

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
0720210085541

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico

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: **IS SAUDE E EMPREENDIMENTOS LTDA**

CPF/CNPJ:
39.383.246/0001-25

Quadra 6 Área Especial 04 Número: S/N

Bairro: Sobradinho

CEP: 73026-633

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento: SALA 302

E-Mail: thalesthiaogoengenharia@gmail.com

Fone: (61)999641406

Contrato:

Celebrado em: 01/06/2021

Valor Obra/Serviço R\$:
5.000,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Data de Início: 01/06/2021

Previsão término: 01/06/2022

Coordenadas Geográficas:

-15.965609565410402,-47.80829193994077

Finalidade: **Outro**

Código/Obra pública:

Proprietário: **IS SAUDE E EMPREENDIMENTOS LTDA**

CPF/CNPJ: **39.383.246/0001-25**

E-Mail: thalesthiaogoengenharia@gmail.com

Fone: (61) 998391609

1º Endereço

Conjunto Comercial Alpha Center

Número: S/N

Bairro: Setor Habitacional Tororó (Jardim Botânico)

CEP: 71684-250

Complemento:

Cidade: Brasília - DF

4. Atividade Técnica

Coordenação

Quantidade Unidade

Projeto de sistemas de drenagem para obras civis

2,0188 hectare

Estudo de diagnóstico e caracterização ambiental

2,0188 hectare

Estudo de controle ambiental

2,0188 hectare

Projeto de instalações elétricas em baixa tensão

2,0188 hectare

Projeto de implantação de elemento urbanístico

2,0188 hectare

Projeto de volume/área de aterros - terraplenagem

2,0188 hectare

Projeto de sondagem geotécnica

2,0188 hectare

Projeto de levantamento topográfico

2,0188 hectare

Projeto de pavimentação

2,0188 hectare

Projeto de sistema de abastecimento de água

2,0188 hectare

Projeto de sistema de esgoto/resíduos líquidos

2,0188 hectare

Estudo de Relatório de Impacto de Vizinhança Ambiental - RIVA

2,0188 hectare

Elaboração

Quantidade Unidade

Projeto de sistema de abastecimento de água

2,0188 hectare

Projeto de sistema de esgoto/resíduos líquidos

2,0188 hectare

Projeto de levantamento topográfico

2,0188 hectare

Projeto de pavimentação

2,0188 hectare

Projeto de implantação de elemento urbanístico

2,0188 hectare

Projeto de sistemas de drenagem para obras civis

2,0188 hectare

Projeto de volume/área de aterros - terraplenagem

2,0188 hectare

Estudo de diagnóstico e caracterização ambiental

2,0188 hectare

Estudo de controle ambiental

2,0188 hectare

Projeto de sondagem geotécnica

2,0188 hectare

Projeto de instalações elétricas em baixa tensão

2,0188 hectare

Estudo de Relatório de Impacto de Vizinhança Ambiental - RIVA

2,0188 hectare

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

5. Observações

Coordenação e Elaboração dos projetos de infraestrutura, saneamento, urbanismo, instalações elétricas e estudos

ambientais para o parcelamento de solo do imóvel denominado Residencial Primavera (matrícula nº 78.268 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.

Thales Thiago

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

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local _____, _____ de _____ de _____
Data

Thales Thiago

THALES THIAGO SOUSA SILVA - CPF: 040.154.311-03

IS SAUDE E EMPREENDIMENTOS LTDA - CPF/CNPJ:
39.383.246/0001-25

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

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do 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\$ 88,78

Registrada em: 16/11/2021

Valor Pago: R\$ 88,78

Nosso Número/Baixa: 0121075790



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

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720210089326

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico

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**

CPF/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: 29/09/2021

Valor Obra/Serviço R\$: 2.552,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Data de Início: 30/09/2021

Previsão término: 26/11/2021

Coordenadas Geográficas:

-15,955580,-47,808025

Finalidade: **Infra-estrutura**

Código/Obra pública:

Proprietário: **NILSE FREITAS VON BORRIES**

CPF/CNPJ: **150.699.661-20**

E-Mail: thalesthiagoengenharia@gmail.com

Fone: (61) 998391609

1º Endereço

Conjunto Comercial Alpha Center (Rodovia DF-140 Km 4,5)

Número: S/N

Bairro: Setor Habitacional Tororó (Santa Maria)

CEP: 72595-450

Complemento:

Cidade: Brasília - DF

4. Atividade Técnica

Execução

Desenvolvimento de sondagem geotécnica a percussão

Quantidade **Unidade**

1,0000 unidade

Desenvolvimento de sondagem geotécnica a trado

2,0000 unidade

Desenvolvimento de estudos geotécnicos

3,0000 unidade

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

5. Observações

Execução de 2 ensaios de Sondagem a Trado até 5 m ou impenetrável; 1 ensaio de Sondagem SPT; 2 ensaios de Caracterização, Compactação e CBR; e 1 ensaio de infiltração. (Sondagens e ensaios do imóvel matrícula nº 78.268 do 2º CRI/DF destinado ao projeto do parcelamento de solo Residencial Primavera.

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

Local Brasília, 01 de dezembro de 21
Data

CARLOS ROBERTO SILVA PEREIRA - CPF: 054.122.903-61

TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental -
CPF/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

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do 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\$ 88,78 Registrada em: 26/11/2021 Valor Pago: R\$ 88,78 Nosso Número/Baixa: 0121078617



1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: LAIS BARBOSA DO NASCIMENTO
Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista

CPF: 055.XXX.XXX-93
Nº do Registro: 00A1871846

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI14263053I00CT001
Data de Cadastro: 06/05/2024
Data de Registro: 06/05/2024

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

2.1 Valor do RRT

Valor do RRT: R\$119,61 Boleto nº 20252611 Pago em: 06/05/2024

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

3.1 Serviço 001

Contratante: TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL
Tipo: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Valor do Serviço/Honorários: R\$0,00

CPF/CNPJ: 35.XXX.XXX/0001-63
Data de Início: 31/01/2024
Data de Previsão de Término: 31/01/2025

3.1.1 Endereço da Obra/Serviço

País: Brasil
Tipo Logradouro: CONDOMÍNIO
Logradouro: DF 140 KM 11
Bairro: JARDIM BOTÂNICO

CEP: 71681990
Nº: SN
Complemento:
Cidade/UF: BRASÍLIA/DF

3.1.2 Atividade(s) Técnica(s)

Grupo: PROJETO
Atividade: 1.8.3 - Projeto urbanístico

Quantidade: 1,93
Unidade: hectare

3.1.3 Tipologia

Tipologia: Habitacional Multifamiliar ou Conjunto Habitacional

3.1.4 Descrição da Obra/Serviço

Projeto de parcelamento do solo destinado ao **Residencial Primavera** - Região Administrativa do Jardim Botânico - RA XXVII, área de 1,938494ha, do imóvel matrícula nº 78.268 do 2º CRI/DF.

3.1.5 Declaração de Acessibilidade

Declaro o 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 13146, de 06 de julho de 2015.



4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI14263053I00CT001	TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL	INICIAL	06/05/2024

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 LAIS BARBOSA DO NASCIMENTO, registro CAU nº 00A1871846, na data e hora: 06/05/2024 09:37:32, 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:	Condomínio Primavera - Setor Habitacional Tororó			Ponto:	1
Data:	02/11/2021	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 ²
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	96	92	94	93	57
Solo + Água + Molde (g)	8365	8455	8580	8740	8745
Peso Molde (g)	4885	4875	4855	4860	4810
Peso Solo + Água (g)	3480	3580	3725	3880	3935
Volume Molde (cm ³)	2024	1997	1997	1979	1988
Dens. Solo Úmido (kg/m ³)	1719	1793	1865	1961	1979
Dens. Solo Seco (kg/m ³)	1642	1693	1737	1783	1767

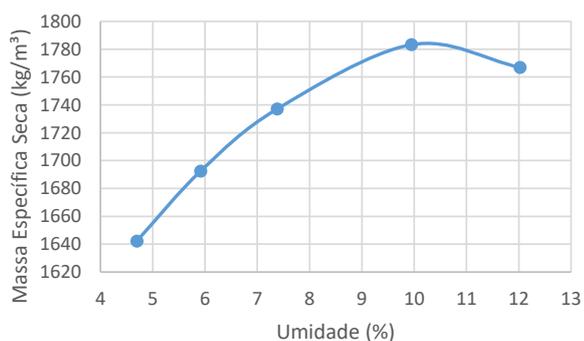
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	26	76	69	92	14	22	87	99	56	63
P. Solo Úm. + C. (g)	89,15	81,72	89,37	90,12	82,69	87,24	91,05	87,03	97,36	89,67
P. Solo S. + Cap. (g)	86,29	78,13	85,06	85,78	77,89	82,14	84,00	80,44	88,39	81,31
Peso Água (g)	2,86	3,59	4,31	4,34	4,80	5,10	7,05	6,59	8,97	8,36
Peso Cápsula (g)	13,07	12,67	12,22	12,45	13,28	12,58	13,36	13,96	13,66	11,89
P. Solo Seco (g)	73,22	65,46	72,84	73,33	64,61	69,56	70,64	66,48	74,73	69,42
Umidade (%)	3,91	5,48	5,92	5,92	7,43	7,33	9,98	9,91	12,00	12,04
Umid. Média (%)	4,70		5,92		7,38		9,95		12,02	

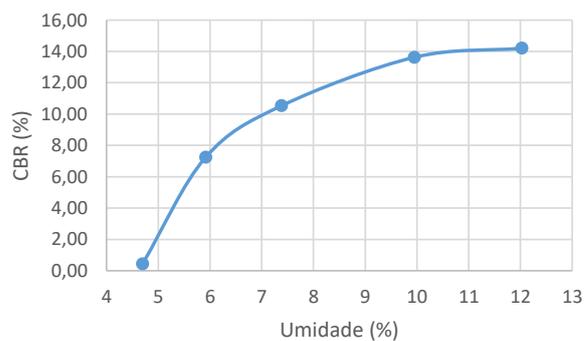
RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	10,1
Densidade Máxima (kg/m ³)	1785
Expansão Média (%)	0,04
ISC/CBR Final (%)	13,8

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	1	0,01	
1,25	2	0,02	
2,5	3	0,03	0,43
5	4	0,04	0,39
7,5	5	0,05	
10	6	0,06	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	15	0,15	
1,25	28	0,28	
2,5	50	0,5	7,25
5	75	0,75	7,25
7,5	97	0,97	
10	112	1,12	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	13	0,13	
1,25	27	0,27	
2,5	61	0,61	8,84
5	109	1,09	10,53
7,5	148	1,48	
10	175	1,75	

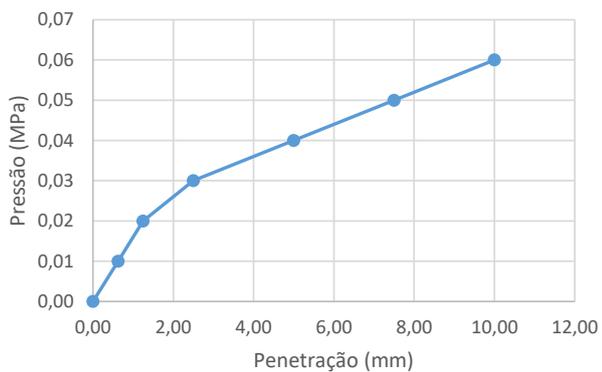
Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	17	0,17	
1,25	37	0,37	
2,5	76	0,76	11,01
5	141	1,41	13,62
7,5	194	1,94	
10	231	2,31	

Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	11	0,11	
1,25	27	0,27	
2,5	67	0,67	9,71
5	147	1,47	14,20
7,5	211	2,11	
10	256	2,56	

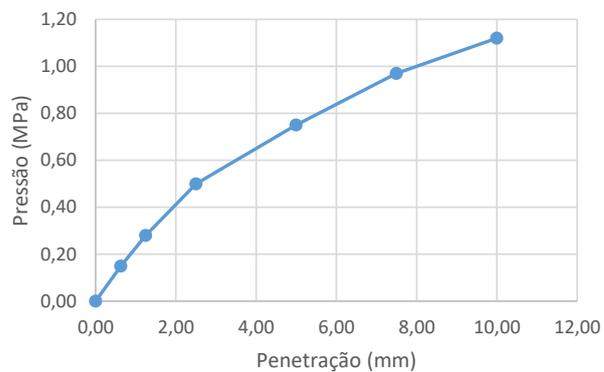
Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m ³
96	4,70	0,43	4,70	1642
92	5,92	7,25	5,92	1693
94	7,38	10,53	7,38	1737
93	9,95	13,62	9,95	1783
57	12,02	14,20	12,02	1767

ENSAIO DE EXPANSÃO					
Nº Molde	96	92	94	93	57
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,10	3,05	3,03	3,02	3,01
L.Final - L.Inicial	0,10	0,05	0,03	0,02	0,01
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	12,90
(LF-LI) / Altura (%)	0,09	0,04	0,03	0,02	0,01
Média (%)	0,04				

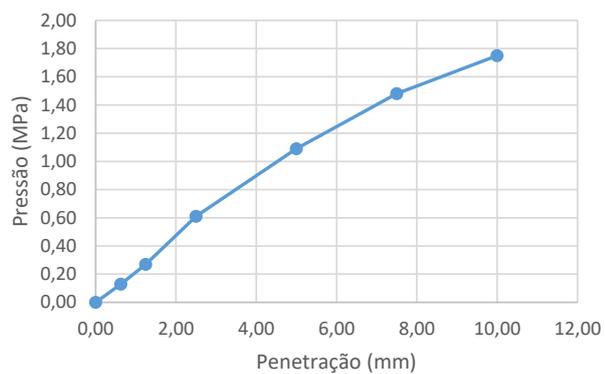
Pressão x Penetração 1



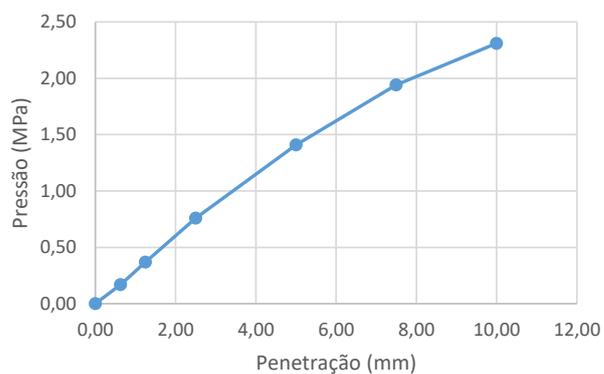
Pressão x Penetração 2



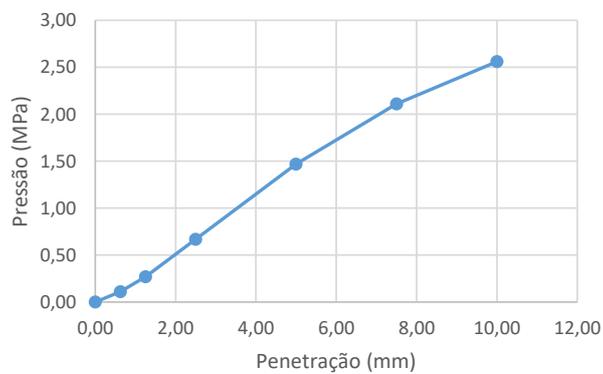
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

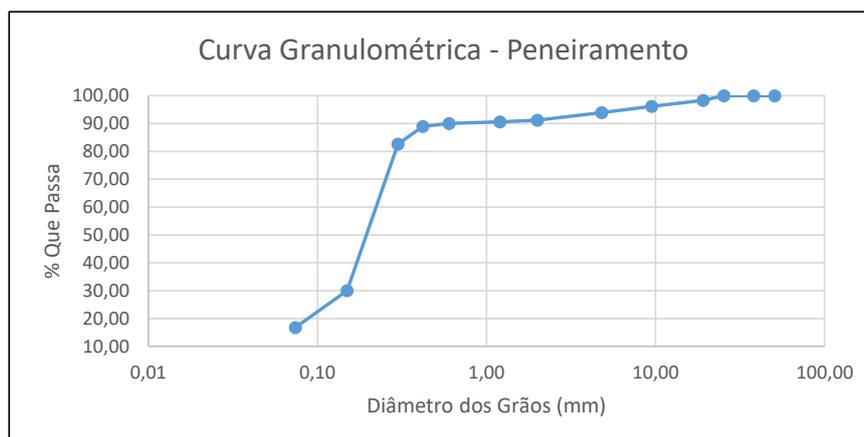


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	Condomínio Primavera - Setor Habitacional Tororó	Ponto:	1
Data:	07/11/2021	Trecho:	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	161
Cápsula + Solo Úmido (g)	106,24
Cápsula + Solo Seco (g)	103,62
Peso da Cápsula (g)	13,84
Peso da Água (g)	2,62
Peso do Solo Seco (g)	89,78
Umidade Higroscópica (%)	2,92
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,97
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	700,00
Pedregulho (g)	59,94
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	640,06
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	621,91
Peso da Água (g)	18,15
Amostra Total Seca (g)	681,85
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	8,79
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	2,26
Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%)	72,21
Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%)	16,74
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"	11,83	19,10	1,73	1,73	98,27
3/8"	14,22	9,50	2,09	3,82	96,18
Nº 4	15,43	4,80	2,26	6,08	93,92
Nº10	18,46	2,00	2,71	8,79	91,21
Nº16	4,37	1,20	0,64	9,43	90,57
Nº30	3,53	0,60	0,52	9,95	90,05
Nº40	7,54	0,42	1,11	11,06	88,94
Nº50	43,48	0,30	6,38	17,43	82,57
Nº100	358,63	0,15	52,60	70,03	29,97
Nº200	90,25	0,07	13,24	83,26	16,74



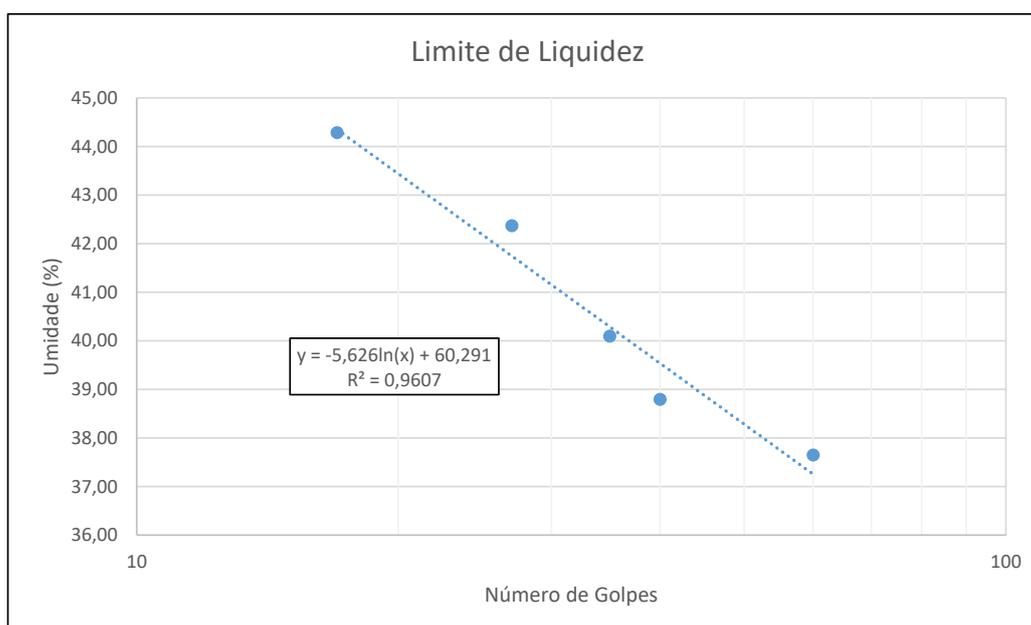
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	Condomínio Primavera - Setor Habitacional Tororó			Ponto:	1
Data:	03/11/2021	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 (%)
44	27,23	23,07	12,02	4,16	11,05	60	37,65
8	27,38	23,02	11,78	4,36	11,24	40	38,79
30	27,18	22,04	9,22	5,14	12,82	35	40,09
32	26,76	21,93	10,53	4,83	11,40	27	42,37
23	29,09	23,94	12,31	5,15	11,63	17	44,28

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
64	8,28	7,62	5,51	0,66	2,11	31,28	31,8
82	8,12	7,46	5,39	0,66	2,07	31,88	
74	9,55	8,92	6,90	0,63	2,02	31,19	
127	9,01	8,34	6,28	0,67	2,06	32,52	
108	9,06	8,42	6,44	0,64	1,98	32,32	

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	42,2
Limite de Plasticidade (%)	31,8
Índice de Plasticidade (%)	10,3



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	Condomínio Primavera - Setor Habitacional Tororó			Ponto:	2
Data:	02/11/2021	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 ²
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	42	16	51	34	55
Solo + Água + Molde (g)	8180	8250	8265	8475	8285
Peso Molde (g)	4750	4655	4555	4700	4375
Peso Solo + Água (g)	3430	3595	3710	3775	3910
Volume Molde (cm ³)	2015	2015	2015	1979	2050
Dens. Solo Úmido (kg/m ³)	1702	1784	1841	1908	1907
Dens. Solo Seco (kg/m ³)	1616	1661	1691	1718	1688

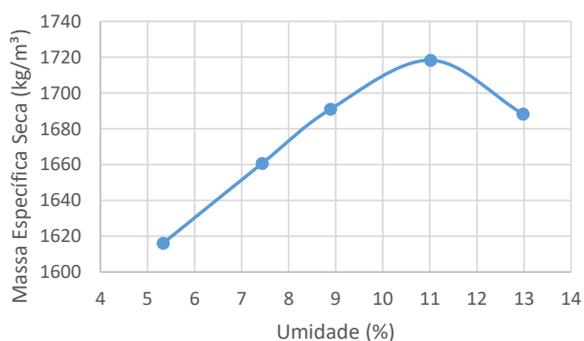
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	89	41	60	21	44	50	123	120	149	125
P. Solo Úm. + C. (g)	86,92	87,35	86,08	93,04	88,66	96,58	106,21	102,33	110,45	101,56
P. Solo S. + Cap. (g)	83,16	83,52	81,04	87,53	82,43	89,76	96,98	93,84	99,18	91,18
Peso Água (g)	3,76	3,83	5,04	5,51	6,23	6,82	9,23	8,49	11,27	10,38
Peso Cápsula (g)	13,21	11,07	13,30	13,36	12,79	12,50	14,79	15,23	11,23	12,23
P. Solo Seco (g)	69,95	72,45	67,74	74,17	69,64	77,26	82,19	78,61	87,95	78,95
Umidade (%)	5,38	5,29	7,44	7,43	8,95	8,83	11,23	10,80	12,81	13,15
Umid. Média (%)	5,33		7,43		8,89		11,02		12,98	

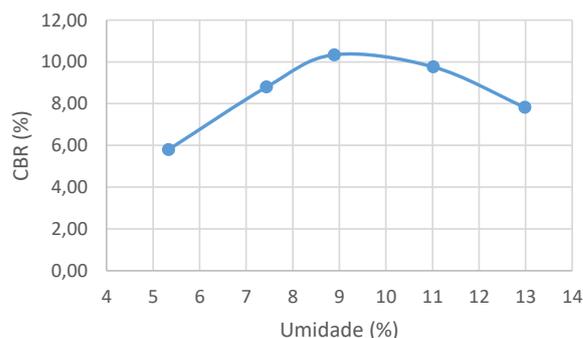
RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	11,0
Densidade Máxima (kg/m ³)	1720
Expansão Média (%)	0,05
ISC/CBR Final (%)	9,8

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	11	0,11	
1,25	22	0,22	
2,5	38	0,38	5,51
5	60	0,6	5,80
7,5	76	0,76	
10	87	0,87	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	15	0,15	
1,25	31	0,31	
2,5	56	0,56	8,12
5	91	0,91	8,79
7,5	121	1,21	
10	142	1,42	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	13	0,13	
1,25	31	0,31	
2,5	61	0,61	8,84
5	107	1,07	10,34
7,5	149	1,49	
10	178	1,78	

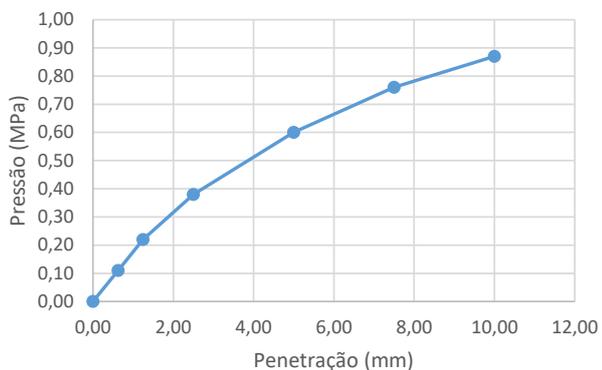
Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	13	0,13	
1,25	26	0,26	
2,5	53	0,53	7,68
5	101	1,01	9,76
7,5	140	1,4	
10	167	1,67	

Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	9	0,09	
1,25	20	0,2	
2,5	43	0,43	6,23
5	81	0,81	7,83
7,5	112	1,12	
10	134	1,34	

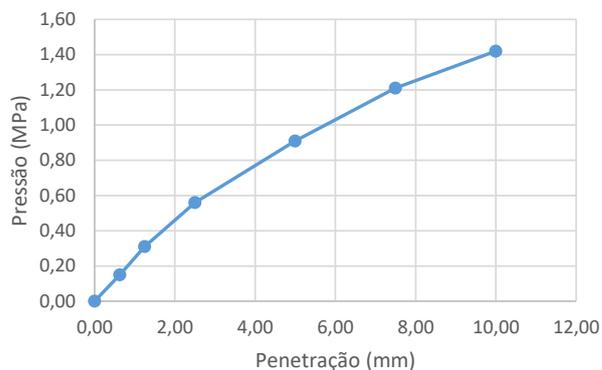
Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m ³
42	5,33	5,80	5,33	1616
16	7,43	8,79	7,43	1661
51	8,89	10,34	8,89	1691
34	11,02	9,76	11,02	1718
55	12,98	7,83	12,98	1688

ENSAIO DE EXPANSÃO					
Nº Molde	42	16	51	34	55
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,13	3,07	3,04	3,02	3,01
L.Final - L.Inicial	0,13	0,07	0,04	0,02	0,01
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	12,90
(LF-LI) / Altura (%)	0,11	0,06	0,04	0,02	0,01
Média (%)	0,05				

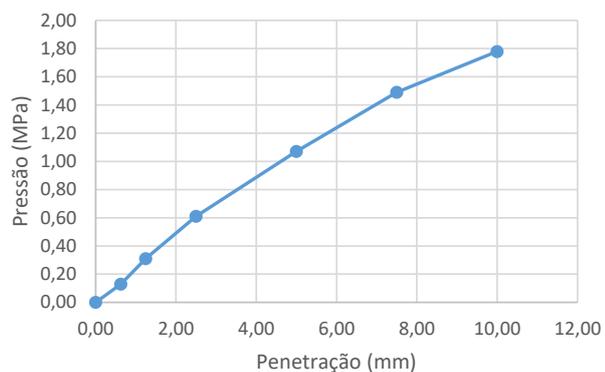
Pressão x Penetração 1



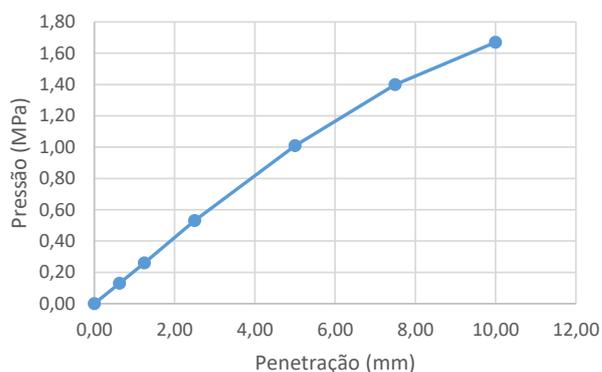
Pressão x Penetração 2



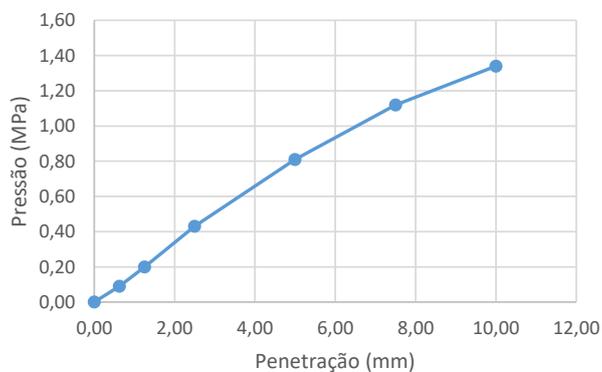
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

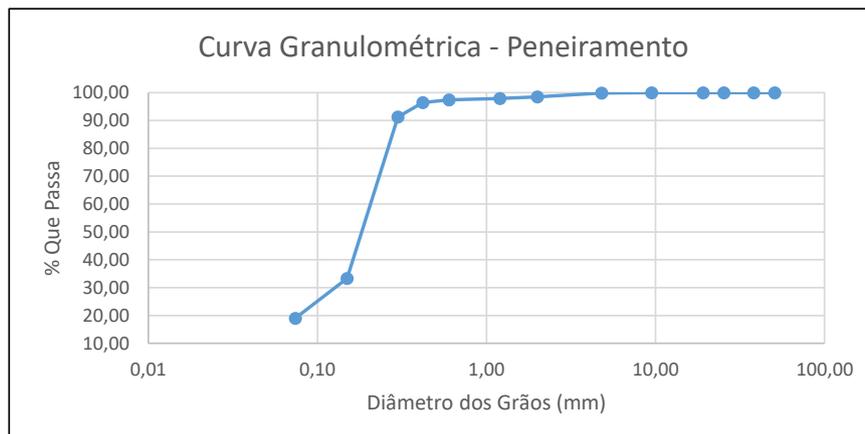


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	Condomínio Primavera - Setor Habitacional Tororó	Ponto:	2
Data:	07/11/2021	Trecho:	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	110
Cápsula + Solo Úmido (g)	104,6
Cápsula + Solo Seco (g)	102,89
Peso da Cápsula (g)	16,26
Peso da Água (g)	1,71
Peso do Solo Seco (g)	86,63
Umidade Higroscópica (%)	1,97
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,98
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	700,00
Pedregulho (g)	10,49
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	689,51
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	676,16
Peso da Água (g)	13,35
Amostra Total Seca (g)	686,65
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	1,53
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	2,00
Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%)	77,48
Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%)	19,00
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	1,29	4,80	0,19	0,19	99,81
Nº10	9,20	2,00	1,34	1,53	98,47
Nº16	3,88	1,20	0,57	2,09	97,91
Nº30	3,10	0,60	0,45	2,54	97,46
Nº40	6,73	0,42	0,98	3,52	96,48
Nº50	35,51	0,30	5,17	8,70	91,30
Nº100	398,16	0,15	57,99	66,68	33,32
Nº200	98,34	0,07	14,32	81,00	19,00



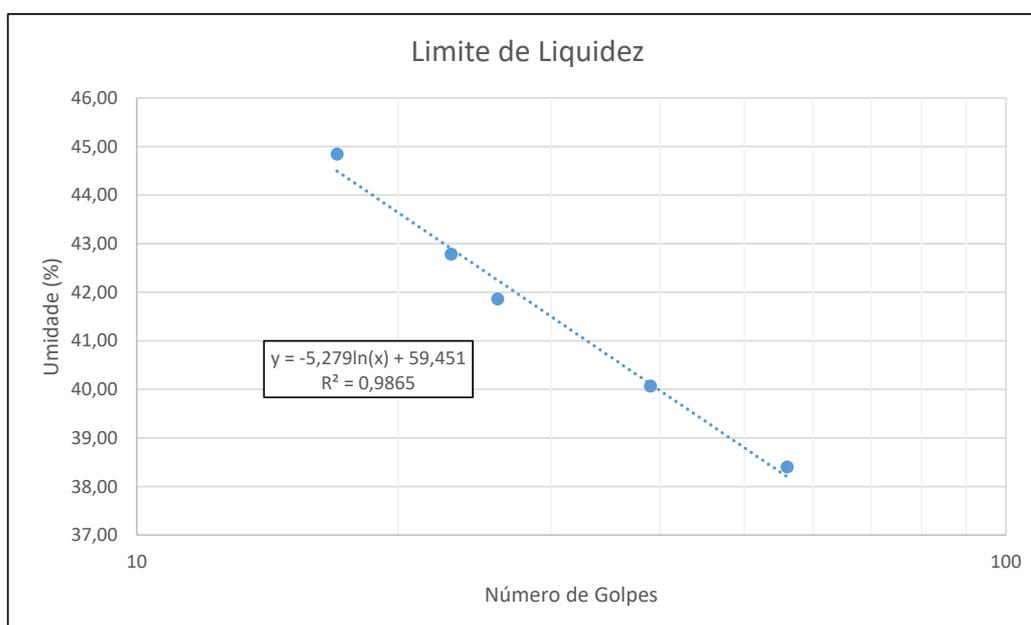
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	Condomínio Primavera - Setor Habitacional Tororó			Ponto:	2
Data:	03/11/2021	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 (%)
17	26,89	22,62	11,50	4,27	11,12	56	38,40
34	29,51	24,71	12,73	4,80	11,98	39	40,07
29	26,86	22,31	11,44	4,55	10,87	26	41,86
15	26,93	21,89	10,11	5,04	11,78	23	42,78
18	28,99	23,51	11,29	5,48	12,22	17	44,84

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
122	8,95	8,23	5,99	0,72	2,24	32,14	33,2
106	8,94	8,17	5,85	0,77	2,32	33,19	
56	8,02	7,30	5,11	0,72	2,19	32,88	
73	8,65	7,91	5,76	0,74	2,15	34,42	
79	8,97	8,20	5,88	0,77	2,32	33,19	

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	42,5
Limite de Plasticidade (%)	33,2
Índice de Plasticidade (%)	9,3



ENSAIO DE PERCOLAÇÃO - NBR 13969

Cliente:	Condomínio Primavera
Local:	Condomínio Primavera - Setor Habitacional Tororó
Data:	25/10/2021
Ponto:	INF 01

PROF.: 0,50 m			
TEMPO (min)	ΔTEMPO (min)	REBAIXAMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)	TAXA DE PERCOLAÇÃO (min/m)
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
30	30	9,8	-
60	30	9,3	-
90	30	9,2	326,1

PROF.: 1,00 m			
TEMPO (min)	ΔTEMPO (min)	REBAIXAMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)	TAXA DE PERCOLAÇÃO (min/m)
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
30	30	8,5	-
60	30	8,0	-
90	30	8,1	370,4

PROF.: 1,50 m			
TEMPO (min)	ΔTEMPO (min)	REBAIXAMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)	TAXA DE PERCOLAÇÃO (min/m)
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
30	30	8,9	-
60	30	8,8	-
90	30	8,9	337,1

VALOR MÉDIO DA TAXA DE PERCOLAÇÃO DA ÁREA - MÉDIA POND. DAS PROFUNDIDADES (min/m): **337,1**

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 (m³/m²×dia)**;
- O valor de **X** refere-se ao **Valor Médio da Taxa de Percolação da Área**.

Deste modo, temos que:

TAXA MÁXIMA DE APLICAÇÃO DIÁRIA (m³/m²×dia), PARA K = 337,1 min/m: **0,069**

11.3 PROJETOS DE INFRAESTRUTURA



TT ENGENHARIA

PROJETO EXECUTIVO DE ÁGUAS PLUVIAIS

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
PRIMAVERA

PROJETO EXECUTIVO DE ÁGUAS PLUVIAIS

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PRIMAVERA

REGIÃO ADMINISTRATIVA JARDIM BOTÂNICO – RA-JB

Condomínio Residencial Primavera

Telefone: S/N

Setor Habitacional Tororó (Jardim Botânico)

Parcelamento de solo denominado Residencial Primavera

Responsável pelo Empreendimento

ASSOCIAÇÃO RESIDENCIAL PRIMAVERA

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

SHIS QI 09/11 BLOCO SL 207

Fone/Fax: (61) 3327-3199

Felipe.casteloforte@gmail.com

71625-172 – Brasília – DF

CNPJ 35.425.146/0001-63

Responsáveis Técnicos

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

Equipe Técnica

- Eng. **Yuri Stephano Pereira Silva** – CREA 28.483/D-DF – Eng^a Civil
- **João Vitor Rabelo Martins** – Estagiário de engenharia civil

PROJ.INF.DRN.RESIDENCIAL PRIMAVERA.001



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

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	---	----------------------------

REGIÃO ADMINISTRATIVA JARDIM BOTÂNICO

PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL


TT ENGENHARIA
TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

03						
02						
01						
00	Dezembro/2021	Emissão Inicial	Yuri	Thales		
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV	DATA	APROV
			TT ENG.		PRIMAVERA	
REVISÕES						

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	10
2.	INTRODUÇÃO	12
2.1.	CONCEITUAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PROPOSTO	13
3.	MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS DO DISTRITO	17
4.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	18
5.	CRITÉRIOS DE PROJETO.....	18
5.1.	MÉTODO DE CÁLCULO	18
5.2.	DEFINIÇÃO DOS COEFICIENTES “C” E “CN”	19
5.2.1.	<i>Coeficiente de deflúvio (C)</i>	19
5.2.2.	<i>Coeficiente curva número (CN)</i>	20
5.2.3.	<i>Cálculo dos coeficientes</i>	21
5.3.	INTENSIDADE DE CHUVA CRÍTICA	24
5.4.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	25
5.5.	ÁREAS CONTRIBUINTES	26
5.6.	CONDIÇÕES DE CÁLCULO HIDRÁULICO DA REDE.....	26
5.7.	DIÂMETRO MÍNIMO.....	27
5.8.	RECOBRIMENTO MÍNIMO DA TUBULAÇÃO	27
5.9.	DECLIVIDADE MÍNIMA.....	27
5.10.	VELOCIDADES LIMITES.....	27
6.	MÉTODOLOGIA DE CÁLCULO - INFILTRAÇÃO	28
6.1.	MÉTODO DA CURVA NÚMERO - SCS.....	30
6.2.	MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO DO SCS	31
6.3.	MODELAGEM CHUVA-VAZÃO POR EVENTO: O MODELO HEC-HMS.....	32
6.4.	OBTENÇÃO DO HIDROGRAMA DA ÁREA DE ESTUDO	32
6.5.	AMORTECIMENTO DE CHEIAS EM TRINCHEIRAS DO TIPO INFILTRAÇÃO (TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO)	34
6.6.	DETERMINAÇÃO DA SEÇÃO DAS TRINCHEIRAS.	36
6.6.1.	<i>Dimensionamento das trincheiras de infiltração</i>	37
6.6.2.	<i>Formulação matemática da curva (cota x volume) das trincheiras</i>	37
7.	COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	38
7.1.	BOCAS DE LOBO DO TIPO QUALIDADE	38
7.2.	REDES COLETORAS	39
7.3.	POÇOS DE VISITA	39
7.4.	TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO	40

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

8.	RESULTADOS.....	40
8.1.	REDES DE DRENAGEM.....	41
8.2.	TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO	44
8.2.1.	Sub Bacia 1.....	44
8.2.2.	Sub Bacia 2.....	48
9.	ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E DOS SERVIÇOS	53
9.1.	LOCAÇÃO.....	53
9.2.	ESCAVAÇÃO.....	54
9.3.	PROCESSO MECÂNICO.....	54
9.4.	CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAL	54
9.5.	TALUDE DE VALAS.....	55
9.6.	LARGURA DO FUNDO DE VALA	55
9.7.	ESCORAMENTO	56
9.8.	ESGOTAMENTO E BOMBEAMENTO.....	56
9.9.	PREPARO DO LEITO	57
9.10.	TUBULAÇÃO UTILIZADA	58
9.11.	POÇOS DE VISITA	58
9.12.	BOCAS DE LOBO.....	59
9.13.	ATERROS.....	59
9.14.	REATERRO	60
9.15.	LIMPEZA DO CANTEIRO	60
9.16.	REMOÇÃO DE MATERIAL EXCEDENTE	60
9.17.	SEGURANÇA DO TRABALHO	60
9.17.1.	Escavações e fundações.....	61
9.18.	DIÁRIO DE OBRA.....	62
9.19.	INTERFERÊNCIA COM REDES DE OUTRAS CONCESSIONÁRIAS	62
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
11.	ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	64
12.	ANEXO II – ESTUDOS GEOTÉCNICOS E ART CORRESPONDENTE	65
13.	ANEXO III – DESENHOS TÉCNICOS	66
14.	ANEXO IV – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO	67

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO	10
FIGURA 2 – MAPA DE HIDROGRAFIA	13
FIGURA 3 – MAPA PEDOLÓGICO.....	14
FIGURA 4 – MAPA DE ELEVAÇÕES.....	15
FIGURA 5 – MAPA DE DECLIVIDADE.....	15
FIGURA 6 - ELEVAÇÕES	16
FIGURA 7 – PROJETO DE DRENAGEM.....	17
FIGURA 8 – DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS	22
FIGURA 9 - CURVAS DE INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA – BRASÍLIA/DF... 25	
FIGURA 10 - PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA – BRASÍLIA/DF	25
FIGURA 11 – TUBOS PERFURADO (FOTO MERAMENTE ILUSTRATIVA).	29
FIGURA 12 – HIDROGRAMA TRIANGULAR	33
FIGURA 13 - BOCA DE LOBO DE QUALIDADE	39
FIGURA 14 - PLANILHA DE CÁLCULO DAS REDES 1 E 2	43
FIGURA 15 – DIAGRAMA UNIFILAR (HEC-HMS)	44
FIGURA 16 - CHUVAS, EVENTO DE TR = 10 ANOS	46
FIGURA 17 – HIDROGRAMA DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO 01	46
FIGURA 18 - CURVA COTA X ÁREA.....	46
FIGURA 19 - HIDROGRAMAS AFLUENTE E DEFLUENTE - EVENTO DE TR = 10 ANOS	47
FIGURA 20 - VOLUME ARMAZENADO E COTAS DE NA, EVENTO DE T = 10 ANOS ..	47
FIGURA 21 - ESAZIAMENTO COMPLETO.....	48
FIGURA 22 - CHUVAS, EVENTO DE TR = 10 ANOS	50
FIGURA 23 – HIDROGRAMA DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO 02	50
FIGURA 24 - CURVA COTA X ÁREA.....	51
FIGURA 25 - HIDROGRAMAS AFLUENTE E DEFLUENTE - EVENTO DE TR = 10 ANOS	51
FIGURA 26 - VOLUME ARMAZENADO E COTAS DE NA, EVENTO DE T = 10 ANOS ..	52
FIGURA 27 - ESAZIAMENTO COMPLETO.....	53

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

QUADROS

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS E TEXTURAS DOS SOLOS DOS GRUPOS HIDROLÓGICOS PARA DETERMINAÇÃO DO CN.....	20
QUADRO 2 – VALORES DO PARÂMETRO CN PARA DIFERENTES CONDIÇÕES DE COBERTURA VEGETAL, USO DO SOLO E TIPOS DE SOLOS EM BACIAS URBANAS.....	21
QUADRO 3 - RESUMO DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	22
QUADRO 4 – CÁLCULO DOS COEFICIENTES: SUB-BACIA 01	23
QUADRO 5 – CÁLCULO DOS COEFICIENTES: SUB-BACIA 02	23
QUADRO 6 - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA – I (MM/H) E ALTURA DE PRECIPITAÇÃO – P (MM).....	24
QUADRO 7 - POROSIDADE EFETIVA DE MATERIAIS DE ENCHIMENTO	30
QUADRO 8 – HIDROGRAMA ADIMENSIONAL FORNECIDO PELA SCS.	34
QUADRO 9 – PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO	44
QUADRO 10 – BASE DE DADOS DE ENTRADA NO HEC-HMS.....	45
QUADRO 11 – PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO	48
QUADRO 12 – BASE DE DADOS DE ENTRADA NO HEC-HMS.....	49
QUADRO 13 - ACRÉSCIMOS NAS ESCAVAÇÕES	54
QUADRO 14 - LARGURA DE FUNDO DE VALAS PARA TUBOS OU GALERIAS.....	55
QUADRO 15 - ESPESSURA DA BASE DO LEITO PARA TUBOS OU SEÇÕES DA GALERIA MOLHADA	57

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

LISTA DE ABREVIÇÕES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal.

APA – Área de Proteção Ambiental.

CN – Curva Número.

DF – Distrito Federal.

EPI – Equipamento de Proteção Individual.

IBRAM – Instituto Brasília Ambiental.

IDF – Intensidade – Duração – Frequência.

NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil.

NR – Norma Regulamentadora.

PDDU/DF – Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal.

PDOT – Plano Diretor de Ordenamento Territorial.

SUCS - Sistema Unificado de Classificação de Solo

PV – Poço de Visita.

RA – Região Administrativa.

TP – Tempo de Percurso.

TR – Tempo de Retorno.

TR – Termo de Referência.

HA – Hectare.

M² - Metros Quadrado

M³/S – Metro Cúbico por Segundo

UQA – Unidades de Qualidades de Água

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

BL's – Bocas de Lobo

L/S – Litros por Segundo

L/S/HA – Litros por Segundo por Hectare

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

NBR – Norma Brasileira

SPT – Standard Penetration Test

M – Metros

CM – Centímetros

MM – Milímetros

S - Segundos

MIN – Minutos

H – Hora

G - Grama

KG – Quilograma

L/M² - Litro por Metro Quadrado

G/CM³ - Grama por Centímetro Cúbico

M/S – Metros por Segundo

GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

RTK - Real Time Kinematic (Cinemático em Tempo Real)

TR – Tempo de Retorno.

TR – Termo de Referência.

HA – Hectare.

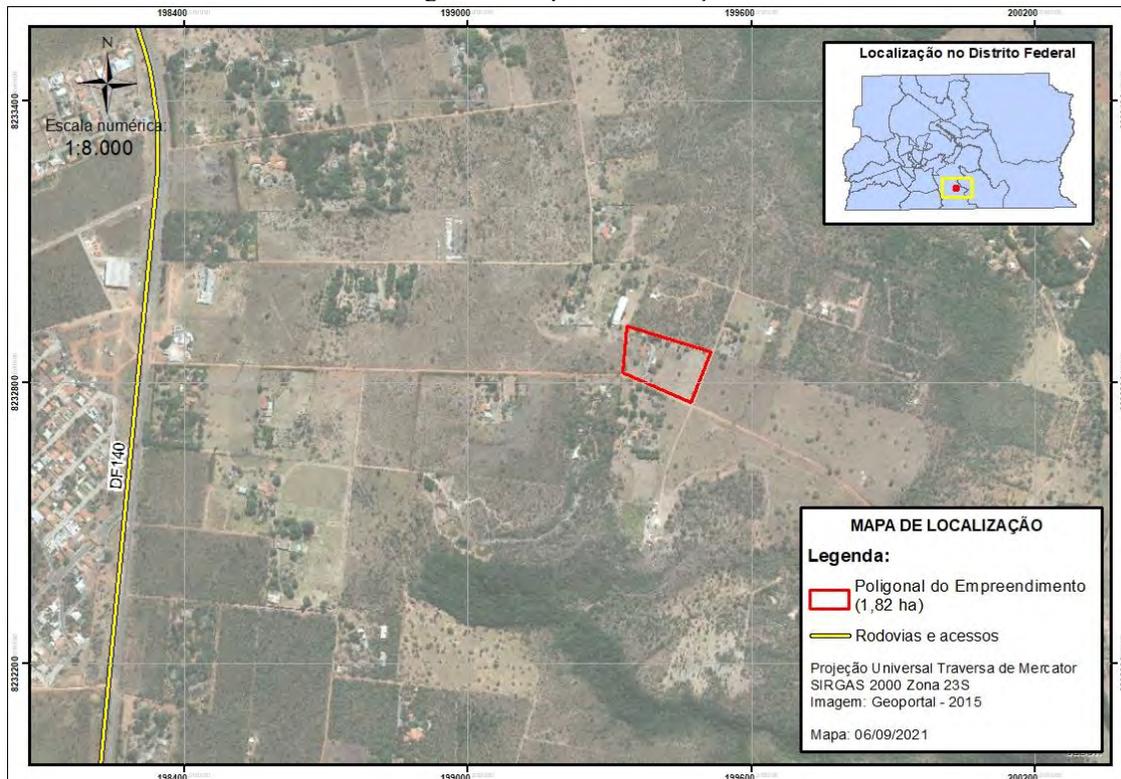
 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

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 107/108, vem apresentar o projeto executivo do sistema de drenagem pluvial do condomínio Residencial Primavera.

Este empreendimento possui uma área total de aproximadamente 19.405,929m² ou 1,94ha, e está localizado no Setor Habitacional Tororó, na Região Administrativa do Jardim Botânico – RA-JB, a aproximadamente 1,00km da via DF-140.

Figura 1 - Mapa de localização



Fonte: Do Autor.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Este relatório compõe o seguinte produto:

**TOMO I – PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL DO CONDOMÍNIO
RESIDENCIAL PRIMAVERA**

- ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA
- ANEXO II – ENSAIOS GEOTÉCNICOS E ART CORRESPONDENTE
- ANEXO III – DESENHOS TÉCNICOS
- ANEXO IV – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

2. INTRODUÇÃO

Drenagem é o termo empregado na designação das instalações destinadas a escoar o excesso de água, seja em rodovias, zona rural ou malha urbana. O caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definido, ou não. Após a implantação de uma cidade, o percurso caótico das enxurradas passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original.

De uma maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais, no oceano, em lagos ou, no caso de solos permeáveis, esparramadas sobre o terreno por onde infiltram no subsolo.

A falta de um sistema de drenagem urbano de águas pluviais ocasiona sérios problemas para a sociedade, para o ambiente e para a economia, através de alagamentos, prejuízos de bens materiais, destruição da pavimentação, erosões, deslizamentos e doenças por veiculação hídrica.

Neste sentido, este estudo tem por finalidade definir a solução executiva do sistema de drenagem pluvial do condomínio **RESIDENCIAL PRIMAVERA**. Para tanto, os parâmetros a serem adotados neste trabalho foram baseados no Termo de Referência para elaboração de projetos de drenagem pluvial do DF, da Novacap, elaborado em abril de 2019. Assim, na avaliação do sistema foram adotados os seguintes critérios:

- Tempo de Recorrência de 10 anos para o projeto de microdrenagem;
- 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);
- Viabilidade para infiltração de águas de chuva no terreno natural, através de ensaios geotécnicos;

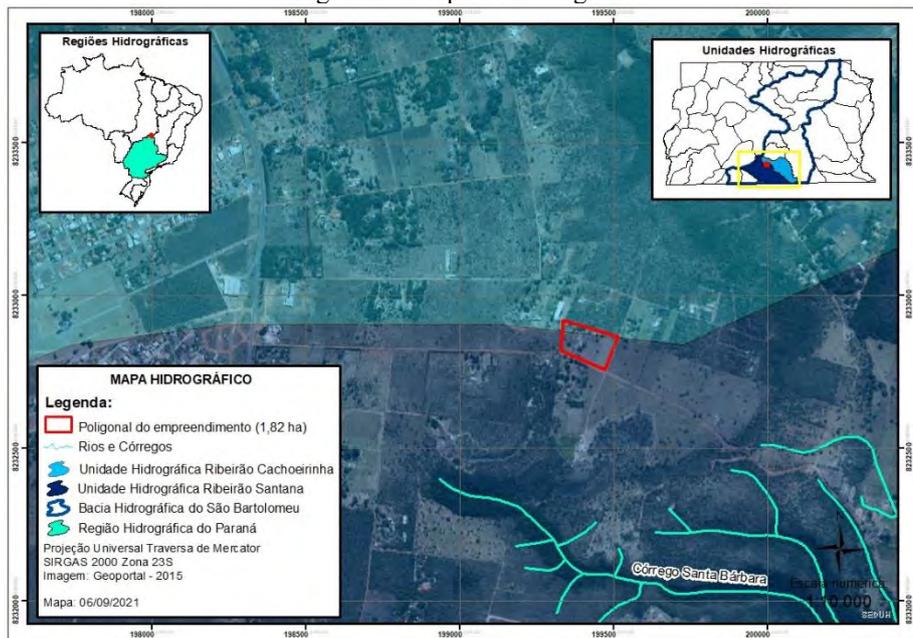
 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	---	----------------------------

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados softwares de última geração, tais como Autocad Civil 3D e HEC-HMS, além da utilização de normas e padrões já estabelecidos em legislações e convencionado na literatura.

2.1. CONCEITUAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PROPOSTO

A concepção do sistema foi elaborada de forma minuciosa e criteriosa, através de levantamento de dados característicos da região em concomitante ao melhor custo benefício.

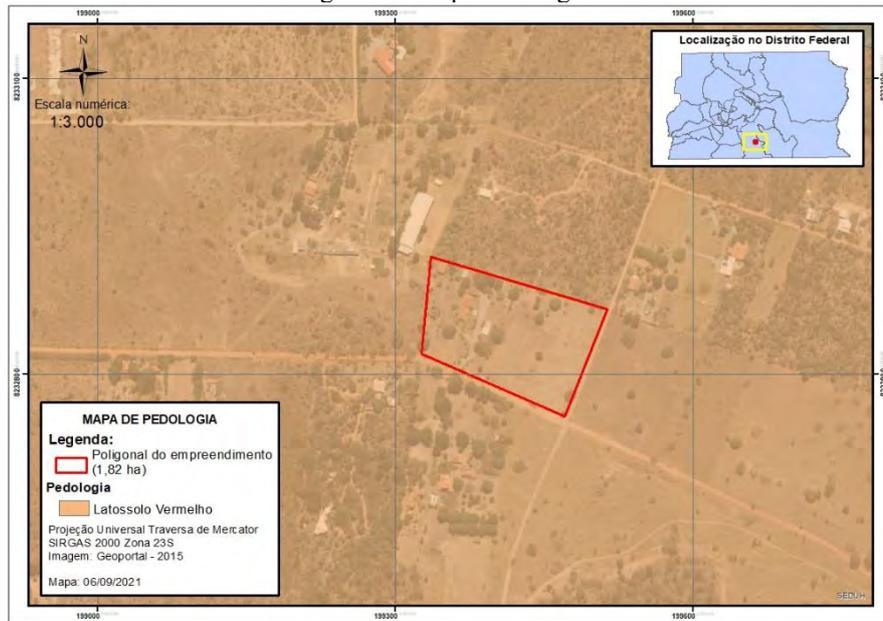
Figura 2 – Mapa de Hidrografia



Fonte: Do Autor.

O mapa hidrográfico mostrado nos permite observar o quão distante o condomínio encontra-se do corpo hídrico receptor. Logo, torna-se inviável o lançamento final das águas de chuva no curso d'água devido ao alto custo que se tornaria criar um emissário para tal, além das dificuldade de acesso em todo o trajeto. Neste sentido, as soluções de drenagem acontecerão principalmente na fonte, com o uso de trincheiras de infiltração, racional e estrategicamente distribuídos dentro da poligonal do condomínio.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

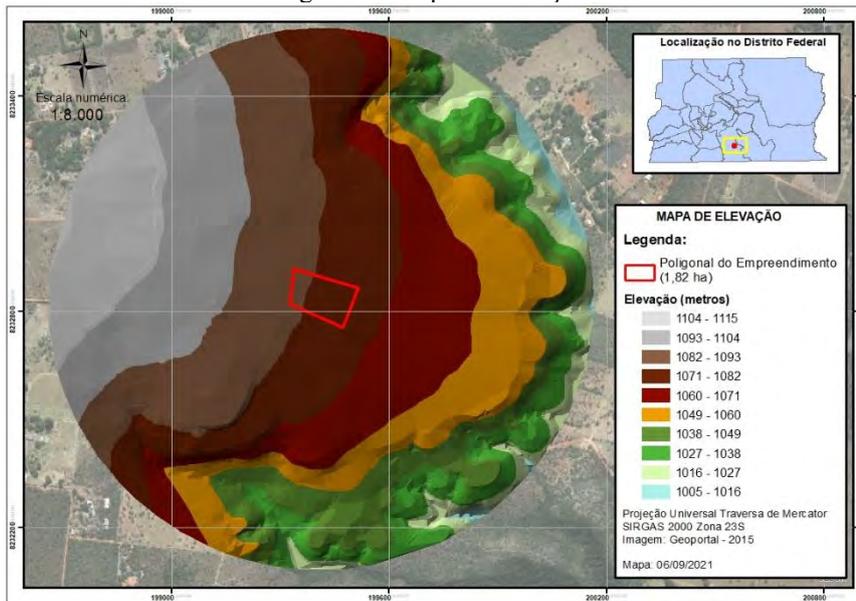
Figura 3 – Mapa Pedológico


Fonte: Do Autor.

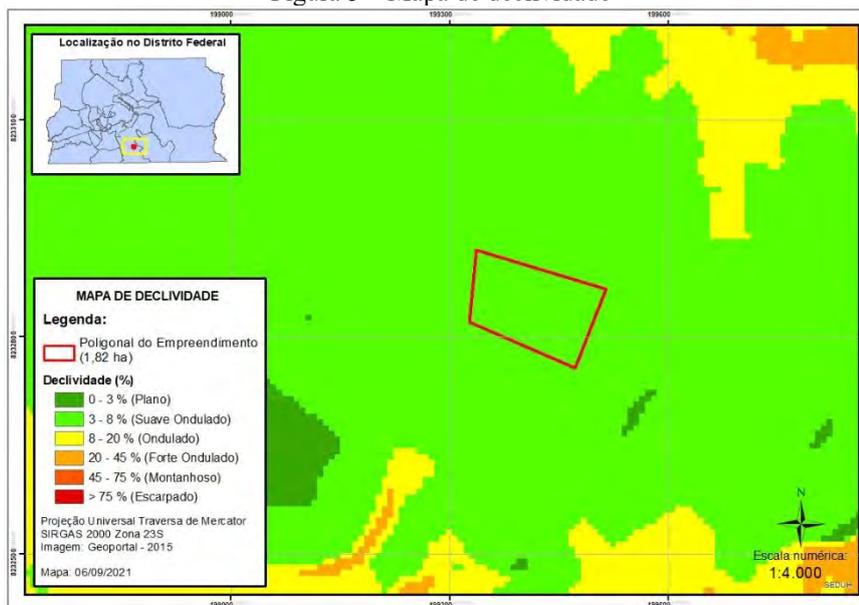
O mapa pedológico da região nos mostra que ali predomina-se latossolo vermelho, este que segundo a Embrapa são solos associados aos relevos plano e suave ondulado, originários em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade. Este tipo de solo, Apesar de geralmente apresentarem boas características de percolação da água, na região em tela, por meio dos ensaios realizados (item 04), verificou-se que essa condição nem sempre é verdadeira.

Os mapas a seguir apresentam as condições de relevo da região.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

Figura 4 – Mapa de elevações


Fonte: Do Autor.

Figura 5 – Mapa de declividade


Fonte: Do Autor.

As declividades variam de 0 a 3% (Plano). Nas circunstâncias de menor declividade deve-se tomar cuidado em manter a declividade dos tubos sempre acima de 0,5% para que a rede não sofra com assoreamento do tubo e perda de sua capacidade hidráulica. Um problema comum nestes casos, porém geralmente em grandes loteamentos, é a escavação elevada para garantir a declividade

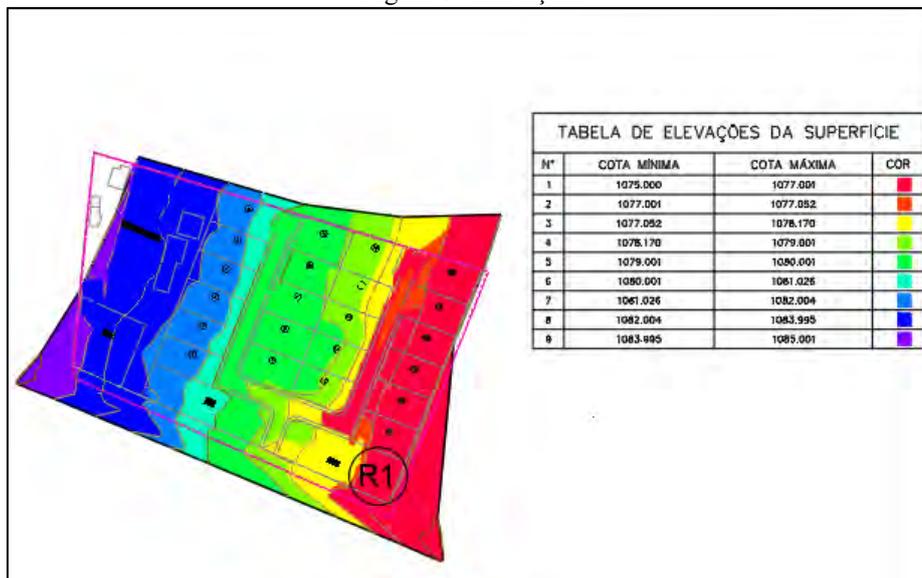
 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

aceitável dos tubos, mas, quando em pequenos loteamentos, por possuir majoritariamente trechos de pequenas extensões, as escavações excessivas não se fazem necessárias.

Por fim, o escoamento da água será condicionado pelo caimento transversal da via e meio-fio, e coletado por bocas de lobo composta com dispositivos de qualidade, que servem tanto para conter os resíduos sólidos de maiores proporções, quanto aqueles menores, e assim, evitar a colmatagem das trincheiras e garantir melhor vida útil do sistema.

A Figura a seguir nos permite uma perspectiva da situação geomorfológica da gleba.

Figura 6 - Elevações

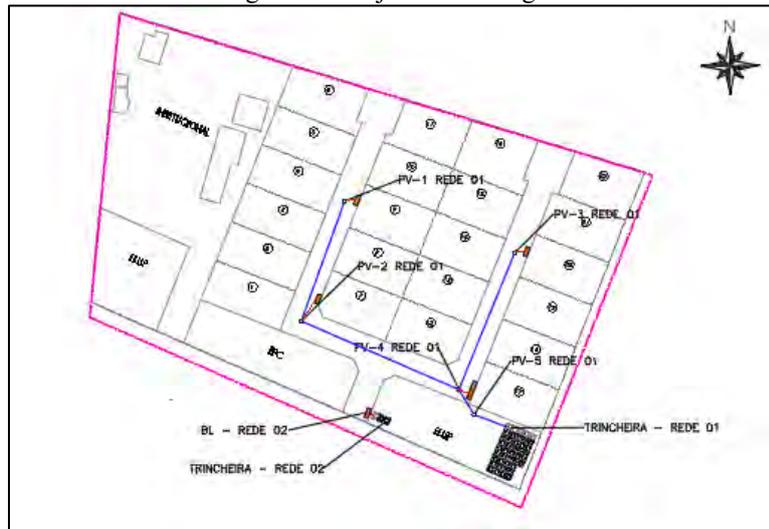


Fonte: Do Autor.

Naturalmente a gleba do condomínio possui apenas um ponto de concentração do escoamento superficial, ou seja, um ponto baixo (R1). Sendo assim, nessa região de concentração do escoamento serão criadas trincheiras de infiltração para a amortização da chuva de projeto.

Por fim, em virtude dos fatos mencionados, o sistema será composto por BL's de qualidade para a coleta do escoamento superficial, tubos em concreto para o direcionamento do fluxo e trincheiras de infiltração para o armazenamento/amortecimento das cheias e promoção da infiltração no solo natural.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Figura 7 – Projeto de Drenagem


Fonte: Do Autor.

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

O gerenciamento e o manejo dos recursos hídricos são atividades essenciais para o convívio harmônico da cidade com suas águas, condição básica para o desenvolvimento saudável da vida humana. Ações antrópicas modificam o ciclo hidrológico natural, especialmente nas áreas urbanas, onde as concentrações demográficas são maiores. A impermeabilização do solo, a geração de resíduos sólidos e a produção de esgotos levam ao aumento do escoamento superficial e da poluição hídrica.

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.

As trincheiras de infiltração são dispositivos lineares (comprimento extenso em relação à largura e à profundidade) que recolhem o escoamento superficial para amortecê-lo e para promover sua infiltração no solo natural.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

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

Os ensaios realizados foram:

- **Sondagem a trado em todo o caminhamento da rede:** No total foram realizados 2 (Dois) furos estrategicamente distribuídos na área de projeto; o nível d'água não foi encontrado em nenhum deles, tendo o impenetrável ao trado sido encontrado aos 3,50 metros no primeiro furo e 4,00 metros no segundo furo. Pela caracterização tátil visual das amostras, o solo é composto majoritariamente por areia argilosa.
- **Standard Penetration Test – SPT:** Foi realizado 1 (Um) furo visando entender as características do solo no local de implantação das estruturas de infiltração. O nível d'água não foi encontrado, a penetração foi interrompida aos 5,27 metros de profundidade.
- **Ensaio de infiltração:** Foi realizado 1 (Um) ensaio no local de implantação da trincheira de infiltração, cujo resultado obtido foi 7,99 E-07 m/s ou 2,87 mm/h. No manual de drenagem da ADASA é recomendado que soluções de infiltração tenham no mínimo 7,6mm/h ou 2,11 E-6 m/s de condutividade hidráulica, como o solo aqui estudado não possui características acima do desejado, os dispositivos de infiltração funcionarão principalmente por sua capacidade de armazenamento.

Os resultados obtidos de todos os ensaios, bem como a planta de locação, encontram-se em anexo.

5. CRITÉRIOS DE PROJETO

5.1. MÉTODO DE CÁLCULO

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

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

O cálculo das vazões para dimensionamento dos dispositivos de microdrenagem foi desenvolvido pelo Método Racional, exceto as trincheiras de infiltração, cujo dimensionamento segue o discorrido no item 6 deste documento.

A NOVACAP recomenda que este método seja utilizado em bacias de contribuição inferiores a 100 ha.

A vazão é determinada pela seguinte equação:

$$Q = C * A * I$$

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).

5.2. DEFINIÇÃO DOS COEFICIENTES “C” E “CN”

5.2.1. Coeficiente de deflúvio (C)

Foram delimitadas áreas de contribuição a montante de cada ponto final de contribuição, estimando-se um coeficiente de escoamento superficial “c”, com base nos critérios abaixo:

- Áreas pavimentadas com bloco intertravado maciço: C = 0,78;
- Para áreas com inclinação inferior a 5% integralmente gramadas ou com jardins ou vegetação natural: C=0,15;
- Áreas calçadas ou impermeabilizadas (área construída): C = 0,90;

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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

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.

5.2.2. Coeficiente curva número (CN)

No cálculo das vazões para dimensionamento dos dispositivos de infiltração foi necessário estimar o coeficiente Curva Número “CN” (Método SCS).

A caracterização do grupo hidrológico do solo da área do projeto foi definida após a indicação da presença majoritária de areia argilosa, conforme o laudo geotécnico. Foi então classificado o solo como Tipo C, de acordo com a tabela abaixo.

Quadro 1 - Características e texturas dos solos dos grupos hidrológicos para determinação do CN

GRUPO	CARACTERÍSTICAS	TEXTURA
A	Solos com baixo potencial de geração de escoamento superficial: Solos arenosos ou siltosos, profundos e de alta capacidade de infiltração	Arenosa; Areia Franca; Franco Arenosa
B	Solos com pouco teor de argila, menos profundos ou com mais argila do que os solos do tipo A e de média capacidade de infiltração	Franco Siltosa/ Franca
C	Solos com mais teor de argila do que os solos do tipo C, com uma camada mais impermeável abaixo da superfície ou pouco profundos	Franco Argilo Arenosa
D	Solos com alto potencial de geração de escoamento superficial: Solos argilosos, solos rasos sobre rochas impermeáveis, solos com lençol freático próximo à superfície, solos com capacidade de infiltração muito baixa	Franco Argilosa; Franco Argilo Arenosa; Argilo Arenosa; Argilo Siltosa; Argilosa

Fonte: São Paulo, 2012.

A partir dessa classificação, foram utilizados os seguintes valores de CN, tabelados de acordo com os usos. Os valores utilizados são apresentados na tabela abaixo, correspondentes aos solos do Tipo C.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Quadro 2 – Valores do parâmetro CN para diferentes condições de cobertura vegetal, uso do solo e tipos de solos em bacias urbanas.

UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO	TIPO DE SOLO			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas:				
Sem conservação do solo	72	81	88	91
Com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições				
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas cobertura ruim	45	66	77	83
Florestais: Cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques campos de golf, cemitérios, boas condições				
com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
com relva de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios				
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais				
Lotes de (m²)	% Média impermeável			
<500	65	77	85	90
1000	38	61	75	83
1300	30	57	72	81
2000	25	54	70	80
4000	20	51	68	79
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.				
Armazenamentos e estradas	98	98	98	98
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais				
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

Fonte: Tucci, 1993.

5.2.3. Cálculo dos coeficientes

O Manual da ADASA especifica que a escolha e a definição dos coeficientes 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 .

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Conforme estabelecido pelo Condomínio, a taxa mínima de permeabilidade é de **50%** das áreas dos lotes. Dessa forma, para cenário de ocupação futura, a situação de projeto fica condicionada aos seguintes coeficientes:

$$C_{lotes} = (0.90 \cdot 50\% + 0.15 \cdot 50\%) = 0,525$$

$$CN_{lotes} = (98 \cdot 50\% + 74 \cdot 50\%) = 86$$

Por tanto, adotou-se o coeficiente de deflúvio (C) de 0,525 e curva número (CN) de 86 para os lotes do empreendimento.

A seguir um resumo dos coeficientes adotados para cada tipo de cobertura do solo.

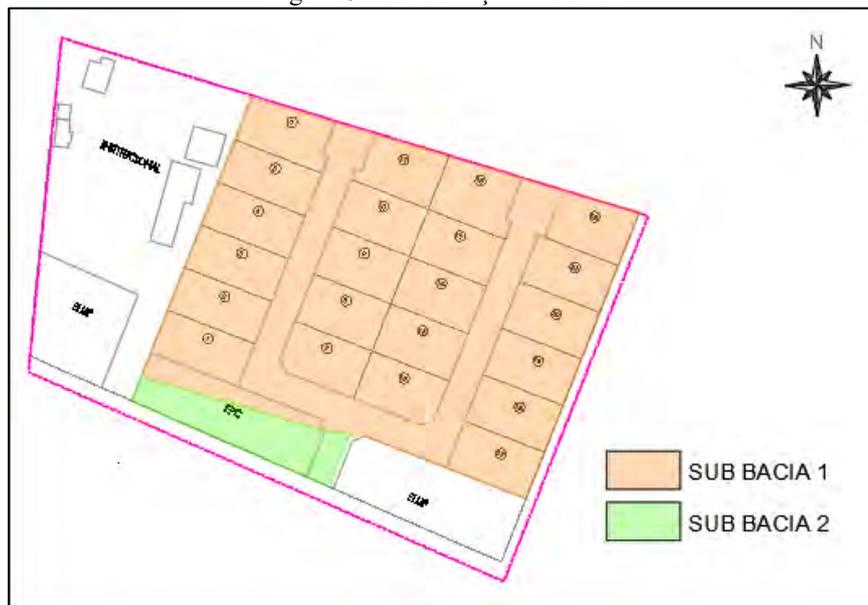
Quadro 3 - Resumo dos coeficientes de escoamento superficial

Áreas de contribuição	C	CN
Para as áreas calçadas ou impermeabilizadas;	0.900	98
Áreas pavimentadas com bloco intertravado	0.780	89
Áreas Urbanizadas com áreas verdes;	0.525	86
Áreas com inclinação superior a 5% integralmente gramadas ou com jardins ou vegetação natural.	0.150	74

Fonte: Do Autor.

A área do empreendimento foi dividida em 2 sub-bacias. Para uma melhor representatividade das condições de escoamento superficial foram calculados coeficientes para cada uma delas.

Figura 8 – Distribuição das áreas



Fonte: Do Autor.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Ressalta-se que as condições topográficas da gleba, bem como as limitações do próprio condomínio, não permitem que o escoamento externo influencie a rede do sistema, portanto não será considerado.

O coeficiente ‘C’ será utilizado no dimensionamento da rede e o ‘‘CN’’ no cálculo das trincheiras.

Por fim, os resultados obtidos de coeficiente de runoff e Curva Numero para cada sub-bacia, foram:

Quadro 4 – Cálculo dos coeficientes: **Sub-bacia 01**

Descrição	Coeficiente de Deflúvio			Método do SCS	CN	
	Áreas (m²)	Áreas (%)	c			
Para as áreas calçadas ou impermeabilizadas;	727.13	6.28	0.900	5.65	98	6.15
Áreas pavimentadas	1532.78	13.24	0.780	10.33	89	11.78
Áreas Urbanizadas com áreas verdes (Lotes e EPU);	9318.00	80.48	0.525	42.25	86	69.21
Áreas com inclinação inferior a 5% integralmente gramadas ou com jardins ou vegetação natural.	0.00	0.00	0.150	0.00	74	0.00
TOTAL	11577.91	100%		0.582		87

Fonte: Do Autor.

O cálculo de ‘‘C’’ e ‘‘CN’’ a se considerar na área dos lotes foi calculado por média ponderada conforme a taxa de permeabilidade estabelecida pelo condomínio.

- Cálculo médio, sub-bacia 1, ‘‘C’’ e ‘‘CN’’:

$$C = (6,28\%*0,9+13,24\%*0,78+80,48\%*0,525) = \underline{\underline{0,575}}$$

$$CN = (6,28\%*98+13,24\%*89+80,48\%*86) = \underline{\underline{87}}$$

Quadro 5 – Cálculo dos coeficientes: **Sub-bacia 02**

Descrição	Coeficiente de Deflúvio			Método do SCS	CN	
	Áreas (m²)	Áreas (%)	c			
Para as áreas calçadas ou impermeabilizadas;	23.27	2.87	0.900	2.59	98	2.82
Áreas pavimentadas	100.40	12.40	0.780	9.67	89	11.04
Áreas Urbanizadas com áreas verdes (Lotes e EPU);	685.85	84.72	0.525	44.48	86	72.86
Áreas com inclinação inferior a 5% integralmente gramadas ou com jardins ou vegetação natural.	0.00	0.00	0.150	0.00	74	0.00
TOTAL	809.53	100%		0.567		87

Fonte: Do Autor.

O cálculo de ‘‘C’’ e ‘‘CN’’ a se considerar na área dos lotes foi calculado por média ponderada conforme a taxa de permeabilidade estabelecida pelo condomínio (pagina 22).

- Cálculo médio, Sub-bacia 02, ‘‘C’’ e ‘‘CN’’:

$$C = (2,87\%*0,9+12,40\%*0,78+84,72\%*0,525) = \underline{\underline{0,587}}$$

$$CN = (2,87\%*98+12,40\%*89+84,72\%*86) = \underline{\underline{87}}$$

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

5.3. 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, no

Quadro 6, 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, 25, 50 e 100 anos (Pfafstetter, 1982).

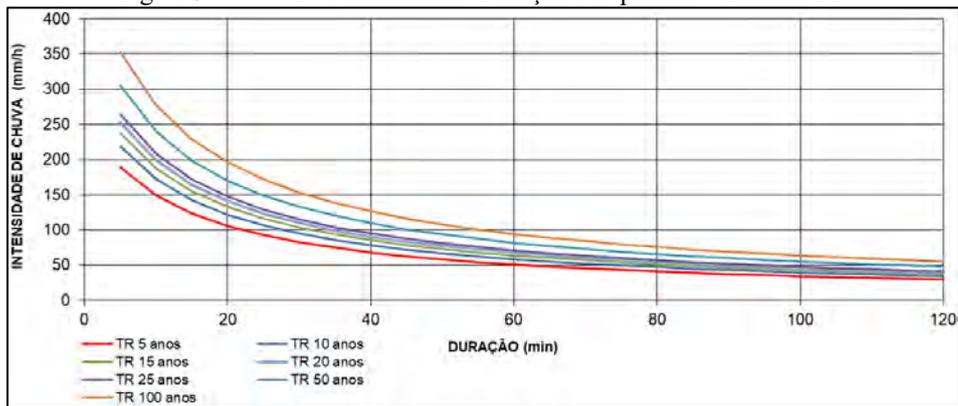
Quadro 6 - Intensidade Pluviométrica – I (mm/h) e Altura de Precipitação – P (mm)

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - I (mm/h) e ALTURA DE PRECIPITAÇÃO - P (mm)															
PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)															
Duração (min)	5		10		15		20		25		50		100		
	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	

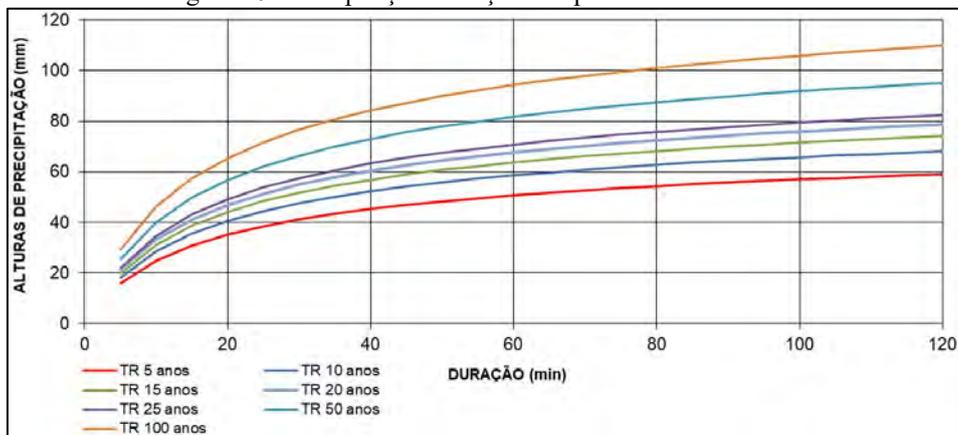
Fonte: Topocart.

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

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Figura 9 - Curvas de Intensidade-Duração-Frequência – Brasília/DF


Fonte: Topocart.

Figura 10 - Precipitação-Duração-Frequência – Brasília/DF


Fonte: Topocart.

O 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.

Por fim, neste trabalho será utilizado o tempo de recorrência de **10 anos**, conforme disciplina o TR de 2019 da NOVACAP.

5.4. 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).

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

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

$$tc = te + tp$$

Equação 4

Onde:

- tc = tempo de concentração em minuto;
- te= tempo de deslocamento superficial ou tempo de entrada em minuto;
- tp= 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 (tp) 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:

$$tp = \frac{L}{V}$$

Equação 5

Onde:

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

5.5. 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.

5.6. 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	---	----------------------------

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

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

Onde:

- Q = vazão na seção (m³/s);
- A = área da seção (m²);
- Rh = raio hidráulico (m);
- i = declividade do coletor (m/m);
- n = coeficiente de rugosidade do material em concreto armado (Para tubos n=0,013)

5.7. DIÂMETRO MÍNIMO

O diâmetro mínimo adotado foi de 600 mm, conforme recomenda o TR de 2019 da Novacap.

5.8. RECOBRIMENTO MÍNIMO DA TUBULAÇÃO

Adotou-se recobrimento mínimo recomendado pelo Termo de Referência da NOVACAP para tubos de concreto, que é 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.

5.9. DECLIVIDADE MÍNIMA

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

5.10. 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	---	----------------------------

6. METODOLOGIA DE CÁLCULO - INFILTRAÇÃO

Tendo em vista as boas práticas de engenharia e a ausência de corpo receptor próximo ao condomínio, dimensionou-se sistemas de medidas de controle na fonte (Trincheiras de infiltração).

O controle na fonte é realizado por dispositivos que, instalados no sistema de drenagem, têm como função abater vazões e volumes de escoamento superficial através da infiltração e/ou armazenamento temporário.

Portanto, foi adotado sistema de infiltração por trincheira de infiltração com aduelas de concreto, tendo como base as boas práticas da engenharia e as recomendações do Manual de Drenagem do DF.

As trincheiras de infiltração e bacias de infiltração proporcionam algumas vantagens, são elas:

- Do ponto de vista essencialmente hidrológico, a infiltração das águas pluviais possibilita que o volume de escoamento superficial seja reduzido, favorecendo também as condições de escoamento a jusante;
- Ganhos financeiros, com a redução das dimensões do sistema de drenagem a jusante, ou mesmo sua completa eliminação;
- Ganho paisagístico com a possibilidade de valorização do espaço urbano, ressaltando-se a pequena demanda por espaço para estas estruturas;
- Ganho ambiental, com a possibilidade de recarga do lençol freático, além da melhoria da qualidade da água de origem pluvial.

Ainda tendo como referência o ganho ambiental dos dispositivos de infiltração, Butler & Davies (2000) mencionam a eficiência da ordem de 60% em termos de remoção da carga anual média de sólidos em suspensão, de metais pesados, de hidrocarbonetos, de DQO e outros poluentes.

As trincheiras deverão ter uma manutenção específica, onde será recomendado que seja feito inspeções periódicas na estrutura, pelo menos uma vez antes do início das chuvas, após o período chuvoso ou evento extremo.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

As bocas de lobo serão exclusivamente do tipo qualidade (melhor discorrida no item 7.1), objetivando evitar a colmatção das trincheiras, melhorando seu funcionamento e consequentemente aumentando a vida útil do sistema.

Figura 11 – Tubos perfurado (Foto meramente ilustrativa).



Fonte: Do Autor.

Além de todos os dispositivos desenvolvidos, foi proposto uma “chaminé” em todos os poços, a fim de facilitar a manutenção do sistema.

A trincheira com tubos em concreto armado foi bem aceita, pois, além de oferecer maior eficiência, também fará o papel de um reservatório de detenção, realizando também a recarga do aquífero da região.

Para preencher o volume externo aos tubos, adotou-se a brita 3.

Vale lembrar que o material empregado dentro das trincheiras serve apenas para dar sustentação ao terreno. Sendo essa alternativa a mais eficiente e menos onerosa ao condomínio e bem aceita pelo órgão ambiental do DF.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

Quadro 7 - Porosidade efetiva de materiais de enchimento

Material	Porosidade efetiva (%)
Tubos de diâmetro de 1,50m	100
Brita 3	40
Seixo rolado	15-25

Fonte: Urbonas e Stahre apud Souza, 2002.

6.1. MÉTODO DA CURVA NÚMERO - SCS

O método da curva número - SCS estima a chuva excedente como uma função da precipitação acumulada e da cobertura do solo, do uso da terra e da umidade antecedente, utilizando a seguinte equação:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \text{ para } P > I_0$$

Equação 7

Onde:

$$P_e = 0 \text{ para } P \leq I_0$$

Em consequência, a equação da chuva excedente pode ser escrita na forma:

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Equação 8

Para determinar o valor de S, o SCS estabeleceu uma relação empírica com o CN, sendo este uma função do tipo de solo e da cobertura vegeta que foi tabelada. A correlação para a estimativa do CN é a seguinte:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Equação 9

Onde:

- S – Representa a retenção potencial máxima pelos solos após o início do escoamento (mm);
- CN – Curva Número.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

6.2. MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO DO SCS

O SCS concebeu um hidrograma unitário adimensional para o qual a ordenada da vazão no instante i é expressa pela razão entre a vazão q e a vazão de pico q_p em função da razão entre o tempo t e o tempo no qual ocorre a vazão de pico (T_p).

As características físicas das bacias hidrográficas são comparadas pelos parâmetros: área da bacia (A), tempo até o pico t_p , vazão de pico q_p , tempo de concentração (t_c), e tempo de retardo (lag).

Os parâmetros de entrada são: Área da bacia e o tempo de concentração, os demais são calculados pelas equações desenvolvidas pelo SCS.

A sequência de cálculo é dada por:

- Estima-se o tempo de concentração (t_c) da bacia utilizando-se fórmulas empíricas ou estimando o tempo de viagem de uma gota de chuva do ponto mais distante ao exutório da bacia;
- Com o valor de t_c , estima-se o tempo de retardo t_L pela relação $t_L = 0,6t_c$;
- Estima-se o valor do tempo até o pico (t_p) em função do intervalo de cálculo:

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + L \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

Δt – Denota o intervalo de tempo de cálculo;

L – O lag da bacia hidrográfica.

- Calcula-se a vazão de pico pela fórmula:

$$q_p = \frac{2,08A}{t_p} \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

q_p – É a vazão de pico em m^3/s ;

A – Área de drenagem em km^2 ;

t_p – É o tempo de pico, em h.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Dessa forma, conhecendo-se a vazão de pico q_p e o tempo onde acontece o pico pode-se obter as ordenadas do HU.

6.3. MODELAGEM CHUVA-VAZÃO POR EVENTO: O MODELO HEC-HMS

O modelo hidrológico empregado no estudo foi o modelo HEC-HMS, versão 4.3, desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center, do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (US Army Corps of Engineers). O HEC-HMS contempla, de fato, uma solução multimodelo composta por diferentes alternativas de modelagem da precipitação de projeto, da precipitação efetiva, da concentração dos escoamentos por modelagem do escoamento superficial e da propagação de hidrogramas de cheia em cursos d'água, reservatórios e outras áreas de armazenamento, como as bacias de detenção.

Trata-se de um modelo semi-distribuído de simulação por evento. No caso do estudo hidrológico em estudo, empregaram-se as seguintes soluções de modelagem:

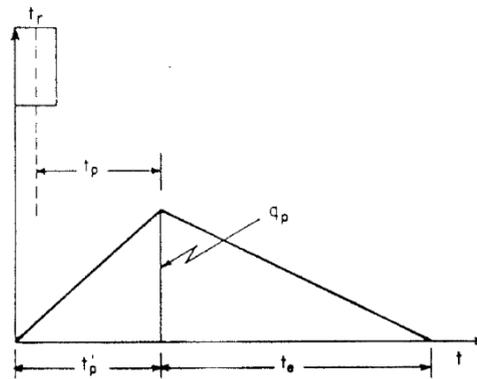
- Chuvas efetivas calculadas por meio do método Soil Conservation Service (Método SCS), com emprego do parâmetro CN;
- Modelagem da concentração de escoamentos adotando-se o modelo do hidrograma unitário sintético triangular igualmente proposto pelo SCS;
- Modelagem da propagação de hidrogramas de cheia em canais adotando-se o modelo de Muskingum-Cunge;
- Modelagem da propagação de hidrogramas de cheia em áreas de armazenamento (reservatórios de detenção) pelo método de Puls modificado.

6.4. OBTENÇÃO DO HIDROGRAMA DA ÁREA DE ESTUDO

O método utilizado para a determinação da vazão máxima e do tempo de pico foi elaborado Soil Conservation Service, considerando um hidrograma triangular.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

Figura 12 – Hidrograma Triangular



Fonte: Tucci, 2005

O volume total de escoamento (considerando apenas uma precipitação efetiva) é igual a área do triângulo, ou seja:

$$Q = \frac{qp \cdot t'p}{2} + \frac{qp \cdot te}{2}$$

Resolvendo para qp, tem-se:

$$qp = \frac{2Q}{t'p + te}$$

Sendo $H = \frac{te}{t'p}$ e substituindo em (2), temos:

$$qp = \frac{2Q}{(H + 1) \cdot t'p}$$

Por meio de experimentos os autores observaram que para uma precipitação de 1 cm sobre uma área (A), e adotando-se $H=1,67$ a expressão resultava em:

$$qp = \frac{0,208 A}{t'p} \quad \text{Equação 12}$$

Em que:

- qp = vazão em m³/s/mm;
- A = área de estudo em Km²;
- t'p = tempo contado a partir do início da precipitação;

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

O tempo $t'p$ pode ser obtido pela expressão:

$$t'p = \frac{tr}{2} + 0,6 tc \quad \text{Equação 13}$$

Sendo:

- tr = tempo da precipitação
- tc = tempo de concentração da bacia

O tempo de chuva e de concentração foram adotados conforme recomendação da Termo de Referência da NOVACAP.

A partir dos valores de qp e tp encontrados e do hidrograma adimensional fornecido pela SCS (TUCCI, 2005 pág. 436) e apresentado no Quadro 8, é possível elaborar um hidrograma unitário que permita determinar as variações das vazões em função do tempo, considerada determinada precipitação (tempo de retorno de 10 anos).

Quadro 8 – Hidrograma Adimensional Fornecido pela SCS.

t/tp	Q/qp	t/tp	Q/qp	t/tp	Q/qp
0.00	0.00	0.10	0.02	0.20	0.08
0.30	0.16	0.40	0.28	0.50	0.43
0.60	0.60	0.80	0.77	0.80	0.89
1.00	0.97	1.10	1.00	1.20	0.99
1.30	0.92	1.40	0.84	1.50	0.75
1.60	0.66	1.80	0.56	2.00	0.42
2.20	0.32	2.40	0.24	2.60	0.18
2.80	0.13	3.00	0.10	3.50	0.08
4.00	0.04	4.50	0.02	5.00	0.00

Fonte: Tucci, 2005

Os valores encontrados do hidrograma unitário, multiplicados pela precipitação efetiva (que gera escoamento superficial), nos fornece o hidrograma de escoamento superficial da área estudada.

6.5. AMORTECIMENTO DE CHEIAS EM TRINCHEIRAS DO TIPO INFILTRAÇÃO (TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO)

O método utilizado no dimensionamento é o de Puls, por ser um dos mais conhecidos. O método utiliza a equação de continuidade concentrada, sem contribuição lateral e a relação entre o armazenamento e a vazão é obtida considerando a linha de água da trincheira.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

A variação do volume armazenado em uma trincheira pode ser descrita pela equação:

$$I - Q = \frac{dS}{dt} \quad \text{Equação 14}$$

Onde:

- I – Vazão afluyente;
- Q – Vazão efluente;
- S – Volume armazenado;
- t – tempo.

dS/dt – denota a variação no armazenamento por unidade de tempo.

Para um intervalo de tempo Δt , a equação acima pode ser escrita na forma de diferenças finitas e rearranjada como:

$$(I_1 + I_2) + \left(\frac{2S_1}{\Delta t} - Q_1 \right) = \left(\frac{2S_2}{\Delta t} + Q_2 \right) \quad \text{Equação 15}$$

Onde:

- I_1 e I_2 – vazões afluentes nos instantes 1 e 2;
- Δt – período de tempo entre 1 e 2;
- S_1 e S_2 – volumes reservados nos instantes 1 e 2;
- Q_1 e Q_2 – vazões efluentes nos instantes 1 e 2;

As incógnitas são, portanto, S_2 e Q_2 , que podem ser obtidas por intermédio das relações das curvas (cota x volume), (cota x vazão efluente), e das curvas auxiliares em função do volume armazenado e da vazão efluente.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

6.6. DETERMINAÇÃO DA SEÇÃO DAS TRINCHEIRAS.

Infiltração é a passagem da água da superfície para o interior do solo, dependendo fundamentalmente da disponibilidade da água, tipo de solo, estados iniciais de umidade e ar no interior do solo.

A capacidade de infiltração do solo é o potencial que o solo tem de absorver água pela sua superfície, medida em lâmina de água por tempo. Essa capacidade diminui à medida que as primeiras camadas são saturadas. À medida que a água infiltrada propaga para camadas mais profundas do solo.

A movimentação da água no solo (infiltração), tanto para solos saturados quanto não saturados pode ser representada matematicamente pela equação de Darcy, desenvolvida em 1850 pelo pesquisador Henry Darcy. Essa lei permite determinar a velocidade de escoamento da água no interior do solo (velocidade de Darcy).

$$V = K \cdot \text{grad } h \quad \text{Equação 16}$$

Sendo:

- V = Velocidade de Darcy (m/s);
- K = Condutividade Hidráulica do Solo (m/s);
- $\text{grad } h$ = Gradiente de h , ou $\text{grad } \frac{\Delta h}{L}$;

O Volume de escoamento é definido como função de velocidade e da área de escoamento, portanto o volume percolado no solo pode ser determinado pelo produto da velocidade de Darcy e da área superficial disponível para infiltração.

Para dimensionamento das trincheiras foram considerados como área disponível para infiltração as laterais e o fundo, tendo em vista que o sedimento, responsável pela colmatção, será retirado antes de chegar no sistema (Boca de Lobo de Qualidade).

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

O coeficiente de permeabilidade (K) do solo foi determinado por meio de ensaio, normatizado pela NBR 13.969 de 1997. Contudo, como recomendação do Manual da ADASA, para favorecimento da segurança, foi utilizado apenas 50% do valor medido no ensaio.

6.6.1. Dimensionamento das trincheiras de infiltração

Os volumes das trincheiras de infiltração foram determinados pela diferença entre o volume de escoamento acumulado (obtida por meio do hidrograma triangular) e o volume infiltrado, para intervalos de tempo pré-definidos. Assim, a maior diferença encontrada entre o volume acumulado e o volume infiltrado, foi definida como o volume necessário para a trincheira.

A vazão descarregada Q foi determinada pela relação:

- Intensidade da tormenta, usou-se a curva IDF indicada no Termo de Referência da NOVACAP;
- Volume necessário pela trincheira, é dado pela Equação 20:

$$V_{\text{necessario}} = \frac{\text{Volume Acumulado} - \text{Volume Percolado}}{\text{Porosidade Efetiva (Vazios)} * 100} \quad \text{Equação 17}$$

6.6.2. Formulação matemática da curva (cota x volume) das trincheiras

O cálculo do volume das trincheiras pode ser representado pela expressão:

$$S = b \cdot h^c \quad \text{Equação 18}$$

Onde:

- S – Volume abaixo;
- h – altura d'água para a qual se deseja obter o volume;
- b, c = parâmetros constantes que dependem da forma do reservatório de Infiltração.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

7. COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

O projeto foi desenvolvido com base nas normas da ABNT e nas recomendações e normas contidas no Termo de Referência da NOVACAP e no Manual de Drenagem do DF. O sistema proposto é composto basicamente pelos seguintes dispositivos hidráulicos:

- Bocas-de-lobo do tipo qualidade;
- Redes coletoras;
- Poços de visita;
- Trincheiras de Infiltração.

7.1. BOCAS DE LOBO DO TIPO QUALIDADE

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.

O modelo adotado para receber o escoamento superficial consiste em bocas de lobo de qualidade, com meio-fio vazado. Tais bocas-de-lobo permitem a entrada de 70 l/s se estiverem em boa localização para recebimento do escoamento superficial. É garantido a qualidade da água por meio da estrutura interna que a compõem, na qual impossibilitam a passagem dos resíduos sólidos mais densos e flutuantes. Há também um sistema de armazenamento interno que globalmente, em chuvas de baixa intensidade, resultam no amortecimento do pico pluvial, viabilizando a distribuição da vazão ao longo do tempo.

Ressalta-se que, para um melhor funcionamento do dispositivo, torna-se indispensável a manutenção pelo menos duas vezes por ano, uma imediatamente antes do início do período chuvoso, e outra na metade do período chuvoso. Tal atividade é de responsabilidade do condomínio.

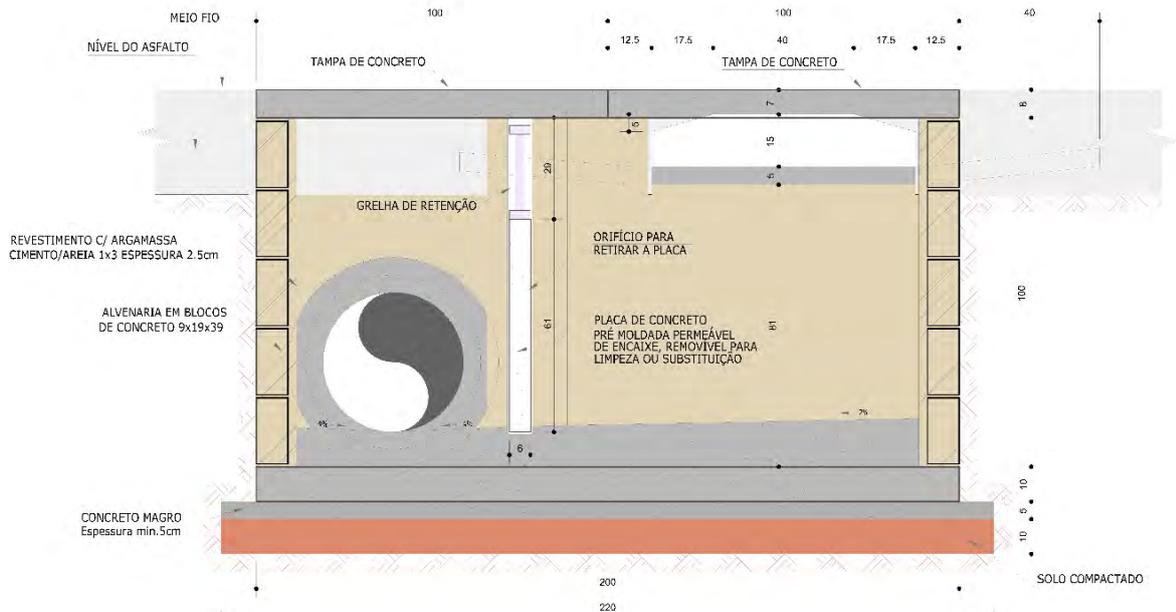
A limpeza de todas as bocas de lobo é executada de forma a garantir que o material sólido retido durante as chuvas não diminua o processo de escoamento das águas para as redes coletoras.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

O processo de manutenção 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 e, caso necessário, a aspiração da placa de concreto permeável.

Na figura a seguir, uma representação básica do modelo adotado neste projeto.

Figura 13 - Boca de lobo de qualidade



Fonte: Topocart.

7.2. REDES COLETORAS

Foi utilizado tubos em concreto com diâmetro inicial de 600 mm para o sistema de redes coletoras e tubos em concreto de 400 mm para os ramais de ligação (BL → PV).

7.3. POÇOS DE VISITA

Os poços de visita foram definidos no padrão NOVACAP, conforme os diâmetros de chegada e saída dos coletores.

As visitas foram localizadas no início das redes e em suas interligações, a distância máxima entre as visitas adotadas no lançamento foi de 60 metros conforme recomenda o termo de referência da NOVACAP de 2019.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

7.4. TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

As trincheiras de infiltração são dispositivos lineares (comprimento extenso em relação à largura e à profundidade) que recolhem o escoamento superficial para amortecê-lo e promover sua infiltração no solo natural.

8. RESULTADOS

O sistema de drenagem aqui apresentado é composto por bocas de lobo do tipo qualidade e trincheiras de infiltração para amortização do pico de vazão, pois, como já mencionado, não há corpo hídrico receptor nas proximidades do empreendimento, logo, fez-se necessário a introdução de medidas de controle na fonte.

A capacidade de infiltração do solo, conforme item 4, encontra-se abaixo do mínimo recomendado pelo manual de drenagem urbana da Adasa, logo, no dimensionamento das trincheiras foi priorizado principalmente sua capacidade de armazenamento.

Ainda segundo a Adasa, a precipitação total pode ser calculada igualando a duração da chuva ao tempo de concentração, que em microdrenagem é convencionalmente utilizado e ainda recomendado no termo de referência da Novacap, valores entre 10 e 15 min. Neste sentido, para garantir uma maior capacidade de armazenamento ao sistema de trincheiras, no dimensionamento foi adotado 30 minutos de duração da chuva.

Destaca-se que o coeficiente de infiltração do solo foi dividido por 2, antes de ser utilizado como base de cálculo.

Através do ensaio SPT foi possível visualizar a estratigrafia do solo e nota-se que as primeiras camadas não apresentam compactação elevada, logo, as trincheiras puderam ser dimensionadas em profundidades razoáveis.

A coleta do escoamento precipitado será feito por meio de duas redes de drenagem convencional compostas por bocas de lobo, poços de visita, tubos em concreto e trincheiras de infiltração.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

8.1. REDES DE DRENAGEM

Os resultados encontrados estão apresentados na planilha a seguir:

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 (ℓ/s/ha);

Coluna 13 – Coeficiente de Rugosidade da Tubulação;

Coluna 14 – Vazão estimada do trecho do coletor (ℓ/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);

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

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 – Altura do degrau, quando necessário (m).

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

Coluna 25 – Cota de soleira do Poço de Visita de jusante do trecho (m);

Coluna 26 – Profundidade do Poço de Visita de montante do trecho (m);

Coluna 27 – Profundidade do Poço de Visita de jusante do trecho (m).

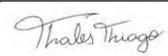
As redes de microdrenagem foram definidas de acordo com as áreas de contribuição que incidem sobre cada trecho de rede.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

Figura 14 - Planilha de cálculo das redes 1 e 2

PLANILHA DE CÁLCULO DAS REDES 1 E 2																													
CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PRIMAVERA/DF - MICRODRENAGEM																													
Data: DEZEMBRO/2021																													
Curva Usada: IDF- Brasília (TERMO DE REFERÊNCIA NOVACAP 2019)																													
Tempo de Recorrência: <u>10 anos</u>																													
R.T.: Eng. Thales Thiago - CREA: 22.706/DF																													
Ass: <i>Thales Thiago</i>																													
ÁGUAS PLUVIAIS - MICRODRENAGEM																													
REDE	Localização		Terreno			Deflúvio a escoar para Jusante						REDE													OBS.				
	Trecho		cotas		Declividade	Área de Contribuição	Σ Áreas	Cocf. De Distribuição	Coeficientes de deflúvio		Σ Áreas x Coeficientes	Tempo de Concent.	Intensidade	Coeficiente de Manning	Deflúvio a Escoar	Comprimento	Declividade	Diâmetro	H / D	Veloc.	Altura da Lâmina	Tempo de Percurso	Desníveis	Degrau a jusante		Cota da Soleira		Profundidade	
	PV Montante -> PV Jusante	Montante	Jusante	m/m					há	há																%	há	s	l/s/há
		m	m		m	m	m	m																					
1	2	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		
REDE 1	PV-1->PV-2	1079.415	1079.220	0.044	0.243	0.243	1	58.2%	0.141	900.000	395.413	0.015	63.215	45.423	0.005	600	28%	0.952	0.171	45.600	0.215	0.000	1077.820	1077.605	1.600	1.600			
REDE 1	PV-2->PV-4	1079.220	1076.680	0.044	0.240	0.483	1	58.2%	0.281	945.600	385.469	0.015	122.638	58.347	0.046	600	22%	2.585	0.135	22.573	2.799	0.200	1077.605	1074.896	1.600	1.800			
REDE 1	PV-3->PV-4	1076.616	1076.680	-0.001	0.231	0.231	1	58.2%	0.134	900.000	395.413	0.015	60.141	50.485	0.006	600	27%	0.952	0.165	53.028	0.309	0.000	1075.205	1074.896	1.400	1.800			
REDE 1	PV-4->PV-5	1076.680	1077.123	-0.045	0.444	1.158	1	58.2%	0.674	968.173	380.741	0.015	290.491	9.934	0.005	600	63%	1.547	0.378	6.422	0.050	0.000	1074.896	1074.846	1.800	2.300			
REDE 1	PV-5->TRINCHEIRA	1077.123	1076.643	0.038	0.000	1.158	1	58.2%	0.674	974.595	379.418	0.015	289.482	12.591	0.008	600	61%	1.618	0.363	7.782	0.096	0.000	1074.846	1074.750	2.300	1.900			
REDE 2	BL->TRINCHEIRA	1078.207	1078.086	0.040	0.081	0.081	1	56.7%	0.046	900.000	395.413	0.015	20.761	3.00	0.040	600	10%	1.485	0.058	2.020	0.120	0.000	1077.207	1077.087	1.000	1.000			

Fonte: Do Autor.

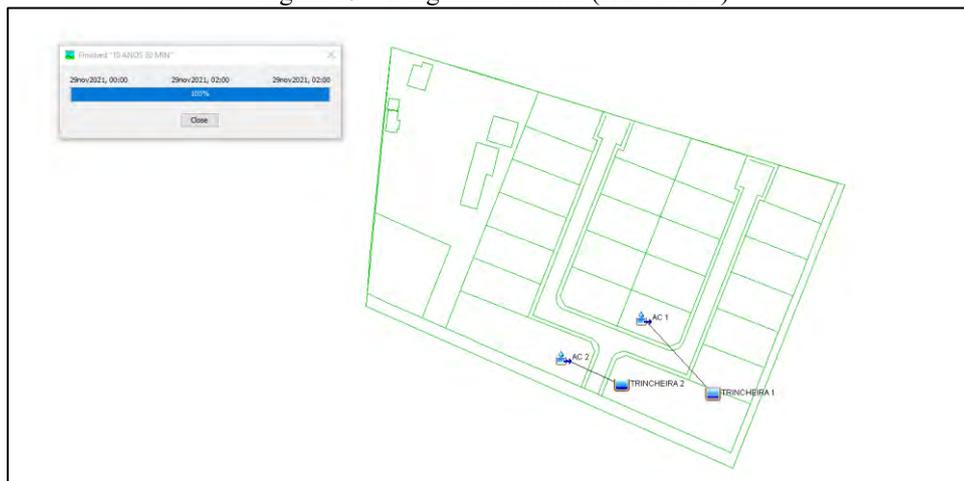
 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Percebe-se a eficiência dos sistemas quanto ao manejo e condicionamento do escoamento.

8.2. TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

Foram dimensionadas para o presente sistema duas trincheiras de infiltração, uma para cada sub bacia, dimensionadas e verificadas no software HEC-HMS.

Figura 15 – Diagrama Unifilar (HEC-HMS)



Fonte: Do Autor.

8.2.1. Sub Bacia 1

A seguir, os resultados obtidos no dimensionamento das trincheiras.

Quadro 9 – Pré-dimensionamento da trincheira de infiltração

DADOS DA BACIA		PLUVIOMETRIA	
A permeavel (km2) =	0	CN permeavel	0
A impermeavel (km2) =	0.01160974	CN impermeavel	87.00
A total (km2)	0.01160974	CN medio	87.00
Duracao chuva (min) =	30 TR NOVACAP	S (mm) =	38.0
Tpo. Conc. (min) =	15 TR NOVACAP	Duracao chuva (min) =	30
Tp (h) =	0.4 EQUAÇÃO 10	T (anos) =	10
Qp (m3/s/mm) =	0.00603706 EQUAÇÃO 11	Imed (mm/h) =	95.1
		Ptotal (mm) =	47.5
		Pefet (mm) =	20.5

DADOS DA TRINCHEIRA INTERNA		DADOS DA TRINCHEIRA EXTERNA	
Diâmetro dos tubos (m)	1.50	Comprimento	81.68
Tamanho unitário dos tubos (m)	1.00	Largura	2.0
Profundidade Trincheira (m)	2.00	Profundidade Útil	2.30
Quantidade Poços (unid.)	42	Porosidade Material Preenc.	40
Diâmetro Furo (m)	0.08		
Permeabilidade Bidim (m/s)	0.0023000	Altura da Base	0.30
50% da Permeabilidade Real do Solo (m/s)	0.000000399	Volume Fornecido	90.92
Quantidade Furos/Manilha (unid.)	40		
Quantidade Manilhas (Unid.)	168.00		
Área da Base (m²)	1.77		
Volume Unitário (m³)	3.53		
Volume Fornecido (m³)	148.44		
Permeabilidade Real do Solo (m/s)	7.99E-07		

RESULTADOS	
Volume Solicitado:	232.07
Volume Disponível :	239.35

Fonte: Do Autor.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Quadro 10 – Base de dados de entrada no HEC-HMS

SIMULAÇÃO CONDOMÍNIO RESERVA PRIMAVERA - TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO						
REDE:	1	TR (anos)	10			
DIAMETRO/SECAO DA MANILHA (m):	1.5	DURAÇÃO DA CHUVA (min)	30			
AREA (m2):	11,609.74	CN	87.00			
AREA (km2):	0.01161	QUANTIDADE DE POÇOS	42			
TEMPO DE CONC. (min):	15.00					
COTA DE CHEGADA (m):	1,074.74					
COTA DE FUNDO (m):	1,072.44					
VOLUME TOTAL (m3):	239.35					
VEM DA PLANILHA						
TRINCHEIRAS CONDOMÍNIO RESERVA PRIMAVERA	PROF. (m)	AREA (m2)	COTA (m)	AREA (1000 m2)	VOLUME (1000 m3)	LAG TIME (min)
	0.00	104.07	1,072.443	0.1041	0.0000	9.00
	0.19	104.07	1072.635	0.1041	0.0199	
	0.38	104.07	1072.826	0.1041	0.0399	
	0.58	104.07	1073.018	0.1041	0.0598	
	0.77	104.07	1073.210	0.1041	0.0798	
	0.96	104.07	1073.401	0.1041	0.0997	
	1.15	104.07	1073.593	0.1041	0.1197	
	1.34	104.07	1073.785	0.1041	0.1396	
	1.53	104.07	1073.976	0.1041	0.1596	
	1.73	104.07	1074.168	0.1041	0.1795	
	1.92	104.07	1074.360	0.1041	0.1995	
	2.11	104.07	1074.551	0.1041	0.2194	
2.30	104.07	1074.743	0.1041	0.2394		

Fonte: Do Autor.

Considerando os parâmetros técnicos já mencionados, o dimensionamento das trincheiras resultou em 42 poços com altura útil de 2,3 metros e volume disponível de 239,35m³. O volume solicitado foi de 232,07m³, assim, o sistema terá uma margem de segurança de 3,04%.

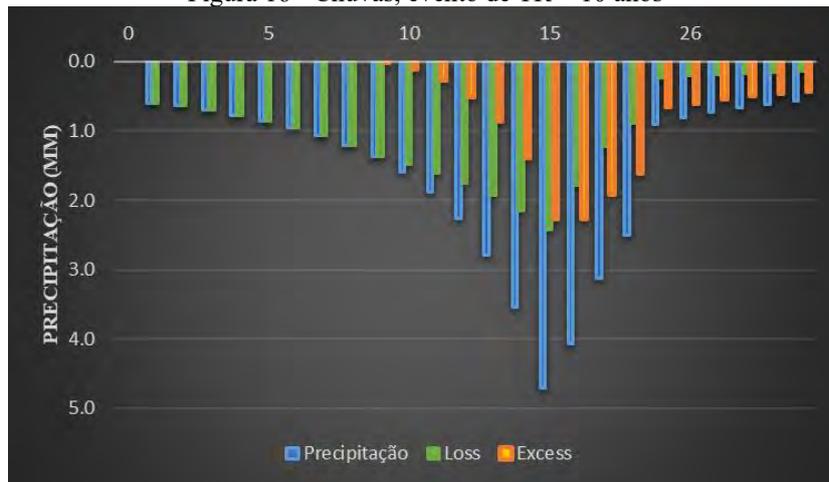
O volume fornecido e o volume solicitado são produto da soma das áreas internas das manilhas, com os vazios da parte externa preenchida com brita.

O volume solicitado é a somatória do volume disponível pelas manilhas e o volume externo as manilhas preenchidas com material graúdo (Brita 3) para atender a vazão de projeto e fornecer sustentação para a estrutura. O coeficiente utilizado para estabelecer os vazios do preenchimento externo (Brita), foi apresentado no Quadro 9.

Apresenta-se a seguir uma avaliação das condições de funcionamento e operação das trincheiras e os resultados para o cenário simulado por meio do software HEC-HMS.

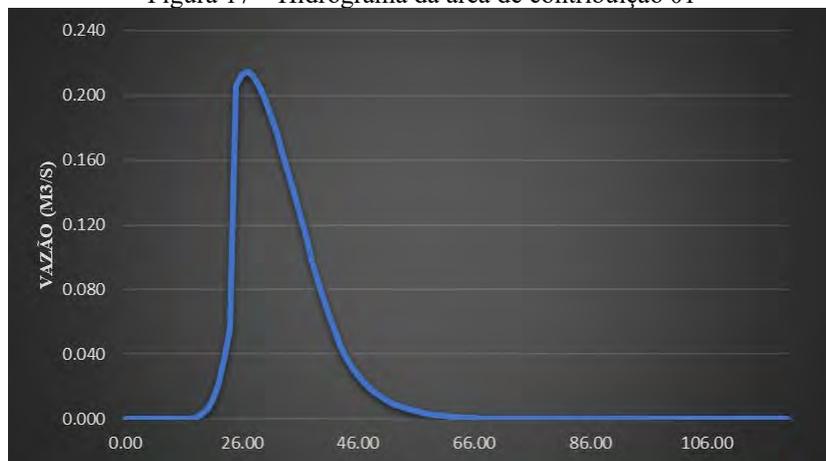
 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Figura 16 - Chuvas, evento de TR = 10 anos



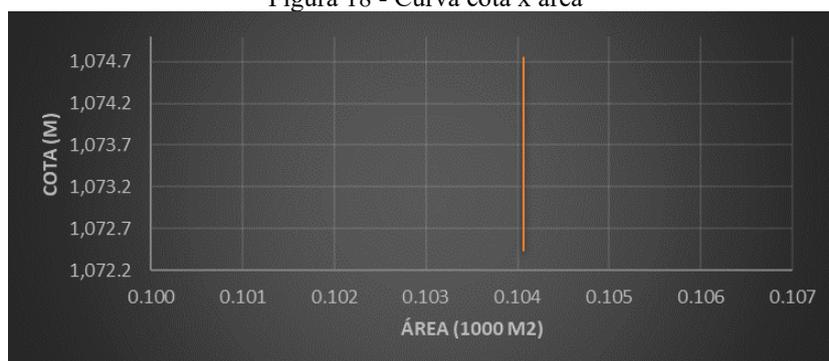
Fonte: Do Autor.

Figura 17 – Hidrograma da área de contribuição 01



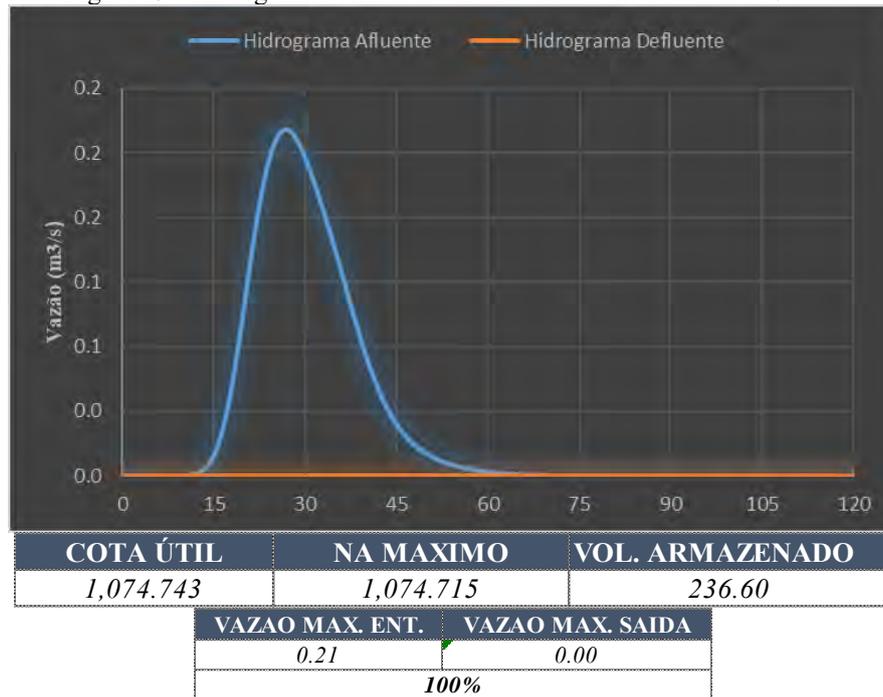
Fonte: Do Autor.

Figura 18 - Curva cota x área

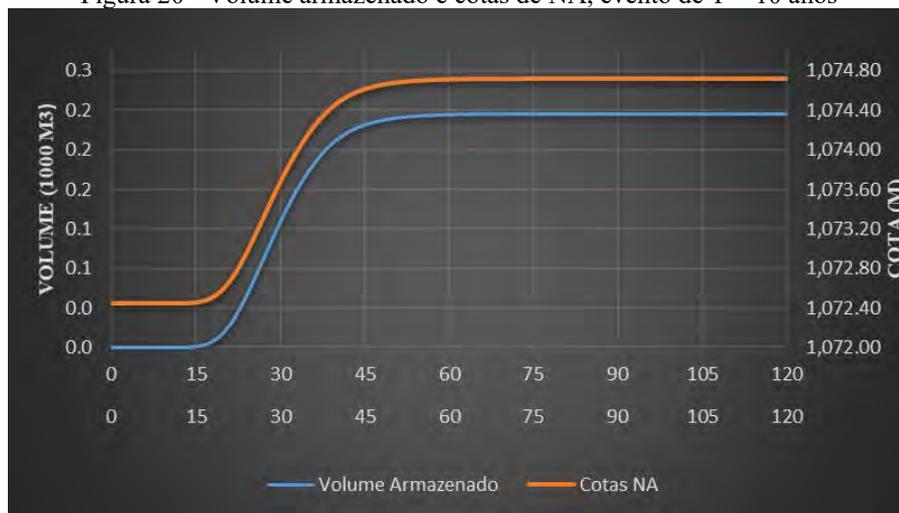


Fonte: Do Autor.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Figura 19 - Hidrogramas Afluente e Defluente - evento de TR = 10 anos


Fonte: Do Autor.

Figura 20 - Volume armazenado e cotas de NA, evento de T = 10 anos


Fonte: Do autor.

O Hidrograma de entrada e saída dos volumes armazenados e os níveis d'água atingidos ao longo do tempo, permitem constatar a eficiência de amortecimento nas trincheiras comportando 100% da vazão defluente.

A vazão total amortecida foi de 0,21m³/s, já a cota máxima do NA atingida foi de 1074,71m sendo a cota útil das trincheiras de 1074,74m, ou seja, haverá folga de segurança de 3 cm.

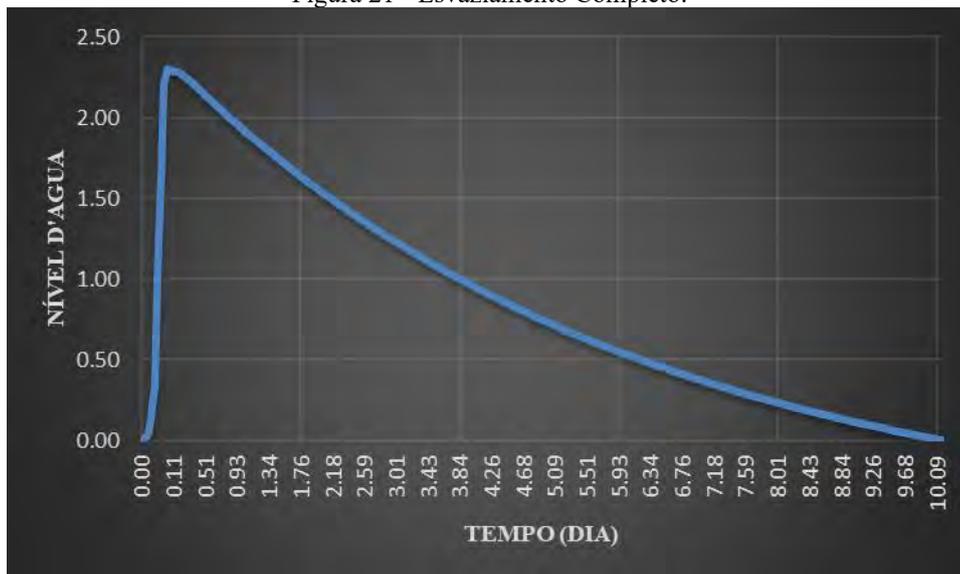
 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

O tempo de esvaziamento da trincheira, deverá obedecer ao limite médio de infiltração do solo, que no local é de 7,99 E-07 m/s.

Logo, a trincheira deverá funcionar como reservatório de quantidade, amortecendo o pico de cheia e favorecendo a infiltração no terreno natural. A qualidade do sistema se dará por meio das bocas de lobo de qualidade (Item 7.1).

Na Figura a seguir, é apresentado a curva de esvaziamento da trincheira.

Figura 21 - Esvaziamento Completo.



Fonte: Do Autor

A partir da figura apresentada percebe-se que, nas condições de projeto, levará entorno de 10 dias para a total infiltração no terreno natural do volume de água armazenado.

Portanto, no cenário proposto o sistema terá total eficiência atendendo perfeitamente ao propósito de manter o escoamento gerado dentro da área de projeto.

8.2.2. Sub Bacia 2

A seguir, os resultados obtidos no dimensionamento das trincheiras.

Quadro 11 – Pré-dimensionamento da trincheira de infiltração

DADOS DA BACIA		PLUVIOMETRIA	
A permeavel (km2) =	0	CN permeavel	0
A impermeavel (km2) =	0.00081003	CN impermeavel	87.00
A total (km2)	0.00081003	CN medio	87.00
Duracao chuva (min) =	30	S (mm) =	38.0
Tpo. Conc. (min) =	15	Duração chuva (min) =	30
Tp (h) =	0.4	T (anos) =	10
Qp (m3/s/mm) =	0.00042122	Imed (mm/h) =	95.1
		Ptotal (mm) =	47.5
		Pefet (mm) =	20.5

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

DADOS DA TRINCHEIRA INTERNA	
Diâmetro dos tubos (m)	1.50
Profundidade Trincheira (m)	2.00
Quantidade Poços (unid.)	3
Diâmetro Furo (m)	0.08
Permeabilidade Bidim (m/s)	0.0023000
50% da Permeabilidade Real do Solo (m/s)	0.000000399
Quantidade Furos/Manilha (unid.)	40
Quantidade Manilhas (Unid.)	12.00
Área da Base (m²)	1.77
Volume Unitário (m³)	3.53
Volume Fornecido (m³)	10.60
Permeabilidade Real do Solo (m/s)	7.99E-07

DADOS DA TRINCHEIRA EXTERNA	
Comprimento	6.02
Largura	2.0
Profundidade Útil	2.30
Porosidade Material Preenc.	40
Altura da Base	0.30
Volume Fornecido	6.84
RESULTADOS	
Volume Solicitado:	16.19
Volume Disponível :	17.44

Fonte: Do Autor.

Quadro 12 – Base de dados de entrada no HEC-HMS

SIMULAÇÃO CONDOMÍNIO RESERVA PRIMAVERA - TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO						
REDE:	1	TR (anos)	10			
DIAMETRO/SECAO DA MANILHA (m):	1.5	DURAÇÃO DA CHUVA (min)	30			
AREA (m2):	810.03	CN	87.00			
AREA (km2):	0.00081	QUANTIDADE DE POÇOS	3			
TEMPO DE CONC. (min):	15.00					
COTA DE CHEGADA (m):	1.077.09					
COTA DE FUNDO (m):	1.074.79					
VOLUME TOTAL (m3):	17.44					
VEM DA PLANILHA						
TRINCHEIRAS CONDOMÍNIO RESERVA PRIMAVERA	PROF. (m)	AREA (m2)	COTA (m)	AREA (1000 m2)	VOLUME (1000 m3)	LAG TIME (min)
	0.00	7.58	1,074.786	0.0076	0.0000	9.00
	0.19	7.58	1074.978	0.0076	0.0015	
	0.38	7.58	1075.169	0.0076	0.0029	
	0.58	7.58	1075.361	0.0076	0.0044	
	0.77	7.58	1075.553	0.0076	0.0058	
	0.96	7.58	1075.744	0.0076	0.0073	
	1.15	7.58	1075.936	0.0076	0.0087	
	1.34	7.58	1076.128	0.0076	0.0102	
	1.53	7.58	1076.319	0.0076	0.0116	
	1.73	7.58	1076.511	0.0076	0.0131	
	1.92	7.58	1076.703	0.0076	0.0145	
	2.11	7.58	1076.894	0.0076	0.0160	
2.30	7.58	1077.086	0.0076	0.0174		

Fonte: Do Autor.

Considerando os parâmetros técnicos já mencionados, o dimensionamento das trincheiras resultou em 3 poços com altura útil de 2,3 metros e volume disponível de 17,44m³. O volume solicitado foi de 16,19m³, assim, o sistema terá uma margem de segurança de 7,16%.

O volume fornecido e o volume solicitado são produto da soma das áreas internas das manilhas, com os vazios da parte externa preenchida com brita.

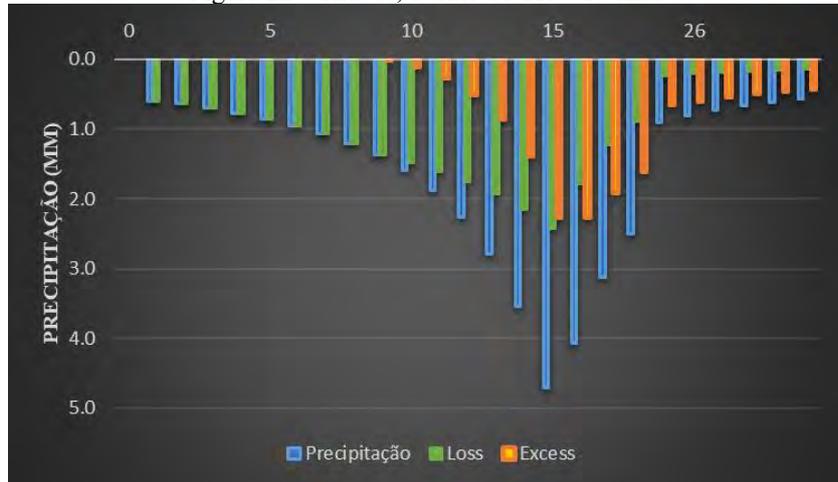
O volume solicitado é a somatória do volume disponível pelas manilhas e o volume externo as manilhas preenchidas com material graúdo (Brita 3) para atender a vazão de projeto e fornecer

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

sustentação para a estrutura. O coeficiente utilizado para estabelecer os vazios do preenchimento externo (Brita), foi apresentado no Quadro 11.

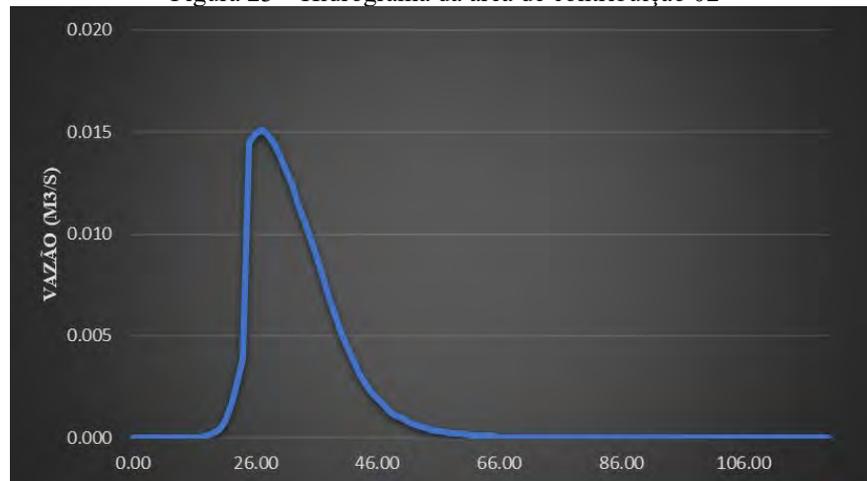
Apresenta-se a seguir uma avaliação das condições de funcionamento e operação das trincheiras e os resultados para o cenário simulado por meio do software HEC-HMS.

Figura 22 - Chuvas, evento de TR = 10 anos



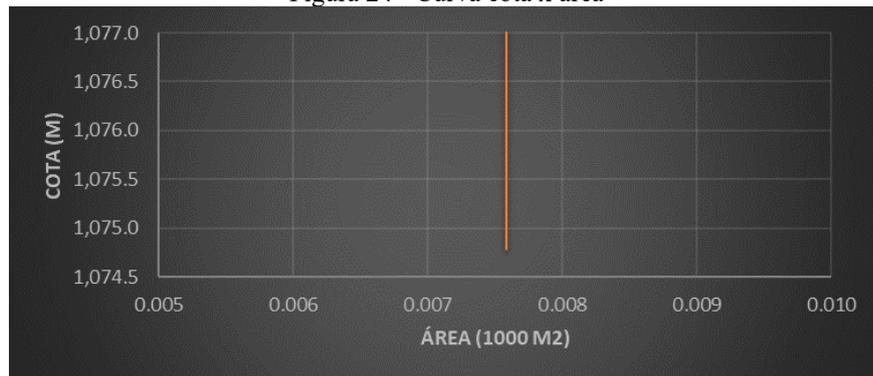
Fonte: Do Autor.

Figura 23 – Hidrograma da área de contribuição 02

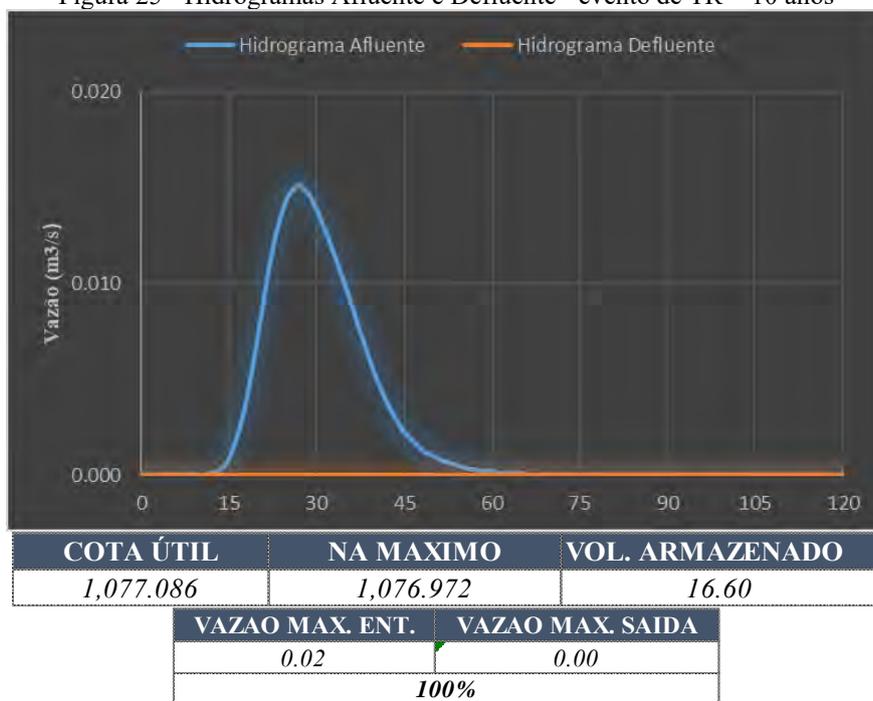


Fonte: Do Autor.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Figura 24 - Curva cota x área


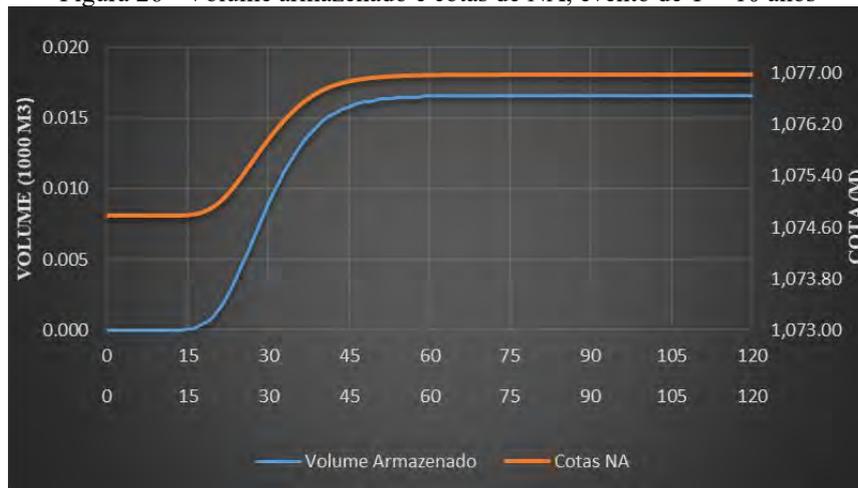
Fonte: Do Autor.

Figura 25 - Hidrogramas Afluente e Defluente - evento de TR = 10 anos


Fonte: Do Autor.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Figura 26 - Volume armazenado e cotas de NA, evento de T = 10 anos



Fonte: Do autor.

O Hidrograma de entrada e saída dos volumes armazenados e os níveis d'água atingidos ao longo do tempo, permitem constatar a eficiência de amortecimento nas trincheiras comportando 100% da vazão defluente.

A vazão total amortecida foi de 0,02m³/s, já a cota máxima do NA atingida foi de 1076,97m sendo a cota útil das trincheiras de 1077,08m, ou seja, haverá folga de segurança de 11 cm.

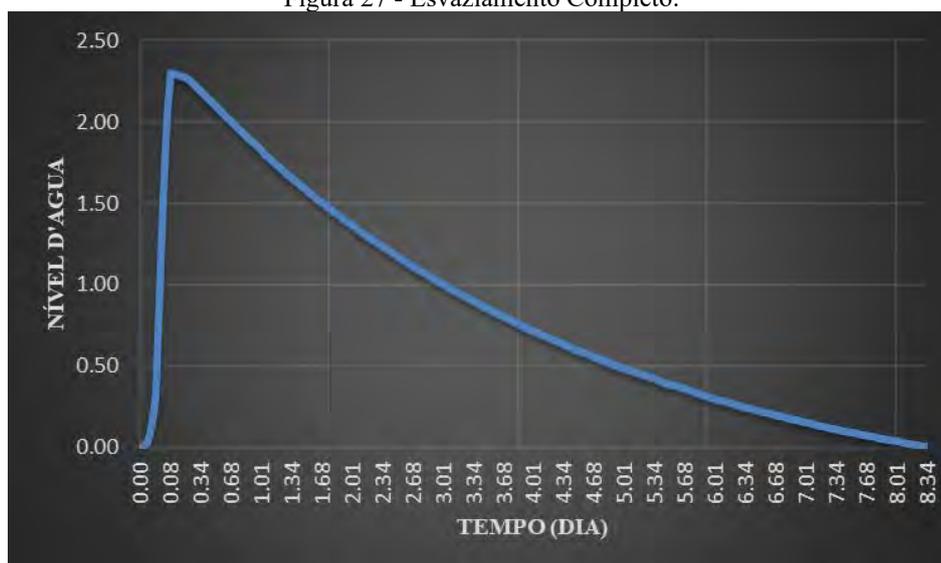
O tempo de esvaziamento da trincheira, deverá obedecer ao limite médio de infiltração do solo, que no local é de 7,99 E-07 m/s.

Logo, a trincheira deverá funcionar como reservatório de quantidade, amortecendo o pico de cheia e favorecendo a infiltração no terreno natural. A qualidade do sistema se dará por meio das bocas de lobo de qualidade (Item 7.1).

Na Figura a seguir, é apresentado a curva de esvaziamento da trincheira.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

Figura 27 - Esvaziamento Completo.



Fonte: Do Autor

A partir da figura apresentada percebe-se que, nas condições de projeto, levará entorno de 8 dias para a total infiltração no terreno natural do volume de água armazenado.

Portanto, no cenário proposto o sistema terá total eficiência atendendo perfeitamente ao propósito de manter o escoamento gerado dentro da área de projeto.

9. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E DOS SERVIÇOS

9.1. 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

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

cadastro feito quando da locação. Qualquer dano causado às redes das concessionárias será de inteira responsabilidade da contratada.

9.2. 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.

Quadro 13 - 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

9.3. 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.

9.4. 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

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

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 m³ 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 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

9.5. 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.

9.6. LARGURA DO FUNDO DE VALA

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

Quadro 14 - 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

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 da empreiteira adotar dimensões menores, a fiscalização deverá pagar o volume real escavado.

9.7. 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.

9.8. 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

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

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.

9.9. 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 12 abaixo:

Quadro 15 - 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 14, 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

9.10. TUBULAÇÃO UTILIZADA

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

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

9.11. 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

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

9.12. 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.

9.13. 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 amontoadada 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

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.

9.14. 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.

9.15. 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.

9.16. 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.

9.17. 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:

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

9.17.1. 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	-------------------------

9.18. 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.

9.19. 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASA, **Resolução N° 9**, de 8 de Abril de 2011, 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.

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
---	--	--	---------------------

11. ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

12. ANEXO II – ESTUDOS GEOTÉCNICOS E ART CORRESPONDENTE

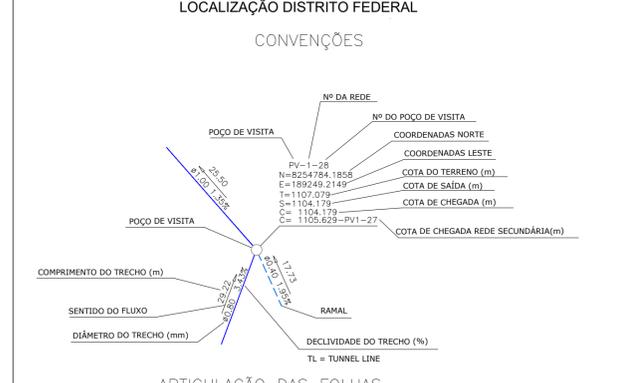
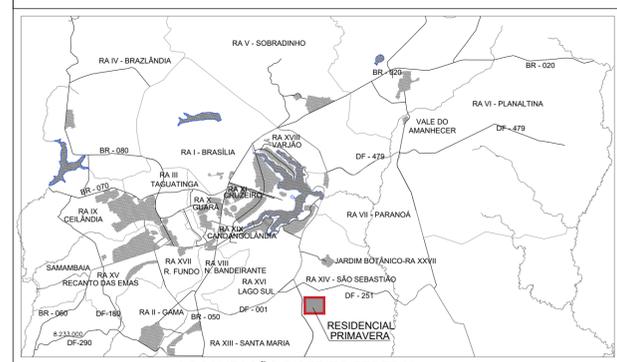
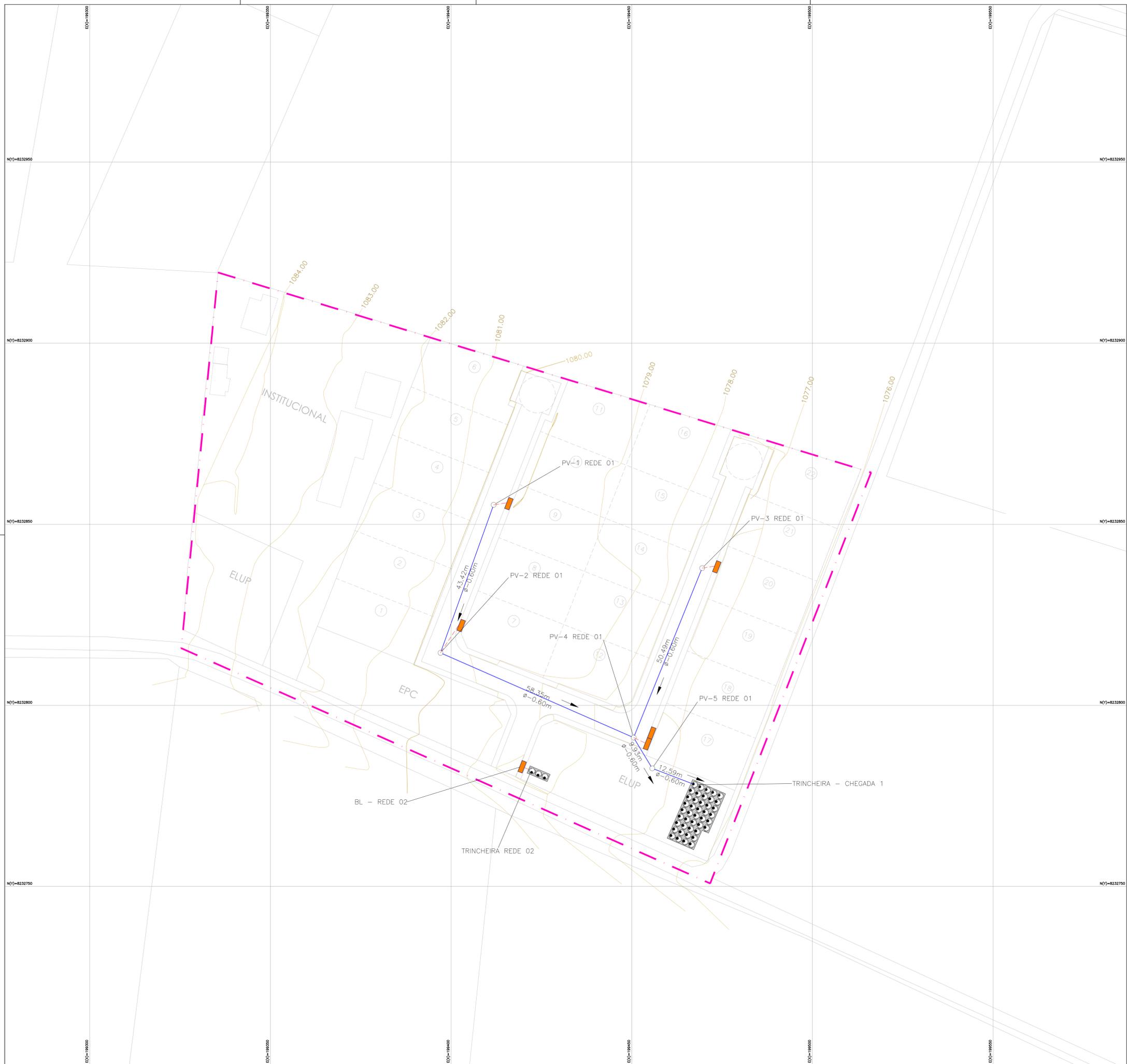
 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

13. ANEXO III – DESENHOS TÉCNICOS

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------

14. ANEXO IV – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO

 TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental PROJETO	Residencial Primavera A SUPERVISÃO	Aprovação do Órgão Responsável Drenagem Pluvial	Rev. 00 Dez/2021
--	--	--	---------------------



- Legenda**
- Curva Mestra
 - Curva Intermediária
 - Rede Projetada
 - Ramal Projetado
 - Polygonal
 - Poço de Visita (PV)
 - Sentido do Escoamento
 - Boca de Lobo Simples
 - Boca de Lobo Dupla
 - Trincheiras de Infiltração

NOTAS:

- Todas as Bocas de Lobo serão do tipo qualidade
- Curvas Geradas de 1 em 1 metro
- Os Ramais Projetados, mesmo quando não especificados terão Diâmetro de 400 mm
- Projeção: Universal Transversa de Mercator (SIRGAS 2000 - ZONA 23S)

00	EMISSÃO INICIAL	Junho/2021
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

RT: ENG. FELIPE GOMES CREA 29.388/D-DF

RT: ENG. THALES THIAGO CREA 22.706/D-DF

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

INF 012/2021

RESIDENCIAL PRIMAVERA

SETOR HABITACIONAL - TORORÓ

PLANTA GERAL	FOLHA: 01/08	1:500	DATA: DEZEMBRO/2021
PROJETO: <i>de laival</i>	CÁLCULO: <i>de laival</i>	REVISÃO: <i>de laival</i>	VISTO: _____
			APROVO: _____

TT ENGENHARIA

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

MERIDIANO CENTRAL - 45°

VARIAÇÃO ANUAL - 00°05'08"

JARDIM BOTÂNICO - RA-JB

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

202-II-3-B	203-I-1-A	203-I-1-B
202-II-3-D	203-I-1-C	203-I-1-D
202-II-5-B	203-I-1-A	203-I-1-B

Kr = 1.0005413



TT ENGENHARIA

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

RESIDENCIAL PRIMAVERA

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO RESIDENCIAL PRIMAVERA REGIÃO ADMINISTRATIVA DO JARDIM BOTÂNICO – RA-JB

RESIDENCIAL PRIMAVERA

Região Administrativa do Jardim Botânico – RA-JB

Responsável pelo Empreendimento

Residencial Primavera

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

SHIS QI 09/11 BLOCO SL 207

Fone/Fax: (61) 3327-3199

thalesthiagoengenharia@gmail.com

71625-172 – Brasília – DF

CNPJ 35.425.146/0001-63

Responsáveis Técnicos

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

Equipe Técnica

- Eng. **Paulo Henriky Pereira de Souza** – CREA D-DF – Eng^a Civil

PROJETO.INF.PAV.PRIMAVERA.001

PROJETO.INF.PAV.PRIMAVERA.001

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		ESTUDO INICIAL	FELIPE	THALES		
			TT ENG.			

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	8
2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	9
2.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”	9
2.1.1 Descrição Do Empeendimento	9
2.1.2 Consideração de Frota.....	10
2.1.3 Dimensionamento do Tráfego.....	12
2.2 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO	18
2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS.....	19
3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS	19
3.1 ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO.....	19
3.1.1 Ensaio geotécnicos.....	19
3.1.2 Cálculo do CBR de projeto.....	23
4. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DO PAVIMENTO	23
4.1 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO	23
4.2 PRESSUPOSTOS DE DIMENSIONAMENTO.....	24
4.2.1 Drenagem	24
4.2.2 Condições das Camadas da Estrutura do Pavimento.....	24
4.2.3 Infraestrutura das Vias.....	24
4.3 DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE BLOCOS INTERTRAVADOS	24
4.4 VIA LOCAL EM PAVIMENTO INTERTRAVADO.....	28
4.5 CÁLCULO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DO PAVIMENTO	28
5. BIBLIOGRAFIA.....	30
6. ANEXO	31
6.1 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART	31
6.2 ENSAIOS GEOTÉCNICOS.....	32
6.3 PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS FUIROS DE SONDAGEM	33
6.4 PLANTA DE CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS	34
6.5 PLANTA DA SEÇÃO TIPO	35
6.6 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DOS ENSAIOS – ART	36

FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO.....	8
FIGURA 2 – VEÍCULO TIPO 2C	10
FIGURA 3 – VEÍCULOS DE PASSEIO TIPO CARROS E CAMINHONETAS.....	10
FIGURA 4 – VEÍCULO TIPO MOTOCICLETA.....	11
FIGURA 5 – ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO - VIAS DE TRÁFEGO LEVE EM INTERTRAVADO - ESPESSURA DA SUB-BASE.	25
FIGURA 6 – ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO - VIAS DE TRÁFEGO MÉDIO EM INTERTRAVADO.	26

TABELAS

TABELA 1: CARGA POR EIXO DE VEÍCULO, CONFORME LEI DA BALANÇA.....	11
TABELA 2: CONTAGEM DE TRÁFEGO NO PERÍODO DE 7 DIAS.....	12
TABELA 3: VMD ANUAL NO PERÍODO DE 20 ANOS DE OPERAÇÃO COM TAXA DE CRESCIMENTO DE 3,0% AO ANO.....	13
TABELA 4: FATORES DE CARGA PELO MÉTODO AASHTO.....	14
TABELA 5: FATORES DE CARGA PELO MÉTODO USACE.....	14
TABELA 6: CÁLCULO DO FATOR VEÍCULO PELO MÉTODO AASHTO.....	15
TABELA 7: CÁLCULO DO FATOR VEÍCULO PELO MÉTODO USACE.....	16
TABELA 8: CÁLCULO DO NÚMERO N DE ACORDO COM OS MÉTODOS AASHTO E USACE...	16
TABELA 9: CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGOS.....	17
TABELA 10: VALORES “T” DE STUDENT PARA ESTE NÍVEL DE CONFIANÇA.	20
TABELA 11. RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉNICOS DO SUBLEITO.	22
TABELA 12. CBR DE PROJETO DO PAVIMENTO.....	23
TABELA 13. ESPESSURA E RESISTÊNCIA DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA REVESTIMENTO.....	27
TABELA 14. RESUMO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DO PAVIMENTO.	29

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

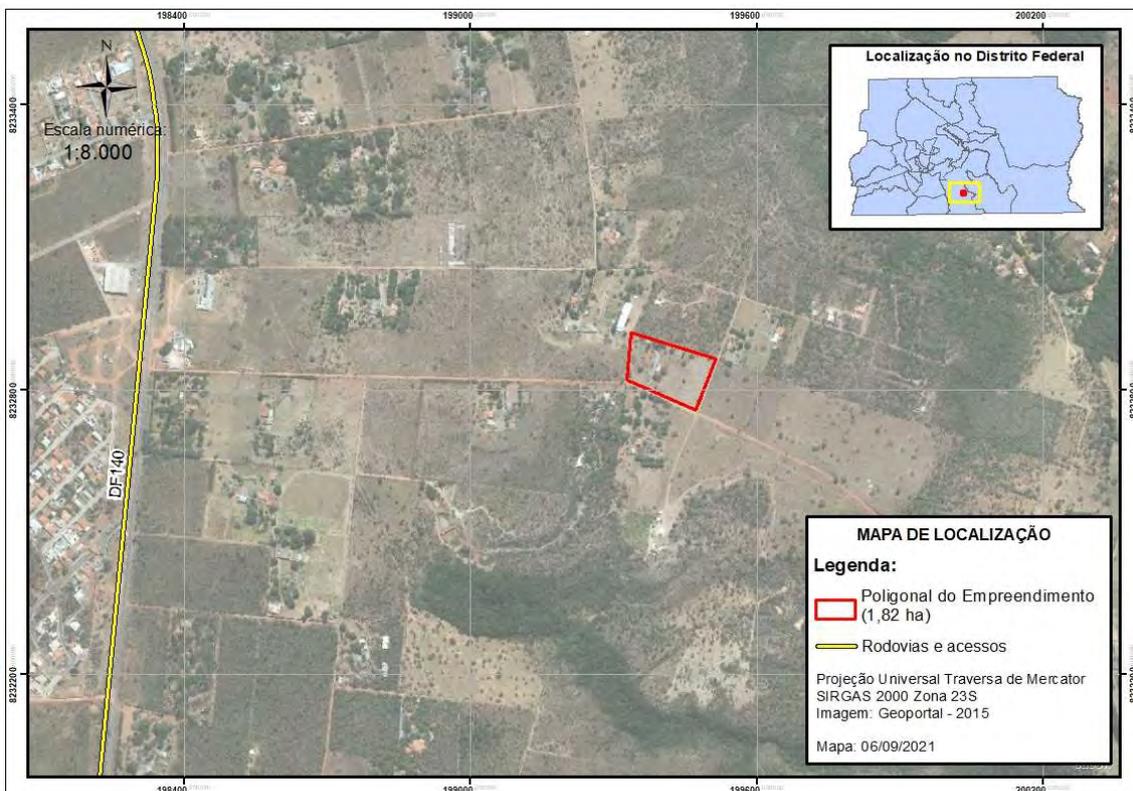
A Empresa TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental Ltda., apresenta o Projeto Executivo Pavimentação para as vias internas do Residencial Primavera localizado no Setor Habitacional Tororó, na Região Administrativa do Jardim Botânico, Brasília - Distrito Federal.

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 no Residencial Primavera. 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. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O atual estudo tem como objetivo dimensionar a estrutura do pavimento a ser implantado no Residencial Primavera 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 lateríticos 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 laterítico, esta deverá ser incorporada ao subleito do pavimento para a melhoria desse último.

Caso a jazida de cascalho não atenda às exigências de resistência para a sub-base $CBR \geq 20\%$ (conforme exigência da NOVACAP), respectivamente, este material deverá ser melhorado com adição de aditivos ou outro material, desde que devidamente ensaiados e autorizados pelo órgão fiscalizador.

2.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

2.1.1 Descrição Do Empreendimento

O empreendimento de estudo é um parcelamento de solo urbano, denominado de Residencial Primavera, localizado no Jardim Botânico.

O empreendimento é composto por 22 lotes residenciais, sendo que nenhum se encontra ocupado por ser um parcelamento que ainda não foi implantado assim como seu sistema viário.

2.1.2 Consideração de Frota

Como todos os lotes estão desocupados e o seu sistema viário ainda não foi inserido, foi estimado o tráfego no local para uma semana em situações de ocupação normal do condomínio. Assim, de posse de tais informações, o primeiro passo a se realizar é ter ciência dos diversos tipos de veículos que possam utilizar o sistema viário a ser implementado. Com base nas figuras a seguir, é possível observar os tipos de veículo que poderão trafegar sobre o empreendimento conforme as imagens a seguir.

Figura 2 – Veículo Tipo 2C



Fonte: Web.

Figura 3 – Veículos de Passeio tipo Carros e Caminhonetas.



Fonte: Web.

Figura 4 – Veículo tipo Motocicleta.

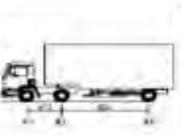


Fonte: Web.

Segundo a lei da balança, juntamente com a classificação dos veículos pelo MANUAL DE ESTUDO DE TRÁFEGO - PUBLICAÇÃO IPR 723, edição 2006, para o desenvolvimento do cálculo da estrutura do pavimento, os veículos de passeio e as motocicletas, não são fatores determinantes no cálculo na determinação do fluxo admissível do eixo padrão de 8,2 tf.

Dessa forma, o veículo tipo para a elaboração da previsão de tráfego solicitante será composto somente pelo Caminhão de Eixo Simples, do Tipo 2C, conforme observado na Tabela 01.

Tabela 1: Carga por eixo de veículo, conforme lei da balança.

SILHUETA	Nº DE FIXOS	PBT/CMT MÁX. (t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t d12 ≤ 3,50m	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TROCADO E1 = ES, RS, CM = 6t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t d12 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t d12, d23 > 2,40m	251
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 6t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT, CM = 25,5t d12 > 2,40 1,20m < d23, d34 ≤ 2,40m	4C

Fonte: DNIT.

Dessa forma, conforme supracitado, o veículo de serviço é do Tipo 2C. Suas características podem ser observadas a seguir:

- Eixo dianteiro (E1):.....6,0 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....10,0 tf
- Distância entre eixo dianteiro e traseiro:..... $\leq 3,50\text{m}$

Para o dimensionamento do tráfego, é importante ressaltar que foi avaliada a utilização de parte de veículos carregados e parte de veículos vazios, conforme especificações a seguir:

Veículos Vazios:

- Eixo dianteiro (E1):.....4,20 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....7,00 tf

Veículos Cheios com sobrecarga de 7,5% da Lei da Balança:

- Eixo dianteiro (E1):.....6,45 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....10,75 tf

2.1.3 Dimensionamento do Tráfego

Observa-se na Tabela 2 a seguir, de forma breve, o volume estimado do tráfego de veículos no condomínio para cada tipo de veículo durante o período de 7 dias (uma semana). Para a obtenção destes valores foram consideradas as características individuais do parcelamento.

Tabela 2: Contagem de Tráfego no período de 7 dias.

TIPOS DE VEÍCULOS	CLASSE DOS VEÍCULOS		TOTAL SEMANAL
PASSEIO	-		88
UTILITÁRIOS	-		
CAMINHÕES	2C		9
OUTROS	-	-	22
TOTAL			119

Fonte: TT Engenharia.

De acordo com as informações colhidas, foi obtido o valor do Volume Médio Semanal de veículos mistos (VMS) igual a 119 veículos/semana ou Volume Médio Diário (VMD) de veículos mistos 17 veículos/dia.

É importante ressaltar que desses, apenas os caminhões apresentam operacionalidade para o dimensionamento do pavimento, sendo o VMS igual a 9 veículos/semana ou VDM 2 veículos/dia.

Para o cálculo será adotado um fator de crescimento de tráfego de 3,00% ao ano durante o período de 20 anos, levando em consideração que muitos dos lotes poderão estar em fase de construção, ou até mesmo finalizados, atraindo mais visitantes ao empreendimento.

Tabela 3: VMD Anual no período de 20 anos de operação com taxa de crescimento de 3,0% ao ano.

OPERAÇÃO	ANO DE OPERAÇÃO	CARROS	MOTOS	2C
1º ANO	2021	4589	1147	469
2º ANO	2022	4726	1182	483
3º ANO	2023	4868	1217	498
4º ANO	2024	5014	1254	513
5º ANO	2025	5164	1291	528
6º ANO	2026	5319	1330	544
7º ANO	2027	5479	1370	560
8º ANO	2028	5643	1411	577
9º ANO	2029	5813	1453	594
10º ANO	2030	5987	1497	612
11º ANO	2031	6167	1542	631
12º ANO	2032	6352	1588	650
13º ANO	2033	6542	1636	669
14º ANO	2034	6738	1685	689
15º ANO	2035	6941	1735	710
16º ANO	2036	7149	1787	731
17º ANO	2037	7363	1841	753
18º ANO	2038	7584	1896	776
19º ANO	2039	7812	1953	799
20º ANO	2040	8046	2012	823
VOLUME TOTAL		123297	30824	12610

Fonte: TT Engenharia.

Com os dados de contagem estimada de veículos que trafegarão pelo condomínio, bem como com a projeção de veículos ao longo da vida útil do pavimento, pode-se proceder para o cálculo do Número “N” de eixo padrão (8,2 tf).

$$N = 365 \times TDMa \times FV \times FR \times FD$$

Onde:

365 – Número de dias de um ano

TDMa – Tráfego Médio Diário anual da via

FV – Fator de veículos

FR – Fator Climático (adotado = 1,1)

FD – Fator Direcional (adotado = 100%)

Tendo em vista que o condomínio possui 2 faixas de tráfego em sua via principal, adotou-se o Fator Direcional (FD) igual a 100%.

Procedendo a previsão de tráfego local, fez-se o cálculo do Fator de Veículo (FV), que é uma Composição entre o produto do Fator de Carga (FC) pelo Fator de Equivalência (FE).

A imagem a seguir apresenta as considerações para os Fatores de Cargas (FC) pelos métodos das AASHTO e USACE.

Tabela 4: Fatores de Carga pelo Método AASHTO.

Fonte: AASHTO.

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simplex de rodagem simples	$FC = (P / 7,77)^{4,32}$
Simplex de rodagem dupla	$FC = (P / 8,17)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15,08)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 22,95)^{4,22}$

P = Peso bruto total sobre o eixo

Tabela 5: Fatores de Carga pelo Método USACE.

Fonte: USACE.

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

Tabela 7: Cálculo do Fator Veículo pelo método USACE.

CLASSE	TIPOS DE EIXO	FATOR DE CARGA - FC		%	FATOR DE EQUIVALÊNCIA - FE (VEÍCULO)	FATOR DE VEÍCULOS - FV	TOTAL FATOR DE VEÍCULOS - FV
		SRS	SRD				
2C VAZIO	SRS + SRD	0,066	0,516	20%	0,582	0,116	4,550
2C CHEIO	SRS + SRD	0,372	5,171	80%	5,542	4,434	

Fonte: TT Engenharia.

Tabela 8: Cálculo do número N de acordo com os métodos AASHTO e USACE.

OPERAÇÃO	ANO DE OPERAÇÃO	TDMa	N	
			AASHTO	USACE
1º ANO	2021	1,29	1,60E+03	2,35E+03
2º ANO	2022	1,32	1,64E+03	2,42E+03
3º ANO	2023	1,36	1,69E+03	2,49E+03
4º ANO	2024	1,40	1,74E+03	2,57E+03
5º ANO	2025	1,45	1,80E+03	2,64E+03
6º ANO	2026	1,49	1,85E+03	2,72E+03
7º ANO	2027	1,54	1,91E+03	2,80E+03
8º ANO	2028	1,58	1,96E+03	2,89E+03
9º ANO	2029	1,63	2,02E+03	2,98E+03
10º ANO	2030	1,68	2,08E+03	3,06E+03
11º ANO	2031	1,73	2,15E+03	3,16E+03
12º ANO	2032	1,78	2,21E+03	3,25E+03
13º ANO	2033	1,83	2,28E+03	3,35E+03
14º ANO	2034	1,89	2,34E+03	3,45E+03
15º ANO	2035	1,94	2,41E+03	3,55E+03
16º ANO	2036	2,00	2,49E+03	3,66E+03
17º ANO	2037	2,06	2,56E+03	3,77E+03
18º ANO	2038	2,13	2,64E+03	3,88E+03
19º ANO	2039	2,19	2,72E+03	4,00E+03
20º ANO	2040	2,25	2,80E+03	4,12E+03

Fonte: TT Engenharia.

Com base nos valores de número N obtidos e observando as especificações da norma IP-02 PMSP da Prefeitura Municipal de São Paulo para Classificação das Vias apresentadas na Tabela 9, podemos classificar o tráfego do sistema viário projetado. Portanto, para ambos os métodos a classificação das vias seriam de vias locais, com tráfego LEVE e N característico de 10⁵.

O Pavimento do Residencial Primavera será dimensionado com a previsão de tráfego para 01 (uma) categoria, ou seja, como Via Local Residencial C/ Passagem - Tráfego Leve; conforme pode ser visto na planta de VIAS em anexo, principalmente devido à característica dessa área. Além disso, para o referido projeto foi utilizado um período de vida útil de 20 anos, valendo a ressalva de que esta previsão foi realizada de acordo com as diretrizes da IP - 02 - Classificação das vias, de autoria da prefeitura do município de São Paulo. Segundo a IP-02 o tráfego pode ser assim classificado:

- **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 (vinte) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN);

Para a via do Parcelamento, serão adotados valores específicos extraídos da tabela de classificação das vias e parâmetros de tráfego IP-02 da Prefeitura de São Paulo.

Tabela 9: Classificação das vias e parâmetros de tráfegos.

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

Fonte: IP-02 (PMSP).

Também serão adotadas as seguintes premissas para o referido projeto:

- A seção tipo das vias terá caimento de 2% para os bordos;
- O greide de projeto será lançado, preferencialmente, colado no leito existente;
- 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;
- Para esse estudo optou-se por pavimento do tipo intertravado permeável, pois é uma estrutura que produz boa transferência de carga entre o que estiver sendo carregado e os adjacentes, por meio do contato entre faces (intertravamento) sendo que a estrutura irá trabalhar de forma satisfatória, onde se processa um alívio de tensões transmitidas ao subleito e às camadas do pavimento;

2.2 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Entre os inúmeros métodos existentes para o dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto, foi adotado no presente estudo a definição do CBR e do dimensionamento das camadas com o método 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.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

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 projeto urbanístico, bem como pelo corpo de engenheiros da TT ENGENHARIA, levando em consideração o desenvolvimento da área de projeto e regiões do entorno.

Determinada as condições de tráfego, para efeito de dimensionamento dos pavimentos, a Via do Residencial Primavera foi classificada como Via Local Residencial (Leve) com base nos critérios do modelo PAVIURB, utilizado na Prefeitura do Município de São Paulo CT/9-PMSP e conforme a Tabela 9.

3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3.1 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 Ensaios/DNER.

3.1.1 Ensaios 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.

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

Tabela 10: Valores “t” de Student para este nível de confiança.

n	P($t_n \leq v$)							
	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
∞	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Fonte: t student.

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

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

Onde:

CBR = CBR Médio;

S = desvio Padrão;

T 0,90 = valores de *student*;

n = número de amostras.

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

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

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

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

Onde:

N = Número de amostras.

X = valor individual.

\bar{X} = média aritmética.

σ = desvio padrão.

Xmin = valor mínimo provável, estatisticamente.

Xmax = valor máximo provável, estatisticamente.

N > .9 (número de determinações feitas).

Tabela 11. Resumo dos Ensaios Geotécnicos do Subleito.

FURO	DESCRICAO	N.A	UMID. OTIMA <i>Porc</i>	DEN. MAXI. COMPACTADA	EXP <i>Porc</i>	ISC <i>Porc</i>	PEDREGULHO	AREIA GROSSA	AREIA FINA	ARGILA SILTE	LL	LP	IP	PASSA P. 10	PASSA P. 40	PASSA P. 200	IG	HRB GRUPO	UNIFICADA
1	CBR-01	-	10,10	1785,00	0,04	13,80	8,79	2,26	72,21	16,74	42,20	31,80	10,30	91,21	88,94	16,74	0	A -2- 5	MH
2	CBR-02	-	11,00	1720,00	0,05	9,80	1,53	2,00	77,48	19,00	42,50	33,20	9,30	98,47	96,48	19,00	0	A -2- 5	MH

Fonte: TT Engenharia.