



TT ENGENHARIA

**PROJETO EXECUTIVO DE ÁGUAS PLUVIAIS:
CUMPRIMENTO DE SENTENÇA DO PROCESSO
Nº 0701239-63.2018.08.07.0012
CONDOMÍNIO VILLE DE MONTAGNE**

SETOR HABITACIONAL JARDIM BOTÂNICO - JB

© 2022 TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

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

PROJETO EXECUTIVO DE ÁGUAS PLUVIAIS

CUMPRIMENTO DE SENTENÇA

PROCESSO Nº 0701239-63.2018.08.07.0012

CONDOMÍNIO VILLE DE MONTAGNE

REGIÃO ADMINISTRATIVA JARDIM BOTÂNICO – RA JB

Condomínio Ville de Montagne

Setor Habitacional Tororó, na Região Administrativa do Jardim Botânico – RA-JB.

CEP: 71680-357

Responsável pelo Empreendimento

Associação dos Moradores do Condomínio Ville de Montagne

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

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

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

thalesthiagoengenharia@gmail.com

CNPJ 35.425.146/0001-63

Responsáveis Técnicos

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

Equipe Técnica

- | | |
|---|---|
| • Eng. Yuri Stephano – Engº Civil; | • Arq. Synthya Moreira – Arquiteta |
| • Eng. Paulo Henriky – Engº Civil; | • Arq. Ana Karolina – Arquiteta |
| • Eng. João Vitor Rabelo – Engº Civil; | • Arq. Vinícius Gomes – Arquiteto |
| • Eng. Rafael Fragassi – Engº Florestal; | |

PE-DRN00-VDM-REL-R00



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

REGIÃO ADMINISTRATIVA JARDIM BOTÂNICO
CONDOMÍNIO VILLE DE MONTAGNE

PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL



TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

03						
02						
01	Março/2023	Revisão	Yuri S.	Thales		
00	Março/2023	Emissão Inicial	Yuri S.	Thales		
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV	DATA	APROV
			TT ENG.		VDM	
REVISÕES						

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	8
2. INTRODUÇÃO.....	10
3. MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS DO DISTRITO FEDERAL	11
4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	12
5. SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE NA INFLUÊNCIA DE PROJETO	12
6. ESTUDO DA ALTERNATIVA.....	14
6.1. CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DA ÁREA.....	14
6.2. BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	16
6.3. SISTEMA DE DRENAGEM PROJETADO.....	17
7. CRITÉRIOS DE PROJETO.....	20
7.1. MÉTODO DE CÁLCULO.....	20
7.2. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO “C”	20
7.3. INTENSIDADE DE CHUVA CRÍTICA	22
7.4. PERÍODO DE RETORNO.....	24
7.5. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	25
7.6. ÁREAS CONTRIBUINTES.....	25
7.7. CONDIÇÕES DE CÁLCULO HIDRÁULICO DA REDE	26
7.8. DIÂMETRO MÍNIMO.....	26
7.9. RECOBRIMENTO MÍNIMO DA TUBULAÇÃO.....	26
7.10. DECLIVIDADE MÍNIMA.....	27
7.11. VELOCIDADES LIMITES.....	27
8. COMPONENTES DO SISTEMA.....	27
8.1. BOCAS DE LOBO	27
8.2. TUBULAÇÕES.....	28
8.3. POÇOS DE VISITA.....	28
8.4. DISSIPADOR DE ENERGIA	28
9. RESULTADOS	29
9.1. REDE DE DRENAGEM.....	29
9.2. DISSIPAÇÃO DE ENERGIA.....	32
10. MANUTENÇÃO PREVENTIVA	35
11. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E DOS SERVIÇOS	35
11.1. LOCAÇÃO	35
11.2. ESCAVAÇÃO.....	36

11.3.	PROCESSO MECÂNICO	36
11.4.	CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAL.....	36
11.5.	TALUDE DE VALAS.....	37
11.6.	LARGURA DO FUNDO DE VALA.....	37
11.7.	ESCORAMENTO	38
11.8.	ESGOTAMENTO E BOMBEAMENTO	38
11.9.	PREPARO DO LEITO.....	39
11.10.	TUBULAÇÃO UTILIZADA.....	40
11.11.	POÇOS DE VISITA.....	40
11.12.	BOCAS DE LOBO.....	41
11.13.	ATERROS	41
11.14.	REATERRO.....	42
11.15.	LIMPEZA DO CANTEIRO.....	42
11.16.	REMOÇÃO DE MATERIAL EXCEDENTE.....	42
11.17.	SEGURANÇA DO TRABALHO	42
11.18.	ESCAVAÇÕES E FUNDAÇÕES.....	42
11.19.	DIÁRIO DE OBRA.....	43
11.20.	INTERFERÊNCIA COM REDES DE OUTRAS CONCESSIONÁRIAS.....	44
12.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
13.	ANEXOS	46
13.1.	ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS.....	46
13.2.	ANEXO II – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO	46
13.3.	ANEXO III – ESTUDOS GEOTÉCNICOS	46
13.4.	ANEXO IV - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART).....	46
13.5.	ANEXO V – LÁUDOS CAUTELARES.....	46
13.6.	ANEXO VI – DOCUMENTAÇÕES COMPLEMENTARES	46

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE SITUAÇÃO.....	8
FIGURA 2 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	9
FIGURA 3 – IMAGEM HISTÓRICA 2004: VIAS SEM PAVIMENTAÇÃO.	12
FIGURA 4 - IMAGEM HISTÓRICA 2008: VIAS PAVIMENTADAS.....	12
FIGURA 5 - CAPTAÇÃO POR BOCA DE LOBO DO TIPO GRELHA. REDE EXISTENTE.	13

FIGURA 6 – PONTO DE CONTRIBUIÇÃO DO ESCOAMENTO PROVENIENTE DO CONDOMÍNIO SOLAR DE BRASÍLIA.	13
FIGURA 7 - BOCA DE LOBO E MURO DE DIVISA AO FUNDO DO LOTE DA SR. CLAUDIA.....	13
FIGURA 8 – CAPTAÇÃO E CONDUÇÃO PARA A BOCA DE LOBO FIGURA 5.	13
FIGURA 9 – CAPTAÇÃO EM FRENTE AO LOTE DA SR. CLÁUDIA.	13
FIGURA 10 – LANÇAMENTO FINAL SEM DISPOSITIVO DE DISSIPACÃO E TRANSIÇÃO PARA O CORPO HÍDRICO.	13
FIGURA 11 – MAPA DE DECLIVIDADE.....	14
FIGURA 12 – MAPA DE ELEVAÇÕES.....	15
FIGURA 13 - MAPA HIDROGRÁFICO.....	16
FIGURA 14 - BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	17
FIGURA 15 - DENSIDADE DE URBANIZAÇÃO	18
FIGURA 16 – PERFIL TRANSVERSAL DO LANÇAMENTO.....	18
FIGURA 17 - SISTEMA CONVENCIONAL DE DRENAGEM.....	19
FIGURA 18 - MAPA DAS ÁREAS DE CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEFLÚVIO.....	22
FIGURA 19 - CURVAS DE INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA – BRASÍLIA/DF.....	24
FIGURA 20 - PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA – BRASÍLIA/DF.....	24
FIGURA 21 - DISSIPADOR VERTICAL VISTA EM CORTE	32
FIGURA 21 - DISSIPADOR VERTICAL, PLANTA BAIXA.....	33
FIGURA 21 - DISSIPADOR VERTICAL, TAMPA E LAJE L/1.....	33
FIGURA 21 - DISSIPADOR VERTICAL, LAJE L/2 E FUNDO.....	34

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1 - VALORES DE COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL CONFORME A COBERTURA DO SOLO	21
QUADRO 2 - COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	22
QUADRO 3 - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA – I (MM/H) E ALTURA DE PRECIPITAÇÃO – P (MM).....	23
QUADRO 4 - PLANILHA DE CÁLCULO DA REDE PROJETADA (10 ANOS).	31
QUADRO 5 – RECOMENDAÇÕES GERAIS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.	35

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - ACRÉSCIMOS NAS ESCAVAÇÕES	36
TABELA 2 - LARGURA DE FUNDO DE VALAS PARA TUBOS OU GALERIAS	37
TABELA 3 - ESPESSURA DA BASE DO LEITO PARA TUBOS OU SEÇÕES DA GALERIA MOLHADA	39

LISTA DE ABREVIATÕES

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

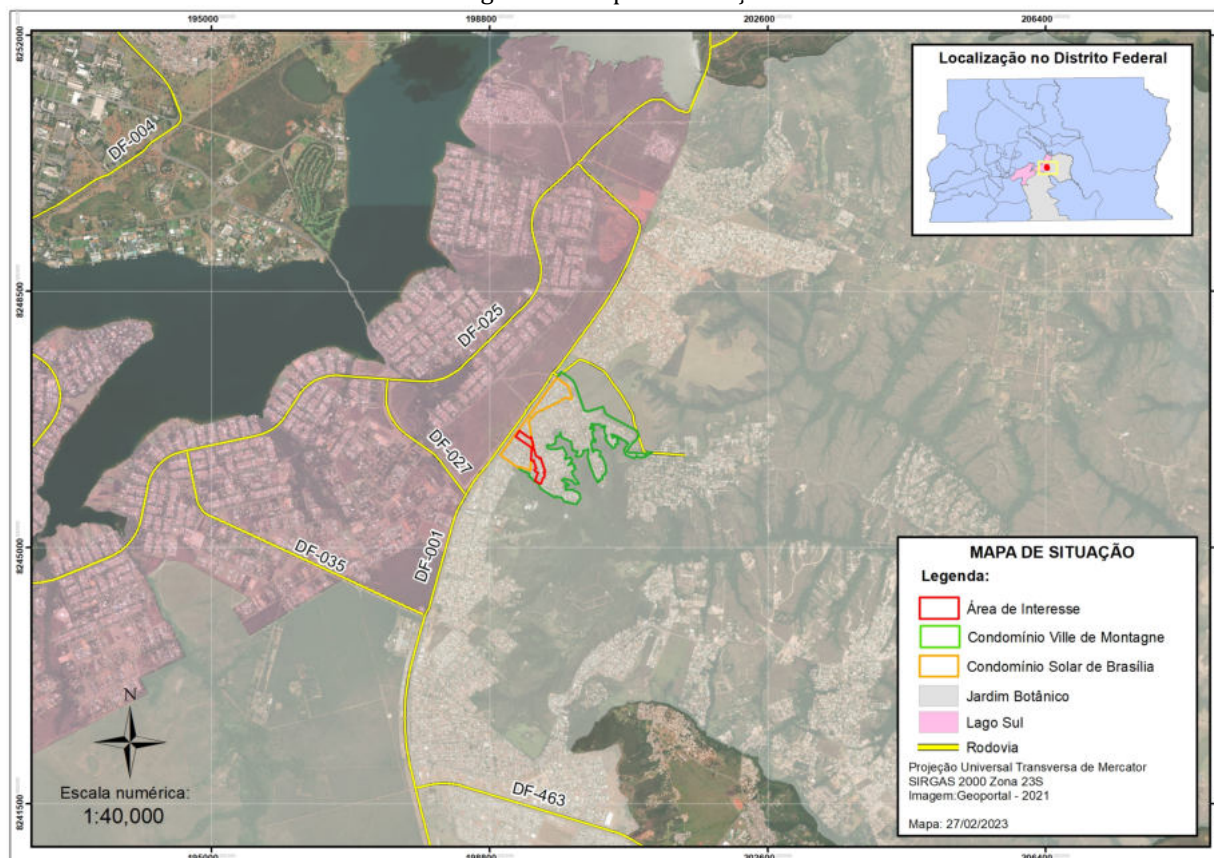
1. APRESENTAÇÃO

No ano de 2018, a moradora Sr. Cláudia Andrea Domingues Coimbra de carvalho Alves abriu um processo contra Condomínio Ville de Montagne alegando danos materiais em sua propriedade ocorridos em decorrência da ineficiência do sistema de drenagem existente à montante, de encontro ao fundo de seu lote. Em 29/04/2021, Associação dos Moradores (AMORVILLE) recebeu a intimação pessoal para cumprimento da obrigação de realizar as obras de adequação.

Em 2023, a empresa TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental, com sede em Brasília-DF, localizada no Setor de Habitações Individuais Sul, QI 9/11, Sala 106 a 108, foi contratada para realizar o projeto executivo de drenagem pluvial contendo a solução pontual exigida no processo nº0701239-63.2018.08.07.0012, como parte do cumprimento de sentença.

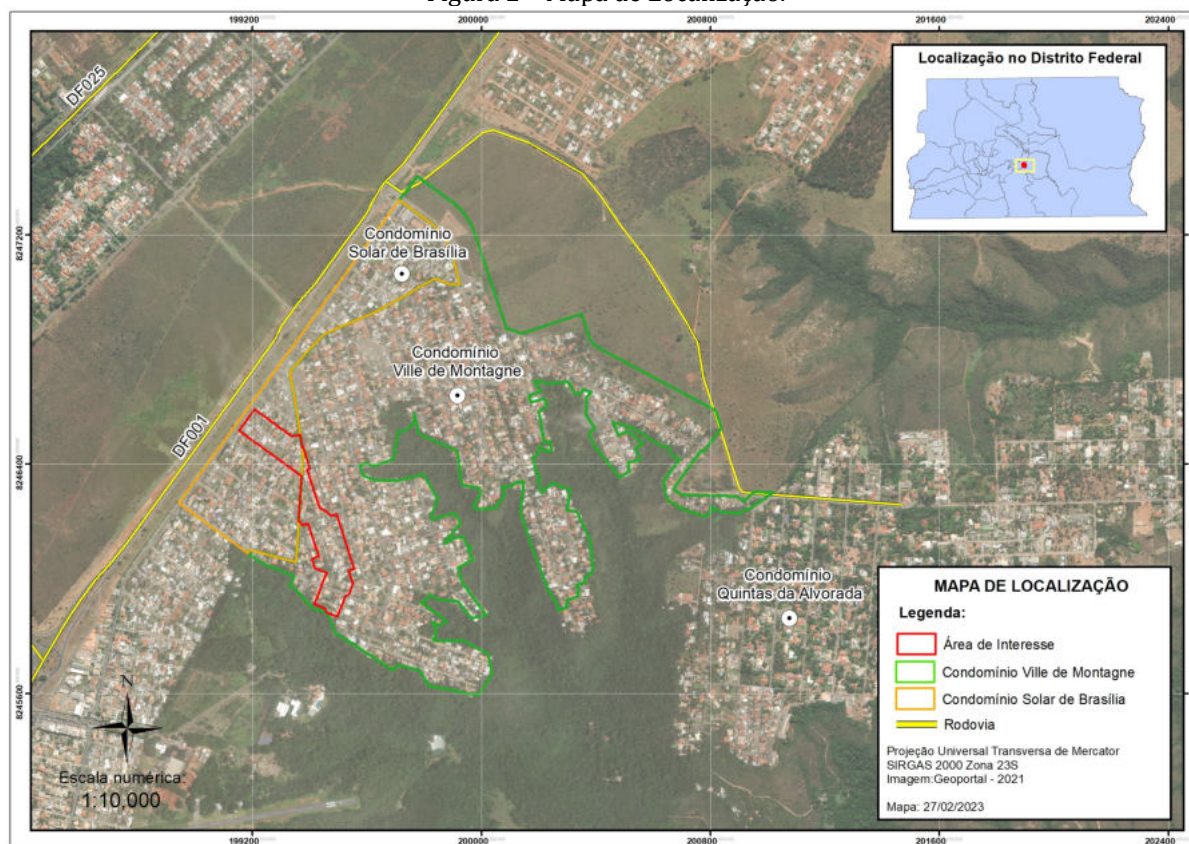
Este projeto abrange, portanto, somente as áreas incidentes associadas ao processo, Figuras 01 e 02.

Figura 1 – Mapa de situação.



Fonte: Do Autor.

Figura 2 – Mapa de Localização.



Fonte: Do Autor.

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

Laudos cautelares foram realizados para atestar as condições atuais de cada residência no entorno de projeto. O intuito é garantir a segurança dos moradores, bem como de seus bens durante a execução das obras. Todos os laudos realizados encontram-se no Anexo 05.

Este relatório compõe os seguintes volumes:

TOMO I – MEMORIAL DE CÁLCULO E DESCRITIVO/PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL DO PARCELAMENTO CONDOMÍNIO VILLE DE MONTAGNE.

- Relatório Técnico de Manejo de Águas Pluviais
- ANEXO 01 – DESENHOS TÉCNICOS
- ANEXO 02 – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

- ANEXO 03 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS
- ANEXO 04 - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)
- ANEXO 05 – LAUDOS CAUTELARES
- ANEXO 06 – DOCUMENTAÇÕES COMPLEMENTARES (Nota 01, Nota 02 e Nota 03)

Nota 01: Em 02 de dezembro de 2022, foi emitida pela ADASA a Outorga Prévia (Processo N° 00197-00000531/2022-57; Doc. SEI/GDF 101040036) abrangendo todos os lançamentos no corpo hídrico receptor que estão presentes no projeto de drenagem do referido condomínio já aprovado pela NOVACAP (Processo N° 00111-00009000/2018-09, Doc. SEI/GDF 79884406). Porém, a solução que será proposta neste novo projeto, que trata especificamente do cumprimento de sentença, não utilizou dos lançamentos já autorizados, portanto, uma nova solicitação deverá ser realizada.

Nota 02: Em 11 de março de 2021, o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (Instituto Brasília Ambiental) emitiu a Licença de Instalação (Processo N° 00391-00005427/2018-49, Doc. SEI/GDF 57740306) contemplando todas as atividades e projetos aprovados. A solução aqui proposta não esteve contemplada e deverá ser incluída no processo por meio de novas solicitações ao órgão.

Nota 03: Está sendo enviado, também, um Termo de Comparecimento (Processo N°00050-00001772/2023-87) dos agentes da Defesa Civil no Condomínio Ville de Montagne, em 11/02/2023, mais especificamente no ponto de lançamento proposto neste projeto. A visita teve a finalidade de avaliar os riscos inerentes à erosão já evoluída na área.

2. INTRODUÇÃO

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

As águas pluviais, coletadas em vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos, são, geralmente, lançadas em cursos d'água naturais, no oceano, em lagos ou, em solos permeáveis, infiltram-se no subsolo. Quando não há um sistema de

drenagem urbana adequado, a sociedade, o ambiente e a economia podem sofrer graves consequências, como alagamentos, prejuízos materiais, destruição da pavimentação, erosões, deslizamentos e doenças veiculadas pela água.

Com o objetivo de conceber a solução de drenagem pluvial exigida no processo nº 0701239-63.2018.08.07.0012, atribuído ao Condomínio Ville de Montagne, este estudo adotou parâmetros baseados no Termo de Referência da NOVACAP para elaboração de projetos de drenagem pluvial do DF de 2019. Assim, busca-se garantir uma solução eficaz e contribuir para a prevenção de problemas causados pelo acúmulo de água.

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

- Tempo de Recorrência de 10 anos para a verificação hidráulica da rede projetada.
- Atendimento da rede coletora com uso do Método Racional e da Equação de Manning, além de demais parâmetros técnicos (como lâmina máxima de 82% e velocidades máximas de 6,0 m/s);

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

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

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

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

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

4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

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

Os ensaios utilizados neste trabalho são parte do projeto executivo de drenagem pluvial já aprovado pela NOVACAP, Processo N° 00111-00009000/2018-09, Doc. SEI/GDF 79884406.

A planta de localização e ensaios encontram-se no Anexo 03.

5. SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE NA INFLUÊNCIA DE PROJETO

A área em questão apresenta vias pavimentadas, residências habitadas e parte das redes de drenagem já implantadas. No entanto, grande parte dessas redes não segue os padrões e bases conceituais de um sistema tradicional.

Foram analisadas imagens históricas por meio do Google Earth, revelando que a rede de drenagem foi executada entre os anos de 2004 e 2008.



Figura 3 – Imagem Histórica 2004: Vias sem pavimentação.



Figura 4 - Imagem Histórica 2008: Vias pavimentadas.

A seguir, um breve relatório fotográfico realizado em campo no dia 15/02/2023 do mencionado sistema.



Figura 5 - Captação por boca de lobo do tipo grelha.
Rede existente.



Figura 6 - Ponto de contribuição do escoamento
proveniente do Condomínio Solar de Brasília.



Figura 7 - Boca de lobo e muro de divisa ao fundo do
lote da Sr. Claudia.



Figura 8 - Captação e condução para a boca de lobo
Figura 5.



Figura 9 - Captação em frente ao lote da Sr. Cláudia.



Figura 10 - Lançamento final sem dispositivo de
dissipação e transição para o corpo hídrico.

O sistema de drenagem existente foi construído com tubulações de 400 mm, sem a presença de poços de visitas, utilizando apenas as BL's para essa finalidade.

As contribuições para o sistema provêm tanto do condomínio em estudo quanto do Solar de Brasília, através das ruas 10, 11, 12, 13 e 14, porém, superficialmente somente a Rua 13

segue para a captação mostrada na Figura 7. É notório que a quantidade coletada é insuficiente.

Além das contribuições mencionadas, a captação da Figura 7 recebe o escoamento coletado na rua ao lado, Figura 8.

Por sua vez, o lançamento final é feito sem a correta dissipação e transição do fluxo para o córrego, que deu origem a erosões no local.

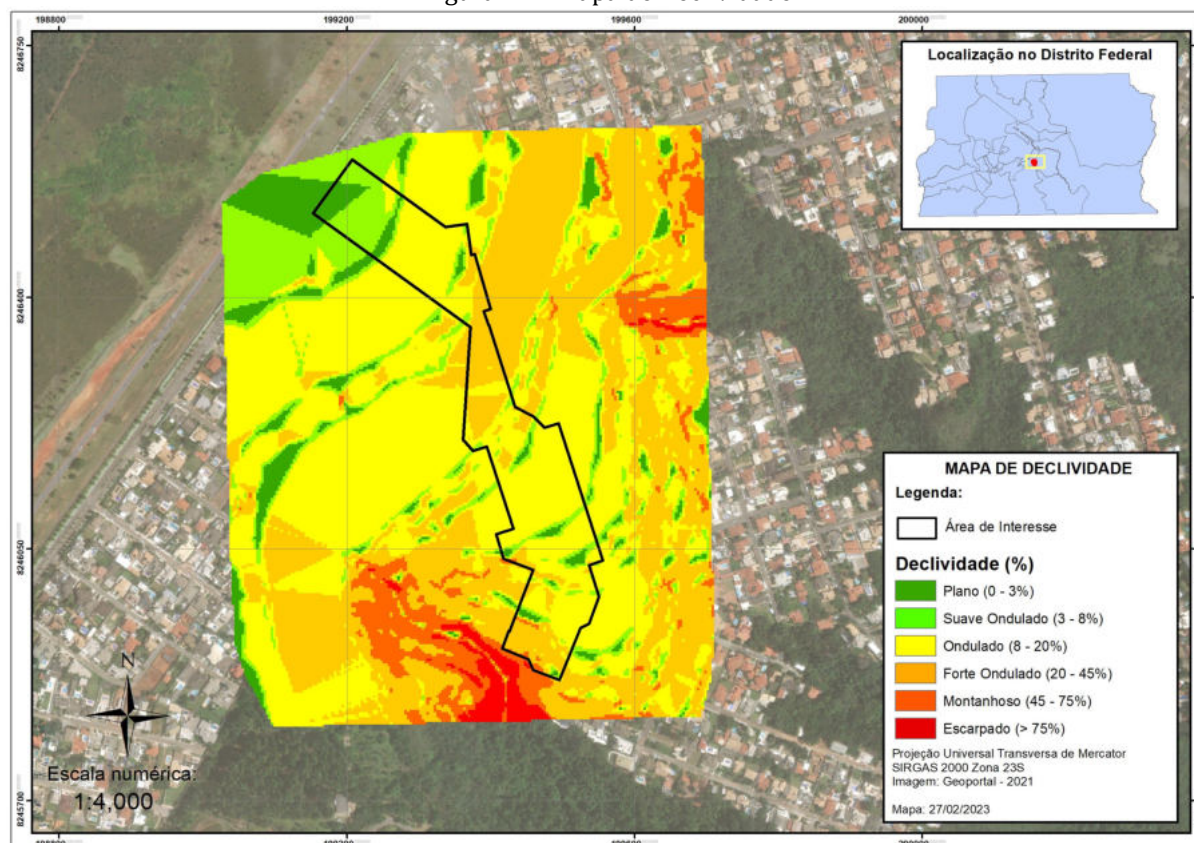
6. ESTUDO DA ALTERNATIVA

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

6.1. Caracterização técnica da área

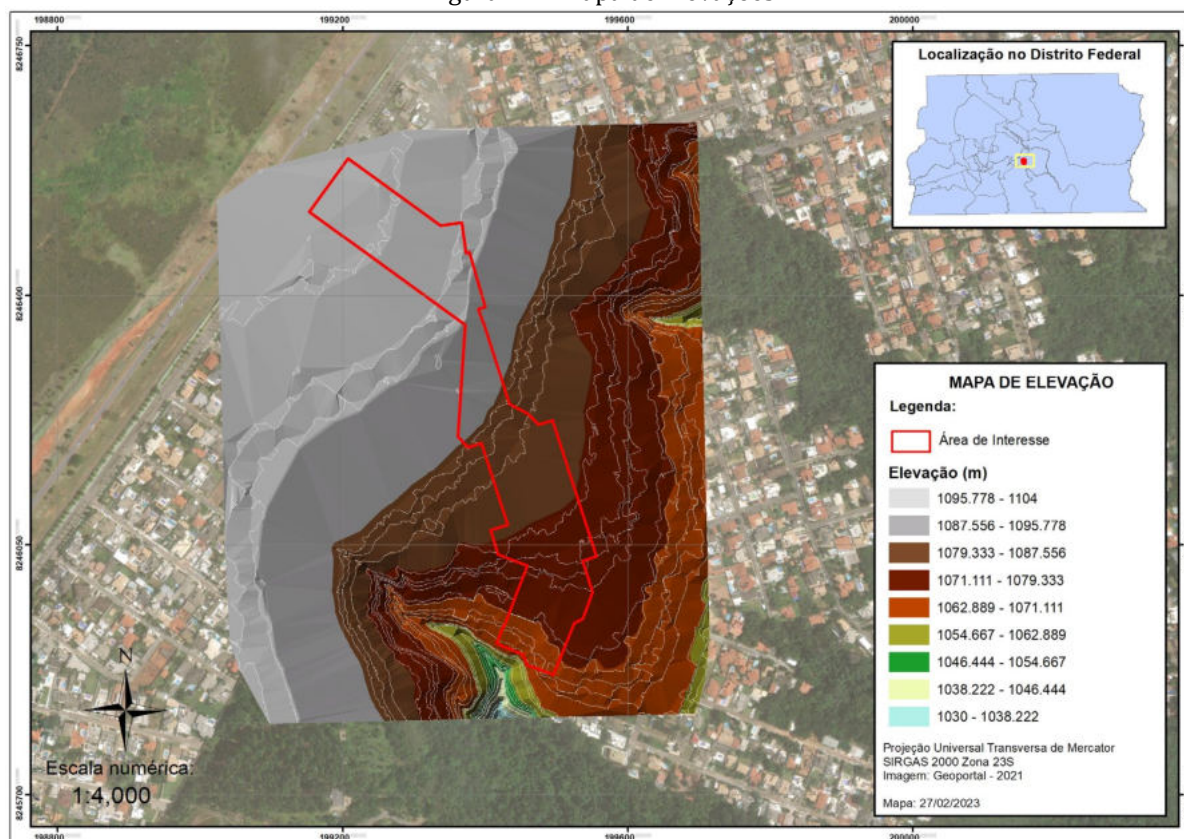
Topograficamente o empreendimento está situado numa região com características de relevo ondulado com variações de declividade na faixa de 0 a 20%. As declividades mais acentuadas são vistas próximas ao lançamento final, entre 20 e 75%.

Figura 11 – Mapa de Declividade.



Fonte: Do Autor.

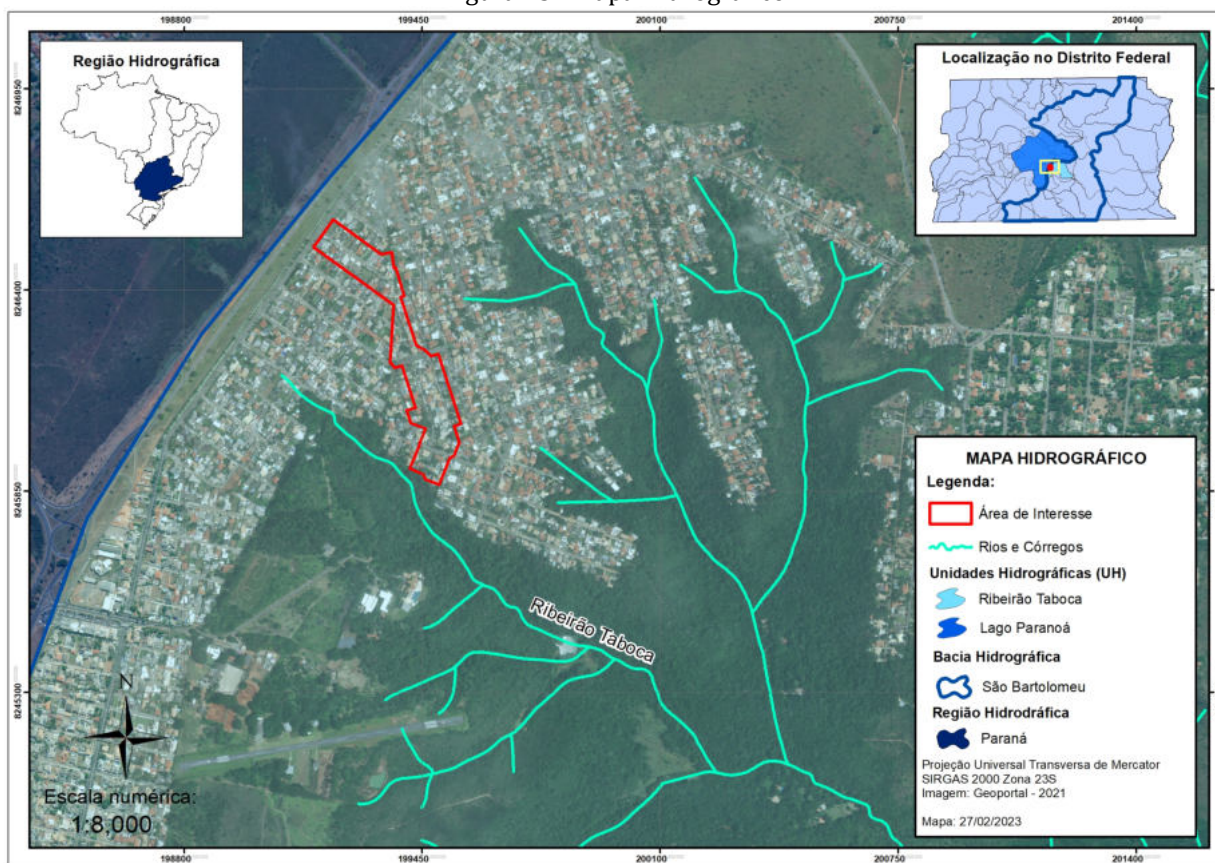
Figura 12 – Mapa de Elevações.



Fonte: Do Autor.

Quanto a hidrologia local, a área em estudo encontra-se inserida na bacia de drenagem do Córrego Ribeirão Taboca, afluente da margem direita do Rio São Bartolomeu, pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu, na Unidade Hidrográfica é a do Ribeirão Taboca.

Figura 13 - Mapa Hidrográfico.



Fonte: ARQMAP.

6.2. Bacia de contribuição

A visita ao local descrita no item 5, aliada às características topográficas e ao levantamento das redes existentes, bem como aos estudos mencionados anteriormente, possibilitaram a elaboração precisa de toda a bacia de contribuição incidente, desde a primeira captação até o lançamento final.

Além do escoamento superficial gerado dentro do Condomínio Ville de Montagne, parte dele também vem das Ruas 10, 11, 12, 13 e 14 do Condomínio Solar de Brasília, embora apenas a Rua 13 tenha impacto direto na região estudada.

A Figura a seguir apresenta a área de contribuição desenvolvida, que será utilizada para o dimensionamento e a verificação.

Para o entendimento detalhado da situação ver Planta PE-DRN01-VDM-DES-R00-02-02. GERAL AC, nela estão dispostas a área de contribuição total, redes existentes e redes projetadas.

Figura 14 - Bacia de Contribuição



Fonte: Do Autor.

6.3. Sistema de drenagem projetado

Através da Figura 11 e Figura 12, nota-se que as regiões mais baixas onde geralmente são instaladas as estruturas de amortecimento, possuem declividades significativamente acentuadas (de 20 a 75%) que reprimem atividades essenciais como escavação e acesso.

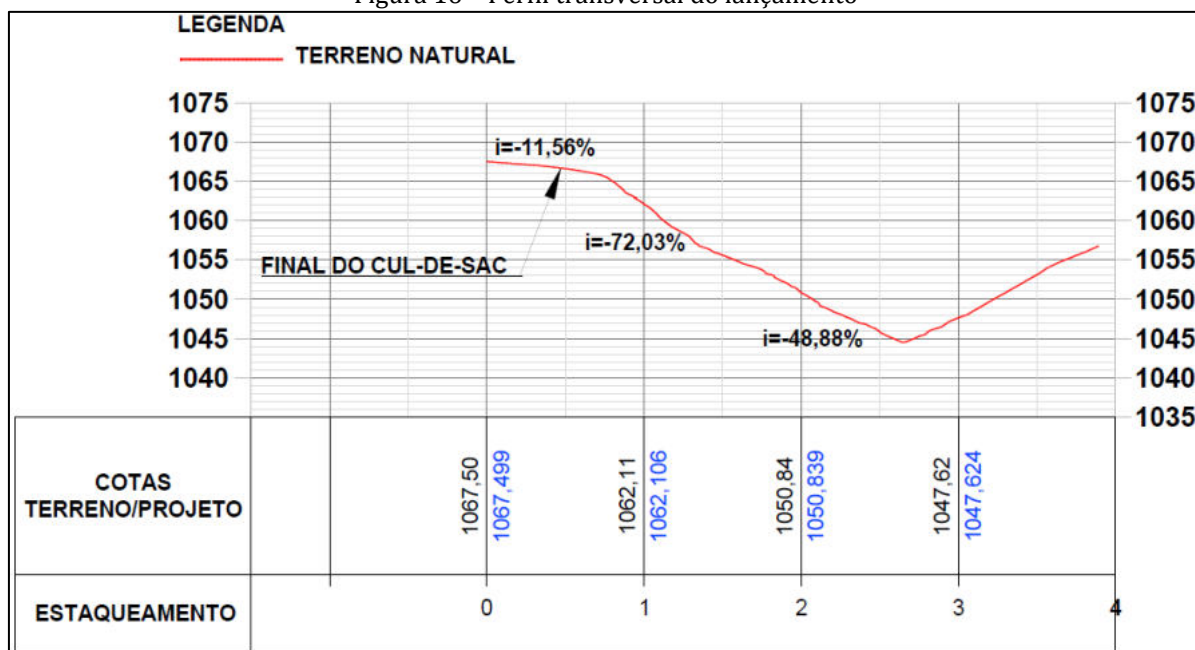
Além disso, o empreendimento encontra-se densamente urbanizado e consolidado não havendo a possibilidade de amortecimento intermediário.

Figura 15 - Densidade de Urbanização



Fonte: Google Earth

Figura 16 – Perfil transversal do lançamento



Fonte: Google Earth

Em razão dos fatos mencionados, adotou-se como padrão o lançamento direto no corpo hídrico. Deste modo, a verificação da capacidade de suporte da grota em receber os lançamentos é necessária e deverá ser realizado um estudo específico.

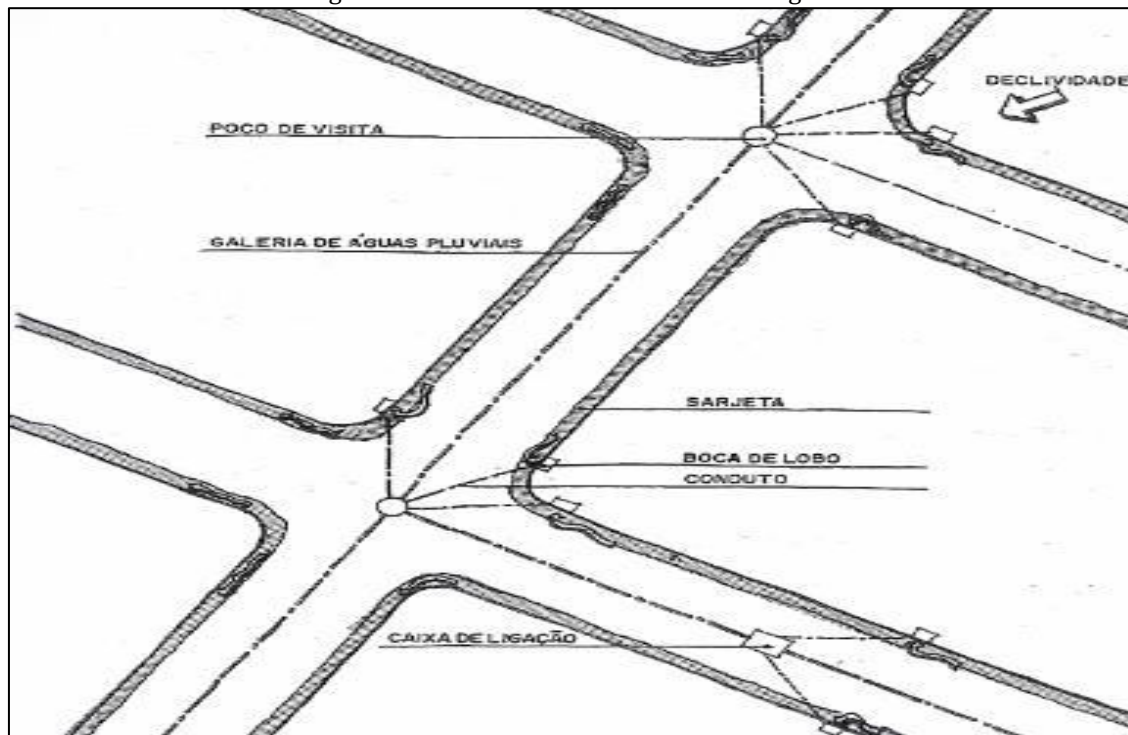
Antes do lançamento no córrego será previsto uma estrutura de dissipação por impacto, dissipador vertical, com o intuito de amortecer a velocidade do escoamento e reduzir as possibilidades de erosão do solo.

Para mitigar os impactos sobre a qualidade das águas pluviais consequentes da urbanização da área, bem como preservar o curso hídrico de danos ambientais, foi proposto o controle por meio de bocas de lobo do tipo qualidade, amplamente aplicada no Distrito Federal. Estas estruturas, por meio de sua construção interna permitem a separação das partículas de terra, areia, folhas, papéis, e qualquer elemento que possa ser arrastado gravitacionalmente (Ver item 8.1).

Por fim, a rede existente na área de projeto será totalmente substituída, tendo em vista a ineficiência já comprovada pelos danos causados e, ainda, ter sido inteiramente executada por tubulação de 400mm.

A alternativa adotada, portanto, seguiu a linha do sistema convencional composto por bocas de lobo, tubulações e lançamento final no corpo hídrico. Essa alternativa adota todas as recomendações existentes no Termo de Referência da NOVACAP e manual de drenagem da ADASA.

Figura 17 - Sistema convencional de drenagem



Fonte: Google

7. CRITÉRIOS DE PROJETO

7.1. Método de cálculo

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

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

A vazão é determinada pela seguinte equação:

$$Q = C * I * A$$

Equação 1

Onde:

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

7.2. Coeficiente de escoamento “C”

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

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

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

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

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

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

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

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

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

Conforme estabelecido na tabela 9.1.3 do MDE 051/2012, referente ao estudo de urbanismo deste empreendimento, a taxa mínima de permeabilidade da área dos lotes é de 10%. Dessa forma, o pior cenário seria o de máxima ocupação, portanto, a área dos lotes fica condicionada ao seguinte coeficiente de escoamento:

$$C_{lotes} = 10\% * 0,20 + 90\% * 0,90 = \mathbf{0,83}$$

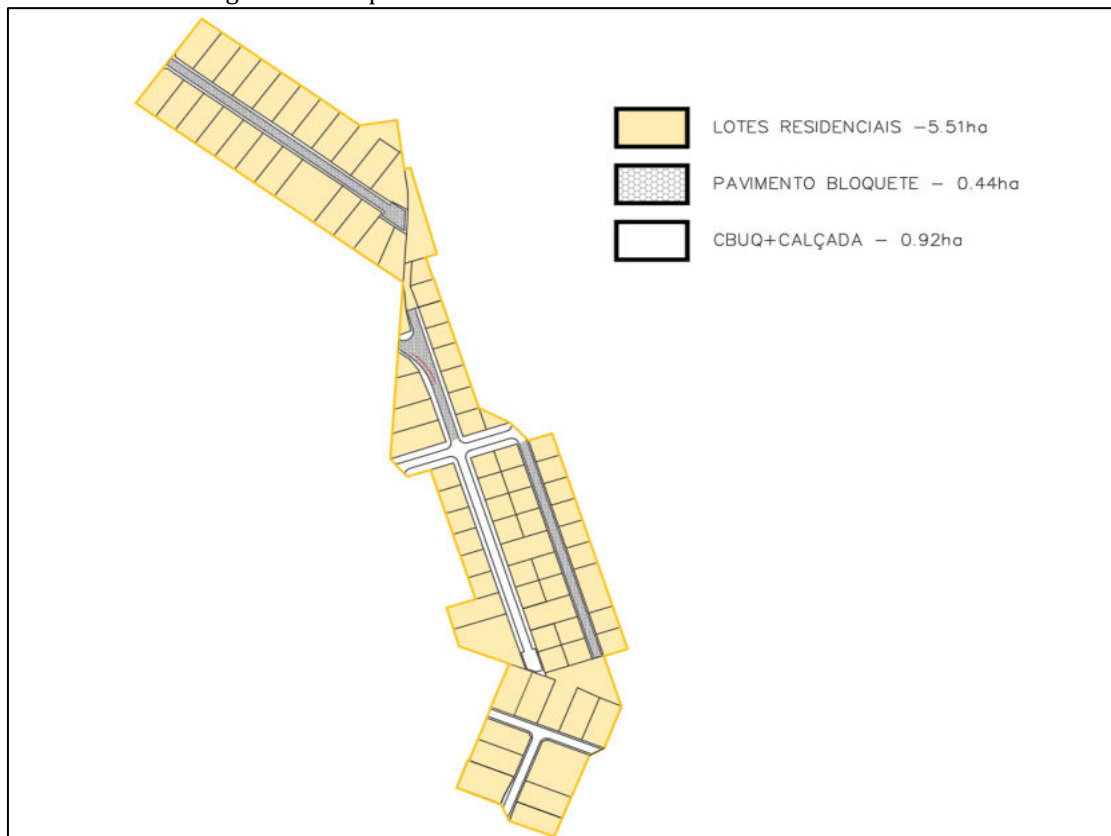
Parcela Permeável do Lote → 10% * 0,20

Parcela Impermeável do Lote → 90% * 0,90

Atendendo a taxa estabelecida no MDE, o coeficiente de deflúvio dos lotes fica estabelecido com sendo **0,83**.

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

Figura 18 - Mapa das áreas de cálculo do coeficiente de deflúvio



Fonte: Do Autor.

Quadro 2 - Coeficientes de escoamento superficial

COEFICIENTE DE DEFLÚVIO				
Descrição				Coeficiente de Deflúvio
	Áreas (ha)	Áreas (%)	c	c * A(%)
Para as áreas calçadas ou impermeabilizadas;	0.92	13.46	0.900	12.12
Pavimento bloco intertravado;	0.44	6.35	0.780	4.95
Áreas Urbanizadas com áreas verdes (Lotes e EPU);	5.51	80.19	0.830	66.55
TOTAL	6.87	100%		0.84

Fonte: Do Autor.

Portanto, o coeficiente de deflúvio ponderado de toda a bacia de contribuição foi de 0,84. Para fins de dimensionamento e segurança dos dispositivos projetados, foi adotado coeficiente de **0,85**.

7.3. Intensidade de chuva crítica

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

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

Equação 3

Onde:

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

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

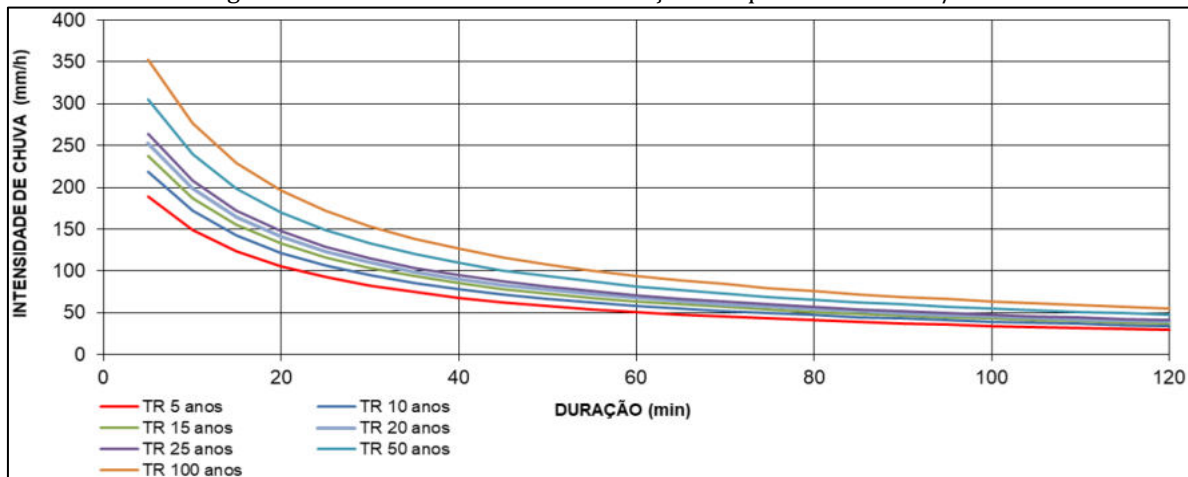
Quadro 3 - Intensidade Pluviométrica - I (mm/h) e Altura de Precipitação - P (mm).

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

Fonte: Topocart.

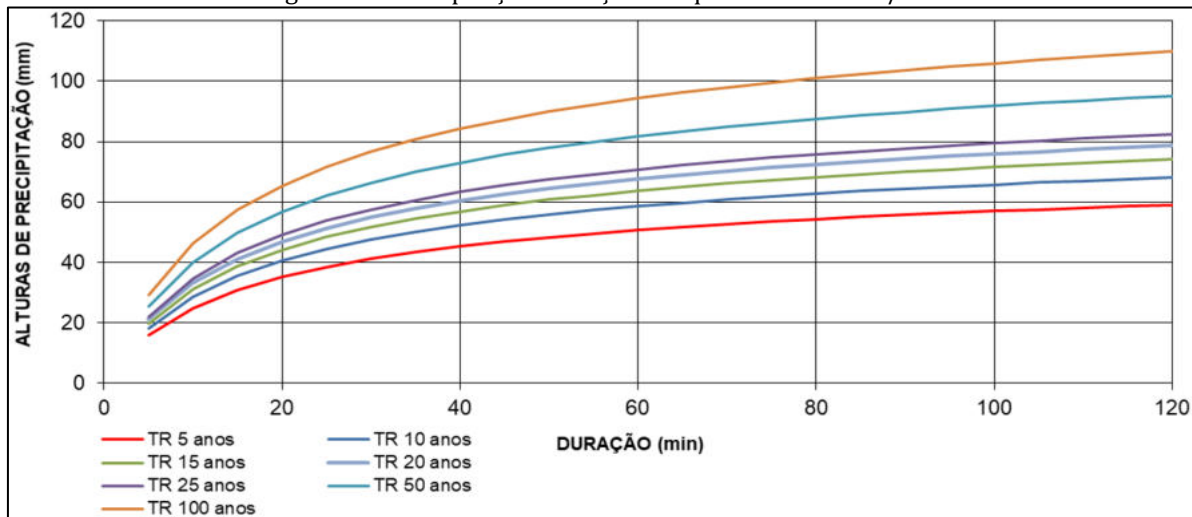
Os resultados anteriormente obtidos podem ser representados graficamente pelas seguintes famílias de curvas:

Figura 19 - Curvas de Intensidade-Duração-Frequência – Brasília/DF.



Fonte: Topocart.

Figura 20 - Precipitação-Duração-Frequência – Brasília/DF.



Fonte: Topocart.

7.4. Período de retorno

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

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

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

7.5. Tempo de concentração

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

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

$$tc = te + tp$$

Equação 4

Onde:

- tc = tempo de concentração em minuto;
- 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.

7.6. Áreas contribuintes

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

7.7. Condições de cálculo hidráulico da rede

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

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

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

Equação 6

Onde:

- Q = vazão na seção (m^3/s);
- A = área da seção (m^2);
- Rh = raio hidráulico (m);
- i = declividade do coletor (m/m);
- n = coeficiente de rugosidade do material em concreto (Para tubos $n=0,015$).

7.8. Diâmetro mínimo

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

7.9. Recobrimento mínimo da tubulação

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

- Tubos em concreto: recobrimento sendo de uma vez e meia o diâmetro rede, a não ser quando ela for projetada em área verde, hipótese em que deverá ser adotados outros valores em funções da cota da via a ser drenada, objetivando-se a redução de problemas relacionados à interferência com redes de esgotamento sanitário, água potável, energia elétrica e telefonia, bem como proteção das tubulações.
- Tubos em PEAD: 60 cm acima da geratriz superior do tubo. Sendo que com material de preenchimento Classe I, Classe II ou Classe III (Classificação conforme ASTM D2321) compactado com pelo menos 90% do Proctor Normal, a não ser quando ela for projetada em área verde, hipótese em que deverá ser adotados outros valores,

seguindo as especificações dos projetos levando em consideração as cargas envolvidas e a qualidade dos solos nativos, em funções da cota da via a ser drenada.

7.10. Declividade mínima

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

7.11. Velocidades limites

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

8. COMPONENTES DO SISTEMA

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

- Bocas-de-lobo;
- Redes coletoras;
- Poços de visita;
- Dissipador tipo impacto;

8.1. Bocas de lobo

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

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

Os modelos adotados para receber as vazões das áreas de contribuições consistem em bocas de lobo (BL) do tipo grelha e combinada. Estas BL's permitem a entrada de 50 e 120 ℓ/s

respectivamente se estiverem em boa localização para recebimento do escoamento superficial.

8.2. Tubulações

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

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

8.3. Poços de visita

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

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

PV 400 a 600 – DES-150/018.1;

PV 800 – DES-150/397;

PV 1000 – DES-150/04;

PV 1200 – DES-150/05;

PV 1500 – DES-150/06;

8.4. Dissipador de Energia

O dispositivo de dissipação vertical é uma estrutura em concreto armado, que não requer a existência de qualquer nível de água mínimo a jusante para assegurar o seu bom funcionamento. A dissipação de energia dá-se pelo choque do jato de água na parede de concreto e lajes intermediárias, bem como pelos redemoinhos que se formam pela mudança de direção da corrente após o choque.

9. RESULTADOS

9.1. Rede de drenagem

A rede existente na área de projeto será totalmente substituída, tendo em vista a ineficiência já comprovada pelos danos causados e, ainda, ter sido inteiramente executada por tubulação de 400mm. Portanto, será apresentado somente a planilha de cálculo da rede projetada.

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

Coluna 1 – Número da Rede Coletora;

Coluna 2 – PV de Montante → PV de Jusante;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Coluna 13 – Coeficiente de Rugosidade da Tubulação;

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

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

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

Coluna 22 – Desnível do trecho (m);

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

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

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

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

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

Coluna 28 – Observações (OBS.)

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

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

CONDOMÍNIO VILLE DE MONTAGNE																											
ÁGUAS PLUVIAIS - MICRODRENAGEM																											
REDE																											
REDE	Localização	Terreno			DeBúvio a escoar para Jusante							REDE														OBS.	
		Trecho		Declividade	Área de Contribuição	Σ Áreas	Coeficientes de deflúvio	Σ Áreas x Coeficientes	Tempo de Concent.	Intensidade	Coeficiente de Manning	DeBúvio a Escoar	Comprimento	Declividade	Diâmetro	H / D	Veloc.	Altura da Lâmina	Tempo de Percorso	Desníveis	Cota da Soleira		Profundidade		Degrau a jusante		
		Montante	Jusante																		Montante	Jusante	Mont.	Jus.			
		m	m																		%	ha	ha	%			ha
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
REDE 01	PV-1 ----> PV-2	1081.993	1078.986	5.012	3.732	3.732	85.0%	3.172	900.000	395.420	0.015	1254.438	60.00	5.68	BSTC 600	0.81	5.11	0.486	11.736	3.407	1080.393	1076.986	1.600	2.000	0.200	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-2 ----> PV-3	1078.986	1075.849	5.504	0.377	4.109	85.0%	3.493	911.736	392.809	0.015	1371.952	57.00	5.15	BSTC 800	0.52	5.24	0.413	10.869	2.937	1076.786	1073.849	2.200	2.000	0.450	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-3 ----> PV-4	1075.849	1074.263	26.433	1.475	5.584	85.0%	4.746	1080.000	359.034	0.010	1704.024	6.00	2.27	PEAD 750	0.63	5.48	0.487	1.095	0.136	1073.399	1073.263	2.450	1.000	0.100	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-4 ----> PV-5	1074.263	1074.495	-1.933	0.000	5.584	80.0%	4.746	1081.095	358.834	0.010	1703.077	12.00	1.82	PEAD 750	0.68	5.01	0.526	2.395	0.218	1073.163	1072.945	1.100	1.550	0.000	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-5 ----> PV-6	1074.495	1073.877	2.575	0.000	5.584	0.0%	4.746	1083.491	358.398	0.010	1701.008	24.00	1.53	PEAD 750	0.73	4.66	0.562	5.146	0.368	1072.945	1072.577	1.550	1.300	0.700	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-6 ----> PV-7	1073.877	1072.397	8.222	0.000	5.584	0.0%	4.746	1088.637	357.466	0.015	1696.582	18.00	6.00	BSTC 800	0.56	5.85	0.449	3.078	1.080	1071.877	1070.797	2.000	1.600	0.400	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-7 ----> PV-8	1072.397	1072.220	2.950	0.000	5.584	85.0%	4.746	1091.716	356.910	0.010	1693.946	6.00	2.96	PEAD 750	0.58	6.00	0.444	0.988	0.178	1070.397	1070.220	2.000	2.000	0.500	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-8 ----> PV-9	1072.220	1069.670	7.500	0.422	6.006	85.0%	5.105	1092.704	356.733	0.015	1821.042	34.00	6.03	BSTC 800	0.59	5.95	0.468	5.710	2.050	1069.720	1067.670	2.500	2.000	0.500	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-9 ----> PV-10	1069.670	1066.804	8.429	0.482	6.487	85.0%	5.514	1098.414	355.708	0.015	1961.440	34.00	6.08	BSTC 800	0.61	6.00	0.491	5.601	2.066	1067.170	1065.104	2.500	1.700	0.000	REDE PROJETADA	
REDE 01	PV-10 ----> Dissipador Vertical	1066.804	1066.525	12.016	0.382	6.869	85.0%	5.839	1104.014	354.710	0.015	2071.004	2.32	4.69	BSTC 800	0.70	5.53	0.559	0.420	0.109	1065.104	1064.995	1.700	1.530	2.805	REDE PROJETADA	
REDE 01	Dissipador Vertical ----> Lançamento final	1066.240	1063.910	46.600	0.000	6.869	0.0%	5.839	1104.750	354.579	0.015	2070.241	5.00	1.00	BSTC 1000	0.82	3.02	0.816	1.658	0.050	1062.190	1062.140	4.050	1.770	0.000	REDE PROJETADA	

Fonte: Do Autor.

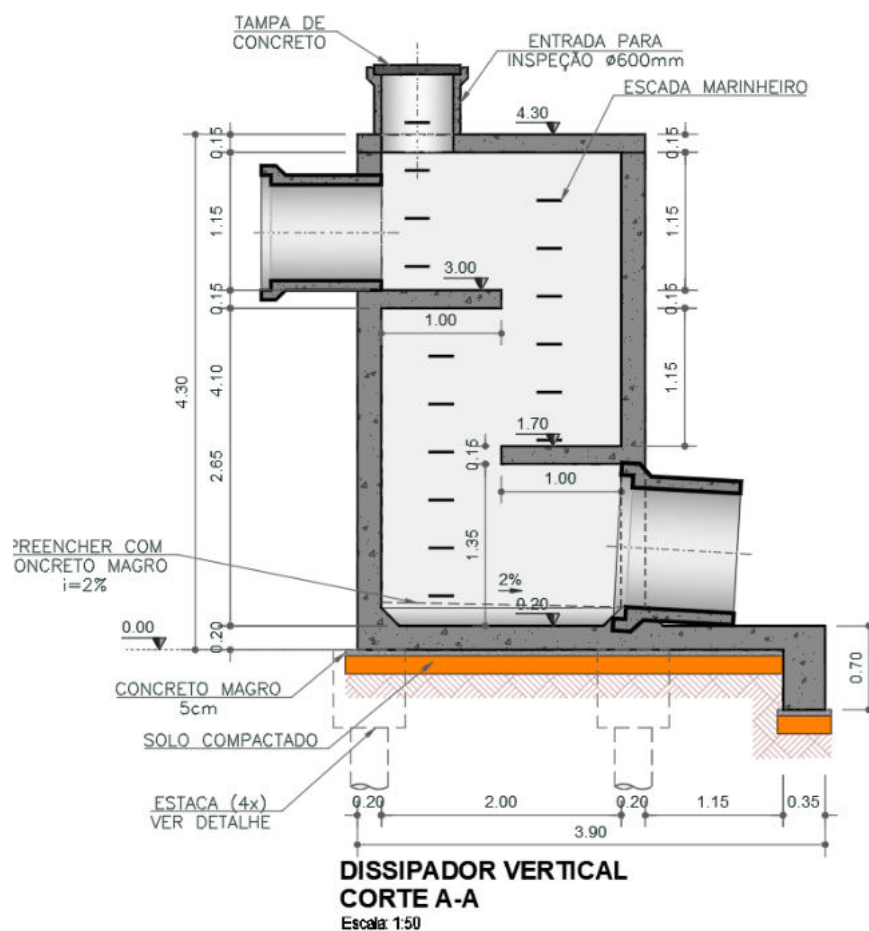
9.2. Dissipação de energia

As condições do solo na extremidade da rede foram analisadas buscando-se o local adequado, bem como os valores suportáveis do solo com referência à velocidade das águas. Para tanto, foram previstos dissipadores de energia, cuja função é reduzir a velocidade a valores compatíveis com o tipo de solo.

Os dissipadores possuem o objetivo de reduzir a velocidade de entrada das águas no curso d'água, evitando o efeito de solapamento das margens.

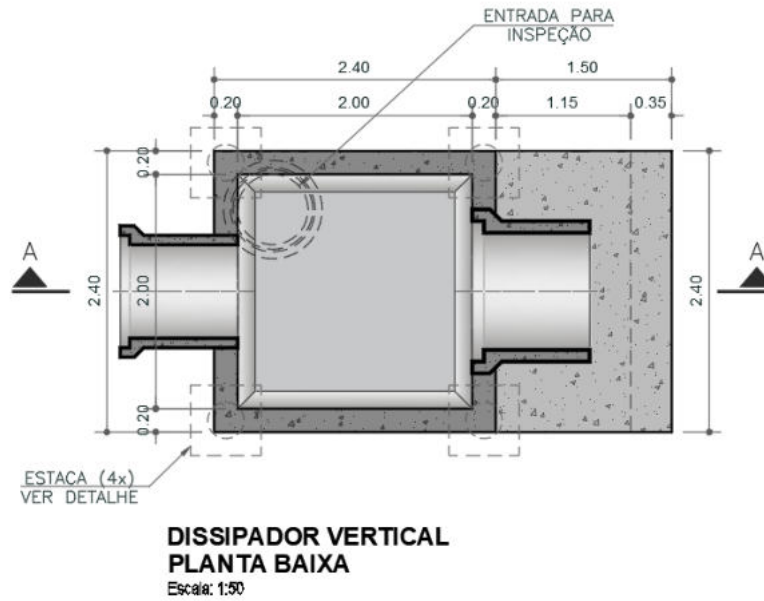
O dissipador a ser adotado será o modelo vertical, seguido por uma escada hidráulica em Colchão Reno e Gabião Caixa. A dissipação de energia dá-se pelo choque do jato de água na parede de concreto e lajes intermediárias, bem como pelos redemoinhos que se formam pela mudança de direção da corrente após o choque.

Figura 21 - Dissipador vertical vista em corte



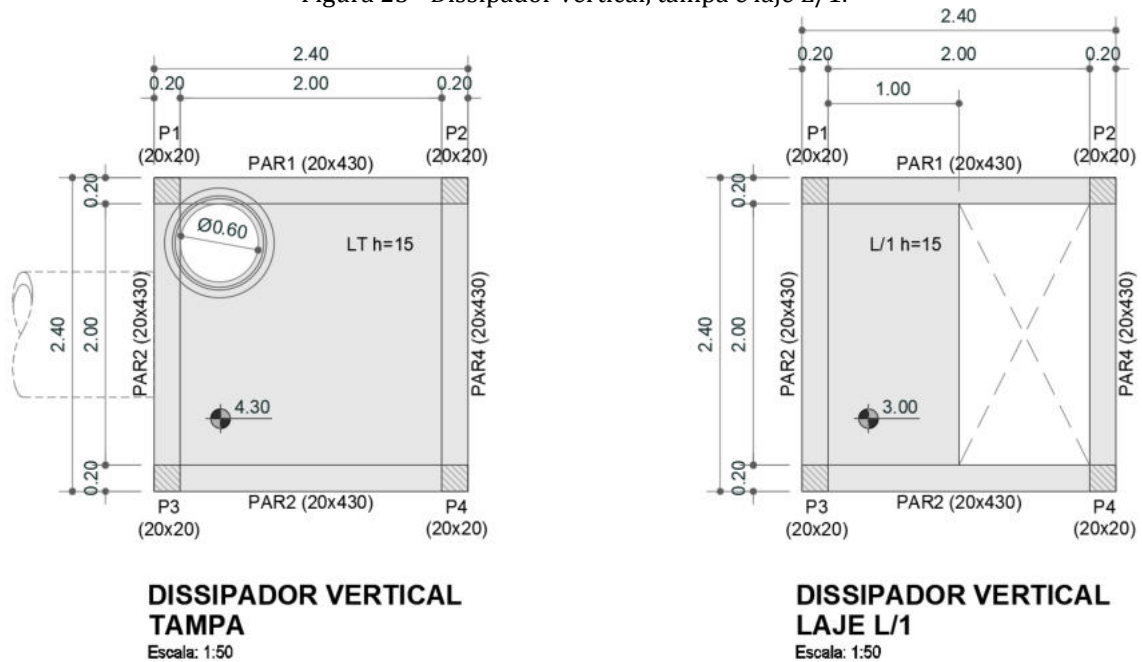
Fonte: Do Autor.

Figura 22 - Dissipador vertical, planta baixa



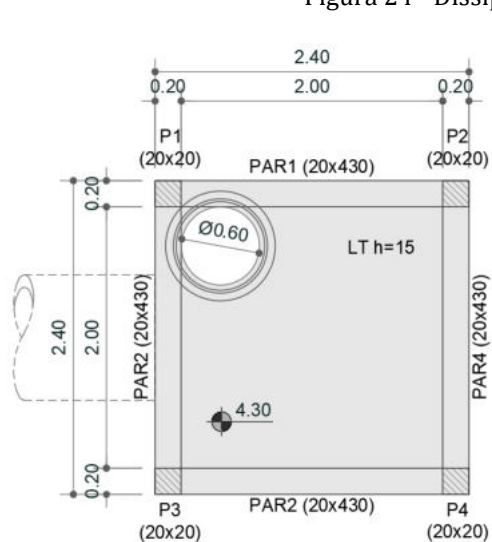
Fonte: Do Autor.

Figura 23 - Dissipador vertical, tampa e laje L/1.



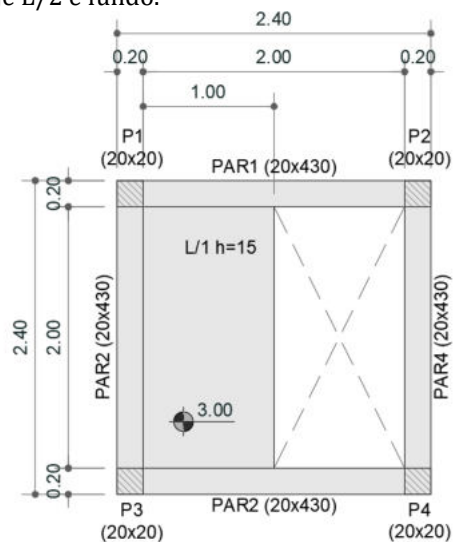
Fonte: Do Autor.

Figura 24 - Dissipador vertical, laje L/2 e fundo.



**DISSIPADOR VERTICAL
TAMPA**

Escala: 1:50



**DISSIPADOR VERTICAL
LAJE L/1**

Escala: 1:50

Fonte: Do Autor.

10. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

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

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

Todas as manutenções são de responsabilidade do condomínio.

Quadro 5 – Recomendações Gerais de Manutenção Preventiva.

Dispositivo	Recomendações Gerais de Manutenção Preventiva
Boca de lobo e Poço de Visita	• Limpeza manual ou com uso de equipamentos de sucção • Reparos na tampa, fundo e estrutura, caso apresentem danos • Quando necessário, realizar a aspiração da placa de concreto permeável da boca de lobo
Rede e Conduto de ligação	• Limpeza manual ou com uso de equipamentos de sucção • Reparos na tubulação, caso apresente trincas ou esteja desalinhada

Fonte: Manual de Drenagem (ADASA).

11. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E DOS SERVIÇOS

11.1. Locação

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

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

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

11.2. Escavação

As escavações das redes deverão ser de acordo com as notas de serviços, que obedecerão rigorosamente às cotas dos perfis acrescidas das espessuras do tubo, da bolsa do tubo e do lastro de cascalho compactado ou da espessura da laje inferior, do lastro de concreto magro e do lastro de cascalho compactado, quando se tratar de galeria ou canal em concreto armado, moldado in loco. Estes acréscimos, em metros, são conforme a Tabela abaixo.

Tabela 1 - Acréscimos nas Escavações

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

Fonte: Do Autor.

11.3. 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.

11.4. Classificação de material

- Primeira Categoria: compreende solos, em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 centímetros, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem;
- Segunda Categoria: compreende os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha não alterada, cuja extração se processa por combinação de

métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente; a extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha de volume inferior a $2,00 \text{ m}^3$ 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 $2,00 \text{ m}^3$, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

11.5. 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.

11.6. Largura do fundo de vala

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

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

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

Fonte: Do Autor.

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

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

11.7. 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.

11.8. Esgotamento e bombeamento

Os serviços de escavação deverão incluir obras de proteção contra infiltração de águas superficiais procedentes de chuva. O esgotamento de água através de moto-bomba só será pago no caso de obras executadas em terrenos encharcados, devido à infiltração de águas

naturais, quando não for possível iniciar as escavações da rede, do seu lançamento final para o seu início.

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

11.9. Preparo do leito

Terminada a escavação, proceder-se-á a limpeza do fundo da vala e a regularização do “greide”. Todo o trecho do leito escavado a mais e que levar aterro, deverá receber uma base de cascalho compactada, cuja espessura por diâmetro de rede, deverá ser conforme a Tabela 3 abaixo:

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

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

Fonte: Do Autor.

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

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

11.10. Tubulação utilizada

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

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

11.11. Poços de visita

Os poços de visita, cujo diâmetro do tubo de saída seja menor ou igual a 800 milímetros, serão executados de acordo com as plantas de detalhe de poço de visita e caixa de passagem para redes < 600 milímetros ou para redes de 800 milímetros, em alvenaria de blocos de concreto, sendo em concreto armado pré-moldado as lajes do fundo e da tampa. Para diâmetros maiores serão executados em concreto armado de acordo com as plantas de detalhe de poço de visita e caixa de passagem para redes de 1.000, 1.200 e 1.500 milímetros, para aterro menor ou igual a 3,00 metros sobre a laje da tampa.

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

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

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

11.12. 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.

11.13. Aterros

O aterro das valas para as redes com o emprego de tubos será executado em duas etapas. Na primeira, o aterro será executado até a metade da altura dos tubos, devendo ser compactado em camadas não superiores a 20 centímetros. Se possível, deverá sempre ser usado o mesmo material da escavação devidamente umedecido, evitando-se a parte com presença de matéria orgânica. A compactação das camadas nas redes com diâmetro igual ou menor que 600 milímetros e nas camadas iniciais das redes com diâmetro igual ou maior que 800 milímetros deverão ser executados com soquetes manuais de 15 quilos de peso e com 100 milímetros de diâmetro. As últimas camadas dos aterros, compactadas até a metade da altura do diâmetro dos tubos, para as redes com diâmetro igual ou maior que 800 milímetros serão compactados, por meio de compactadores mecânicos.

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

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

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

11.14. 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.

11.15. 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 fiquem sobre as pistas ou calçadas deverão ser varridos e lavados.

11.16. 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.

11.17. 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:

11.18. Escavações e fundações

Art. 44

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

Art. 45

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

Art. 46

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

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

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

Art. 47

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

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

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

Art. 48

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

Art. 49

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

Art. 50

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

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

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

Art. 51

O tráfego próximo às escavações deverá ser desviado.

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

11.19. Diário de obra

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

11.20. Interferência com redes de outras concessionárias

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

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

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

13. ANEXOS

13.1. ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS

13.2. ANEXO II – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

13.3. ANEXO III – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

13.4. ANEXO IV - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

13.5. ANEXO V – LÁUDOS CAUTELARES

13.6. ANEXO VI – DOCUMENTAÇÕES COMPLEMENTARES