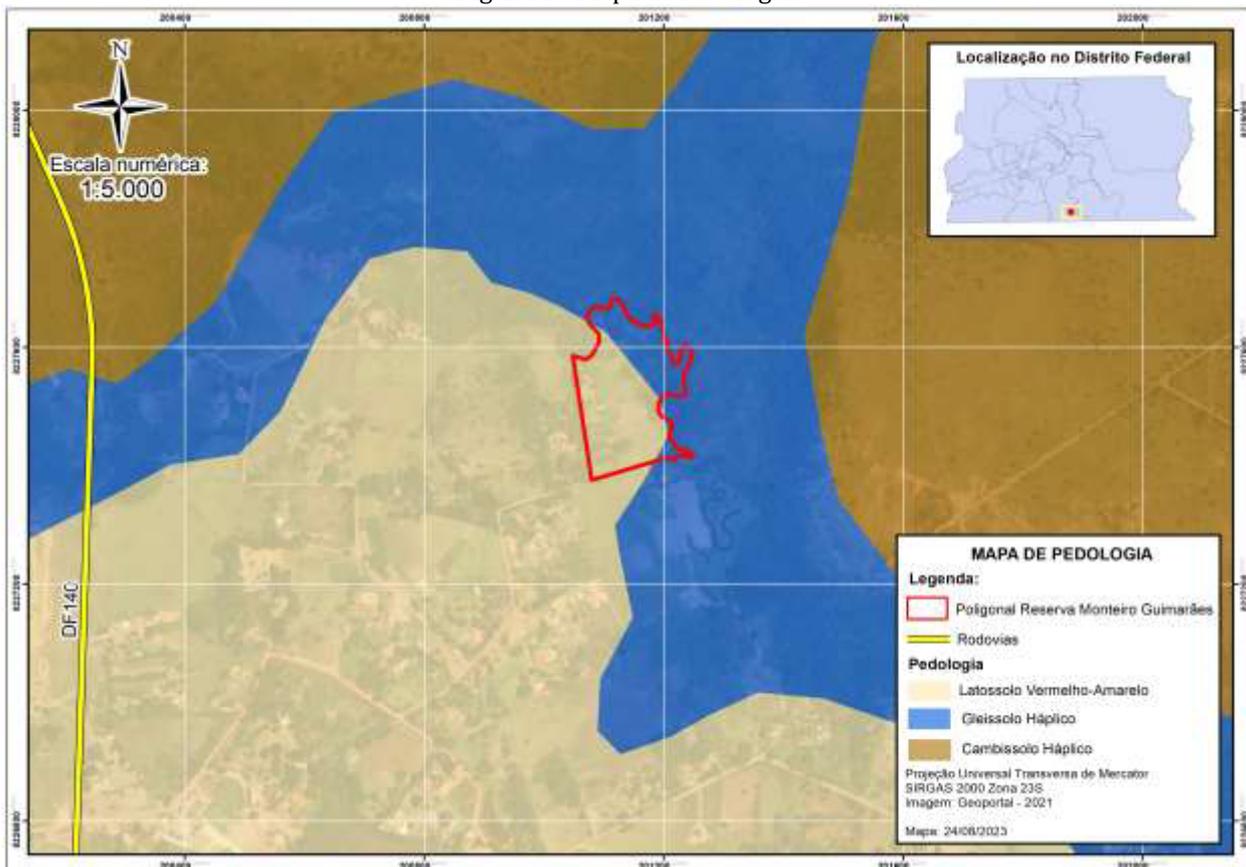


Fonte: Do Autor.

Declividades como as presenciadas na área de estudo podem ser favoráveis para o dimensionamento de redes de drenagem, pois, favorecem a constância nas profundidades de montante para jusante dos tubos.

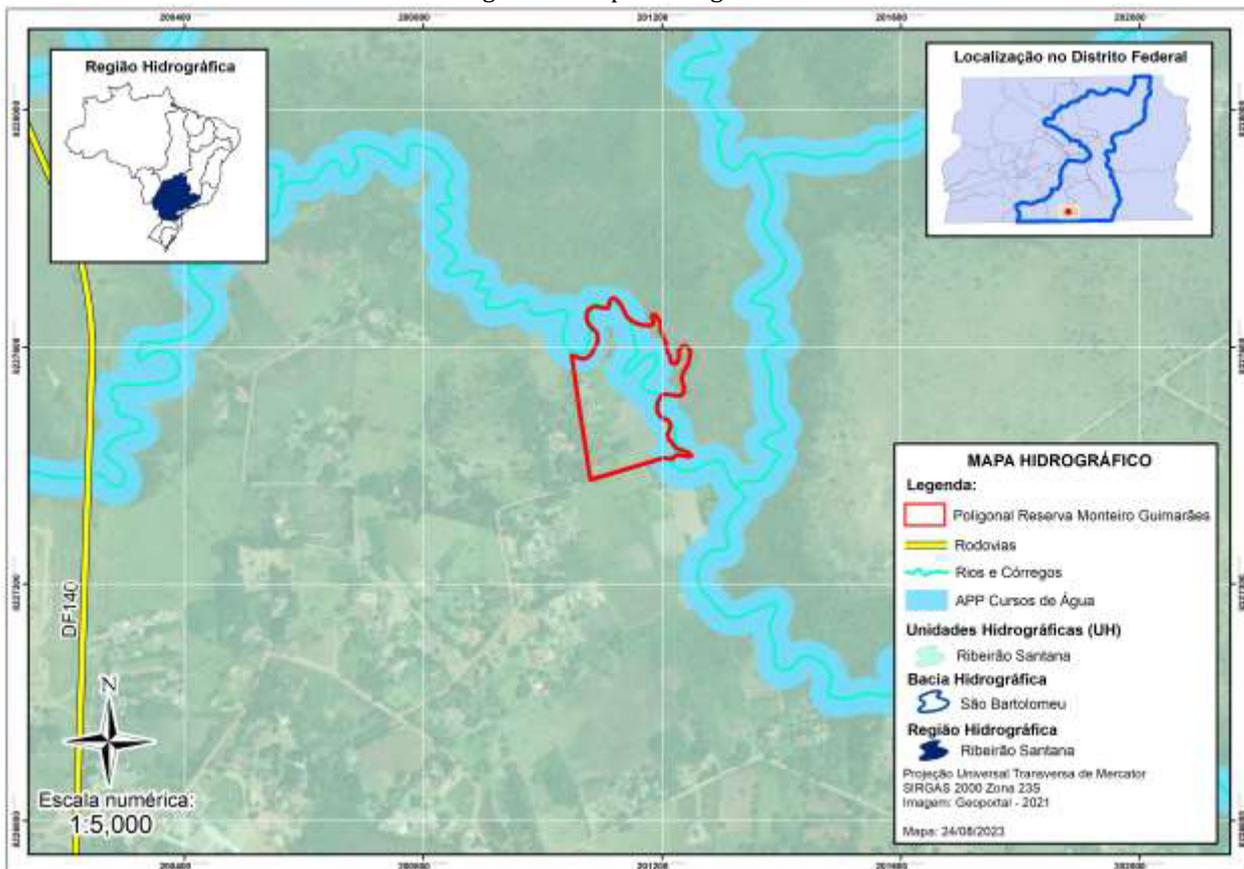
As características pedológicas são mostradas na figura a seguir. Percebe-se que a poligonal é preenchida majoritariamente por latossolos vermelho-amarelo e uma pequena parte por Gleissolo Háplico. Os latossolos são formados partir de rochas metamórficas ricas em quartzo e sílica e ocorrem, frequentemente, em terrenos de relevo plano a suave ondulado, regiões de chapada. Os Gleissolos Háplicos são uma ordem caracterizada por solos formados em ambiente de prolongado encharcamento suficiente para propiciar a redução e remoção do ferro e, por consequência, conferir ao solo usualmente coloração acinzentada. As feições geomorfológicas de ocorrência do Gleissolo englobam depressões, terraços fluviais, planícies, e várzeas, sendo esses inundáveis; é usual a ocorrência de um alto teor de matéria orgânica devido à decomposição limitada pela anoxia.

Figura 4 – Mapa de Pedologia.



Fonte: Do Autor.

Quanto a hidrografia local, o empreendimento está localizado em uma área de drenagem da Unidade Hidrográfica Ribeirão Santana Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu.

**Figura 5 - Mapa Hidrográfico.**


Fonte: ARQMAP.

## 5.2. Sistema de drenagem projetado

O desenvolvimento da solução de drenagem, levou em consideração todas as características supracitadas.

As áreas que contribuem para o sistema foram delimitadas com base na topografia do terreno, somente as áreas internas do condomínio foram consideradas para as contribuições, pois a via externa se encontra com cotas mais baixas que o empreendimento.

Definidas as áreas, foram estudadas soluções de amortecimento. Por se tratar de uma gleba situada em uma área com níveis de lençol freático bem próximos a superfície, e haver diferenças de cotas mínimas para o caimento das redes das áreas de coleta até o lançamento no corpo hídrico, a possibilidade de utilizar estruturas de retenção ou infiltração fora descartada.

Conforme análise topográfica do local de projeto, foi constatado de que a gleba encontra-se boa parte em área alagadiça, portanto, foi previsto no projeto geométrico, uma elevação do terreno nas áreas que serão urbanizadas de forma a tornar viável a execução não somente

do projeto de drenagem pluvial, mas também o projeto de pavimentação de acordo com as normas e termos vigentes.

O sistema de drenagem foi desenvolvido com base na superfície final do projeto geométrico, apesar da elevação do terreno, nos trechos onde a rede passa sob o pavimento, haverá a adoção de tubos de concreto de classe PA-2 que contém uma resistência maior, por não atingir o recobrimento de uma vez e meia o diâmetro do tubo. Vale ressaltar que a maior parte do traçado da rede passa por “áreas verdes”, portanto, foram adotadas profundidades menores para garantir o lançamento no corpo hídrico com cota suficiente. O perfil do caminhamento das redes se encontra no Anexo I.

Em razão dos fatos mencionados, adotou-se como padrão em todas as redes o lançamento direto no corpo hídrico. Ao todo foram dimensionadas 2 redes (Rede 01 e Rede 02) e 2 lançamentos, com vazões máximas para tempo de retorno de 10 anos de 187,37 l/s e 266,22 l/s respectivamente, que são vazões relativamente baixas. De todo modo, haverá a solicitação de outorga prévia que será avaliada pelo órgão competente (ADASA) para a necessidade ou não do estudo de capacidade do corpo hídrico.

Para mitigar os impactos sobre a qualidade das águas pluviais consequentes da urbanização da área, bem como preservar o curso hídrico de danos ambientais, foi proposto o controle por meio de bocas de lobo do tipo qualidade, amplamente aplicada no Distrito Federal. Estas estruturas, por meio de sua construção interna permitem a separação das partículas de terra, areia, folhas, papéis, e qualquer elemento que possa ser arrastado gravitacionalmente para a captação (Ver item 7.1).

A alternativa adotada, portanto, seguiu a linha do sistema convencional composto por bocas de lobo (qualidade), poços de visita, tubulações que irão destinar o escoamento até o lançamento composto por dissipadores de energia e colchão Reno. Essa alternativa adota todas as recomendações existentes no Termo de Referência da NOVACAP e manual de drenagem da ADASA.

## 6. CRITÉRIOS DE PROJETO

### 6.1. Método de cálculo

Para o correto dimensionamento deste projeto, foram realizadas visitas em campo e definidas áreas de contribuição, através do levantamento topográfico.

O cálculo das vazões para dimensionamento foi desenvolvido pelo Método Racional, conforme adotado pela NOVACAP para bacias de contribuições inferiores a 100 ha.

A vazão é determinada pela seguinte equação:

$$Q = C * I * A \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- Q = Vazão (ℓ/s);
- C = Coeficiente de escoamento superficial da área contribuinte;
- I = Intensidade de chuva crítica (ℓ/s/ha);
- A = Área da bacia contribuinte (ha).

### 6.2. Coeficiente de escoamento “C”

Para o cálculo das vazões no dimensionamento dos dispositivos de microdrenagem foi necessário estimar o coeficiente de escoamento superficial “c”. Foram delimitadas áreas de contribuição a montante de cada ponto final de contribuição, estimando-se um coeficiente de escoamento com base nos critérios contidos no termo de referência da NOVACAP.

O coeficiente de escoamento determina uma relação entre a quantidade de água que precipita e a que escoar em uma área com um determinado tipo de cobertura de solo. Quanto mais impermeável for à cobertura do solo, maior será esse coeficiente.

Para a fixação do coeficiente de escoamento superficial podem ser usados valores tabelados, apresentados pela bibliografia para a sua determinação de acordo com as superfícies urbanas. Para a fixação do coeficiente de escoamento superficial podem ser usados valores tabelados, apresentados pela bibliografia para a sua determinação de acordo com as superfícies urbanas.

Quadro 1 - Valores de coeficientes de escoamento superficial conforme a cobertura do solo

SUPERFÍCIES	C
Calçadas ou impermeabilizadas	0,90
Pavimento em bloco intertravado maciço	0,78
Áreas urbanizadas com áreas verdes	0,70
Com bloco intertravado vazado com preenchimento de areia ou grama	0,40
Para áreas de solo natural com recobrimento de brita	0,30
Integralmente gramadas, com inclinação superior a 5%	0,20
Integralmente gramadas, com inclinação inferior a 5%	0,15

Fonte: Termo de Referência e Especificações para Elaboração de Projetos de Drenagem Pluvial - NOVACAP.

O PDDU-DF especifica que a escolha e a definição do coeficiente de escoamento ficarão a critério do projetista, mas é recomendável que seja adotada a ponderação dos valores, ou seja, no caso em que uma mesma área possui tipos diferentes de coberturas é necessária sua compatibilização. Esta é feita, realizando-se uma média ponderada dos valores, conforme Equação 2.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

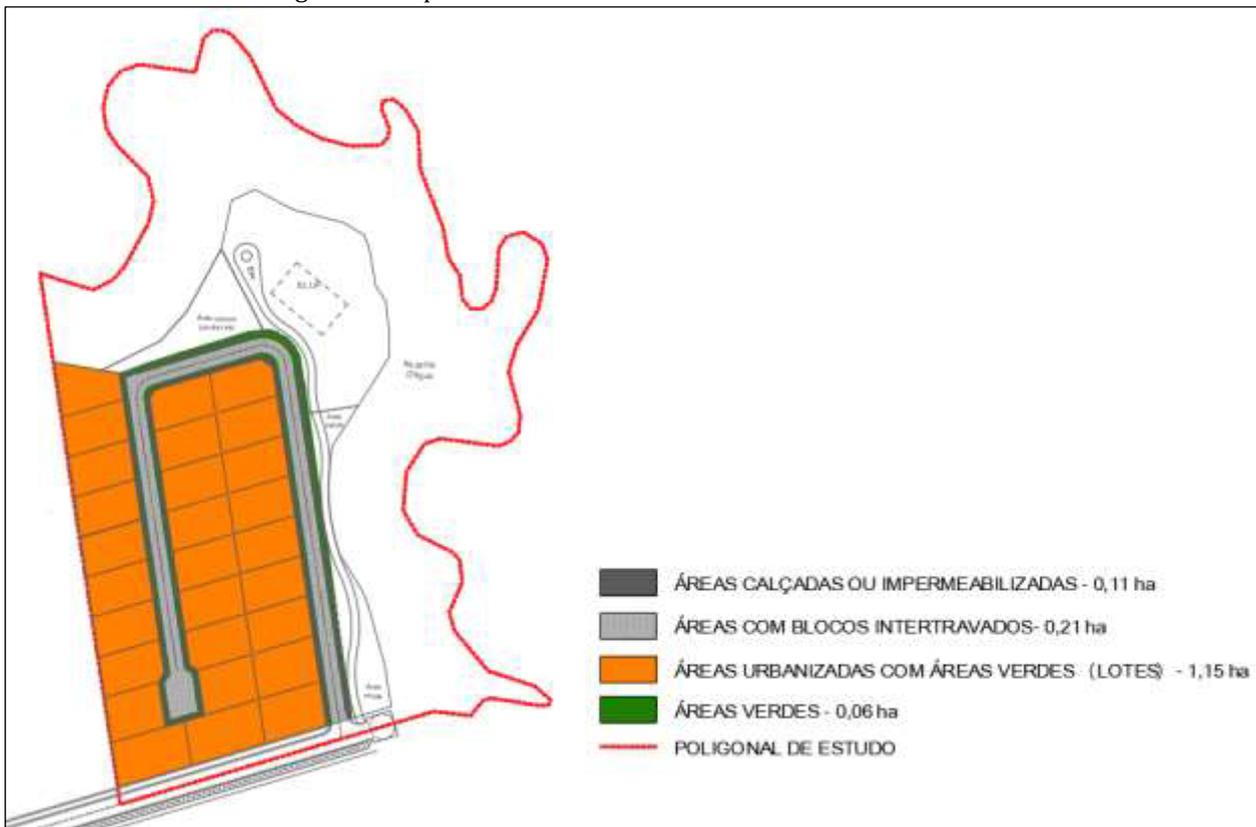
*Equação 2*

Onde:

- $A_i$  é a área parcial, “i” considerada;
- C é o coeficiente relacionado à área  $A_i$ .

A seguir é apresentado o mapa das áreas de cálculo do coeficiente de deflúvio. As áreas consideradas foram aquelas que incidem diretamente no sistema de drenagem.

Figura 6 - Mapa das áreas de cálculo do coeficiente de deflúvio



Fonte: Do Autor.

Quadro 2 - Coeficientes de escoamento superficial

COEFICIENTE DE DEFLÚVIO				
Descrição				Coefficiente de Deflúvio
	Áreas (ha)	Áreas (%)	c	c * A (%)
Para as áreas calçadas ou impermeabilizadas;	0.11	7.16	0.900	6.45
Áreas com Blocos Intertravados	0.21	13.98	0.780	10.90
Áreas Urbanizadas com áreas verdes (Lotes);	1.15	75.12	0.750	56.34
Áreas com inclinação superior a 5% integralmente gramadas ou com jardins ou vegetação natural.	0.06	3.74	0.150	0.56
<b>TOTAL</b>	<b>1.54</b>	<b>100%</b>		<b>0.74</b>

Fonte: Do Autor.

A ponderação resultou em um coeficiente de 0,74, mas por segurança, o coeficiente de deflúvio de toda a bacia de contribuição adotado foi de **0,75**.

### 6.3. Intensidade de chuva crítica

Utilizou-se a equação Intensidade–Duração–Frequência - IDF de chuva, contida no Termo de Referência da NOVACAP.

$$I = \frac{4.374,17 * T^{0,207}}{(t_d + 11)^{0,884}}$$

Equação 3

Onde:

- I = intensidade de chuva (l/s.ha);
- T = Frequência ou Período de Retorno (anos);
- td = duração (min);

A seguir, estão apresentados os valores de intensidade pluviométrica (mm/h) e a altura de precipitação (mm), obtidos a partir da equação IDF - Brasília, para chuvas intensas com durações entre 5 e 120 minutos e períodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos Pfafstetter, 1982).

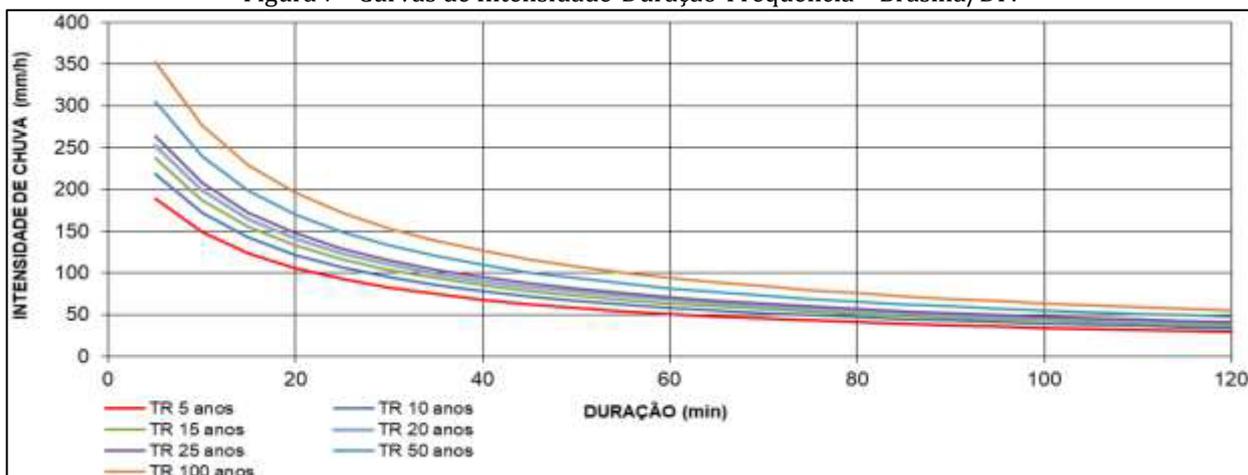
Quadro 3 - Intensidade Pluviométrica - I (mm/h) e Altura de Precipitação - P (mm).

Duração (min)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - I (mm/h) e ALTURA DE PRECIPITAÇÃO - P (mm)													
	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)													
	5		10		15		20		25		50		100	
	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
5	15.79	189.42	18.22	218.65	19.82	237.79	21.03	252.38	22.03	264.31	25.42	305.09	29.35	352.17
10	24.82	148.95	28.65	171.93	31.16	186.98	33.08	198.45	34.64	207.84	39.98	239.90	46.15	276.92
15	30.83	123.32	35.59	142.35	38.70	154.81	41.08	164.31	43.02	172.08	49.66	198.63	57.32	229.27
20	35.19	105.56	40.62	121.85	44.17	132.52	46.88	140.65	49.10	147.30	56.67	170.02	65.42	196.26
25	38.54	92.49	44.48	106.76	48.38	116.11	51.35	123.23	53.78	129.06	62.07	148.97	71.65	171.96
30	41.22	82.45	47.58	95.17	51.75	103.50	54.93	109.85	57.52	115.04	66.40	132.79	76.64	153.28
35	43.44	74.47	50.15	85.96	54.54	93.49	57.88	99.23	60.62	103.92	69.97	119.95	80.77	138.46
40	45.32	67.98	52.31	78.47	56.89	85.34	60.38	90.58	63.24	94.86	72.99	109.49	84.26	126.39
45	46.94	62.59	54.18	72.24	58.93	78.57	62.54	83.39	65.50	87.33	75.60	100.80	87.27	116.36
50	48.36	58.03	55.82	66.98	60.71	72.85	64.43	77.32	67.48	80.97	77.89	93.46	89.90	107.88
55	49.61	54.13	57.27	62.48	62.28	67.95	66.11	72.12	69.23	75.52	79.91	87.18	92.24	100.63
60	50.74	50.74	58.57	58.57	63.70	63.70	67.61	67.61	70.80	70.80	81.73	81.73	94.34	94.34
65	51.76	47.78	59.75	55.15	64.98	59.98	68.96	63.66	72.22	66.67	83.37	76.96	96.23	88.83
70	52.69	45.16	60.82	52.13	66.14	56.69	70.20	60.17	73.52	63.02	84.86	72.74	97.96	83.96
75	53.54	42.83	61.80	49.44	67.21	53.77	71.34	57.07	74.71	59.77	86.24	68.99	99.54	79.63
80	54.33	40.75	62.71	47.03	68.20	51.15	72.39	54.29	75.81	56.86	87.50	65.63	101.00	75.75
85	55.06	38.86	63.55	44.86	69.12	48.79	73.36	51.78	76.83	54.23	88.68	62.60	102.36	72.25
90	55.74	37.16	64.34	42.89	69.97	46.65	74.26	49.51	77.77	51.85	89.77	59.85	103.62	69.08
95	56.37	35.60	65.07	41.10	70.77	44.70	75.11	47.44	78.66	49.68	90.80	57.35	104.81	66.19
100	56.97	34.18	65.76	39.46	71.52	42.91	75.91	45.54	79.50	47.70	91.76	55.06	105.92	63.55
105	57.54	32.88	66.41	37.95	72.23	41.27	76.66	43.80	80.28	45.88	92.67	52.95	106.97	61.12
110	58.07	31.67	67.03	36.56	72.90	39.76	77.37	42.20	81.03	44.20	93.53	51.01	107.96	58.89
115	58.57	30.56	67.61	35.27	73.53	38.36	78.04	40.72	81.73	42.64	94.34	49.22	108.90	56.81
120	59.05	29.53	68.16	34.08	74.13	37.07	78.68	39.34	82.40	41.20	95.11	47.56	109.79	54.89

Fonte: Topocart.

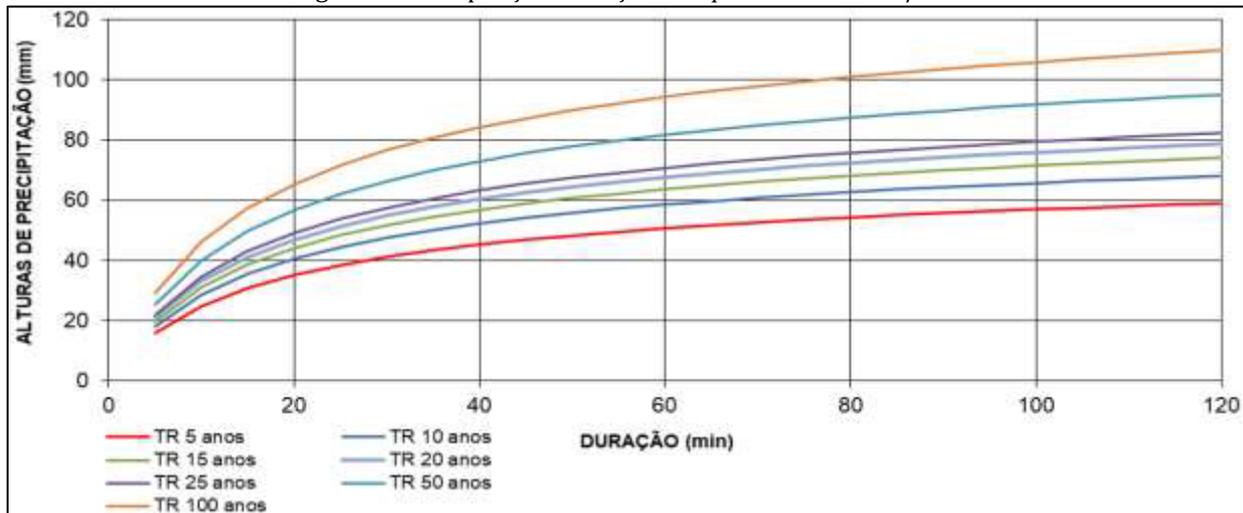
Os resultados anteriormente obtidos podem ser representados graficamente pelas seguintes famílias de curvas:

Figura 7 - Curvas de Intensidade-Duração-Frequência - Brasília/DF.



Fonte: Topocart.

Figura 8 - Precipitação-Duração-Frequência – Brasília/DF.



Fonte: Topocart.

#### 6.4. Período de retorno

Também conhecido como intervalo de recorrência ou tempo de recorrência, é o intervalo estimado entre ocorrências de igual magnitude de um fenômeno natural, como chuvas, ventos intensos, granizo, etc. O termo é utilizado na meteorologia, climatologia, engenharia hidráulica, engenharia civil e afins.

Quanto maior for o período de retorno, maiores serão os valores das vazões de pico e conseqüentemente mais segura e cara ficará a obra. Em geral, de acordo com a importância da obra, este período varia de 5 a 50 anos.

Neste trabalho a análise da rede projetada foi realizada para um TR de 10 anos (NOVACAP).

#### 6.5. Tempo de concentração

O Tempo de Concentração consiste no espaço de tempo que as águas pluviais levarão para alcançar a seção da rede que está sendo considerada. Esse tempo de deslocamento varia com a distância e as características do terreno, tais como depressões e granulometria do solo (SCS, 1975).

Para o cálculo do tempo de concentração usou-se a seguinte fórmula:

$$tc = te + tp$$

*Equação 4*

Onde:

- tc = tempo de concentração em minuto;

- $t_e$  = tempo de deslocamento superficial ou tempo de entrada em minuto;
- $t_p$  = tempo de percurso em minuto.

O tempo de deslocamento superficial ou de entrada é o tempo gasto pelas águas precipitadas, nos pontos mais distantes, para atingir a rede através dos acessórios de captação. Logo, o tempo de deslocamento adotado foi de 15 minutos, o mesmo adotado para Brasília pela NOVACAP.

O tempo de percurso ( $t_p$ ) é o tempo de escoamento das águas no interior das redes, desde o início até a seção considerada. Este tempo é determinado no desenvolvimento da planilha de cálculo com base no método cinemático:

$$t_p = \frac{L}{V} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

- $t_p$  = tempo de percurso em segundo;
- $L$  = comprimento do trecho de rede em metros;
- $V$  = velocidade das águas no interior da rede em m/s.

### 6.6. Áreas contribuintes

Foram definidas áreas de contribuição para as estruturas do sistema de drenagem pluvial, levando sempre em consideração as características naturais do terreno e de declividade longitudinal da via pavimentada.

### 6.7. Condições de cálculo hidráulico da rede

A rede foi dimensionada para a lâmina máxima de 82%. Foram feitas verificações para a altura da lâmina a fim de se prevenir remansos.

Para o cálculo, da capacidade de transporte das vazões em cada seção considerada, foi utilizado a equação de Manning.

$$Q = \frac{A \cdot R h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}}{n} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

- $Q$  = vazão na seção ( $m^3/s$ );

- $A$  = área da seção ( $m^2$ );
- $R_h$  = raio hidráulico (m);
- $i$  = declividade do coletor (m/m);
- $n$  = coeficiente de rugosidade do material em concreto (Para tubos  $n=0,015$ ).

### 6.8. Diâmetro mínimo

O diâmetro mínimo de 600 mm para as redes principais e mínimo de 400 mm para os tubos de ligação, conforme recomenda o TR de 2019 da NOVACAP.

### 6.9. Recobrimento mínimo da tubulação

Adotou-se recobrimento mínimo recomendado pelo Termo de Referência da NOVACAP para tubos em concreto, logo:

- Tubos em concreto: recobrimento sendo de uma vez e meia o diâmetro rede, a não ser quando ela for projetada em área verde, hipótese em que deverá ser adotados outros valores em funções da cota da via a ser drenada, objetivando-se a redução de problemas relacionados à interferência com redes de esgotamento sanitário, água potável, energia elétrica e telefonia, bem como proteção das tubulações.

Quanto ao recobrimento, como já mencionado, nos trechos sob o pavimento serão adotados tubos de classe PA-2 para garantir a resistência em meio a um recobrimento menor que uma vez e meia.

### 6.10. Declividade mínima

A declividade mínima, para tubos, é aquela que garante uma velocidade mínima de 1,0 m/s.

### 6.11. Velocidades limites

Adotou-se a velocidade mínima de 1,0 m/s e, para velocidade máxima, considerou-se o valor de 6,0 m/s, tendo em vista o desgaste do tubo e a vida útil da obra.

## 7. COMPONENTES DO SISTEMA

O projeto foi desenvolvido com base nas normas da ABNT e nas recomendações e normas contidas no Termo de Referência da NOVACAP de 2019 e no Manual de Drenagem do DF de 2018. O sistema proposto é composto por:

- Bocas-de-lobo;

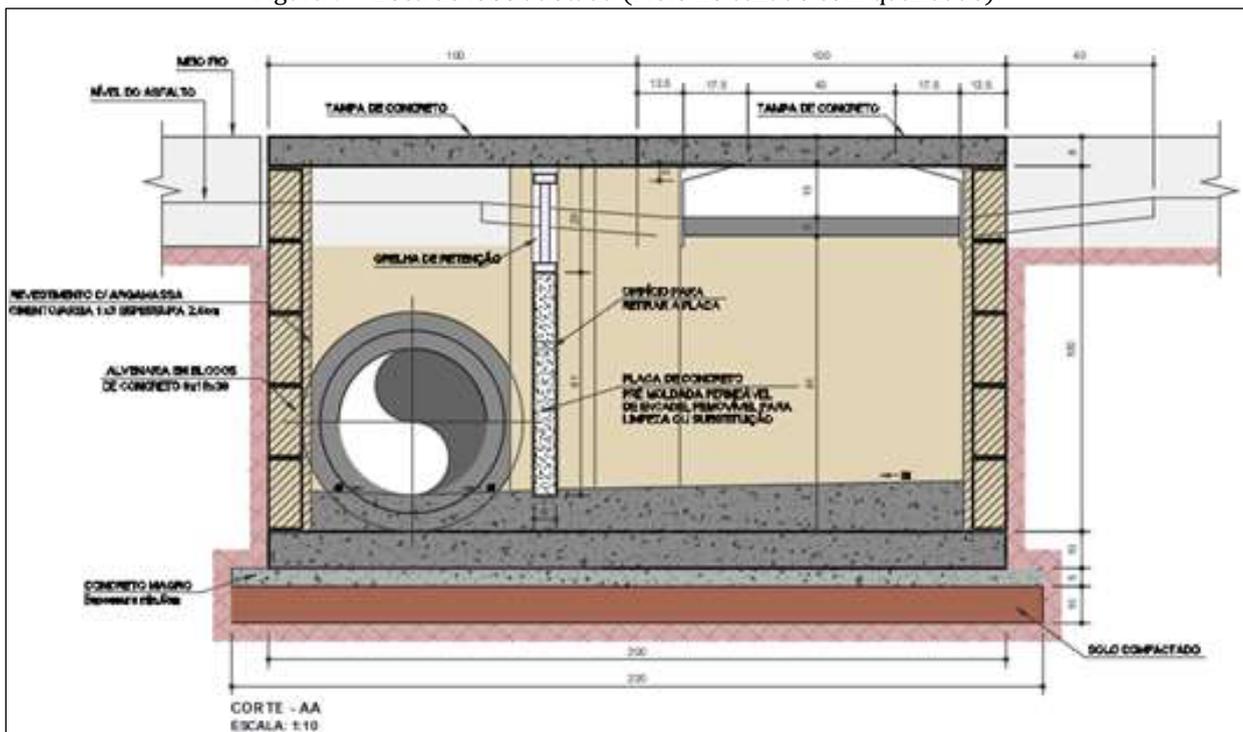
- Redes coletoras;
- Poços de visita;
- Dissipador de energia.

### 7.1. Bocas de lobo

Para definir a localização das bocas de lobo foi levado em consideração as características do pavimento, tais como, o caimento das seções transversais e pontos baixos identificados por meio de visita ao local e levantamento topográfico.

Os modelos adotados para receber as vazões das áreas de contribuições consistem em bocas de lobo (BL) com meio-fio vazado (qualidade). Estas BL's permitem a entrada de 70  $\ell/s$  se estiverem em boa localização para recebimento do escoamento superficial.

Figura 9 – Boca de lobo adotada (Meio fio vazado com qualidade).



Fonte: Do Autor.

É indispensável a manutenção das captações. Segundo o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal é recomendável que se faça manutenção, não somente das bocas de lobo, mas de todos os dispositivos de drenagem, antes da estação de chuvas e logo após chuvas intensas. Além dessas recomendações é aconselhável programar vistorias a cada 30 dias e realizar manutenções preventivas a cada 60 dias. Os processos descritos são de competência do condomínio.

A limpeza é feita com o propósito de garantir que o material sólido retido durante as chuvas não diminua o processo de escoamento da água para as redes coletoras e, deverá ser feito manualmente por equipe específica de um ou dois colaboradores equipados com pás, picaretas e ganchos. Após a remoção da laje superior (tampa de concreto), deverá ser removido todo o resíduo acumulado.

## **7.2. Tubulações**

Foram utilizados tubos em concreto armado, partindo do diâmetro mínimo de 600mm.

Nos condutos de ligação, ou seja, aqueles que interligam as captações (bocas de lobo) aos poços de visita, foram utilizados tubos em concreto de 400 mm.

## **7.3. Poços de visita**

São caixas subterrâneas, visitáveis, de concreto ou alvenaria, que interligam dois ou mais trechos de rede e condutos de ligação. São dotados de um fuste com o topo no nível da superfície que é fechado com um tampão metálico, ou de concreto, removível. Os poços de visita (PVs) têm também a função de possibilitar o acesso de equipamentos para limpeza e manutenção da rede. O espaçamento máximo entre PVs é limitado pelo alcance desses equipamentos e não deverá exceder 60 m em áreas urbanizadas e 100m em áreas não urbanizadas, conforme recomenda o termo de referência da NOVACAP.

Os detalhes dos poços de visita devem seguir os padrões NOVACAP conforme desenhos:

PV 400 a 600 – DES-150/018.1;

## **7.4. Dissipador de Energia**

O dispositivo de dissipação por impacto é uma estrutura em concreto armado e alvenaria, que não requer a existência de qualquer nível de água mínimo a jusante para assegurar o seu bom funcionamento. O dispositivo foi concebido para ser colocado na extremidade de jusante de uma conduta em pressão. No entanto, mediante as necessárias adaptações a montante, poderá também ser utilizada na extremidade de condutas com escoamento em superfície livre. Neste caso, para idênticos números de Froude a montante, a eficiência desta estrutura como dissipador de energia é superior à de um ressalto hidráulico.

## 8. RESULTADOS

### 8.1. Rede de drenagem

Será apresentado a seguir as planilhas de cálculo das redes projetadas. Vale ressaltar que os trechos com profundidades menores estão locados em áreas verdes, e onde passam sob o pavimento serão adotados tubos de classe PA-2.

Conforme o padrão recomendado pela NOVACAP, as planilhas apresentam as seguintes colunas:

Coluna 1 – Número da Rede Coletora;

Coluna 2 – PV de Montante → PV de Jusante;

Coluna 3 – Cota de terreno de montante do trecho do coletor (m);

Coluna 4 – Cota de terreno de jusante do trecho do coletor (m);

Coluna 5 – Declividade do terreno do trecho do coletor (%);

Coluna 6 – Área de contribuição do trecho do coletor (ha);

Coluna 7 – Área acumulada do trecho do coletor (ha);

Coluna 8 – Coeficiente de distribuição (n) da área do trecho do coletor;

Coluna 9 – Coeficiente de escoamento superficial (c) do trecho do coletor;

Coluna 10 – Área acumulada x Coeficientes “n” e “c”

Coluna 11 – Tempo de concentração do trecho do coletor em segundos;

Coluna 12 – Intensidade de chuva crítica referente ao trecho do coletor ( $\ell/s/ha$ );

Coluna 13 – Coeficiente de Rugosidade da Tubulação;

Coluna 14 – Vazão estimada do trecho do coletor ( $\ell/s$ );

Coluna 15 – Extensão do trecho do coletor (m);

Coluna 16 – Declividade do trecho do coletor (%);

Coluna 17 – Diâmetro do dimensionamento do coletor (mm);

Coluna 18 – Lâmina d’água do trecho do coletor – H/D (%);

Coluna 19 – Velocidade do trecho do coletor (m/s);

Coluna 20 – Altura da Lâmina d'água do trecho do coletor (m);

Coluna 21 – Tempo de percurso no coletor (s);

Coluna 22 – Desnível do trecho (m);

Coluna 23 – Cota de soleira do Poço de Visita de montante do trecho (m);

Coluna 24 – Cota de soleira do Poço de Visita de jusante do trecho (m);

Coluna 25 – Profundidade do Poço de Visita de montante do trecho (m);

Coluna 26 – Profundidade do Poço de Visita de jusante do trecho (m).

Coluna 27 – Altura do degrau, quando necessário (m).

Coluna 28 – Observações (OBS.)

A rede de microdrenagem foi definida de acordo com as áreas de contribuição que incidem sobre cada trecho de rede.

Quadro 4 - Planilha de cálculo da Rede 01 Projetada (10 anos).

REDE	Localização	Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		OBS.										
		Montante	Jusante	m	m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%											
																					Deflúvio a Escuro									
1	PV Montante -> PV Jusante	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 01	BL-1 ----> PV-1	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 01	PV-1 ----> PV-2	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 01	BL-2 ----> PV-2	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 01	PV-2 ----> PV-3	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 01	BL-3 ----> PV-3	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 01	PV-3 ----> LANÇAMENTO	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.

Fonte: Do Autor.

Quadro 5 - Planilha de cálculo da Rede 02 Projetada (10 anos).

REDE	Localização	Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		Tubo		OBS.								
		Montante	Jusante	m	m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%									
																							Deflúvio a Escuro							
1	PV Montante -> PV Jusante	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 02	BL-1 ----> PV-1	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 02	PV-1 ----> PV-2	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 02	BL-2 ----> PV-2	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.
REDE 02	PV-2 ----> LANÇAMENTO	862.241	862.354	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TRECHO DE LIGAÇÃO ENTRE BOCA DE LOBO E POÇO DE VISTA.

Fonte: Do Autor.

### 8.1. Dissipador de Energia

Os lançamentos das redes 01 e 02 foram compostos por dissipadores de modelo simples dentado em concreto armado e paredes de alvenaria, pelo fato de haver pequenas contribuições e vazões abaixo de  $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$ , vazão essa menor que a mínima composta no ábaco de dimensionamento dos dissipadores padrão NOVACAP, portanto, este dispositivo atende as as vazões de montante, promovendo assim sua eficiência.

Figura 10 – Dissipador Simples Dentado.



Fonte: Do Autor.

## 9. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A frequência de manutenção preventiva requerida para o sistema de drenagem depende do tipo de dispositivo ou instalação, mas, de modo geral, é recomendável que todos os dispositivos de drenagem passem por manutenção antes da estação de chuvas e logo após a ocorrência de chuvas intensas, pois se houver acúmulo de sedimentos ou resíduos sólidos, a eficiência do sistema será menor que a prevista em projeto.

A seguir, as recomendações gerais de manutenção preventiva para cada tipo de dispositivo de drenagem contemplado neste projeto, os quais deverão ser ajustadas e complementadas com o seu uso prático.

Todas as manutenções são de responsabilidade do condomínio.

Quadro 6 – Recomendações Gerais de Manutenção Preventiva.

Dispositivo	Recomendações Gerais de Manutenção Preventiva
Boca de lobo e Poço de Visita	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpeza manual ou com uso de equipamentos de sucção</li><li>• Reparos na tampa, fundo e estrutura, caso apresentem danos</li><li>• Quando necessário, realizar a aspiração da placa de concreto permeável da boca de lobo</li></ul>
Rede e Conduto de ligação	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpeza manual ou com uso de equipamentos de sucção</li><li>• Reparos na tubulação, caso apresente trincas ou esteja desalinhada</li></ul>

Fonte: Manual de Drenagem (ADASA).

## 10. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E DOS SERVIÇOS

### 10.1. Locação

Toda locação deverá seguir rigorosamente o projeto, salvo nos casos em que outra rede de infraestrutura já tenha sido executada no local. Nesta locação deverão ser cadastradas todas as possíveis interferências, quer sejam de redes de infraestrutura ou qualquer outro obstáculo, com o objetivo de realizar estudos para o novo caminhamento, caso necessário.

Após a locação, a contratada deverá calcular as notas de serviço, obedecendo todos os dados do projeto, no que diz respeito a diâmetros, declividades e profundidades. Somente após a liberação das notas de serviço pela fiscalização, poderão ser iniciados os trabalhos de escavação das valas.

Antes de iniciar qualquer frente de serviço, a contratada deverá solicitar a todas as concessionárias os cadastros de suas redes, para que sejam eliminadas eventuais divergências entre esses e o cadastramento feito quando da locação. Qualquer dano causado às redes das concessionárias será de inteira responsabilidade da contratada.

### 10.2. Escavação

As escavações das redes deverão ser de acordo com as notas de serviços, que obedecerão rigorosamente às cotas dos perfis acrescidas das espessuras do tubo, da bolsa do tubo e do lastro de cascalho compactado ou da espessura da laje inferior, do lastro de concreto magro

e do lastro de cascalho compactado, quando se tratar de galeria ou canal em concreto armado, moldado in loco. Estes acréscimos, em metros, são conforme a Tabela abaixo.

Tabela 1 - Acréscimos nas Escavações

Diâmetro dos tubos (mm)	400	500	600	800	1000	1200	1500	1,65x1,65	1,80x1,80	2,00x 2,00
Espessura do tubo (mm)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15			
Espessura da bolsa do tubo (mm)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15			
Espessura do lastro de Cascalho compactado (m)	0,05	0,05	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20

Fonte: Do Autor.

### 10.3. Processo mecânico

As escavações deverão ser efetuadas por processo mecânico, salvo nos trechos onde for impossível o emprego de máquina, ou seja, nos casos de interferência ou proximidade com outras redes de infraestrutura, ou de redes muito próximas aos postes, ou ainda, por qualquer outro motivo, não houver condições para o emprego de escavação mecânica. Nestes casos, será permitido o emprego de escavação manual.

### 10.4. Classificação de material

- Primeira Categoria: compreende solos, em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 centímetros, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem;
- Segunda Categoria: compreende os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha não alterada, cuja extração se processa por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente; a extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha de volume inferior a 2,00 m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 e 1,00 metros;
- Terceira Categoria: compreende os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente ao da rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 metro, ou de volume igual ou superior a 2,00 m<sup>3</sup>, cuja extração e redução, a fim

de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

### 10.5. Talude de valas

As valas das redes em tubos deverão ser escavadas em talude 1:3 e escoradas. A escavação em talude 1:3 consiste no alargamento de 1,00 metro, em cada lado da vala, para cada 3,00 metros de profundidade.

### 10.6. Largura do fundo de vala

As valas deverão ser escavadas nas larguras discriminadas a seguir, em função do diâmetro de rede:

Tabela 2 - Largura de Fundo de Valas para Tubos ou Galerias

Diâmetro dos Tubos ou Seção da Galeria (m)	Largura do Fundo da Vala (m)
0,40	1,00
0,50	1,20
0,60	1,40
0,80	1,70
1,00	2,00
1,20	2,20
1,50	2,60
1,65 x 1,65	3,00
1,80 x 1,80	3,20
2,00 x 2,00	3,40
2,20 x 2,20	3,60
2,40 x 2,40	3,80

Fonte: Do Autor.

O material escavado deverá ser depositado em ambos os lados da vala, se possível, igualmente distribuídos e afastados dos lados da mesma, a uma distância superior a 0,50 metro. Todo material de granulometria graúda solta deverá ser retirado da beira da vala.

Para efeito de medição do volume escavado a ser pago, não serão levadas em consideração dimensões maiores adotadas pela empreiteira, além das impostas por esta especificação, salvo as devidamente autorizadas pela fiscalização em Diário de Obra. No caso de a empreiteira adotar dimensões menores, a fiscalização deverá pagar o volume real escavado.

### 10.7. Escoramento

Todas as valas escavadas para execução de redes, além da escavação em talude 1:3, deverão ser escoradas. A empreiteira é responsável pela elaboração dos projetos de escoramento e sua aplicação ou da determinação do talude natural do terreno quando necessário. De comum acordo com o Engenheiro Fiscal, a empreiteira deverá contratar um calculista de

renome, especialista no assunto, para a elaboração dos projetos. Na elaboração dos projetos, o calculista deverá, em princípio, levar em conta que serão conjuntos de escoramentos para valas com talude 1:3, aplicados separadamente um do outro, de 2,00 em 2,00 metros e considerar estronca perdida no fundo da vala. Caberá ao departamento técnico a aprovação dos projetos de escoramento e a fiscalização da sua execução. A fiscalização só deverá pagar o serviço de escoramento de vala, num determinado trecho entre 02 (dois) poços de visita, se o mesmo for executado conforme o projeto aprovado em toda extensão do trecho em consideração.

À proporção que a vala vai sendo escavada, o serviço de escoramento deverá acompanhar a escavação, devendo, portanto, ser executado antes do preparo do fundo da vala. Durante a execução do escoramento é proibido qualquer outro operário entrar no interior da vala, que não seja os que estiverem trabalhando na sua execução. Caso a empreiteira não disponha de material para executar o escoramento, a fiscalização não deverá permitir o início do serviço de escavação da vala, e anotar no Diário de Obra que só permitirá a liberação do serviço de escavação, após a chegada e inspeção do material necessário.

O escoramento de uma vala deverá permanecer em seu local, até que a execução do aterro compactado alcance a metade da seção do tubo.

#### **10.8. Esgotamento e bombeamento**

Os serviços de escavação deverão incluir obras de proteção contra infiltração de águas superficiais procedentes de chuva. O esgotamento de água através de moto-bomba só será pago no caso de obras executadas em terrenos encharcados, devido à infiltração de águas naturais, quando não for possível iniciar as escavações da rede, do seu lançamento final para o seu início.

Nos pontos de caminhamento da rede em que ocorrer o afloramento d'água, o leito de assentamento dos tubos será em brita, ao invés de cascalho, formando um colchão de drenagem. No poço de visita a jusante do afloramento, serão implantados tubos de PVC de 100 milímetros, interligando o dreno à rede.

#### **10.9. Preparo do leito**

Terminada a escavação, proceder-se-á a limpeza do fundo da vala e a regularização do "greide". Todo o trecho do leito escavado a mais e que levar aterro, deverá receber uma base

de cascalho compactada, cuja espessura por diâmetro de rede, deverá ser conforme a Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 - Espessura da Base do Leito para Tubos ou Seções da Galeria Molhada

Diâmetro do Tubo ou Seção da Galeria Moldada	Espessura da Base (m)
400 mm	0,05
500 mm	0,05
600 mm	0,10
800 mm	0,10
1000 mm	0,15
1200 mm	0,15
1500 mm	0,20
1,65 x 1,65 m	0,20
1,80 x 180 m	0,20
2,00 x 2,00 m	0,20
2,20 x 2,20 m	0,20
2,40 x 2,40 m	0,20

Fonte: Do Autor.

Toda a compactação deverá ser executada por meio manual nos locais onde, a critério da fiscalização, seja impróprio o uso de compactadores mecânicos. O terreno ou cascalho deverá ser umedecido (umidade ótima), determinada para o tipo de solo existente, e compactado com grau nunca inferior a 100% do Proctor Normal para o caso de redes em tubo.

Nos trechos de terreno muito úmido deverá ser executada drenagem através de lastro em brita, substituindo o lastro de cascalho pelo de brita, conforme a Tabela 3 acima. Após a compactação, proceder-se-á ao nivelamento do fundo das valas com aparelho de precisão topográfica, cujo perfil deverá ser das cotas do projeto, diminuída da espessura do tubo e somada ao da bolsa para as redes em tubos.

#### 10.10. Tubulação utilizada

As redes condutoras terão diâmetro mínimo de 600 mm em concreto e PEAD.

As ligações entre bocas de lobo e redes condutoras deverão ser realizadas com diâmetro de 400 mm em Concreto.

#### 10.11. Poços de visita

Os poços de visita, cujo diâmetro do tubo de saída seja menor ou igual a 800 milímetros, serão executados de acordo com as plantas de detalhe de poço de visita e caixa de passagem para redes < 600 milímetros ou para redes de 800 milímetros, em alvenaria de blocos de concreto, sendo em concreto armado pré-moldado as lajes do fundo e da tampa. Para

diâmetros maiores serão executados em concreto armado de acordo com as plantas de detalhe de poço de visita e caixa de passagem para redes de 1.000, 1.200 e 1.500 milímetros, para aterro menor ou igual a 3,00 metros sobre a laje da tampa.

Os poços de visita e as caixas de passagem apoiar-se-ão sobre uma camada de concreto magro de 0,05 metros de espessura, executados sobre uma base de cascalho compactado de 0,20 metros de espessura. As paredes internas, quando em alvenaria, serão revestidas com argamassa de cimento/areia no traço 1:3. A concretagem das paredes em concreto armado deverá ser executada com todo o cuidado necessário, para obter faces isentas de defeitos. Em princípio, é dispensado o revestimento destas paredes, mas caso o concreto apresente falhas ou brocas devido ao adensamento mecânico mal executado, a fiscalização poderá recusar o serviço ou exigir que os trechos com defeitos sejam devidamente escarificados, novamente concretados com o emprego de forma e revestidos.

As visitas dos poços serão executadas com aduelas de concreto, vibrado de 0,40 metros de comprimento útil e 600 milímetros de diâmetro interno, rejuntado com argamassa de cimento/areia no traço 1:4. Nas visitas e no corpo de caixa do poço deverão ser colocados estribos de ferro fundido, espaçados de 0,40 metros um do outro. As visitas dos PVs localizados em área verde ou sob calçada, terão um tampão de ferro fundido do tipo T-105, as dos poços de visita localizados sob as vias, terão tampões de ferro fundido do tipo T-137.

A quantidade total dos poços de visita pode ser confirmada nos desenhos das plantas parciais do projeto.

#### **10.12. Bocas de lobo**

Serão utilizadas bocas em meio fio vazado, executadas com rebaixo de 5 centímetros. O número total de bocas de lobo deverá ser dimensionado de acordo com a área de contribuição da bacia.

#### **10.13. Aterros**

O aterro das valas para as redes com o emprego de tubos será executado em duas etapas. Na primeira, o aterro será executado até a metade da altura dos tubos, devendo ser compactado em camadas não superiores a 20 centímetros. Se possível, deverá sempre ser usado o mesmo material da escavação devidamente umedecido, evitando-se a parte com presença de matéria orgânica. A compactação das camadas nas redes com diâmetro igual ou menor que 600 milímetros e nas camadas iniciais das redes com diâmetro igual ou maior que 800

milímetros deverão ser executados com soquetes manuais de 15 quilos de peso e com 100 milímetros de diâmetro. As últimas camadas dos aterros, compactadas até a metade da altura do diâmetro dos tubos, para as redes com diâmetro igual ou maior que 800 milímetros serão compactados, por meio de compactadores mecânicos.

De um modo geral, a segunda etapa de execução dos aterros das valas será efetuada sem compactação, deixando a sobra amontoada acima do nível natural do terreno, com o fim de compensar futuros abatimentos do aterro ou espalhada ao redor da vala de acordo com as instruções da fiscalização.

Quando da execução de redes ao longo ou em travessias das vias existentes, ou projetadas, com programação para a implantação imediata, o aterro acima da metade do diâmetro dos tubos deverá ser compactado por meios mecânicos até o nível do terreno, em toda extensão da via, sendo que nas travessias, a extensão será de  $(L/2)+h$  a partir do eixo do cruzamento, e para cada lado, onde: L é igual ao comprimento do trecho da rede, compreendido entre 02 (dois) pontos de cruzamento com os bordos da pista e “h” a profundidade da vala em correspondência ao eixo da pista.

A empreiteira é totalmente responsável por eventuais abatimentos que ocorrerem no pavimento asfáltico, onde a mesma tenha executado o aterro de valas. Acontecendo o abatimento, a empreiteira será obrigada a refazer o aterro e recompor o pavimento sem ônus para a contratante.

#### **10.14. Reaterro**

De modo geral, o reaterro dos lados externos de uma galeria é executado sem compactação, amontoando-se o material excedente sobre o leito aterrado. Entretanto, quando se tratar de galerias, executadas sob pavimento, será exigido o reaterro compactado mecanicamente, em camadas de 20 centímetros, até o nível da superfície. Em qualquer galeria será exigida compactação mecânica em camadas de 20 centímetros nos trechos onde houver mudança de direção, até o nível superior da galeria pelo lado externo da deflexão, numa extensão de 10 metros. O reaterro compactado deverá ter controle de umidade e ser acompanhado pela fiscalização.

#### **10.15. Limpeza do canteiro**

Após a execução das redes, por ocasião de cada medição e no recebimento da obra, toda a área afetada pela execução deverá ser limpa, removendo todos os entulhos. A argamassa a

ser utilizada deverá ser executada sobre amassadeira de madeira, ficando proibido executá-la sobre o asfalto. Qualquer resto de massa ou entulho que ficarem sobre as pistas ou calçadas deverão ser varridos e lavados.

#### **10.16. Remoção de material excedente**

O serviço de carga e transporte, por meio de caminhão, do material excedente proveniente da escavação, até o bota fora, a ser indicado pela fiscalização, só poderá ser executado excepcionalmente, depois de devidamente autorizado em Diário de Obra pela fiscalização.

#### **10.17. Segurança do trabalho**

Deverá ser observada a Portaria nº 15, de 18 de agosto de 1972 do Ministério do Trabalho e Previdência Social sobre o assunto, cuja parte do Capítulo III diz respeito à escavação de vala, descrito a seguir:

#### **10.18. Escavações e fundações**

*Art. 44*

*Este Capítulo estabelece medidas de segurança nos trabalhos de escavação realizados nas obras de construção, inclusive trabalhos correlatos, executados, abaixo do nível do solo, entre outros: escoramentos de fundações, muros de arrimo, vias de acesso e redes de abastecimento.*

*Art. 45*

*Antes de iniciar a escavação, deverão ser removidos blocos de rochas, árvores e outros elementos próximos a bordos da superfície a ser escavada.*

*Art. 46*

*Deverão ser escorados muros e edifícios vizinhos, redes de abastecimento, tubulações, vias de acesso, vias públicas e, de modo geral, todas as estruturas que possam ser afetadas pela escavação.*

*§ 1º - O escoramento deverá ser inspecionado com frequência, principalmente após chuvas ou outras ocorrências que aumentem o risco de desabamento.*

*§ 2º - Quando for necessário rebaixar o lençol d'água do subsolo, serão tomadas providências para evitar danos as edificações vizinhas.*

*Art. 47*

*Os taludes das escavações de profundidade superior a 1,25m (um metro e vinte e cinco centímetros), deverão ser escorados com pranchas metálicas ou de madeira, assegurando estabilidade, de acordo com a natureza do solo.*

*§ 1º - Será dispensada a exigência de que trata este artigo, quando o ângulo de inclinação do talude for inferior ao ângulo do talude natural.*

*§ 2º - Nas escavações profundas, com mais de 2,00m (dois metros) serão colocados escadas seguras, próximas aos locais de trabalho, a fim de permitir em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores.*

*Art. 48*

*Os materiais retirados da escavação deverão ser depositados a distância superior a 0,50m (cinquenta centímetros) da borda da superfície escavada.*

*Art. 49*

*O escoramento dos taludes de escavação deverá ser reforçado nos locais em que houver máquinas e equipamentos operando junto às bordas de superfície escavada.*

*Art. 50*

*Nas proximidades de escavação realizadas em vias públicas e canteiros de obra, deverão ser colocados cerca de proteção e sistema adequado de sinalização.*

*§ 1º - Os pontos de acesso de veículos e equipamentos à área de escavação, deverão ter sinalização de advertência permanente.*

*§ 2º - As escavações nas vias públicas devem ser permanentemente sinalizadas.*

*Art. 51*

*O tráfego próximo às escavações deverá ser desviado.*

*Parágrafo Único - Quando for impossível o desvio do tráfego, deverá ser reduzida a velocidade dos veículos.*

**10.19. Diário de obra**

É de competência da empreiteira o registro no Diário de Obra de todas as ocorrências diárias, bem como especificar detalhadamente os serviços em execução, devendo a fiscalização, neste mesmo diário, concordar ou retificar o registro da empresa. Caso o Diário de Obra não seja preenchido no prazo de 48 horas, a fiscalização poderá fazer o registro que achar conveniente e destacar imediatamente as folhas, ficando a empreiteira, no caso de dias passíveis de prorrogação ou em qualquer caso, sem direito a nenhuma reivindicação.

**10.20. Interferência com redes de outras concessionárias**

Antes de iniciar qualquer frente de serviço, a empreiteira deverá ter solicitado às concessionárias do serviço público o cadastro de suas redes. Todos os pedidos de cadastro deverão ser registrados no Diário de Obra.

É responsabilidade da empreiteira qualquer dano causado às redes públicas existentes nas proximidades ou que cruzem com as redes que ela estiver executando.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASA, **Resolução Nº 9**, de 8 de Abril de 2011, Brasília-DF.

ADASA, **Manual De Drenagem e Manejo De Águas Pluviais Urbanas Do Distrito Federal**, de 2018, Brasília-DF.

AKAN, A OSMAN. **Urban Stormwater Hydrology**. Lancaster, Pennsylvania: Technomic, 1933.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. Ed. Oficina de Textos. 2005.

CARVALHO, J.A. **Barragens de terra**. Lavras. Universidade Federal de Lavras, 1998. 54p.

Costa, Jeferson. 2002. **Aplicação de distintas discretizações espaciais no modelo hidrológico concentrado precipitação-vazão HEC-HMS**. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília/DF.

**PLANO DE DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DO DISTRITO FEDERAL**, 2009.

NOVACAP, **Especificações Para Execução de Redes Públicas de Águas Pluviais, NORMAS/DU – AP0997**, Brasília-DF.

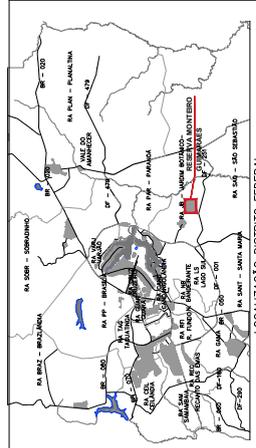
NOVACAP, **Termo de referência e Especificações Para Elaboração de Projetos de Sistema de Drenagem Pluvial**, Brasília-DF.

PDDU-DF, **Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal**, Brasília-DF, 2009.

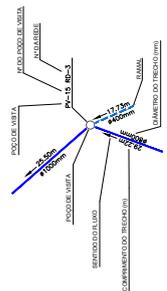
PFAFSTETTER, OTTO. **Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e frequência em 98 postos pluviográficos**. DNOS, Departamento Nacional de Obras de Saneamento. Rio de Janeiro, 426 p. 1982.

SCS, SOIL CONSERVATION SERVICE. **Urban hydrology for small watersheds**. U.S. Department of Agriculture. Washington, 26 p. 1975.

TUCCI, C. E. M, PORTO, R. L. L. P, BARROS, M. T. L, **Drenagem Urbana**. ABRH - Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995.



CONVENÇÕES



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



- LEGENDAS**
- Rece Projeta - Tubo Classe PA1
  - Rece Projeta - Tubo Classe PA2
  - Barral Projeta
  - Dreno Longitudinal - (Para Projeto de Pavimentação)
  - Polygonal
  - Pop de Visita Projeta
  - Semifixo do Escamento
  - Vias
  - BL Simples Projeta c/ Qualidade
  - BL Dupla Projeta c/ Qualidade
  - BL Tripla Projeta c/ Qualidade
  - Lançamento
  - Curva Meira
  - Curva Intermediária
  - Hidrografia

**NOTAS:**

- Os Barrais Projeta devem estar com Diâmetro de 400 mm
- Curvas geradas de 1 em 1 metro.
- Projeção: Universal Transversa de Mercator (SIRGAS 2000 - ZONA 23S)

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
00		
01		
02		
03		

**TT ENGENHARIA**  
 ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL  
 MERIDIANO CENTRAL 45° WGR  
 DECL. MAG. 2010  
 VARIACÃO ANUAL: -0°05,08"

**PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM**  
 JARDIM BOTÂNICO - RA JB  
 RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES

INF-30/23

PLANTA GERAL

ESCALA: 1/500

DATA: SETEMBRO/2023

PROJETO: *Elaine Thomazelli*

REVISÃO: *Thales Thomazelli*

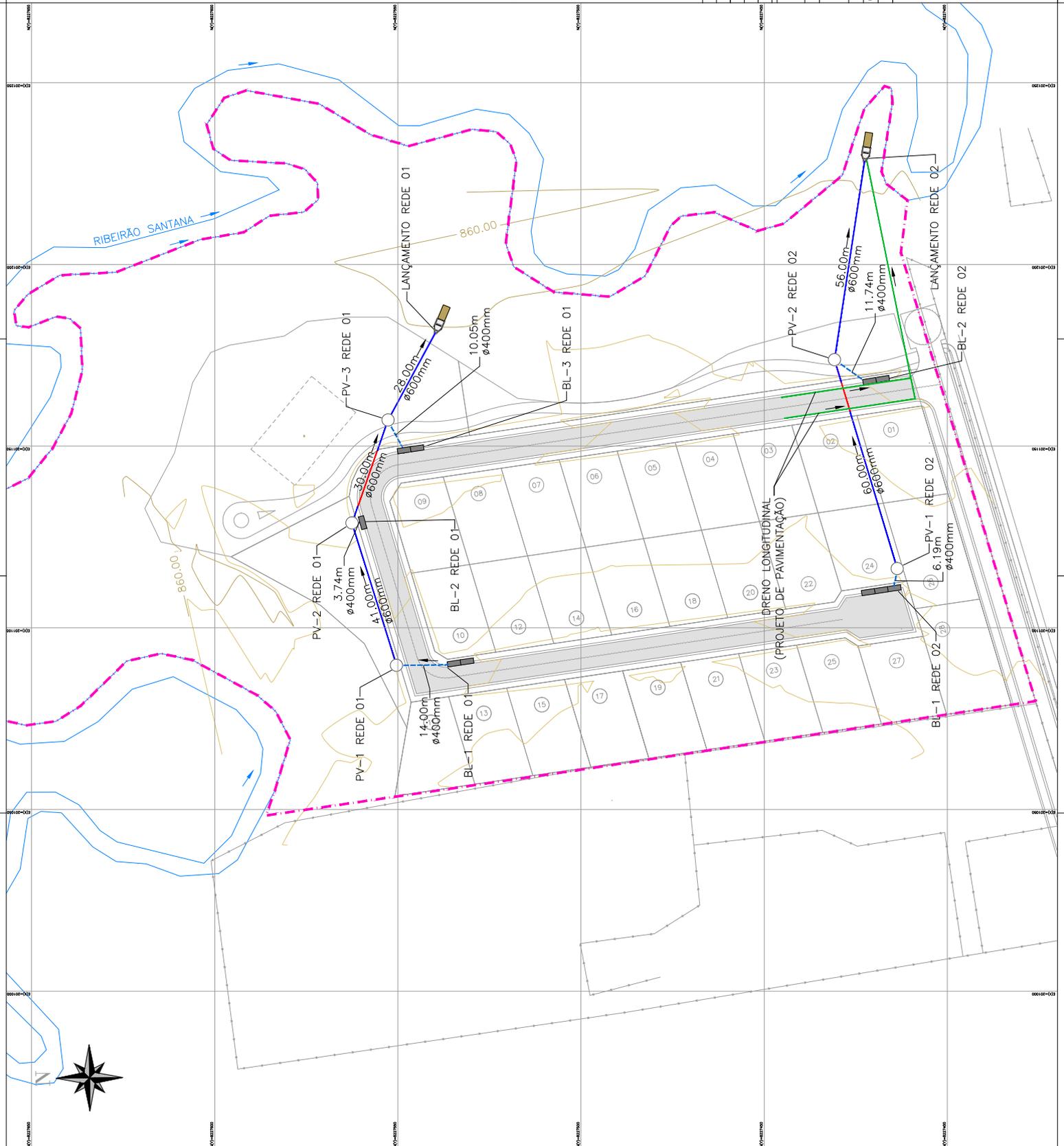
VERIF.: *APROV.*

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

23a-1-c	23a-1-b	23a-1-a
23a-2-c	23a-2-b	23a-2-a
23a-3-c	23a-3-b	23a-3-a

Kr = 1,000509

JARDIM BOTÂNICO - RA JB





# TT ENGENHARIA

**PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO**

**RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO  
GUIMARÃES**

© 2022 TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

SHIS QI 09/11 BL B SALA 106 A 108 - LAOGO SUL - DF - CEP: 71 625-00 BRASIL

# PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES

REGIÃO ADMINISTRATIVA DO JARDIM BOTÂNICO- RA-JB

---

RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES

Residencial RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES, Lote 01 a 28, Jardim Botânico - DF

**Responsável pelo Empreendimento**

Residencial RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES

---

**TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL - CNPJ 35.425.146/0001-63**

SHIS QI 09/11 BLOCO B SL 106 A 108 - 71625-172 - Brasília - DF

Fone/Fax: (61) 3256 - 2227 / 9 8492-8095

[thalesthiagoengenharia@gmail.com](mailto:thalesthiagoengenharia@gmail.com)

## Responsáveis Técnicos

- Eng. **Thales Thiago Sousa Silva** – CREA 22.706/D-DF – Eng<sup>o</sup> Civil, Ambiental, Sanitarista e Segurança do Trabalho
- Eng. **Felipe Nascimento Gomes** – CREA 29.388/D-DF – Eng<sup>o</sup> Civil

## Equipe Técnica

- Eng. **Yuri Stefano** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Paulo Henriky** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **David Lucas** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **João Rabelo** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Iago Quirino** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Rafael Sales** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Rafael Fragassi** – Eng<sup>o</sup> Florestal;
- Eng. **Isabela Mendes** – Eng<sup>a</sup> Ambiental;
- Arq. **Synthya Moreira** – Arquiteta e Urbanista;
- Arq. **Ana Karolina** – Arquiteta e Urbanista;

PROJETO.INF.PAV.RESERVA.MONTEIRO.GUIMARAES.009



---

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), encontra-se nos **Anexos**.

**REGIÃO ADMINISTRATIVA DO JARDIM BOTÂNICO - DF****PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO****TT ENGENHARIA**

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

REVISÕES						
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV	DATA	APROV
05						
04						
03						
02						
01						
00	setembro/2023	ESTUDO INICIAL	FELIPE	THALES		
			TT ENG.			

**SUMÁRIO**

1.	APRESENTAÇÃO .....	8
2.	INTRODUÇÃO .....	9
3.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....	10
3.1	ESTUDO DE ALTERNATIVA .....	10
3.1.1	Caracterização Técnica da área .....	10
3.1.2	Solução para o Pavimento .....	11
3.2	MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO .....	11
3.3	CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS .....	12
3.4	ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO .....	16
3.4.1	Ensaio Geotécnicos .....	16
3.4.2	Cálculo do CBR de Projeto .....	18
3.5	DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO .....	20
3.5.1	Coefficiente de Equivalência Estrutural (K) .....	20
3.6	PRESSUPOSTOS DE DIMENSIONAMENTO .....	22
3.6.1	Drenagem .....	22
3.6.2	Condições das Camadas da Estrutura do Pavimento .....	22
3.6.3	Infraestrutura das Vias .....	23
3.7	DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE BLOCOS INTERTRAVADOS (LEVE) .....	23
3.7.1	Via Local em Pavimento Intertravado .....	26
3.7.2	Cálculo das Espessuras das Camadas do Pavimento .....	26
3.8	MEIOS FIOS E CALÇADAS .....	27
4.	CONCLUSÃO .....	28
5.	BIBLIOGRAFIA .....	29
6.	ANEXOS .....	30
6.1	ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS .....	30
6.2	ANEXO II - ENSAIOS GEOTÉCNICOS .....	30
6.3	ANEXO III – ART (ENSAIOS E PROJETO) .....	30

**FIGURAS**

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO.....	8
FIGURA 2: MAPA DE PEDOLOGIA.....	10
FIGURA 3: ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO - VIAS DE TRÁFEGO LEVE EM INTERTRAVADO - ESPESSURA DA SUB-BASE.....	24
FIGURA 4: DETALHE MEIO-FIO PADRÃO NOVACAP .....	27

**TABELAS**

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGO.....	14
TABELA 2: RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉNICOS DO SUBLEITO.....	17
TABELA 3: VALORES “T” DE STUDENT PARA ESTE NÍVEL DE CONFIANÇA.....	18
TABELA 4: CBR DE PROJETO DO PAVIMENTO.....	20
TABELA 5: COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL.....	21
TABELA 6: COEFICIENTES ESTRUTURAIS EM FUNÇÃO DAS RELAÇÕES DE CBR.....	21
TABELA 7: ESPESSURA E RESISTÊNCIA DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA REVESTIMENTO.....	24
TABELA 8: RESUMO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DO PAVIMENTO.....	27

## LISTA DE ABREVIÇÕES

AASHTO – American Association Of State Highway And Transportation Officials

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BGS – Brita Graduada Simples.

CBR – California Bearing Ratio.

CBRproj – California Bearing Ratio de Projeto.

CBRSL – California Bearing Ratio do Subleito.

CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado A Quente.

DF – Distrito Federal.

DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem.

ISC – Índice De Suporte California.

IP – Instrução De Projetos.

JB – Jardim Botânico

LL – Limite De Liquidez.

LP – Limite De Plasticidade.

N – Número de Repetições Equivalentes ao Eixo Padrão De 80 KN.

NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil.

PMSP – Prefeitura Municipal De São Paulo.

USACE – United States Army Corps Of Engineers.

## 1. APRESENTAÇÃO

A Empresa TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental Ltda., apresenta o Projeto Executivo de Pavimentação das vias internas do Residencial Reserva Monteiro Guimarães, localizado no Setor Habitacional Tororó, Região Administrativa do Jardim Botânico, Brasília - Distrito Federal.

A arte de idealizar e dimensionar um pavimento incide, resumidamente, da concepção de uma estrutura com multicamadas formadas por materiais com qualidade e espessuras que tornem técnica e economicamente viável, capaz de suportar os esforços provocados pelo tráfego durante um longo período, e sob as mais diversas condições ambientais.

O presente documento, aborda os aspectos técnicos necessários para a execução do dimensionamento dos pavimentos a serem implantados nas vias do Residencial Reserva Monteiro Guimarães. As informações aqui contidas foram baseadas em normas vigentes as quais estabelecem às diretrizes necessárias à execução dos dimensionamentos.

Na Figura 1 podemos observar a localização da área do Empreendimento, na região administrativa do Jardim Botânico –RA-JB.

Figura 1: Localização da área de projeto.



Fonte: TT Engenharia.

## 2. INTRODUÇÃO

O atual estudo tem como objetivo dimensionar a estrutura do pavimento a ser implantado do empreendimento localizado na Região Administrativa do Jardim Botânico.

O pavimento é uma estrutura constituída por camadas superpostas, de materiais diferentes, construída sobre o subleito, destinada a resistir e distribuir ao subleito simultaneamente esforços horizontais e verticais, bem como melhorar as condições de segurança e conforto ao usuário. O dimensionamento de um pavimento consiste na determinação das camadas sub-base, base e revestimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao subleito, sem que o conjunto sofra ruptura, deformações apreciáveis ou desgaste superficial excessivo.

Nas vias serão utilizados solos locais, para a composição do subleito e materiais existentes na região, comumente utilizados pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP), para a composição das demais camadas do pavimento. Cabe salientar, que quando as vias em estudo apresentarem uma camada de cascalho, esta deverá ser incorporada ao subleito do pavimento para a melhoria desse último.

Caso a jazida não atenda às exigências de resistência para a sub-base  $CBR \geq 30\%$  para pavimentos em bloco intertravado e  $CBR \geq 40\%$  para pavimentos flexíveis (conforme exigência da IP-SP), respectivamente, este material deverá ser melhorado com adição de aditivos ou outro material, desde que devidamente ensaiados e autorizados pelo órgão fiscalizador.

### 3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

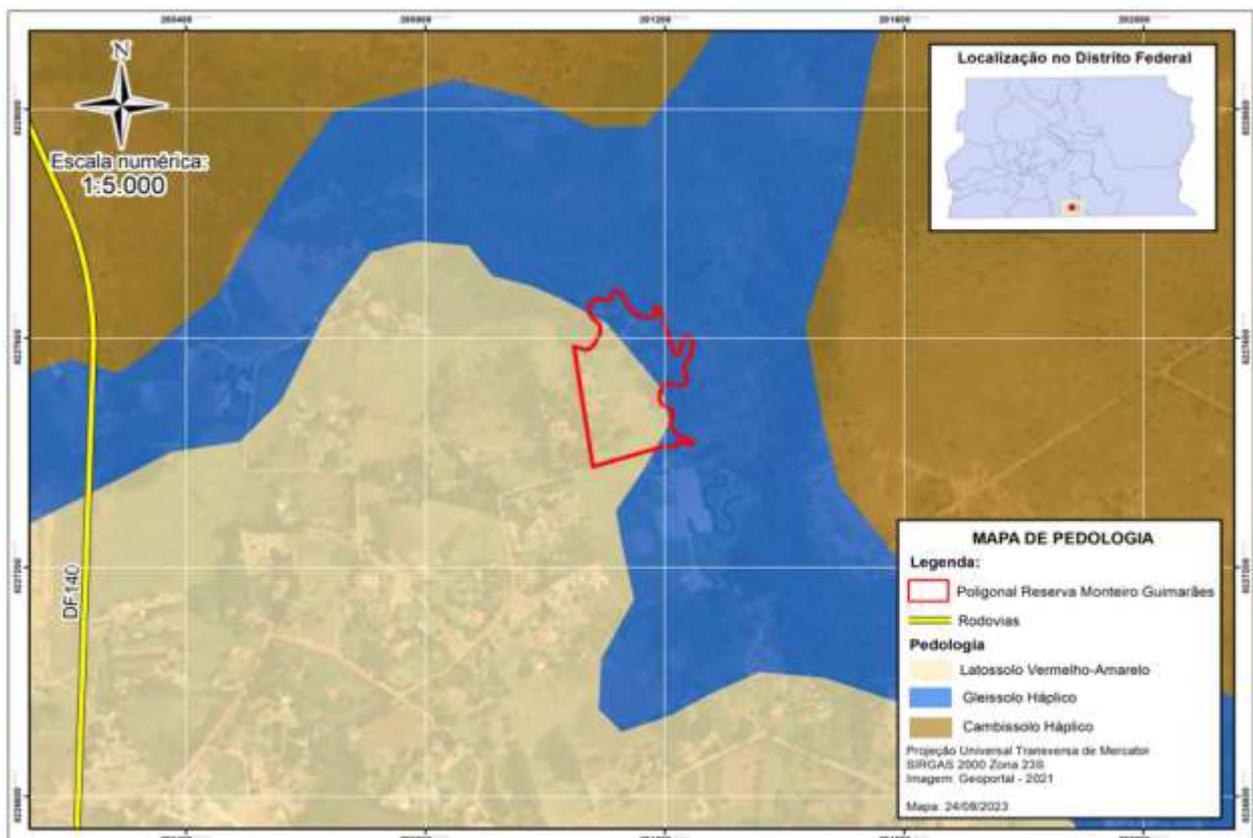
#### 3.1 ESTUDO DE ALTERNATIVA

A alternativa foi elaborada com minuciosidade, através dos levantamentos de dados característicos da região e especificidades da área de projeto, alinhada ao melhor custo benefício.

##### 3.1.1 Caracterização Técnica da área

As características pedológicas são mostradas na figura a seguir. Percebe-se que a poligonal é preenchida majoritariamente por latossolos vermelho-amarelo e uma pequena parte por Gleissolo Háplico. Os latossolos são formados partir de rochas metamórficas ricas em quartzo e sílica e ocorrem, frequentemente, em terrenos de relevo plano a suave ondulado, regiões de chapada. Os Gleissolos Háplicos são uma ordem caracterizada por solos formados em ambiente de prolongado encharcamento suficiente para propiciar a redução e remoção do ferro e, por consequência, conferir ao solo usualmente coloração acinzentada. As feições geomorfológicas de ocorrência do Gleissolo englobam depressões, terraços fluviais, planícies, e várzeas, sendo esses inundáveis; é usual a ocorrência de um alto teor de matéria orgânica devido à decomposição limitada pela anoxia.

Figura 2: Mapa de Pedologia.



Fonte: TT Engenharia.

### 3.1.2 Solução para o Pavimento

Tendo em vista o porte do empreendimento, primeiramente levou em consideração o tipo de revestimento a ser utilizado no projeto, o Bloco Intertravado de concreto foi o escolhido para compor no pavimento da área de estudo.

Com o revestimento escolhido, o próximo passo foi a adoção do tipo de tráfego na via. Por se tratar de um empreendimento com vias internas apenas para acesso aos lotes, o tráfego adotado foi o de tipo “LEVE”.

Após a análise dos ensaios geotécnicos, foi identificado níveis de lençol freático com profundidades próximas a mínima indicada pelo termo de referência da NOVACAP. Por segurança, a solução adotada foi a elevação dos greides de terraplenagem das vias do residencial e a adoção de drenos longitudinais nos trechos mais críticos, para garantir uma maior distância das camadas do pavimento em relação ao nível do lençol freático.

## 3.2 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Entre os inúmeros métodos existentes para o dimensionamento de pavimentos com Blocos Intertravados, foi adotado no presente estudo a definição do CBR e do dimensionamento das camadas com os métodos IP-06 da PMSP, bem como seguindo diretrizes especificadas pela NOVACAP. Levando em consideração o tipo de tráfego previsto para as vias, cuja classificação pode ser vista nas tabelas acima apresentadas.

Método utilizado:

- Método PMSP-IP-02 – 02 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

Este método tem como objetivo apresentar as diretrizes para a classificação de vias em função do tráfego, da geometria e do uso do solo do entorno de vias urbanas. Este procedimento baseia-se no método de projeto de pavimento flexíveis do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, de 1966, adotado pelo DNER, e nos métodos MD-1 e MD-3T/79, da PMSP, porém com o uso de ábaco de dimensionamento proposto, originalmente pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE). Trata-se de um método que procura orientar o dimensionamento, principalmente para pavimentos urbanos.

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

A classificação das vias permite a adequada estimativa de solicitações de veículos a que a via estará submetida em seu período de vida útil. Na presente classificação foi considerada a carga máxima legal no Brasil, que é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100kN/ESRD).

O tráfego e as cargas solicitantes na via a ser pavimentada deverão ser caracterizados de forma a instruir a aplicação dos métodos adotados. O parâmetro "N" constitui o valor final representativo dos esforços transmitidos 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.

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

As vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para elas, 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  $10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos.*

***Tráfego Médio** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $5 \times 10^5$  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  $10^7$  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.

**Tabela 1: Classificação das vias e parâmetros de tráfego.**

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

Fonte: IP-04 Dimensionamento Leve e Médio - PMSP

Segundo o IP-02 PMSP Classificação das Vias:

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

Vo = volume diário de ônibus e caminhões.

e = fator equivalente por classe de via.

**Notas:**

(1) Majorado em função do tráfego (excesso de frenagem e partidas)

(2) Números de solicitações adotadas:

$$N = 365 \times 10 \times Vo \times 1,25 \times e = 4560.Vo.e \quad (1)$$

$$N = 365 \times 12 \times Vo \times 1,30 \times e = 5690.Vo.e \quad (2)$$

Considerando somente o volume de caminhões e ônibus e taxa de crescimento de 5% a.a.

(3) Equivalente expresso em nº de solicitações do eixo padrão de 82 kN (equivalência do DNIT).

(4) O período de projeto adotado é de 10 anos, em função da duração máxima da camada asfáltica de revestimento (oxidação de ligante), sendo o período recomendado pelo método de dimensionamento do DER/SP (667122), DNIT, e embasado no método da AASHTO.

Quanto ao estudo de tráfego, as vias foram classificadas de acordo com o tráfego previsto para os locais e em função do aumento da demanda. A classificação das vias foi definida pelo Estudo de Impacto de Vizinhança e pelo projeto urbanístico, levando em consideração o desenvolvimento da área de projeto e regiões do entorno. A planta em anexo apresenta a classificação das vias para o local do projeto.

Para o empreendimento do estudo, especificamente para as vias de acesso ao empreendimento, foram adotadas duas classificações para as vias:

- Via Local, leve com N característico de  $10^5$ .

O mapa presente no Anexo I mostra estas classificações.

Para o as vias internas do empreendimento, serão adotados valores específicos extraídos da Tabela 1 de classificação das vias e parâmetros de tráfego IP-02 da Prefeitura de São Paulo.

Também serão adotadas as seguintes premissas para o referido projeto:

- A seção tipo das vias terá caimento de 2% para um dos bordos, ou conforme a geometria da via seguindo o projeto geométrico;
- O greide de projeto será lançado, preferencialmente, colado no leito existente, exceto quando houver a necessidade de elevar o greide para que viabilise a execução dos projetos de infraestrutura;
- Quando for observada a existência de entulhos e/ou depósito de lixos a uma profundidade inferior a 1,0 metro do greide da via, será efetuado um dimensionamento de pavimento, levando-se em consideração a troca desta camada por uma de reforço com material a ser especificado neste relatório e com CBR maior ou igual ao  $CBR_{projeto}$ ;
- Para locais onde o greide de terraplenagem estiver acima do terreno natural, deverá-se utilizar material de aterro com  $CBR \geq 5,0\%$  e o grau de compactação deverá ser 100% da energia do proctor intermediário para as camadas.

### 3.4 ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO

A construção de um pavimento exige o conhecimento não só dos materiais constituintes das camadas deste, mas também dos materiais constituintes do subleito e daqueles que possam interferir na construção de drenos, acostamentos, cortes e aterros.

Os serviços geotécnicos foram desenvolvidos e divididos basicamente em serviços de campo e de escritório. Todos os serviços de campo foram executados segundo procedimentos normatizados, obedecendo-se as diretrizes abaixo:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo;
- NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital Do Brasil
- Métodos de Ensaio/DNER.

#### 3.4.1 Ensaio Geotécnicos

Os ensaios foram feitos, principalmente, para avaliar os materiais entre 0,0 e 1,5 metro, abaixo do greide de fundação do pavimento. Visando caracterizar esses materiais, foram realizados os seguintes ensaios geotécnicos: identificação tátil – visual incluindo a cor de cada camada, compactação, Índice de Suporte Califórnia (I.S.C.), expansão, granulometria, umidade, massa específica dos grãos, limites de liquidez e plasticidade. Os resultados e o memorial de cálculo desses ensaios constam no Relatório dos estudos geotécnicos em anexo.

**Tabela 2: Resumo dos Ensaios Geotécnicos do Subleito.**

FURO	DESCRICAO	N.A	UMID. OTIMA	DEN. MAXI. COMPACTADA	EXP Porc	IS C Porc	PEDREGULHO	AREA GROSSA	AREA FINA	ARGILA SILTE	LL	LP	IP	PASSA P. 10	PASSA P. 40	PASSA P. 200	IG	HRB GRUPO	UNIFICADA
1	CBR-01	-	13.50	1755	0.16	6.0	14.72	6.63	28.66	49.99	23.90	17.70	6.20	85.28	78.65	49.99	3	A - 4	ML
2	CBR-02	-	22.00	1552	0.25	6.7	0.9	1.67	12.21	85.21	44.40	31.30	13.10	99.1	97.43	85.21	10	A - 7 - 5	MH

**Fonte: TT Engenharia.**

### 3.4.2 Cálculo do CBR de Projeto

De posse dos dados geotécnicos, os resultados dos ensaios de CBR, para fins de dimensionamento do pavimento, foram tratados estatisticamente. Assim, considerando-se que os dados seguem uma distribuição normal, utilizamos o plano de amostragem usado pela IP -06 – Instrução Geotécnica da Prefeitura Municipal de São Paulo, para a análise estatística dos resultados dos ensaios.

Os dados geotécnicos, para fins de dimensionamento do pavimento, serão acertados estatisticamente, por universo de solos. Esse acerto estatístico foi feito através da distribuição “t” de *student*, adequada ao controle pela média de amostragens pequenas e com nível de confiança de 90% para o suporte de projeto.

A Tabela 3 apresenta a distribuição “t” de student – t, onde os valores tabelados correspondem aos pontos x tais que:  $P(t_n < x)$ .

Tabela 3: Valores “t” de Student para este nível de confiança.

n	P( $t_n \leq x$ )							
	0,600	0,750	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	0,9995
1	0,325	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,289	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,277	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,271	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,267	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,265	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,263	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,262	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,261	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,260	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,260	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,259	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,259	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,258	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,258	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,258	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,257	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,257	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,257	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,257	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,257	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,256	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,256	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,256	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,256	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,256	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,256	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,256	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,256	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,256	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,255	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,254	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,254	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Fonte: t student.

$$\text{CBRp} = \overline{\text{CBR}} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Onde:

$$\overline{\text{CBR}} = \frac{\sum \text{CBR}_i}{n} \quad (4)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{CBR}_i - \overline{\text{CBR}})^2}{n-1}} \quad (5)$$

Onde:  $\overline{\text{CBR}} = \frac{\sum \text{CBR}_i}{n}$  e  $S = \sqrt{\frac{\sum (\text{CBR}_i - \overline{\text{CBR}})^2}{n-1}}$

Onde:

CBR = CBR Médio;

S = desvio Padrão;

T 0,90 = valores de student;

n = número de amostras.

$$X_{\max} = \frac{\bar{X} + 1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma \quad (6)$$

$$X_{\min} = \frac{\bar{X} + 1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma \quad (7)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (8)$$

Onde:

N = Número de amostras.

X = valor individual.

$\bar{X}$  = média aritmética.

$\sigma$  = desvio padrão.

Xmin = valor mínimo provável, estatisticamente.

Xmax = valor máximo provável, estatisticamente.

N > .9 (número de determinações feitas).

Para garantir que o CBR de projeto (CBRp) apresente 90% de nível de confiança, utilizou se “t” de student citado acima.

Tabela 4: CBR de Projeto do Pavimento.

CBR DE PROJETO	
MÉDIA	6,35
DESVIO	0,49
STUDENT-t	1,886
CBR PROJETO	5,69
X MÁX	7,14
X MIN	5,56

Fonte: TT Engenharia.

Por critérios de arredondamento e atuando a favor da segurança, adotou-se no projeto CBR<sub>p</sub> de 5,0% para o subleito.

$$CBR_{proj} = 5\%$$

### 3.5 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO

A incidência total do tráfego no período de projeto expressada pelo número “N” de solicitações do eixo padrão simples de 10 t foi adotada, conforme exposto anteriormente na Tabela 1.

- Via Local, leve com N característico de  $10^5$ .

#### 3.5.1 Coeficiente de Equivalência Estrutural (K)

O coeficiente de equivalência estrutural de um material, definido como a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada com material que apresenta o mesmo comportamento, foi determinado conforme os materiais previamente selecionados, mostrados na tabela abaixo.

Tabela 5: Coeficientes de equivalência estrutural.

<b>CAMADA DO PAVIMENTO</b>	<b>COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)</b>
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2.00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactada com Rolo	2.00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa/Binder	1.80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1.40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1.20
Paralelepípedos	1.00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizados Granulometricamente	1.00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	≤ 1,00
Reforço do Subleito	≤ 1,00
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 Mpa	1.70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 Mpa	1.40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 Mpa	1.20
Base de Solo Melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 Mpa	1.00

Fonte: IP-04 Dimensionamento Tráfego Leve e Médio - PMSP

Os coeficientes de equivalência estrutural das principais camadas dos pavimentos foram designados genericamente por:

- $K_R$  = coeficiente estrutural da camada de revestimento;
- $K_B$  = coeficiente estrutural da camada de base;
- $K_S$  = coeficiente estrutural da camada de sub-base;
- $K_{ref}$  = coeficiente estrutural da camada de reforço.

Tabela 6: Coeficientes estruturais em função das relações de CBR

<b>RELAÇÃO DE CBR</b>	<b>K</b>
1,1	0,72
1,2	0,75
1,3	0,76
1,4	0,78
1,5	0,80
1,6	0,82
1,7	0,83
1,8	0,85
1,9	0,86
2,0	0,88
2,1	0,90
2,2	0,91
2,3	0,92
2,4	0,94
2,5	0,95
2,6	0,96
2,7	0,97
2,8	0,98
2,9	0,99
≥ 3,0	1,00

Fonte: IP-04 Dimensionamento Tráfego Leve e Médio - PMSP

## 3.6 PRESSUPOSTOS DE DIMENSIONAMENTO

### 3.6.1 Drenagem

O dimensionamento parte do pressuposto que haverá sempre uma drenagem superficial adequada, sendo que o lençol d'água subterrâneo deverá estar localizado a pelo menos 1,50 metro em relação ao greide de terraplenagem. Caso esta condição não seja atendida, o mesmo deverá ser rebaixado através de drenos profundos ou subsuperficiais:

*A descarga para os drenos profundos e drenos subsuperficiais longitudinais não é geralmente calculada, pois pesquisas já realizadas no Estado do Paraná e observações nas mais diversas regiões do País, permitiram as seguintes constatações principais:*

*a) A capacidade de vazão dos drenos profundos e subsuperficiais construídos atualmente, é muito superior às descargas de contribuição que chegam a estes dispositivos, mesmo considerando-se precipitações com tempo de recorrência superior à vida útil dos pavimentos;*

*b) Os métodos teóricos de cálculo de descargas de contribuição, espaçamento de drenos, tempo de resposta, etc., são de difícil aplicação prática, em virtude das anisotropias e heterogeneidades dos solos presentes nos segmentos rodoviários (mesmo naqueles considerados homogêneos).*

*Desta maneira, pode-se considerar como suficientes os projetos-tipo de drenagem do DNER. Convém notar, que no caso dos Drenos Profundos de Corte a profundidade da vala é de 1,5 m abaixo da camada de base ou sub-base do pavimento. Esta profundidade é considerada suficiente para o rebaixamento do lençol freático, até a um nível aceitável de segurança.*

*Quanto aos Drenos Subsuperficiais é adotada uma profundidade de 40 cm abaixo do fundo da camada drenante.*

O detalhe dos drenos adotados encontram-se em anexo.

### 3.6.2 Condições das Camadas da Estrutura do Pavimento

O dimensionamento implica, também, que sejam inteiramente satisfeitos os requisitos de controle e recebimento, conforme as Instruções de execução da NOVACAP.

### 3.6.3 Infraestrutura das Vias

Pressupõe-se que as vias a serem pavimentadas sejam dotadas de toda a infraestrutura, redes de água e esgoto e captação de água superficial, executadas de acordo com as especificações de serviço dos órgãos competentes.

### 3.7 DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE BLOCOS INTERTRAVADOS (LEVE)

O revestimento em bloquete ou paralelepípedo absorvem menos calor em relação ao CBUQ. Os pavimentos de blocos pré-moldados de concreto para vias urbanas são dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland.

Os métodos utilizam-se, basicamente, de dois ábacos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados.

A escolha do método de dimensionamento do pavimento da via ficará entre as duas opções propostas a seguir, em função do número "N" de solicitações do eixo simples padrão.

Os métodos citados devem ser utilizados respeitando as seguintes considerações:

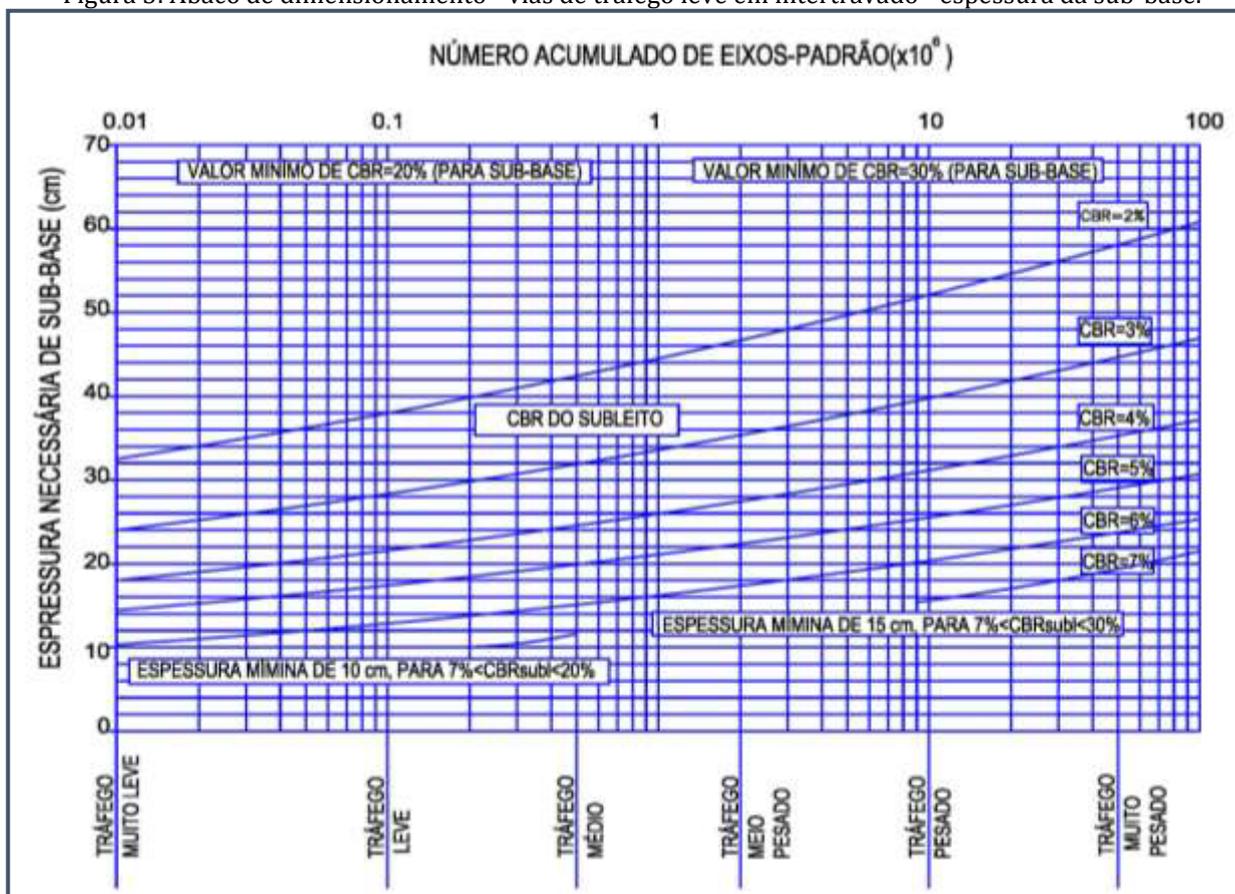
- Procedimento A (ABCP- ET27):

Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características:

- Vias de tráfego muito leve e leve com N característico até  $10^5$  solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando, portanto, estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B;
- Vias de tráfego meio pesado a pesado com N característico superior a  $1,5 \times 10^6$  em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento A.

A Figura 5 a seguir mostra o ábaco de dimensionamento de pavimento intertravado a ser utilizado quando se adota o Procedimento A (ABCP – ET27) para determinação da espessura da camada de sub-base.

Figura 3: Ábaco de dimensionamento - vias de tráfego leve em intertravado - espessura da sub-base.



Fonte: IP-06 (PSMSP).

Assim, quando a via for classificada como de Tráfego Leve com  $N$  característico =  $10^5$  o procedimento A é o que melhor se adequa para este tipo de via considerando um número  $N$  de  $10^5$ .

Na Tabela 7 a seguir, o método apresenta em função do tráfego, como se determina a espessura do bloco intertravado e a sua resistência a compressão simples respectivamente

Tabela 7: Espessura e Resistência dos Blocos de Concreto para Revestimento.

<b>TRÁFEGO</b>	<b>ESPESSURA REVESTIMENTO</b>	<b>RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES</b>
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: IP-06 (PMSP).

- Dimensionamento para Tráfego Leve – Revestimento em Bloco Intertravado (ABCP – Procedimento A) –  $CBR_{proj} = 5\%$ :

A via a ser pavimentada com blocos pré-moldados de concreto, classificada como via de Tráfego Leve ( $N$  Característico =  $10^5$ ) em relação à expectativa de solicitações do eixo padrão. Os estudos geotécnicos indicaram valor de CBR Projeto = 5%. Devido a heterogeneidade dos materiais de sub-base e visando dar maior segurança, haverá a necessidade de adoção de uma camada de sub-base com  $CBR \geq 30\%$ .

De acordo com o ábaco de dimensionamento, a espessura encontrada e adotada para o empreendimento foi de “17 cm”, com material de  $CBR \geq 30\%$ .

Para o valor de  $N$  Característico =  $10^5$ , portanto inferior a  $1,5 \times 10^6$ , não é necessária a camada de base. Desta forma, os materiais adotados no dimensionamento serão:

- Para a camada de rolamento com blocos pré-moldados (definida em função de tráfego, conforme Tabela 1), é definida uma espessura de 6,0 cm (Tabela 7), com resistência a compressão simples de 35 MPa.
- Para a camada de assentamento de areia compactada, é definida uma espessura de 5 cm;
- Para a camada de sub-Base tem se a definição de 17 cm de espessura mínima para composição das camadas do pavimento.

### 3.7.1 Via Local em Pavimento Intertravado

A seguir, apresentaremos um resumo do RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES e sua respectiva classificação de tráfego:

- VIA: Local Residencial;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve intertravado;
- PERÍODO DE PROJETO: 10 Anos;
- SUBLEITO:  $CBR_{proj} = 5\%$ ;
- $N = 10^5$  solicitações do eixo simples padrão;
- Espessura mínima de 17 cm na Sub-base.

Os blocos deverão ser produzidos por processos que assegurem a obtenção de peças de concreto, suficientemente homogêneas e compactas, de modo que atendam ao conjunto de exigências deste dimensionamento especificamente no tocante às normas EM-06, NBR-9780 e NBR-9781.

As peças não devem possuir trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento e sua resistência e devem ser manipuladas com as devidas precauções, para não terem suas qualidades prejudicadas.

### 3.7.2 Cálculo das Espessuras das Camadas do Pavimento

Os estudos geotécnicos indicaram um valor de  $CBR_{proj} = 5\%$ . Portanto, observando o ábaco da (Figura 3) haverá a necessidade de adoção de uma camada de sub-base de 17 cm com  $CBR \geq 30\%$ . Com isso, adotaram-se os seguintes valores, conforme a Tabela 8 abaixo.

- LOCAL: RESIDENCIAL RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve Intertravado;
- SUBLEITO:  $CBR_{proj} = 5\%$ ;
- ENERGIA: Proctor Intermediário;
- ESPESSURA TOTAL: 28,0 centímetros.

**Tabela 8: Resumo das Espessuras das Camadas do Pavimento.**

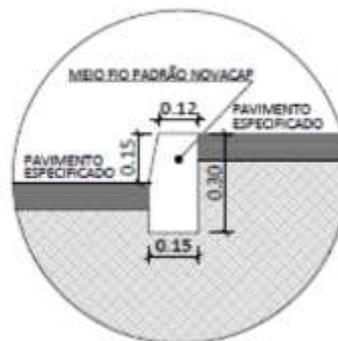
VIA LOCAL – TRÁFEGO LEVE – PAV. INTERTRAVADO	
Espessura (cm)	Camada
6,0	Revestimento em blocos intertravados de concreto Resistência à compressão simples $\geq 35\text{MPa}$
5,0	Camada de assentamento em areia compactada
17,0	Sub-Base: Cascalho, com CBR $\geq 30\%$ e expansão $\leq 1,0\%$ (Energia Intermediária de Compactação); GC $\geq 100\%$ .
20,0	Regularização e Compactação de Sub-leito com CBR $\geq 5\%$ a 100% Do Proctor Intermediário
VARIÁVEL	Nos Trechos onde houver Aterro, o mesmo deverá ser composto com CBR $\geq 5\%$ , GC $\geq 100\%$ do Proctor Intermediário, com camadas de 20cm compactadas.

Fonte: TT Engenharia.

### 3.8 MEIOS FIOS E CALÇADAS

Quanto aos meios fios, estes ainda não foram implantados. Quando da sua execução, eles devem ter 30 centímetros de altura, 15cm de espessura na base, 12cm de espessura, e 1m de comprimento de acordo com o Padrão NOVACAP, assim como o processo executivo e os resultados dos ensaios de resistência à tração na flexão devem ser superiores a 1800kgf.

Figura 4: Detalhe meio-fio padrão NOVACAP



Fonte: NOVACAP

Com relação aos passeios/calçadas o parcelamento urbano e suas vias ao ser implantado os serviços de drenagem e pavimentação, as calçadas serão executadas no padrão NOVACAP. Sendo a espessura mínima de 5,0 cm de revestimento e a camada subjacente ao revestimento deve ser compactada e apresentar Grau de Compactação conforme o que consta a NORMURB – 3 da NOVACAP.

#### 4. CONCLUSÃO

Para a realização deste projeto foi elaborado um estudo geotécnico consistente, para estudar tanto os materiais do subleito do pavimento quanto o próprio pavimento o que subsidiou os cálculos elaborados, dando condições para propor os dimensionamentos propostos neste projeto.

Todo o projeto elaborado foi baseado em normas e manuais de projetos vigentes da NOVACAP e dos principais órgãos governamentais existentes no país.

## 5. BIBLIOGRAFIA

NOVACAP (2019). Termo de Referência para Elaboração de Projeto Básico e Executivo de Pavimentação de Vias e Ciclovias. Brasília, DF.

AASHTO (1986). Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Appendix K: Typical Pavement Distress Type-Severity Descriptions. Washington, D.C.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6459 – Determinação do limite de liquidez dos solos – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7180 – Determinação do limite de Plasticidade de Solos – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7181 – Análise Granulométrica de Solo – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6484 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos – Método de Ensaio.

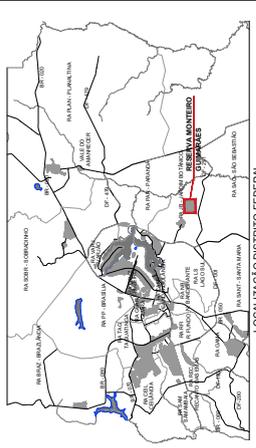
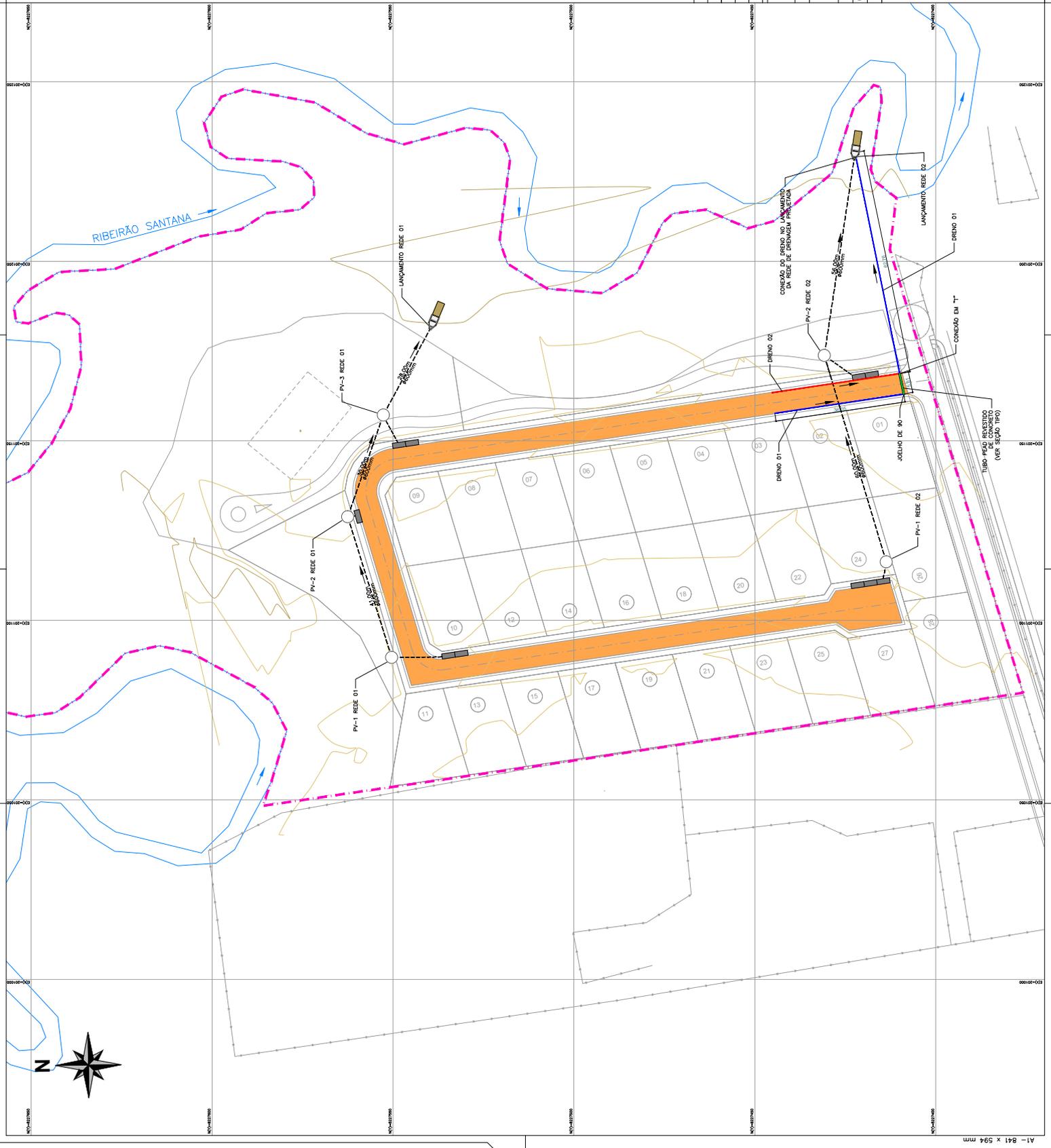
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7182/86: solo: ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6508/84: solo: determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 1984 d. 8 p.

IP-01 – Instrução Geotécnia (PMSP).

IP-02 – Classificação das Vias (PMSP).

IP-06 – Dimensionamento De Pavimentos co Blocos Intertravados de Concreto (PMSP).



Espessura (cm)	Comada
6,0	Revestimento em bloco intertravados de concreto resistência à compressão simples $\geq 35MPa$
5,0	Comada de assentamento em areia compactada
17,0	Sub-Base: Cascalho, com CBR $\geq 30\%$ e expandido $\leq 1,0\%$ (Energia Intermediária de Compactação); OC $\geq 100\%$
20,0	Regularização e Compactação de Sub-belo com CBR $\geq 5\%$ e (Energia Intermediária de Compactação) OC $\geq 100\%$
VARIÁVEL	Nota: Todos os materiais deverão ser submetidos a ensaios de campo, por exemplo com CBR $\geq 5\%$ ; OC $\geq 100\%$ do Proctor Intermediário, com comadas de 20cm compactadas.

- LEGENDA:
- POLIDOMIAL
  - URBANISMO
  - TRAFEGO LEVE (VA LOCAL)
  - REDE DE DRENAGEM PROJETADA
  - TUBO PIAO REVESTIDO DE CONCRETO
  - DRENO 01 - TUBO PIAO
  - DRENO 02 - TUBO PIAO

NOTAS:  
 - Curvas giradas de 1 em 1 metro.  
 - Projeção: Universal Transversa de Mercator (SIRGAS 2000 - ZONA 23S)

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	FEITO
01			
02			
03			

**CONSULTORIA ARQUITETURA**  
**TT ENGENHARIA**  
 PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO  
**INF-30/23**  
**JARDIM BOTÂNICO - RA JB**  
**RESERVA MONTEIRO GUIMARÃES**  
 PAVIMENTAÇÃO - CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS  
 PLANTA GERAL  
 ESCALA: 1/250  
 DATA: SETEMBRO/2023  
 PROJETO: *Flávia Thomaz de Faria*  
 REVISÃO: *Flávia Thomaz de Faria*  
 VPRD: *Flávia Thomaz de Faria*  
 APROVADO:

**TT ENGENHARIA**  
 ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL  
 MERIDIANO CENTRAL: 45° WGT  
 DECL. MAG. 2010  
 VARIACÃO ANUAL: -0°05,08"

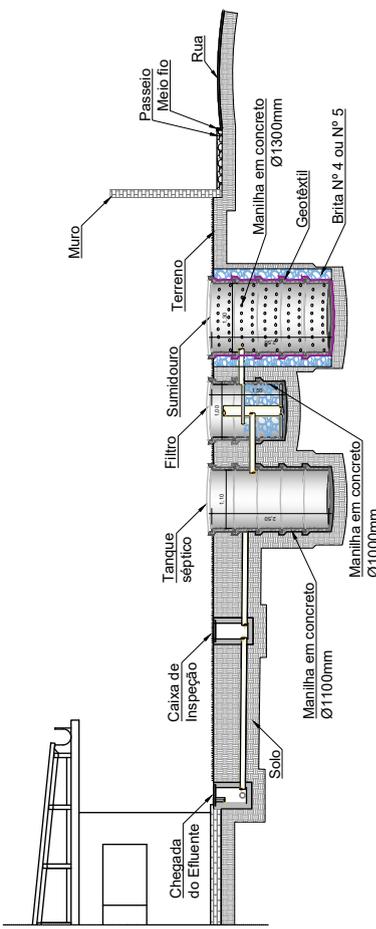
NM NO NG  
 -207°20'00"  
 0°46'03,30"

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

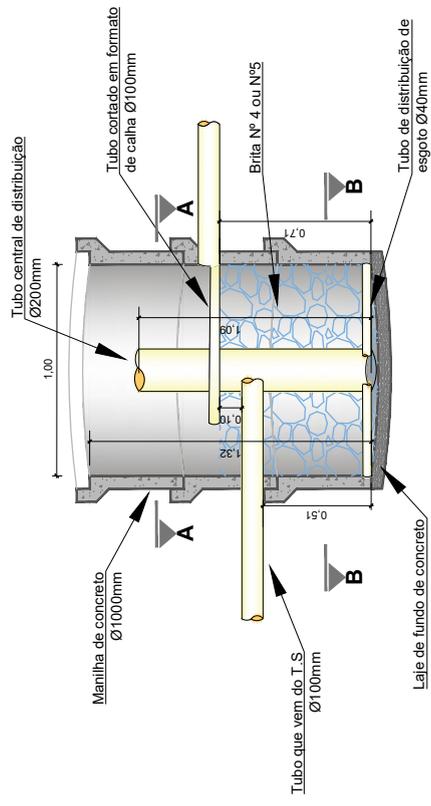
23a-1-3	23a-1-2	23a-1-1
23a-1-4	23a-1-5	23a-1-6
23a-1-7	23a-1-8	23a-1-9
23a-1-10	23a-1-11	23a-1-12

Kr = 1,0005509  
 JARDIM BOTÂNICO - RA JB

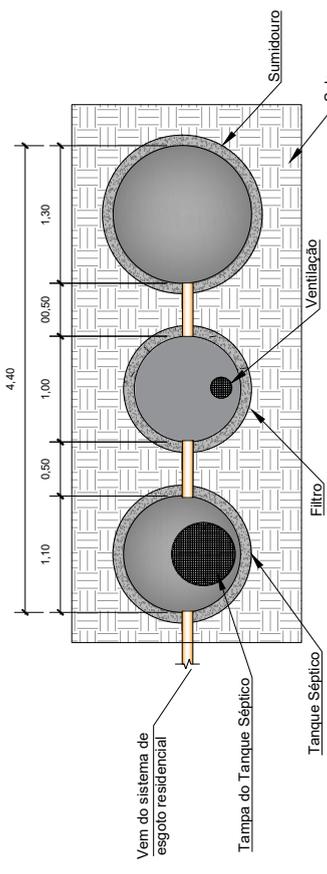




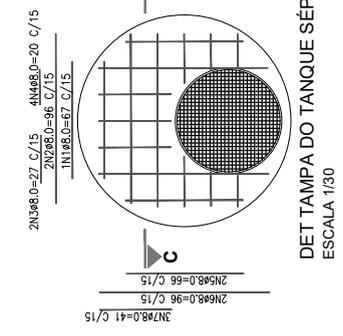
**ESQUEMA DA LIGAÇÃO ENTRE RESIDÊNCIA E CAIXA DE RECARGA**  
ESCALA 1/100



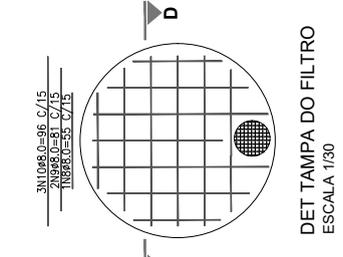
**DETALHE DO FILTRO**  
ESCALA 1/25



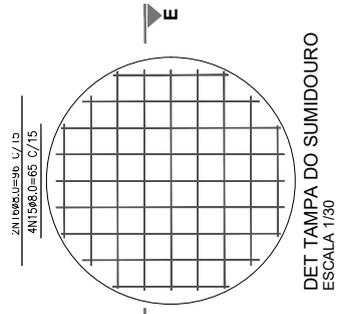
**PLANTA BAIXA DA FOSSA SÉPTICA**  
ESCALA 1/50



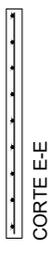
**DET TAMPA DO TANQUE SÉPTICO**  
ESCALA 1/30



**DET TAMPA DO FILTRO**  
ESCALA 1/30



**DET TAMPA DO SUMIDOURO**  
ESCALA 1/30

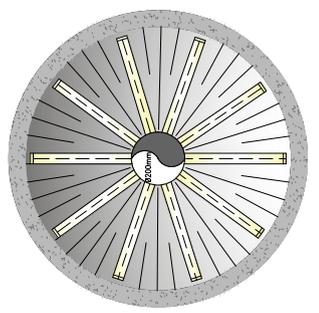


**NOTAS:**

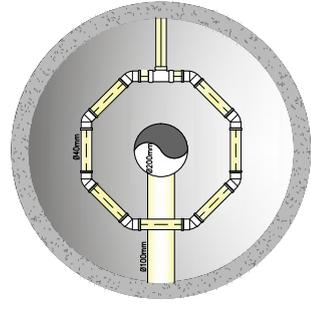
- 1 - Materias de granulometrias diferentes não devem ser utilizados no preenchimento do filtro.
- 2 - O cobrimento mínimo para as tampas de concreto deve ser de 45 mm, considerada classe IV de agressividade de acordo com a NBR 6118
- 3 - Devem ser seguidas todas as recomendações de execução e manutenção apresentadas no Capítulo 6 do memorial descritivo, cálculo e especificações do sistema.
- 4 - Todas as medidas estão em metros, exceto quando indicado.

**LEGENDA**

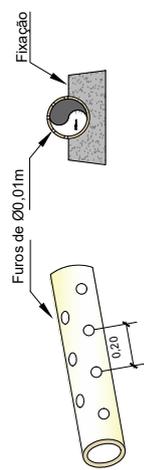
	Brita Nº 4 ou Nº 5		Manilha de concreto		Tampa de PV
	Tubulação de PVC		Concreto Corte		Solo



**CORTE B-B DO FILTRO**  
ESCALA 1/20



**CORTE A-A DO FILTRO**  
ESCALA 1/20



**DETALHE DO TUBO DE DISTRIBUIÇÃO DO FILTRO**  
ESCALA 1/50

		TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL R1: THALES THIAGO SOUSA SILVA CREA-DF: 227060	
<b>PROJETO DO SISTEMA INDIVIDUAL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b>			
PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DETALHES DE FOSSA SÉPTICA			
<b>SES 150/2020</b>			
FOLHA: 01/01	DATA: JULHO/2020	ESCALA: INDICADA	Ver INF-PP (INF-071/09)
PROJETO: <i>Thales Thiago</i> FELIPE NASCIMENTO	CÁLCULO: <i>Thales Thiago</i> FELIPE NASCIMENTO	REVISÃO: <i>Thales Thiago</i> THALES THIAGO	VISTO: <i>Thales Thiago</i> THALES THIAGO
		DIRETOR DO IPDF	PRESIDENTE DO IPDF

## 11.4 OUTORGA



## GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL

Coordenação de Outorga da Superintendência de Recursos Hídricos

## Registro de Uso SEI-GDF n.º 28 de 01 de março de 2018

O SUPERINTENDENTE DE RECURSOS HÍDRICOS DA AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL – ADASA, no uso de suas atribuições regimentais e com base na competência que lhe foi delegada pela Diretoria Colegiada, nos termos do Art. 31 da Resolução ADASA nº 16, de 17 de setembro de 2014, c/c Portaria nº 60, de 15 de junho de 2012, com base no art. 12 da Lei nº 2.725, de 13 de junho de 2001, e inciso VII do art. 23 da Lei nº 4.285, de 26 de dezembro de 2008, tendo em vista o que consta do Processo nº 00197-00000068/2018-67 resolve:

Art. 1º Registrar no cadastro da ADASA, o uso de água subterrânea, considerado insignificante, em nome de MARCOS ANTONIO MONTEIRO GUIMARÃES, CPF/CNPJ: 159.618.001-30. Por meio de 02 (dois) poço(s) MANUAIS com as finalidades de ABASTECIMENTO HUMANO e CRIAÇÃO DE ANIMAIS, localizado no(a) RODOVIA DF 140 KM 12 BARREIROS -1 CHACARA JEQUITIBA, SÃO SEBASTIÃO, BRASÍLIA/DF, com as seguintes características:

Tabela 01: Demanda mensal

Coordenadas SIRGAS2000: DECIMAL do ponto de captação: -16.014103 N e -47.793250 E												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q Max hora (L/h)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
B Max (h/dia)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Q Max Dia (L/dia)	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575
Período(dias/mês)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Q: vazão outorgada; B: tempo de bombeamento.

Tabela 02: Demanda mensal

Coordenadas SIRGAS2000: DECIMAL do ponto de captação: -16014025 N e -47.792686 E												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q Max hora (L/h)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
B Max (h/dia)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Q Max Dia (L/dia)	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575
Período(dias/mês)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Q: vazão outorgada; B: tempo de bombeamento.

Art. 2º Constituem obrigações do registrado:

I - observar o tempo de horas diárias de funcionamento da bomba, estabelecido no Art. 1º deste Despacho;

II – proteger a porção do poço manual, onde ocorrer material inconsolidado ou com possibilidade de desmoronamento, o espaço deverá ser manilhado, evitando possíveis contaminações dos aquíferos por meio de percolação de águas superficiais indesejáveis;

III - construir uma laje de concreto envolvendo a boca do poço ou manilhar, com declividade do centro para a borda, espessura mínima de 10 (dez) centímetros e área não inferior a 01 (um) m<sup>2</sup> para poço tubular;

IV - manter a parte externa do poço manual 50 (cinquenta) centímetros acima do nível do solo com cobertura removível.

V - manter área de proteção com raio de no mínimo 05 (cinco) metros a partir dos limites do poço, que deverá ser cercado e mantido limpo. Em situações especiais, desde que aprovado pela ADASA, o raio poderá ser diminuído, nunca inferior a 1(um) metro;

VI - manter as águas de enxurrada fora da área de proteção;

VII – desativar e tamponar as fossas posicionadas no raio de 30 (trinta) metros do poço, a fim de evitar a contaminação do aquífero;

VIII - instalar hidrômetro na saída do poço tubular, e ou manual, em um prazo máximo de 90 (noventa) dias, a partir da perfuração do poço, no caso de outorga prévia, ou da assinatura do registro de uso;

IX – efetuar a leitura mensal do hidrômetro e encaminhar trimestralmente planilha com a vazão mensal extraída à ADASA;

X - efetuar o pagamento, nas épocas próprias definidas pela ADASA, da Taxa de Fiscalização do Uso de Recursos Hídricos – TFU, conforme Lei Complementar N° 798, de 26 de dezembro de 2008, que altera a Lei Complementar N° 711, de 13 de setembro de 2005;

XI - efetuar a manutenção e a operação do poço com critérios de segurança e segundo as normas técnicas específicas, mantendo os bens e instalações vinculadas em perfeito estado de conservação e funcionamento;

XII – solicitar prévia anuência da ADASA antes de ceder água captada a terceiros, com ou sem ônus;

XIII - responsabilizar-se pelo controle e vigilância da qualidade da água e seu padrão de potabilidade, conforme estabelece a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 e obter junto à Diretoria de Vigilância Ambiental da Secretaria de Saúde do Distrito Federal as autorizações cabíveis;

XIV - corrigir os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, quando couber, por sua conta e risco, observando as normas e legislações específicas vigentes;

XV - construir e manter sistema de adução, reservação e distribuição, completamente independente do sistema de abastecimento da concessionária de água, caso o uso de água de poço ocorra em área atendida pela rede de abastecimento de água.

Art. 3º O usuário se sujeita à fiscalização da ADASA, por intermédio de seus agentes ou prepostos indicados, devendo franquear-lhes o acesso ao empreendimento e à documentação, como projetos, contratos, relatórios, registros e quaisquer outros documentos referentes ao cadastro.

Art. 4º Pelo descumprimento das disposições legais regulamentares decorrentes do uso da água subterrânea, e não atendimento das solicitações, recomendações e determinações da fiscalização, o usuário estará sujeito às penalidades previstas na legislação em vigor.

Art. 5º A transferência do registro, bem como qualquer alteração nos processos de operação e funcionamento do empreendimento deverá ser precedida de anuência documentada da ADASA.

Art. 6º Este Registro não dispensa, nem substitui, a obtenção, pelo usuário, de certidões, alvarás ou licenças de qualquer natureza, exigidos pela legislação federal ou distrital.

Parágrafo único. O usuário deverá respeitar a legislação ambiental e articular-se com o órgão competente, com vistas à obtenção de licenças ambientais, quando couber, cumprir as exigências nelas contidas e responder pelas consequências do descumprimento das leis, regulamentos e licenças.

Art. 7º Os efluentes, casos existentes, deverão ser dispostos na rede pública de esgoto. Para tanto, o usuário e terceiros autorizados, deverão obter junto à concessionária de saneamento básico, anuência quanto as suas características e vazões, nestes casos sujeitos a tarifação, de acordo com os valores estipulados pela concessionária.

Parágrafo único. No caso da inexistência da rede pública de esgoto, o usuário e terceiros autorizados realizarão, por sua conta e risco, o tratamento dos efluentes, com a aplicação da melhor técnica, nos termos da legislação vigente.

Art. 8º O usuário responderá civil, penal e administrativamente, por danos causados à vida, à saúde, ao meio ambiente, bem como a terceiros, e pelo uso inadequado que vier a fazer do presente ato.

Art. 9º Este Registro entra em vigor na data de sua assinatura.

**RAFAEL MACHADO MELLO**

**Superintendente de Recursos Hídricos**



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL MACHADO MELLO - Matr.0127459-7, Superintendente de Recursos Hídricos da ADASA**, em 09/03/2018, às 17:40, conforme art. 6º, do Decreto nº 36.756, de 16 de Setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site:  
[http://sei.df.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.df.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)  
verificador= **5679767** código CRC= **5E99DC4A**.

"Brasília - Patrimônio Cultural da Humanidade"

Setor Ferroviário - Parque Ferroviário de Brasília - Estação Rodoferroviária - Sobreloja - Ala Norte - Bairro SAIN - CEP 70631-900 - DF  
3961-4984

00197-00000068/2018-67

Doc. SEI/GDF 5679767