

INSTITUTOS SUPERIORES DE ENSINO DO CENSA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E DA SAÚDE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTUDO DE CASO: DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO  
LOTEAMENTO VISTA VERDE

Por

Amanda da Silveira Rangel  
Paulo Victor da Silva Nogueira

Campos dos Goytacazes – RJ  
Dezembro/2023

INSTITUTOS SUPERIORES DE ENSINO DO CENSA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E DA SAÚDE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTUDO DE CASO: DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO  
LOTEAMENTO VISTA VERDE

Por

Amanda da Silveira Rangel  
Paulo Victor da Silva Nogueira

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado em cumprimento às exigências  
para a obtenção do grau no Curso de  
Graduação em Engenharia Civil nos  
Institutos Superiores de Ensino do CENSA.

Orientador: Zélia Maria Peixoto Chrispim, Doutora.

Campos dos Goytacazes – RJ

Dezembro/2023

## **Ficha Catalográfica**

Rangel, Amanda da Silveira

Estudo de Caso: Dimensionamento do Sistema de Drenagem  
do Loteamento Vista Verde / Amanda da Silveira Rangel; Paulo  
Victor da Silva Nogueira - Campos dos Goytacazes (RJ), 2023.

48 f.: il.

Orientador: Zélia Maria Peixoto Chrispim

Graduação em (Engenharia Civil) - Institutos Superiores de  
Ensino do CENSA, 2023.

1. Engenharia Civil. 2. Sistema de Drenagem. 3. Microdrenagem.  
I. Título. II. Nogueira, Paulo Victor da Silva

CDD 627.54

Bibliotecária responsável Glauce Virgínia M. Régis CRB7 - 5799.  
Biblioteca Dom Bosco

ESTUDO DE CASO: DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO  
LOTEAMENTO VISTA VERDE

Por

Amanda da Silveira Rangel  
Paulo Victor da Silva Nogueira

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado em cumprimento às  
exigências para a obtenção do grau no  
Curso de Graduação em Engenharia Civil  
nos Institutos Superiores de Ensino do  
CENSA.

Aprovado em 06 de dezembro de 2023

BANCA EXAMINADORA

Zélia Maria Peixoto Chrispim  
Zélia Maria Peixoto Chrispim, Doutora em Engenharia Civil

Adriana Meireles Macedo Abreu  
Adriana Meireles Macedo Abreu, Mestre em Engenharia e Ciência de Materiais

Pedro de Souza Vasconcelos Alves  
Pedro de Souza Vasconcelos Alves, Engenheiro Civil

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho a Deus, fonte de sabedoria e força, por nos guiar e nos sustentar ao longo dessa jornada acadêmica. A Ele entregamos nossos agradecimentos e reconhecimento pela oportunidade de adquirir conhecimento e crescer como profissionais.

Aos nossos pais, que nos proporcionaram amor e oportunidades para alcançarmos nossos sonhos. Aqueles, que sempre estiveram ao nosso lado, oferecemos nossa gratidão sincera.

Aos nossos amigos de faculdade, cuja presença e companheirismo tornaram essa jornada acadêmica mais significativa e prazerosa, dedicamos este trabalho. Pelas conversas, estudos em grupo, risadas e desafios compartilhados, vocês foram fundamentais em nossa trajetória.

Que esta dedicação seja um reflexo do nosso apreço e gratidão a todos que contribuíram para o sucesso deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, queremos expressar nossa profunda gratidão a Deus, por nos guiar ao longo dessa jornada acadêmica e nos conceder as bênçãos necessárias para alcançar este marco em nossas vidas.

A nossos pais e familiares, nosso sincero agradecimento pelo amor incondicional e por serem nossa base sólida durante todos esses anos de estudo. Vocês são, para nós, exemplo de dedicação e perseverança, e somos profundamente gratos por todo o suporte e encorajamento que fizeram em nossa educação.

À nossa orientadora, Zélia, expressamos nossa mais profunda gratidão. Seu conhecimento especializado, orientação e incentivo constante foram fundamentais para a conclusão deste trabalho. Agradecemos por sua disponibilidade em compartilhar seu tempo, paciência e sabedoria, contribuindo significativamente para o nosso crescimento acadêmico e profissional.

Por fim, agradecemos a todos os amigos e demais pessoas queridas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, nosso mais profundo agradecimento.

Sem vocês, essa conquista não seria possível.

Muito obrigado(a)!

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	Intensidade, Duração e Frequência
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
RJ	Rio de Janeiro
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo hidrológico.....	16
Figura 2: Em 1º plano, o rio principal, Rio Paraíba do Sul. 2º plano, grandes prédios dominam os espaços, maio de 2017 .....	17
Figura 3: Dispositivos de microdrenagem .....	20
Figura 4: Área de estudo .....	23
Figura 5: Dados obtidos através do Pluvio .....	25
Figura 6: Coeficientes de Runnof .....	26
Figura 7: Determinação do tempo de concentração em função da distância, coeficiente de escoamento superficial e declividade.....	27
Figura 8:Tipos de bocas de lobo.....	28
Figura 9: Cálculo das capacidades das sarjetas .....	31
Figura 10: Maneira correta de alocação de bocas de lobo.....	33
Figura 11:Parâmetros obtidos para verificação de diâmetro da rede de galeria. .	34

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Período de retorno em função da ocupação da área ..... 26

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Declividade do curso d'água principal .....	24
Equação 2: Equação de Manning .....	24
Equação 3: Cálculo da intensidade pluviométrica .....	25
Equação 4: Cálculo de abertura da boca coletora.....	28
Equação 5: Altura da lâmina d'água.....	28
Equação 6: Largura da lâmina d'água.....	29
Equação 7: Tempo de escoamento até a sarjeta .....	29
Equação 8: Tempo de concentração em minutos .....	30
Equação 10: Vazão calculada .....	32
Equação 11: Vazão majorada .....	32
Equação 12: Cálculo da largura da boca de lobo .....	33
Equação 13: Intensidade da chuva de projeto calculada .....	34
Equação 14: Vazão da galeria .....	34

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivo Geral .....	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	16
2.1 Ciclo Hidrológico .....	16
2.2 Histórico de Alagamento em Campos dos Goytacazes .....	17
2.3 Drenagem .....	18
2.4 Macrodrrenagem .....	19
2.5 Microdrrenagem .....	20
3. METODOLOGIA.....	23
3.1 Área de Estudo .....	23
3.2 Materiais.....	23
3.3 Método .....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
4.1 Sarjetas .....	31
4.2 Bocas de Lobo .....	33
4.3 Galerias.....	33
5. CONCLUSÃO .....	36
6. REFERÊNCIAS .....	38
APÊNDICE A – Sub-divisão da Bacia Hidrográfica.....	42
APÊNDICE B – Rede de Drenagem Pluvial.....	43
APÊNDICE C – Cálculo da Capacidade das Sarjetas.....	44
APÊNDICE D – Cálculo da Largura das Aberturas das Bocas de Lobo .....	45
APÊNDICE E – Cálculo do Dimensionamento das Galerias.....	46
ANEXO I – Projeto de Topografia .....	47
ANEXO II – Projeto de Terraplenagem .....	48

# ESTUDO DE CASO: DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO LOTEAMENTO VISTA VERDE

***Amanda da Silveira Rangel, Paulo Victor da Silva Nogueira, Zélia Maria Peixoto Chrispim***

## RESUMO

A drenagem desempenha uma função silenciosa que preserva a ordem nos bastidores urbanos. O presente trabalho tem como objetivo geral analisar a área e propor o dimensionamento de um sistema de drenagem para o Condomínio Vista Verde, localizado na Estrada do Carvão, bairro Parque Aurora, em Campos dos Goytacazes - RJ. Para alcançar esse objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: analisar a área do loteamento e apresentar um projeto que garanta o escoamento e coleta adequados das águas pluviais; prever e dimensionar corretamente os sistemas de drenagem para lidar com as condições de precipitação específicas da região; descrever os dispositivos de microdrenagem utilizados e apresentar os cálculos para seus respectivos dimensionamentos. O trabalho se fundamenta em uma revisão bibliográfica que aborda conceitos relacionados ao ciclo hidrológico, destacando a importância da drenagem pluvial no contexto do desenvolvimento urbano. Também são discutidos os problemas de alagamento em Campos dos Goytacazes, causados pela falta de planejamento e controle do crescimento urbano, bem como a influência da urbanização na alteração do ciclo hidrológico. A metodologia utilizada consiste em análise da área do loteamento, levando em consideração as características topográficas, precipitação e capacidade de infiltração do solo. Com base nessa análise, são propostas soluções de dimensionamento adequado do sistema de drenagem, utilizando dispositivos de microdrenagem, como meio-fio, sarjetas, bocas de lobo e ramais de ligação.

**Palavras-chave:** Sistema de Drenagem; Microdrenagem; Água Pluvial.

<sup>1</sup>Institutos Superiores de Ensino do CENSA - ISECENSA - Laboratório de Pesquisa em Gestão e Tecnologias na Construção Civil – GETECC - Rua Salvador Correa, 139, Centro, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP: 28035-310, Brasil;

(\*) e-mail: [amandarangel@isecensa.edu.br](mailto:amandarangel@isecensa.edu.br); [paulonoqueira@isecensa.edu.br](mailto:paulonoqueira@isecensa.edu.br)

## CASE STUDY: DIMENSIONING OF THE DRAINAGE SYSTEM FOR VISTA VERDE SUBDIVISION

***Amanda da Silveira Rangel, Paulo Victor da Silva Nogueira, Zélia Maria Peixoto Chrispim***

### ABSTRACT

The drainage plays a silent role in preserving order behind the urban scenes. This work aims to analyze the area and propose the dimensioning of a drainage system for Vista Verde Condominium, located on Carvão Road, Parque Aurora neighborhood, in Campos dos Goytacazes - RJ. To achieve this objective, the following specific goals have been established: analyze the area of the subdivision and present a project that ensures proper drainage and collection of stormwater; accurately predict and dimension drainage systems to cope with the specific precipitation conditions of the region; describe the microdrainage devices used and provide calculations for their respective dimensions. The work is based on a literature review that addresses concepts related to the hydrological cycle, highlighting the importance of stormwater drainage in the context of urban development. The flooding issues in Campos dos Goytacazes caused by the lack of planning and control of urban growth, as well as the influence of urbanization on the alteration of the hydrological cycle, are also discussed. The methodology used involves analyzing the subdivision area, taking into consideration topographical features, precipitation, and soil infiltration capacity. Based on this analysis, appropriate dimensioning solutions for the drainage system are proposed, using microdrainage devices such as curbs, gutters, catch basins, and connecting pipes

**Keywords:** Drainage System; Microdrainage; Stormwater.

<sup>1</sup>Institutos Superiores de Ensino do CENSA - ISECENSA - Laboratório de Pesquisa em Gestão e Tecnologias na Construção Civil – GETECC - Rua Salvador Correa, 139, Centro, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP: 28035-310, Brasil;

(\*) e-mail: [amandarangel@isecensa.edu.br](mailto:amandarangel@isecensa.edu.br); [paulonogueira@isecensa.edu.br](mailto:paulonogueira@isecensa.edu.br)

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (Brasil, 2014), os alagamentos urbanos estão diretamente relacionados aos sistemas de drenagem urbanos, tendo como principais fatores o mau dimensionamento, impermeabilização do solo, e o entupimento de bueiros ocasionado pelo acúmulo de lixo urbano que são trazidos pelas chuvas.

Segundo os pesquisadores Souza *et al.* (2005) o ciclo hidrológico tem sido alterado pelo desenvolvimento urbano com o aumento do escoamento, o que gera impactos sobre o ambiente e população. Com isso, a drenagem pluvial deve ser considerada como uma componente fundamental do processo de planejamento de ocupação de novos espaços, sendo necessário fazer a sua integração com outros projetos, especialmente aqueles relacionados ao saneamento básico, uso do solo e transporte (Canholi, 2015).

Na cidade de Campos, a falta de planejamento e controle do crescimento das habitações dos bairros e o aumento do trânsito em suas vias de acesso tornaram as enchentes frequentes na cidade (Sofiatti, 2015).

A ação da chuva e dos ventos molda as áreas de maneira estável, buscando atingir um equilíbrio com o meio em que a região está inserida. Ao se urbanizar, retira-se considerável parte da vegetação, fazem-se aterros e cortes, pavimentam-se ruas e edificam-se nos lotes. Desta forma, surge uma nova situação, bastante diferente do equilíbrio que existia anteriormente (Botelho, 1998).

O município tem 90% das vias públicas da área urbana pavimentada sendo a média das cidades do estado de 73,18% e do país, 73,22%. De 2013 a 2020 foram registradas 17 enxurradas, inundações ou alagamentos (SNIS, 2020).

É importante analisar e observar a criação de novos bairros e a impermeabilização superficial de vias, demandando novos estudos para propor possíveis soluções que sanem esse problema recorrente que traz prejuízos e transtornos aos comerciantes, ao trânsito e aos moradores.

## **1.1 Objetivo Geral**

O objetivo do presente trabalho consiste em analisar a área e propor o dimensionamento de um sistema de drenagem pluvial urbana para o Condomínio Vista Verde, localizado na Estrada do Carvão, bairro Parque Aurora, em Campos dos Goytacazes – RJ, o empreendimento está em processo de loteamento e ainda não possui rede de drenagem.

## **1.2 Objetivos Específicos**

- a) Analisar a área do loteamento e apresentar um projeto que garanta o escoamento e coleta adequados das águas pluviais para o determinado trecho escolhido;
- b) Prever e dimensionar corretamente os sistemas de drenagem para lidar com as condições de precipitação específicas da região e garantir a coleta adequada das águas pluviais;
- c) Descrever os dispositivos da microdrenagem.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Ciclo Hidrológico

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2017), o ciclo hidrológico (Figura 1) deve-se ao aquecimento das águas existentes nos oceanos, continentes e atmosfera, o que resulta na evaporação e transformação em vapor, tratando-se de um processo natural e cíclico.

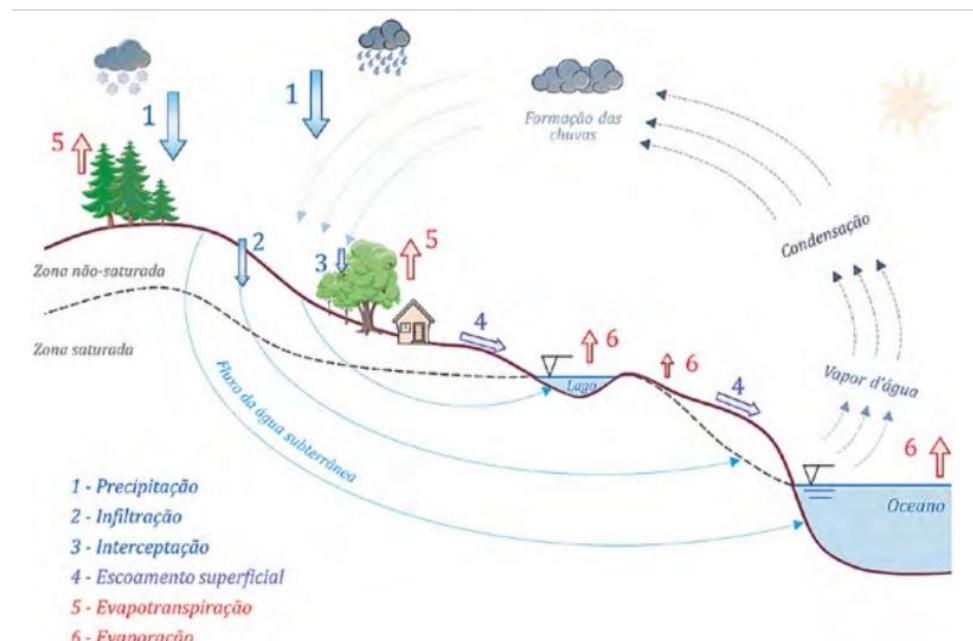


Figura 1: Ciclo hidrológico.  
Fonte: Adaptado de Robinson e Ward (2017)

A evaporação se dá já durante a precipitação e após ela, onde ocorre a troca do estado físico da água, que tem uma parte retida pela vegetação e outra transferida para a atmosfera, formando um reservatório de água. (Silveira, 2002).

Tucci *et al.* (1993) menciona que a precipitação é toda água oriunda do meio atmosférico, e os alagamentos acontecem em precipitações com intensidade máxima, que é quando há uma duração e distribuição temporal e espacial de forma exacerbada em determinada área.

Os modelos hidrológicos ganham cada vez mais ênfase devido a incorporação das características das bacias hidrográficas e da precipitação. Por

isso, os modelos distribuídos tornam-se matematicamente complexos, resultando em maiores esforços computacionais e de modelagem de forma geral. Logo, buscar um equilíbrio entre o nível de detalhamento das bacias hidrográficas e os esforços de modelagem, é o ideal (Collodel, 2009).

Conforme mencionado por Fiori (2015), quando a quantidade de chuva excede a capacidade de infiltração do solo, ocorre o fenômeno conhecido como escoamento superficial. Nesse momento, a água não consegue ser sentida pelo solo e passa a se movimentar na superfície, podendo causar alagamentos e enchentes em áreas significativas. Esse processo ocorre quando a taxa de precipitação excede a capacidade do solo de absorver a água, levando ao escoamento direto.

## **2.2 Histórico de Alagamento em Campos dos Goytacazes**

Segundo Ramos (2000), a cidade de Campos (Figura 2) se encontra sobre uma planície aluvial que, além da superfície plana, tem um solo com drenagem ruim e lençol freático subaflorante.



Figura 2: Em 1º plano, o rio principal, Rio Paraíba do Sul. 2º plano, grandes prédios dominam os espaços, maio de 2017  
Fonte: autor desconhecido.

Durante seu processo de urbanização, que teve início nas margens do rio devido ao acesso a água, foram ocupadas grandes áreas livres que eram constituídas por diversas lagoas e canais que foram obstáculos ao

desenvolvimento. Na busca por soluções optaram pelo aterramento dessas lagoas que, como consequência, passaram a ser locais, em momentos de precipitação intensa, de alagamentos e momentos de preocupação para o município encontrando agora encostas desprotegidas e ruas impermeáveis (Soffiati, 2005).

A margem direita do rio que abrange o centro da cidade que apresenta um declive de 10 para 0 até o Farol de São Thomé, isso faz com que a água que transborda do rio em períodos de cheia não volte mais ao rio. Próximo a sua margem foi construído um sistema de drenagem para o canal Campos-Macaé que é um dos principais que cortam a malha urbana, seguidos do Canal Coqueiros e Canal Santo Antônio, Parque Rosário e do Saco, porém não são totalmente eficazes devido ao assoreamento, e descarte clandestino de esgotos provenientes de galerias de águas pluviais. (Jornal 3<sup>a</sup> Via, 2022).

A maior parte da rede de galerias de águas pluviais concentra-se nos bairros centrais; contudo, devido a obstruções e danos em alguns trechos, funciona de forma precária. Adicionalmente, as galerias estão dimensionadas abaixo da quantidade volumétrica lançada, com bombeamento falho, ou muitas vezes inexistente por falta de manutenção. Essa situação evidencia a necessidade de melhorias no sistema de drenagem da cidade. Por sua vez, a macrodrenagem, tem como finalidade encaminhar as águas recolhidas pela drenagem primária, assegurando o contínuo fluxo das águas pluviais provenientes de ruas, sarjetas, valas e galerias, que são componentes integrados previamente com as estruturas de microdrenagem (Pinto, 2019).

### **2.3 Drenagem**

Jâbor (2013) menciona que a drenagem urbana é a ciência que capta ou impede de forma técnica o excedente de águas pluviais precipitadas sobre uma região, conduzindo-as, de forma segura, a um destino final e garantindo a integridade de vias e transeuntes.

Neste contexto, a declividade está diretamente ligada a velocidade de escoamento, sendo diretamente proporcional. Quanto maior a declividade dos cursos d'água, maior a velocidade que a água escoa (Miguez *et al.*, 2015).

Um sistema de drenagem urbana deficiente ou comprometido é responsável por um aumento significativo do risco de inundações em áreas urbanas, resultando em consequências adversas tanto para a economia, sociedade e meio ambiente. Essas inundações podem causar danos materiais, interrupção das atividades comerciais e industriais, desalojamento da população, perda de vidas e impactos negativos na infraestrutura urbana. Além disso, as inundações também podem resultar em graves problemas ambientais, como o carreamento de poluentes para corpos d'água, contaminação do solo e destruição de habitats naturais (Barros, 2005).

De acordo com o Manual de Drenagem Urbana (Brasil, 2002), o sistema de drenagem urbana é dividido em microdrenagem e macrodrenagem. A microdrenagem é composta pelo sistema de condutores pluviais projetados para lidar com precipitações moderadas. Já a macrodrenagem engloba a coleta de vários sistemas de microdrenagem e é responsável pelo escoamento final das águas em áreas superiores a 4 km<sup>2</sup>.

## **2.4 Macrodrenagem**

Na macrodrenagem, são consideradas obras de grande porte, incluindo túneis e dispositivos para distribuição de energia, como rampas, blocos de amortecimento e degraus. O principal objetivo é prevenir a erosão do solo nas áreas urbanas, direcionando as águas pluviais para um curso d'água receptor (Ottoni *et al.*, 2018).

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2016), esse sistema existe, ainda que não tenha sido projetado, e é constituído por córregos, cursos d'água e fundos de vale e através das suas obras possibilita a melhoria do escoamento da água no meio urbano, visando melhorar suas características.

A macrodrenagem desempenha um papel essencial ao possibilitar o escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem. Ela funciona como um canal natural que garante a condução correta das chuvas para fora da área urbana (Chernicharo *et al.*, 1995).

## 2.5 Microdrenagem

Como mencionado anteriormente, a microdrenagem é responsável por coletar e afastar as águas pluviais seja de forma superficial ou subterrânea, por meio de pequenas e médias galerias com diâmetro igual ou inferior a 1,5 m. Essa parte do sistema de drenagem é essencial para permitir a circulação de veículos e pedestres em áreas urbanas, evitando danos a propriedades públicas e privadas, prevenindo enchentes, alagamentos e doenças transmitidas pela água. Sua presença é fundamental para evitar alagamentos no perímetro urbano (FUNASA, 2016).

Esses sistemas são responsáveis por captar e transportar as águas de chuva que caem na área urbana até os macrodrenos (Tucci *et al.*, 2003). São compostos por dispositivos hidráulicos (Figura 3) descritos a seguir:

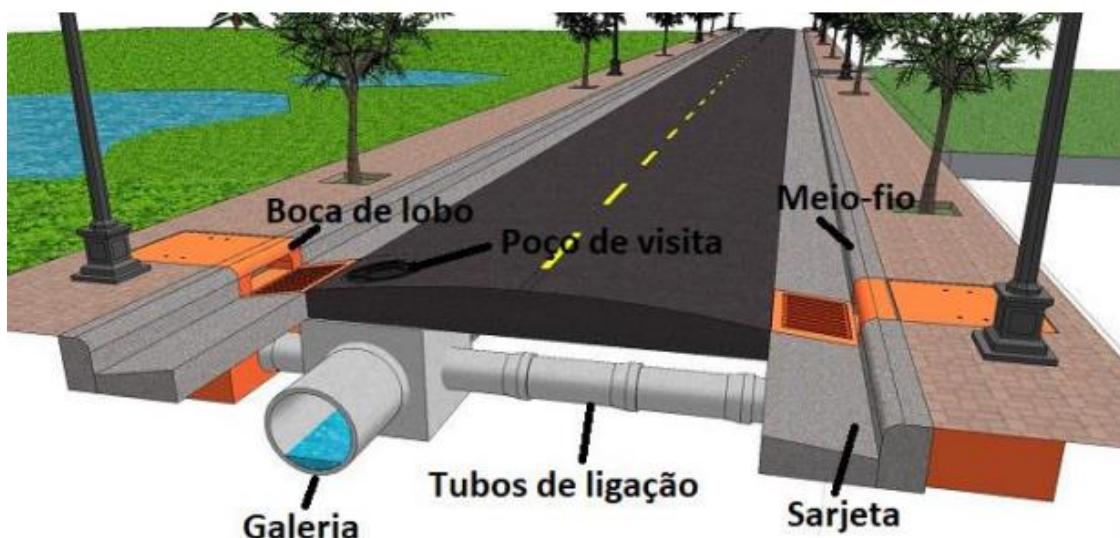


Figura 3: Dispositivos de microdrenagem  
Fonte: Adaptado de Moraes (2015)

a) meio-fio;

Estruturas localizadas entre o passeio e a via de rodagem, paralelas ao eixo da rua e cujas formas são projetadas para ter sua face superior nivelada com o passeio (Bidone *et al.*, 1995).

b) sarjetas;

São estruturas localizadas nas laterais das ruas que servem para fixar as guias e formar o piso de escoamento d'água, que ocorre devido ao abaulamento da rua (declividade transversal). Podem ser feitas de concreto simples, moldado *in loco*, ou são feitas de paralelepípedos argamassados (Botelho, 2017).

c) bocas de lobo;

Funcionam como uma conexão entre o escoamento superficial e o escoamento que ocorre nas redes subterrâneas. Sua função é garantir que a água seja conduzida para o sistema de drenagem subterrânea, evitando problemas de inundação e fluxo de água nas vias públicas. (Miguez *et al.*, 2015).

d) ramais de ligação;

Canalizações que conduzem as águas pluviais captadas nas bocas de lobo para as caixas de passagem ou poços de visita a jusante. (Bidone *et al.*, 1995).

e) caixas de passagem;

São estruturas projetadas para receber e armazenar temporariamente a água, permitindo o controle de vazão e a conexão com tubulações ou galerias subterrâneas e assim como os poços de vistas, são instaladas em pontos estratégicos do sistema de drenagem. (Kuroda, 2015).

f) poço de visita;

Dispositivos localizados em pontos estratégicos do sistema de galerias que tem como principal função permitir inspeções e limpezas das canalizações, além de mudanças de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro das redes. (Ramos *et al.*, 1999).

g) galeria.

Galerias de drenagem pluvial são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento determinados em projeto. (FUNASA, 2016).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Área de Estudo

A cidade de Campos se localiza na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, com uma área de 4.037 km<sup>2</sup>, sendo o maior município do Estado, possuindo uma população estimada de 514.643 pessoas (quinhentos e quatorze mil e seiscentas e quarenta e três pessoas) (IBGE, 2021).

A área escolhida para estudo está localizada na estrada do carvão, no Parque Aurora em um condomínio de iniciativa privada. O trecho de aproximadamente 18.000 m<sup>2</sup> (1,8 ha) foi utilizado para fins desse trabalho. Na Figura 4 pode-se observar a localização do loteamento por uma imagem de satélite.



Figura 4: Área de estudo  
Fonte: Adaptado Google Earth Pro (2023)

#### 3.2 Materiais

No desenvolvimento da pesquisa foram utilizados os softwares AutoCad 2022, Excel, Word, SISCCOH, Pluvio e Google Earth para a confecção dos projetos, dimensionamento e memorial de cálculo. Inicialmente, foi feito o levantamento de dados referente à localidade do projeto, buscando analisar a topografia do terreno. Em seguida, foram realizados os cálculos do projeto de chuva, sarjetas, bocas de lobo e redes tubulares que o projeto em questão observou.

### 3.3 Método

#### 1. Coleta de dados:

Inicialmente, foram coletados dados do local, como localização geográfica e projeto de topografia do terreno, com o intuito de estabelecer o sentido de escoamento do loteamento e determinar a área de estudo. O projeto topográfico foi fornecido pelo INEA para fins acadêmicos (Anexo I), junto ao projeto de terraplenagem (Anexo II).

#### 2. Determinação da declividade do curso d'água:

A declividade do curso d'água foi medida em relação à diferença de cota entre os pontos extremos e a distância entre as cotas (Paz, 2004). Utilizou-se a equação 1 para calcular a declividade:

$$S = \frac{\Delta h}{L} \quad (1)$$

Sendo:

$S$  = Declividade do curso d'água principal (m/m)

$\Delta h$  = Diferença de cota entre os pontos extremos (m)

$L$  = Distância entre as cotas (m)

#### 3. Determinação da vazão pelo Método Racional:

A aplicação do Método Racional é considerada válida para bacias urbanas ou rurais de pequeno porte, com áreas de até 50 hectares. Nesse método, adota-se que o tempo de duração da chuva é numericamente igual ao tempo de concentração, conforme mencionado pelos pesquisadores Wilken (1978) e Debo *et al.* (2003). Utilizou-se a equação 2:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360} \quad (2)$$

Sendo:

$Q$  = Vazão em  $m^3/s$

$C$  = Coeficiente de deflúvio (Runoff)

$i$  = Intensidade de chuva em  $mm/h$

$A$  = Área de contribuição em hectares

#### 4. Determinação da intensidade da chuva de projeto:

A intensidade da chuva de projeto foi calculada com base em equações de chuvas intensas (IDF) específicas para a região de Campos dos Goytacazes. Utilizou-se a equação 3:

$$i = \frac{K \cdot TR^a}{(t + b)^c} \quad (3)$$

Sendo:

$i$  = Função que calcula a intensidade pluviométrica com base nos parâmetros específicos da região

$TR$  = Tempo de recorrência em anos

$t$  = Tempo de duração da chuva em minutos

$K, a, b, c$  = Valores obtidos através do Pluvio 2.1 (figura 5), referentes aos coeficientes para cada região.

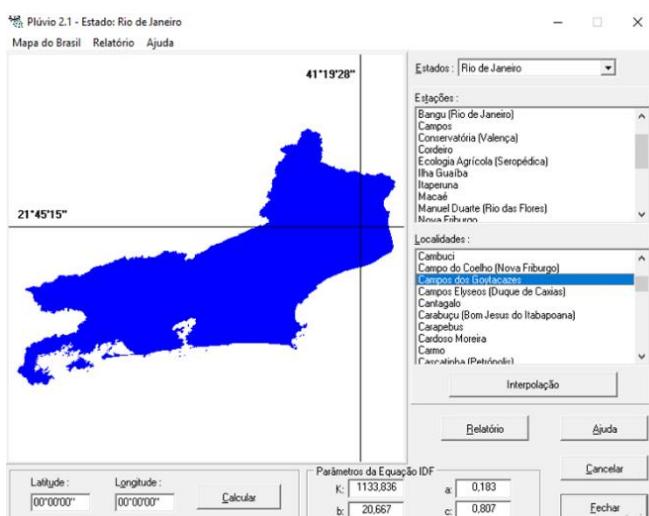


Figura 5: Dados obtidos através do Pluvio  
Fonte: Pluvio 2.1

## 5. Período de retorno adotado:

O período de retorno é um parâmetro fundamental no dimensionamento do sistema de drenagem, indicando o intervalo médio de tempo entre eventos climáticos extremos, como chuvas intensas. No contexto do projeto do sistema de drenagem, foi adotado um período de retorno de 10 anos, considerando as obras associadas às redes de microdrenagem. Isso significa que o projeto foi concebido para lidar com eventos que, estatisticamente, têm maior probabilidade de ocorrer. Essa abordagem alinha-se às diretrizes do DAEE/CETESB-SP (1980), conforme evidenciado na Tabela 1.

Tabela 1: Período de retorno em função da ocupação da área

<b>Características do sistema</b>	<b>TR (anos)</b>
Microdrenagem	2 a 10
Macrodrenagem	25 a 50
Grandes corredores de tráfego e áreas vitais para a cidade	100
Hospitais, bombeiros, polícia, emergências	500
Risco de perda de vida humana	100

Fonte: Adaptado de DAEE/CESTESB-SP

Para o Coeficiente de Runnof, que é a capacidade de escoamento do solo, foi adotado o valor de 0,7 que corresponde à transição de edificações não muito densas para densas (Figura 6):

ZONAS	C
Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 - 0,95
Edificação não muito densa: Partes adjacente ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 - 0,25
Matas, parques e campos de esporte: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação	0,05 - 0,20

Figura 6: Coeficientes de Runnof  
Fonte: P.S. Wilken, 1978.

## 6. Tempo de concentração:

O tempo de concentração para o cálculo das sarjetas foi obtido através do ábaco (Figura 7):

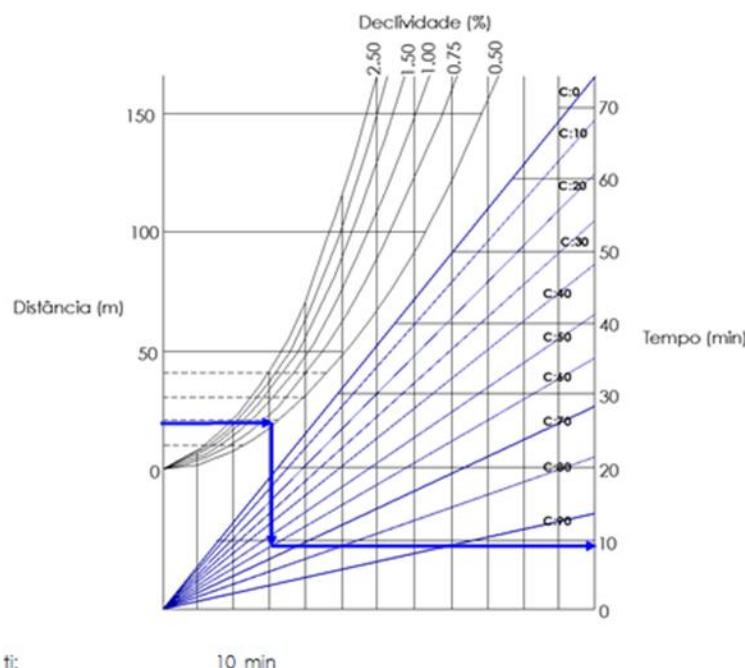


Figura 7: Determinação do tempo de concentração em função da distância, coeficiente de escoamento superficial e declividade.

Fonte: Costa, 2023

## 7. Divisão em sub-bacias e análise de áreas de contribuição:

A área do loteamento foi dividida em sub-bacias para permitir a análise das áreas de contribuição. Utilizou-se o software AutoCAD 2022 para numerar as áreas de 1 a 22. A delimitação das áreas pode ser visualizada no Apêndice A.

## 8. Boca de lobo:

Foi adotado o modelo de boca de lobo simples sem depressão conforme ilustrado na figura 8.

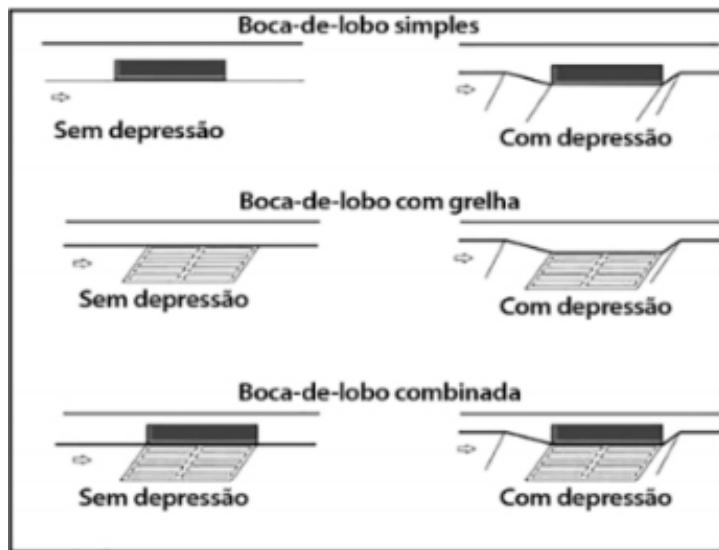


Figura 8: Tipos de bocas de lobo.  
Fonte: Adaptada de Coelho e Araújo (2011)

Levando em consideração a condição  $y_0/h < 1$ , a fórmula usada para seu dimensionamento foi (Equação 4):

$$L = \frac{Q}{(1,7 \cdot y^{\frac{3}{2}})} \quad (4)$$

Sendo:

$L$ = Largura de abertura da boca coletora (m)

$Q$ = Vazão da sarjeta ( $m^3/s$ )

$y$ = Altura da lâmina d'água (m)

9. Altura da lâmina d'água (m):

Para altura da lâmina d'água foi usada a equação 5:

$$y_0 = \frac{Q_o}{(0,375 \cdot \sqrt{S} \cdot \frac{Z}{N})} \quad (5)$$

Sendo:

$Q$  = Vazão majorada ( $m^3/s$ )

S = Declividade (m/m)

Z = Inclinação

N = Coeficiente de Manning (adimensional)

10. Largura da lâmina d'água (m):

Para a largura da lâmina d'água foi usada à equação 6:

$$W_o = y_0 \cdot Z \quad (6)$$

Sendo:

$y_0$  = altura da lâmina d'água ( $m^3/s$ )

Z = Inclinação

11. Galerias:

As dimensões das galerias foram calculadas de forma similar ao cálculo das sarjetas. Contudo, adotou-se o tempo de retorno  $T = 10$  anos e Coeficiente de Runnof = 0,7.

Primeiramente, calcula-se o tempo de duração do escoamento da chuva da sarjeta até a boca de lobo. Dada pela equação 7:

$$t_{sarjeta} = \frac{L}{V} \quad (7)$$

Sendo:

L = Comprimento da sarjeta

V = Velocidade de escoamento da sarjeta

$t_{sarjeta}$  = Tempo de escoamento até a sarjeta

Depois de calculado o tempo de escoamento da água até a sarjeta, calcula-se o tempo de concentração (tc). Para descobrir o tempo de concentração utiliza-se a equação 8:

$$tc = tterreno + tsarjeta \quad (8)$$

Sendo:

tc = Tempo de concentração em minutos

tterreno = tempo de duração do escoamento da chuva do terreno até a sarjeta. Adotado: 10 minutos.

Para galerias a duração (D) da chuva de projeto deve igualar-se ao tempo de concentração (tc).

12. Cobrimento:

O cobrimento em sistemas de drenagem é a distância entre a superfície superior de um tubo ou galeria e o solo que o cobre, sendo vital para garantir durabilidade e eficiência. De acordo com o Manual de Drenagem do Paraná, para rede com tubos de concreto, o cobrimento mínimo sobre a geratriz externa superior será de 1 m (Paraná, 2002).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados pode-se observar que a área de estudo foi classificada como Bacia de Pequeno Porte apresentando uma área de 1,8 (ha) ou 0,02 ( $\text{km}^2$ ), sendo possível assim a utilização do Método Racional que define a área de drenagem inferior a e 2,0 $\text{km}^2$  (Tucci *et al.*, 2003) e até 3,0  $\text{km}^2$  ou 300 ha como Festi (2005).

Como mencionado anteriormente, foi considerado um tempo de retorno de 10 anos, pela ocupação residencial da área. O tempo de concentração foi igualado ao tempo de duração, conforme Tucci (1995).

Na análise do projeto topográfico (Anexo I), evidenciou-se um terreno caracterizado por uma topografia relativamente plana, com variações altimétricas mínimas.

### 4.1 Sarjetas

Para os resultados dos cálculos das sarjetas foram usados às equações e parâmetros descritos na metodologia e, devido à declividade baixa, foi preciso fazer a majoração pelo coeficiente indicado conforme a figura abaixo (Figura 9):

Fator de Redução (DAEE/CETESB)		
S (m/m)	F.R.	F.M.
0,004	0,5	1,5
0,01 a 0,03	0,8	1,2
0,05	0,5	1,5
0,06	0,4	1,6
0,08	0,27	1,73
0,1	0,2	1,8

$$Q_m = F.M. \times Q_t$$

Figura 9: Cálculo das capacidades das sarjetas  
Fonte: Costa, 2023

Primeiramente calculou-se a vazão teórica da Sarjeta 1, para isso foi empregado o Cálculo da Intensidade de Chuva (Equação 3), que calcula a intensidade da chuva, gerando o seguinte resultado (Equação 9):

$$i = \frac{1133,84 \cdot 10^{0,183}}{(8 + 20,667)^{0,807}} \quad (9)$$

$$i = 115,197 \text{ mm/H}$$

Sendo:

$i$  = é a intensidade de chuva em mm/h.

Em seguida, a vazão foi calculada pelo método racional (Equação 2), sendo aplicado da seguinte forma (Equação 10):

$$Q = \frac{0,7 \cdot 115,19 \cdot 0,085}{360} \quad (10)$$

$$Q = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sendo:

$Q$  = vazão em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Devido a características topográficas da área, que é relativamente plana, houve a necessidade de majoração da vazão da sarjeta (Equação 11):

$$\begin{aligned} Q_m &= 0,019 \times 1,5 \\ Q_m &= 0,028 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned} \quad (11)$$

Sendo:

$Q_m$  = vazão majorada em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

A continuação dos cálculos das capacidades das sarjetas é apresentada no Apêndice C.

## 4.2 Bocas de Lobo

Após os cálculos de vazão das sarjetas, foi determinado a largura da abertura das bocas de lobos (Equação 5), para atender a demanda de vazão que chega em cada uma delas, além disso, elas foram alocadas de acordo como é recomendado, conforme ilustrado na figura 10.

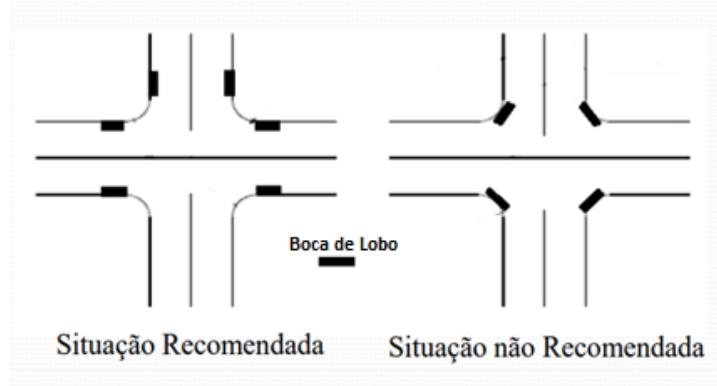


Figura 10: Maneira correta de alocação de bocas de lobo  
Fonte: Manual de Drenagem de São Paulo, 2013.

O cálculo da largura da boca de lobo 1, foi feito da seguinte forma (Equação 12):

$$L = \frac{0,019}{\left(1,7 \cdot 0,0611 \frac{3}{2}\right)} \quad (12)$$

$$L = 0,74 \text{ m} \cong 1 \text{ m}$$

A continuação dos cálculos das larguras das aberturas das bocas de lobo é apresentada no Apêndice D.

## 4.3 Galerias

Como mencionado anteriormente as dimensões das galerias são calculadas de forma similar ao cálculo das sarjetas. Com isso, primeiramente utilizou-se a equação 3 para calcular a intensidade da chuva de projeto ( $I$ ), como mostra a seguir (Equação 13):

$$i = \frac{1133,84 \cdot 10^{0,183}}{(8,82 + 20,667)^{0,807}} \quad (13)$$

$$i = 112,582 \text{ mm/H}$$

Posteriormente, para calcular a vazão de projeto foi utilizada a equação 2, fazendo uso do método Racional, da seguinte maneira (Equação 14):

$$Q = \frac{0,7 \cdot 112,582 \cdot 0,172}{360} \quad (14)$$

$$Q = 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$$

A sequência de cálculos para o dimensionamento de galerias se encontra na tabela apresentada no Apêndice E.

Após os resultados dos cálculos, foi usado o software SISCOOH a fim de verificação do diâmetro da rede de galeria adotado, conforme figura 11.

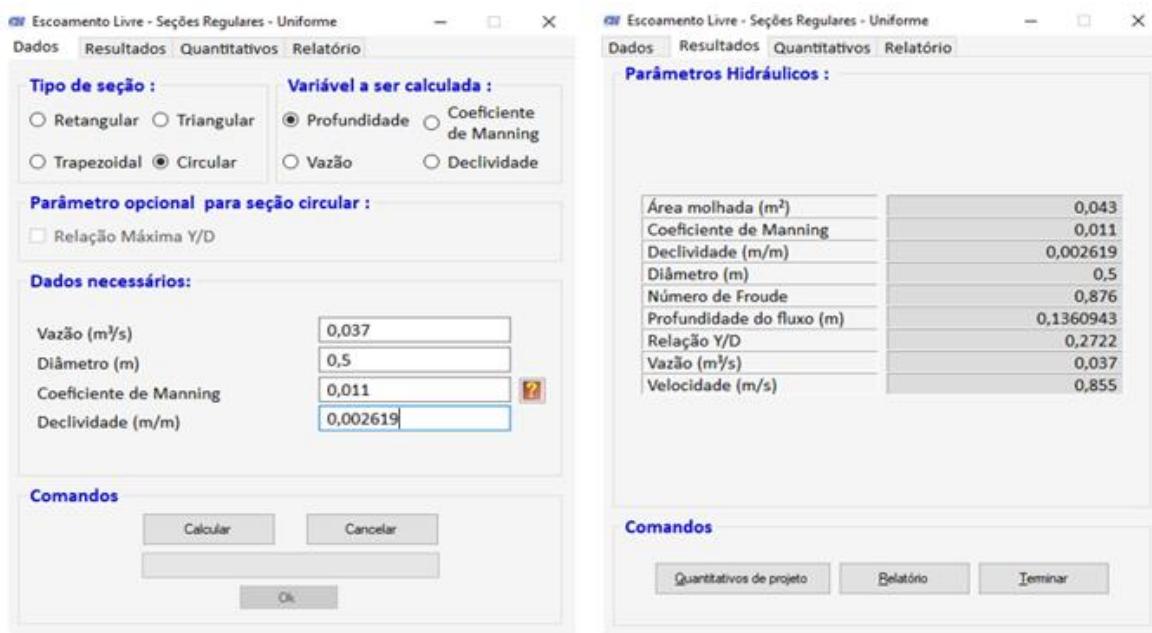


Figura 11: Parâmetros obtidos para verificação de diâmetro da rede de galeria.  
Fonte: SisCCoh

Para tubos de concreto, a velocidade mínima admissível será de 0,75 m/s e a máxima de 5,0 m/s, a fim de evitar o assoreamento e a abrasividade respectivamente conforme o Manual de Drenagem do Paraná (Paraná, 2002).

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos dados e cálculos apresentados, podemos concluir que a análise e o dimensionamento de um sistema de drenagem são etapas fundamentais para lidar com os problemas relacionados aos alagamentos urbanos. A coleta e análise de dados, como a localização, topografia do terreno e declividade do curso d'água, fornecem informações essenciais para determinar o sentido do escoamento e propor soluções adequadas.

A utilização de fórmulas como a de Manning e o Método Racional, aliados aos dados de intensidade de chuva de projeto obtidos por meio de equações de chuvas intensas (IDF), permite dimensionar corretamente os dispositivos de drenagem. A determinação da vazão máxima de projeto considera a área de contribuição, a intensidade da chuva local e o coeficiente de deflúvio, o qual reflete a forma de ocupação do local.

No caso específico do projeto de drenagem do Condomínio Vista Verde, em Campos dos Goytacazes – RJ, foi adotado um período de retorno de 10 anos para a determinação da intensidade pluviométrica de projeto. Isso significa que o sistema de drenagem será dimensionado para suportar a vazão máxima esperada em um evento de chuva com recorrência de 10 anos.

Essas conclusões ressaltam a importância da aplicação adequada desses conceitos que contribuem para a minimização dos impactos causados por alagamentos e enchentes, promovendo a segurança e o bem-estar da população, bem como a preservação da infraestrutura urbana.

É fundamental ressaltar que, além dos cálculos e dimensionamentos, a implementação de um sistema de drenagem eficiente requer a integração com outros projetos, como saneamento básico, uso do solo e transporte. Somente por meio dessa abordagem integrada é possível garantir uma gestão urbana sustentável, capaz de lidar com os desafios impostos pelo ciclo hidrológico alterado pelo desenvolvimento urbano.

Dessa forma, o presente trabalho demonstra a importância de uma análise minuciosa da área, o dimensionamento adequado dos sistemas de drenagem e a consideração de fatores como precipitação, topografia e características locais para garantir um sistema de drenagem eficiente e capaz de lidar com as demandas de escoamento das águas pluviais.

## 6. REFERÊNCIAS

- BARROS, M. T. L. de. **Drenagem Urbana: bases conceituais e planejamento.** In: PHILIPPI JR, A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005.
- BIDONE, F., TUCCI, C. E., TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In: Tucci,C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana.** Porto Alegre: Universidade/UFRGS/ABRH, 1995.
- BOTELHO, M. H. C. **Águas de Chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades.** 2 ed. rev. e ampl. São paulo. Editora Blucher, 1998. 238 p.
- BOTELHO, M. H. C. **Águas de Chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades.** 4 ed. rev. e ampl. São paulo Editora Blucher, 2017. 345 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Manual de Drenagem Urbana.** Brasília. 2002.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais: 2013.** Brasília. CENAD. 2014, 106 p. Disponível  
em: <<http://biblioteca.incapcer.es.gov.br/digital/bitstream/item/386/1/Anuario-Brasileiro-de-Desastres-Naturais-2013.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2023.
- BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Ciclo Hidrológico.** Brasil. 2017. Disponível em: <<http://antigo.mma.gov.br/informma/item/420-ciclo-hidrol%C3%B3gico.html>>. Acesso em: 18 nov. 2023.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** 2<sup>a</sup> Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

CHERNICHARO, C. A. de L. e COSTA, A. M. L. M. da. **Drenagem Pluvial.** In: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental Para os Municípios. Vol. 2 – Saneamento. Minas Gerais: Escola de Engenharia da UFMG. 1995. 161–179 p.

COLLODEL, M. G. **Aplicação do modelo hidrológico SWMM na avaliação de diferentes níveis de detalhamento da bacia hidrográfica submetida ao processo de transformação chuva-vazão.** Mestrado em Hidráulica e Saneamento—São Carlos: Universidade de São Paulo, 27 jul. 2009.

DAEE; CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Governo do estado de São Paulo. **Drenagem Urbana.** 2<sup>a</sup> ed. São Paulo. 1980.

DEBO, T. N.; REESE, A. J. **Municipal stormwater management.** American Water Works Association. Boca Raton: Journal, v. 95, n. 5, p. 200, 2003.

FESTI, A. V. **Equações de chuva brasileira.** In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais, João Pessoa, Paraíba, 20p, 2005.

FIORI, A. P. **Fundamentos de Mecânica dos Solos e das Rochas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Caderno Temático: Drenagem e Manejo Das Águas Pluviais Urbanas.** Brasília. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento e Orçamento. **IBGE: Campos dos Goytacazes.** Brasil. 2021.

JABOR, M. A. **Drenagem de Rodovias. Estudos hidrológicos e projeto de drenagem.** Minas Gerais: Apostila do curso de drenagem em rodovias. 2013. 178p.

KURODA, C. Y. **Análise do Sistema de Drenagem Urbana na Região do Parque de Exposições Francisco Feio Ribeiro.** Maringá- PR. 2015.

MIGUEZ, M.; REZENDE, O.; VERÓL, A. **Drenagem Urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade.** 1<sup>a</sup> Edição. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2015.

OTTONI, A. B.; ROSIN, J. A. R. G.; FOLONI, F. M. **Drenagem Urbana: Soluções Alternativas Sustentáveis.** São paulo: Tupã. 2018.

PARANÁ. Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Diretor de Drenagem Para a Bacia do Rio Iguaçu na região Metropolitana de Curitiba.** Paraná. 2002.

PAZ, A. R. **Hidrologia Aplicada.** Caxias do Sul – RS. 2004. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/GaSILVA/apostila-hidrologia-aplicadauergs>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

PINTO, C. H. M. **Alagamentos no bairro de Santa Cruz: uma contribuição à drenagem urbana carioca.** Dissertação (Mestre em Geografia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2019.

RAMOS, C. L.; BARROS, M. T. L. DE; PALOS, J. C. F. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo.** São Paulo. 1999.

RAMOS, I. S. 2000. **Delimitação, caracterização e cubagem da região de exploração de argila no Município de Campos dos Goytacazes.** Dissertação de Mestrado – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 78p.

SILVEIRA, A. L. DA. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica.** In: Tucci, CEM, (4<sup>a</sup> Ed.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS v. 1, p. 35–51, 2002.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Ministério de Desenvolvimento Regional. **Série Histórica, 2019.** Brasil. 2020. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

SOFFIATI, A. A. **Sugestões para o novo Plano Diretor de Campos: Campos dos Goitacazes “Uma Cidade para Todos”.** Campos dos Goytacazes – RJ. 2005.

SOFFIATI, A. **Chuvas e estiagens na ecorregião de São Tomé: o caso da Baixada dos Goytacazes.** In: Historia Caribe, v. 10, n. 26, p. 135–173. Campos dos Goytacazes. 2015.

SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M.; POMPÉO, C. A. **Diretrizes para o estabelecimento de loteamentos urbanos sustentáveis.** Anais do VI Encontro Nacional de Águas Urbanas. Minas Gerais: CREA-MG. 2005. 18–20 p.

TRINDADE, O. **Ambientalista Aristides Sofiatti analisa a situação dos alagamentos em Campos.** Jornal 3<sup>a</sup> Via, Campos dos Goytacazes – RJ. Disponível em: <<https://www.jornalterceiravia.com.br/2022/02/15/ambientalista-analisa-a-preocupante-situacao-dos-alagamentos-em-campos>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

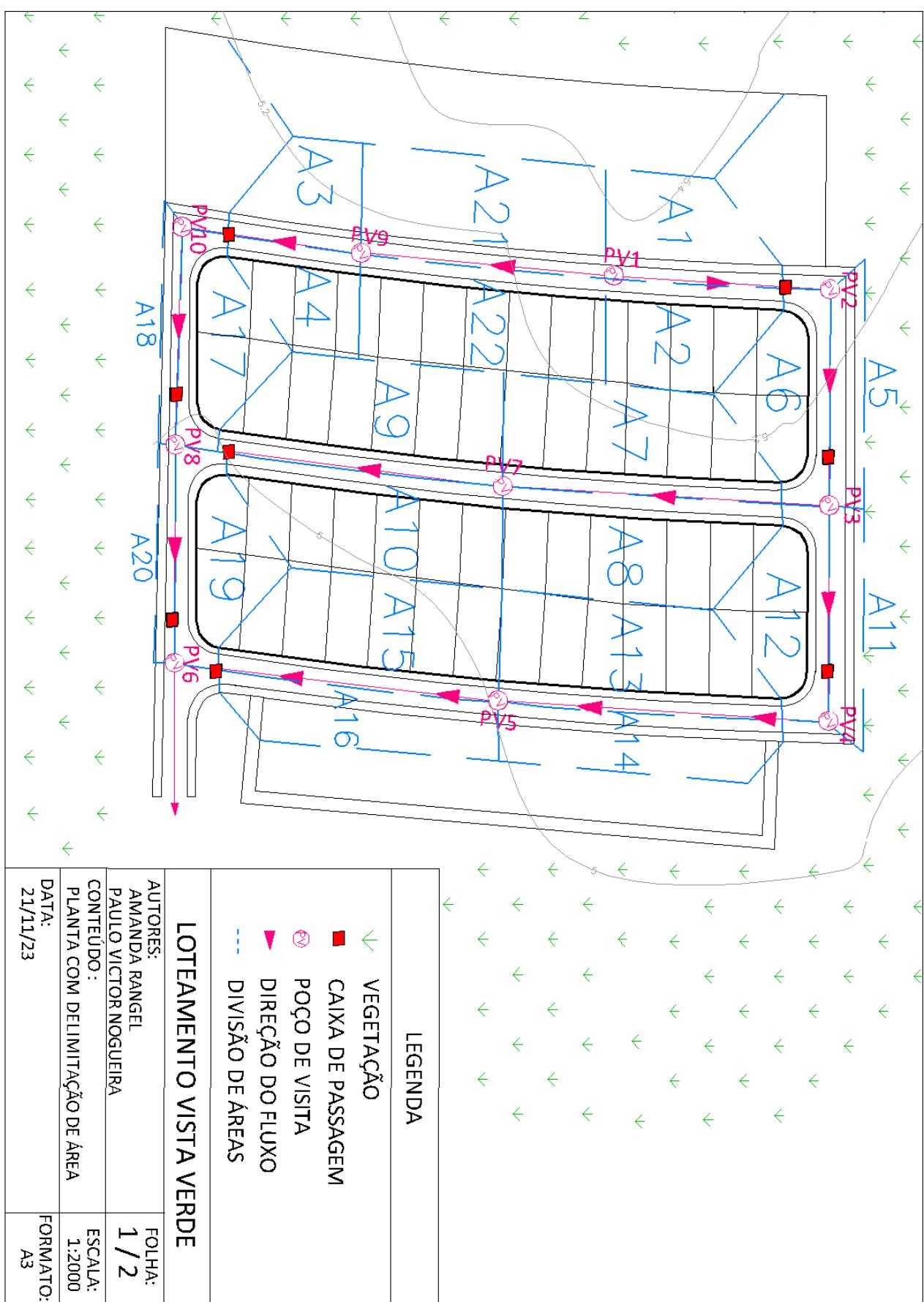
TUCCI, C. E. et al. **Hidrologia: ciência e aplicação.** Ed. da Universidade. ABRH, v. 04. Porto Alegre: Edusp.1993

TUCCI, C. E.; BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Ed. dos Autores, 2003.

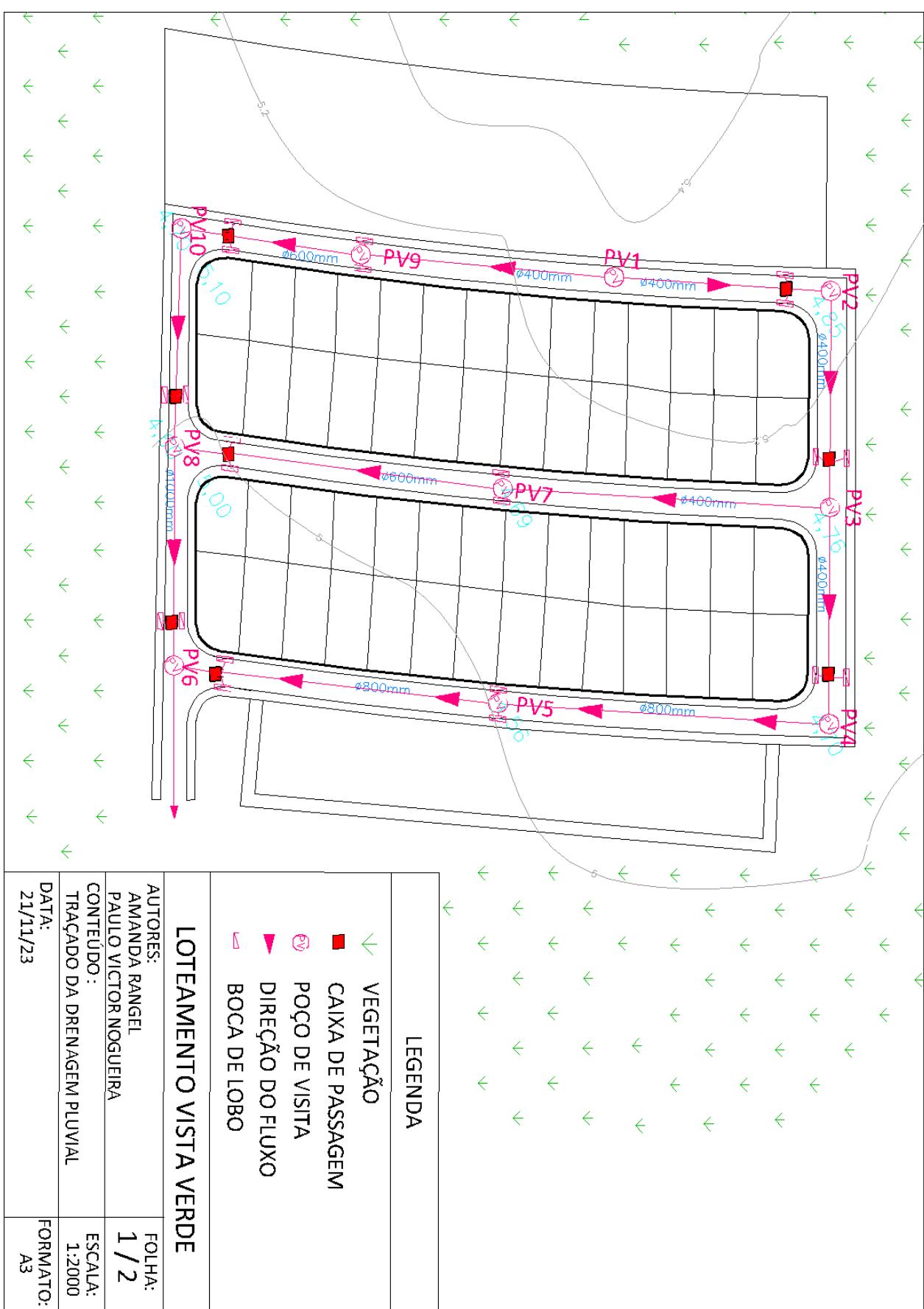
TUCCI, C. **Enchentes urbanas in: Drenagem Urbana,** cap. 1 Editora da Universidade. Porto Alegre: ABRH, 1995.

WILKEN, P. S. **Engenharia de drenagem superficial.** In: Engenharia de drenagem superficial. São Paulo. 1978. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ses-16864>>. Aceso em: 18 nov. 2023.

## APÊNDICE A – Sub-divisão da Bacia Hidrográfica



## APÊNDICE B – Rede de Drenagem Pluvial



## APÊNDICE C – Cálculo da Capacidade das Sarjetas

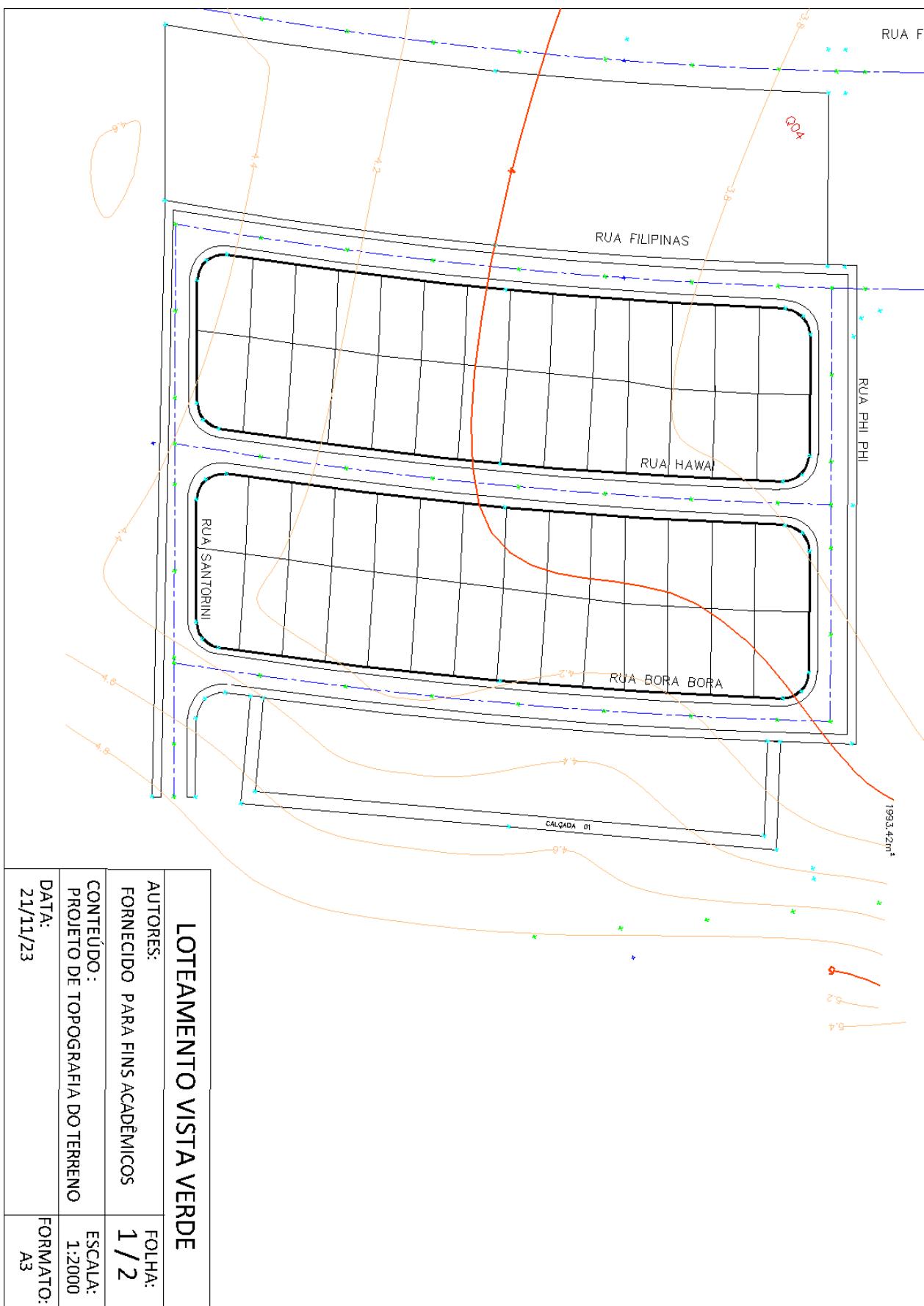
Sarjetas Áreas I Terreno S Terreno Extensão Colas C f t p tc TR I S Q Qm n L Yo Wo A V	Nº	há	m	%	m	Mont.	Jusant.	adm	mín	mín	mín	anos	m/H	m/m	m³/s	m³/s	-	-	m	m	m	m	m/s
S1 0,085 20 0,5 42 4,99 4,88 0,7 8 0,54861 8 10 115,197 0,002619 0,01905 0,02858 0,007 12 0,0611 0,73323 0,0224 1,27594	S1	0,085	20	0,5	42	4,99	4,88	0,7	8	0,54861	8	10	115,197	0,002619	0,01905	0,02858	0,007	12	0,0611	0,73323	0,0224	1,27594	
S2 0,087 20 0,5 42 4,99 4,88 0,7 8 0,54543 8 10 115,197 0,002619 0,0195 0,02925 0,007 12 0,06164 0,73965 0,0228 1,28338	S2	0,087	20	0,5	42	4,99	4,88	0,7	8	0,54543	8	10	115,197	0,002619	0,0195	0,02925	0,007	12	0,06164	0,73965	0,0228	1,28338	
S3 0,063 20 0,5 34 4,81 4,72 0,7 8 0,47674 8 10 115,197 0,002647 0,01412 0,02118 0,007 12 0,0545 0,65402 0,01782 1,18862	S3	0,063	20	0,5	34	4,81	4,72	0,7	8	0,47674	8	10	115,197	0,002647	0,01412	0,02118	0,007	12	0,0545	0,65402	0,01782	1,18862	
S4 0,061 20 0,5 34 4,81 4,72 0,7 8 0,4806 8 10 115,197 0,002647 0,01367 0,02051 0,007 12 0,0585 0,64616 0,0174 1,17907	S4	0,061	20	0,5	34	4,81	4,72	0,7	8	0,4806	8	10	115,197	0,002647	0,01367	0,02051	0,007	12	0,0585	0,64616	0,0174	1,17907	
S5 0,025 5 0,5 50 4,85 4,77 0,7 13 1,0205 13 10 101,18 0,001600 0,00492 0,00738 0,007 12 0,04034 0,4841 0,00976 0,75616	S5	0,025	5	0,5	50	4,85	4,77	0,7	13	1,0205	13	10	101,18	0,001600	0,00492	0,00738	0,007	12	0,04034	0,4841	0,00976	0,75616	
S6 0,0885 20 0,5 50 4,85 4,77 0,7 8 0,78225 8 10 115,197 0,001600 0,01939 0,02009 0,007 12 0,05746 0,8095 0,0273 1,0553	S6	0,0885	20	0,5	50	4,85	4,77	0,7	8	0,78225	8	10	115,197	0,001600	0,01939	0,02009	0,007	12	0,05746	0,8095	0,0273	1,0553	
S7 0,1485 20 0,5 65 4,76 4,69 0,7 8 1,0306 8 10 115,197 0,001077 0,03329 0,04993 0,007 12 0,08898 1,06775 0,0475 1,05117	S7	0,1485	20	0,5	65	4,76	4,69	0,7	8	1,0306	8	10	115,197	0,001077	0,03329	0,04993	0,007	12	0,08898	1,06775	0,0475	1,05117	
S8 0,1455 20 0,5 65 4,76 4,69 0,7 8 1,03587 8 10 115,197 0,001077 0,03262 0,04893 0,007 12 0,0883 1,05961 0,04678 1,04582	S8	0,1455	20	0,5	65	4,76	4,69	0,7	8	1,03587	8	10	115,197	0,001077	0,03262	0,04893	0,007	12	0,0883	1,05961	0,04678	1,04582	
S9 0,151 20 0,5 65 4,69 4,62 0,7 8 1,02663 8 10 115,197 0,001077 0,03385 0,05078 0,007 12 0,08954 1,07446 0,0481 1,05557	S9	0,151	20	0,5	65	4,69	4,62	0,7	8	1,02663	8	10	115,197	0,001077	0,03385	0,05078	0,007	12	0,08954	1,07446	0,0481	1,05557	
S10 0,14 20 0,5 65 4,69 4,62 0,7 8 1,0459 8 10 115,197 0,001077 0,03138 0,04708 0,007 12 0,08703 1,04441 0,04545 1,03579	S10	0,14	20	0,5	65	4,69	4,62	0,7	8	1,0459	8	10	115,197	0,001077	0,03138	0,04708	0,007	12	0,08703	1,04441	0,04545	1,03579	
S11 0,025 5 0,5 50 4,77 4,7 0,7 13 1,15864 13 10 101,18 0,001400 0,00492 0,00738 0,007 12 0,04136 0,49637 0,01027 0,71923	S11	0,025	5	0,5	50	4,77	4,7	0,7	13	1,15864	13	10	101,18	0,001400	0,00492	0,00738	0,007	12	0,04136	0,49637	0,01027	0,71923	
S12 0,0885 20 0,5 50 4,77 4,7 0,7 8 0,82242 8 10 115,197 0,001400 0,01939 0,02009 0,007 12 0,06917 0,83002 0,02871 1,01327	S12	0,0885	20	0,5	50	4,77	4,7	0,7	8	0,82242	8	10	115,197	0,001400	0,01939	0,02009	0,007	12	0,06917	0,83002	0,02871	1,01327	
S13 0,1475 20 0,5 65 4,69 4,56 0,7 8 0,81848 8 10 115,197 0,002000 0,03307 0,0496 0,007 12 0,07903 0,94834 0,03747 1,3236	S13	0,1475	20	0,5	65	4,69	4,56	0,7	8	0,81848	8	10	115,197	0,002000	0,03307	0,0496	0,007	12	0,07903	0,94834	0,03747	1,3236	
S14 0,091 20 0,5 65 4,69 4,56 0,7 8 0,92355 8 10 115,197 0,002000 0,0306 0,0404 0,007 12 0,06554 0,79123 0,02009 1,17306	S14	0,091	20	0,5	65	4,69	4,56	0,7	8	0,92355	8	10	115,197	0,002000	0,0306	0,0404	0,007	12	0,06554	0,79123	0,02009	1,17306	
S15 0,14 20 0,5 65 4,56 4,41 0,7 8 0,7859 8 10 115,197 0,002308 0,03138 0,04708 0,007 12 0,07544 0,90534 0,03415 1,37847	S15	0,14	20	0,5	65	4,56	4,41	0,7	8	0,7859	8	10	115,197	0,002308	0,03138	0,04708	0,007	12	0,07544	0,90534	0,03415	1,37847	
S16 0,0905 20 0,5 65 4,56 4,41 0,7 8 0,87647 8 10 115,197 0,002308 0,03043 0,04043 0,007 12 0,06406 0,7687 0,02462 1,23602	S16	0,0905	20	0,5	65	4,56	4,41	0,7	8	0,87647	8	10	115,197	0,002308	0,03043	0,04043	0,007	12	0,06406	0,7687	0,02462	1,23602	
S17 0,088 20 0,5 50 4,7 4,6 0,7 8 0,71637 8 10 115,197 0,002000 0,01973 0,02959 0,007 12 0,06511 0,78135 0,02544 1,16327	S17	0,088	20	0,5	50	4,7	4,6	0,7	8	0,71637	8	10	115,197	0,002000	0,01973	0,02959	0,007	12	0,06511	0,78135	0,02544	1,16327	
S18 0,025 5 0,5 50 4,7 4,6 0,7 13 1,01359 13 10 101,18 0,002000 0,00492 0,00738 0,007 12 0,03869 0,44426 0,00898 0,82216	S18	0,025	5	0,5	50	4,7	4,6	0,7	13	1,01359	13	10	101,18	0,002000	0,00492	0,00738	0,007	12	0,03869	0,44426	0,00898	0,82216	
S19 0,0875 20 0,5 50 4,6 4,4 0,7 8 0,55319 8 10 115,197 0,004000 0,01962 0,02942 0,007 12 0,05705 0,68466 0,01953 1,50642	S19	0,0875	20	0,5	50	4,6	4,4	0,7	8	0,55319	8	10	115,197	0,004000	0,01962	0,02942	0,007	12	0,05705	0,68466	0,01953	1,50642	
S20 0,025 5 0,5 50 4,6 4,4 0,7 13 0,78158 13 10 101,18 0,004000 0,00492 0,00738 0,007 12 0,03397 0,40768 0,0093 1,06621	S20	0,025	5	0,5	50	4,6	4,4	0,7	13	0,78158	13	10	101,18	0,004000	0,00492	0,00738	0,007	12	0,03397	0,40768	0,0093	1,06621	
S21 0,145 20 0,5 57 4,99 4,81 0,7 8 0,60734 8 10 115,197 0,003158 0,03251 0,04876 0,007 12 0,07208 0,86494 0,03117 1,56419	S21	0,145	20	0,5	57	4,99	4,81	0,7	8	0,60734	8	10	115,197	0,003158	0,03251	0,04876	0,007	12	0,07208	0,86494	0,03117	1,56419	
S22 0,148 20 0,5 57 4,99 4,81 0,7 8 0,60424 8 10 115,197 0,003158 0,03318 0,04977 0,007 12 0,07263 0,8716 0,03165 1,57221	S22	0,148	20	0,5	57	4,99	4,81	0,7	8	0,60424	8	10	115,197	0,003158	0,03318	0,04977	0,007	12	0,07263	0,8716	0,03165	1,57221	

## APÊNDICE D – Cálculo da Largura das Aberturas das Bocas de Lobo

	<b>Q (m<sup>2</sup>/s)</b>	<b>y (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Ladot (m)</b>
B.L. 1	0,019055	0,061102	0,742113	1
B.L. 2	0,019503	0,061637	0,749703	1
B.L. 3	0,014123	0,054502	0,652921	1
B.L. 4	0,013675	0,053846	0,64377	1
B.L. 5	0,004922	0,040341	0,357357	1
B.L. 6	0,019391	0,067458	0,651028	1
B.L. 7	0,03329	0,088979	0,737783	1
B.L. 8	0,032617	0,088301	0,731225	1
B.L. 9	0,03385	0,089538	0,743192	1
B.L. 10	0,031384	0,087034	0,719001	1
B.L. 11	0,004922	0,041364	0,344185	1
B.L. 12	0,019391	0,069169	0,627032	1
B.L. 13	0,033066	0,079028	0,875503	1
B.L. 14	0,0204	0,065936	0,708748	1
B.L. 15	0,031384	0,075445	0,890885	1
B.L. 16	0,020288	0,064058	0,736079	1
B.L. 17	0,019727	0,065113	0,698429	1
B.L. 18	0,004922	0,038688	0,380503	1
B.L. 19	0,019615	0,057055	0,846651	1
B.L. 20	0,004922	0,033973	0,462406	1
B.L. 21	0,032505	0,072078	0,9881	1
B.L. 22	0,033178	0,072634	0,996992	1

## APÊNDICE E – Cálculo do Dimensionamento das Galerias

## ANEXO I – Projeto de Topografia



## ANEXO II – Projeto de Terraplenagem

