

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

THALITA BUENO SABINO

**ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NA REGIÃO DO
PARQUE RUI RAMOS - MUNICÍPIO DE ALEGRETE/RS**

Alegrete

2019

THALITA BUENO SABINO

**ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NA REGIÃO DO
PARQUE RUI RAMOS - MUNICÍPIO DE ALEGRETE/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Marília Ferreira
Tamiosso

**Alegrete
2019**

THALITA BUENO SABINO

**ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NA REGIÃO DO PARQUE RUI
RAMOS - MUNICÍPIO DE ALEGRETE/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 28 de junho de 2019.

Banca examinadora:

Marília Tamiosso

Prof. Me. Marília Ferreira Tamiosso
Orientadora
UNIPAMPA

Adriana Gindri Salbego

Prof. Dra. Adriana Gindri Salbego
UNIPAMPA

Juliane da Silva Dávila

Prof. Me. Juliane da Silva Dávila
UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

É chegada a hora de agradecer a todos que estiveram comigo ao longo dessa caminhada universitária e que de uma maneira ou outra me ajudaram a ser quem sou hoje. Agradeço ao meu avô, Lodovico (in memoriam), que é e sempre será meu espelho de ser humano e a minha avó Nery (in memoriam) a qual me acolheu no início desse ciclo juntamente com a Tia Ju (me aguentando nos choros, me dando colo, me mimando com comidinhas e sempre querendo me ajudar a solucionar tudo). Aos meus padrinhos, Celanira e Luis, e minha prima Bibiana, pessoas que possuem corações enormes e sei que posso contar sempre. E claro, não posso esquecer da Cidinha, sempre com um cafezinho, comida boa e palavras de apoio. Aos meus tios, Jorge e Rosinery, que chegaram agora no finalzinho, mas que já me ajudaram inúmeras vezes e me acolheram como filha.

Agradeço, principalmente, à minha mãe que nunca mediu esforços para me ver feliz, com saúde e formada. Teu apoio, tua persistência e broncas foram essenciais para me tornar a mulher que sou hoje. Mãe, se hoje estou onde estou, sou o que eu sou e tenho o que eu tenho é por ti e pra ti! Também não poderia esquecer minha irmã, Carla, que me cuidou e que hoje me ajuda a ser uma pessoa melhor, mais calma, mais segura e menos pessimista.

Não posso deixar de agradecer à minhas colegas e futuras colegas de profissão: Nayra, a qual estive comigo em diversos trabalhos, projetos ao longo do curso e sempre se mostrou disponível para me ajudar em qualquer situação, Priscila e Bárbara que sempre vou guardar como exemplo de pessoas e colegas, pois em um ambiente cheio de competição sempre que podiam compartilhavam seus conhecimentos, materiais e anotações e, principalmente à minha orientadora, Marília, a qual me ajudou a escolher o tema deste trabalho, que conseguiu fazer com que eu o desenvolvesse da melhor maneira possível e que sempre estive à disposição para sanar minhas dúvidas.

“A lei da mente é implacável. O que você pensa, você cria; o que você sente, você atrai; o que você acredita, torna-se realidade”.

Buda

RESUMO

A cidade de Alegrete notavelmente tem se desenvolvido ao longo dos anos, mas apesar, disso o Plano Diretor e a infraestrutura não acompanharam este desenvolvimento, deixando a desejar em relação à drenagem das águas pluviais. Neste sentido, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo avaliar as condições atuais do sistema de drenagem pluvial existente na área do Parque Rui Ramos, localizado no Município de Alegrete/RS, onde eventualmente ocorrem alagamentos quando há ocorrência de chuvas intensas. Para atingir o objetivo foram realizados levantamentos de campo e redimensionamento da rede da microdrenagem de parte da área de contribuição ao parque. Os dados obtidos em campo foram confrontados com os dados projetados e assim foi possível propor alterações visando melhorar o escoamento das águas pluviais da região.

Palavras-Chave: drenagem, Alegrete, boca de lobo, sarjeta.

ABSTRACT

The city of Alegrete has noticeably developed over the years. The Main Plan, however, did not accompany said development, leaving much to be desired regarding the drainage of pluvial water. In virtue of that fact, this undergraduate thesis aims to analyze the current drainage network of a certain location, and then resize it for the purpose of comparing it to its reality. The present work has the intention of evaluating the conditions of the rainwater drainage system existent in the area of the Rui Ramos Park, located in the city of Alegrete/RS, where flooding occurs periodically, due to intense rains. To reach set objective, a field survey and a resizing of the micro-drainage network in the park's contribution area were done. The data obtained in the field survey were confronted with the projected data, allowing the possibility of introducing alterations which aim to the improvement of the region's pluvial runoff.

Keywords: drainage, Alegrete, manhole, culvert.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hidrograma: área urbanizada x área não urbanizada	4
Figura 2 – Fluxograma das principais atividades para o planejamento de sistemas de drenagem urbana.	7
Figura 3 – <i>Rain Garden</i> utilizado em um parque.....	11
Figura 4 – Esquema estrutural de um <i>rain garden</i>	11
Figura 5 – <i>Stormwater planters</i> utilizados em calçadas na área urbana	11
Figura 6 – Esquema estrutural de um <i>stormwater planters</i>	12
Figura 7 – Esquema estrutural pavimento permeável	12
Figura 8 – Seção da sarjeta	15
Figura 9 – Tipos de bocas de lobo	17
Figura 10 – Vista frontal – boca de lobo.....	17
Figura 11 – Localização não recomendada para bocas de lobo	20
Figura 12 – Localização recomendada para bocas de lobo	20
Figura 13 – Alinhamento dos condutos	21
Figura 14 – Processo metodológico	29
Figura 15 – Localização do Município de Alegrete e do Parque Rui Ramo	30
Figura 16 – Área montante em estudo do Parque Rui Ramos	30
Figura 17 – Situação trecho Parque Rui Ramos após chuva	35
Figura 18 – BL de guia situada na esquina da Avenida Alexandre Lisboa com Parque Rui Ramos.....	35
Figura 19 – BL de grelha situada na esquina do Parque Rui Ramos.....	35
Figura 20 – Reportagem sobre alagamento da pracinha no Parque Rui Ramos	36
Figura 21 – BL situada na entre a Rua Demétrio Ribeiro e Rua Visconde Tamandaré	37
Figura 22 – BL grelha, esquina Rua Demétrio Ribeiro com Rua Tiradentes.....	37
Figura 23 – BL Rua Visconde Tamandaré com Demétrio Ribeiro.....	38
Figura 24 – BL esquina Rua Tiradentes e Demétrio Ribeiro	38
Figura 25 – BL localizada na Rua Demétrio Ribeiro.....	38
Figura 26 – BL na Rua Demétrio Ribeiro esquina com Parque Rui Ramos	39
Figura 27 – BL Rua Rui Barbosa em frente ao Parque Rui Ramos	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores de redução de escoamento	16
Tabela 2 – Fatores de redução de escoamento para bocas de lobo	20
Tabela 3 – Alguns valores de coeficientes de rugosidade de Manning	22
Tabela 4 – Espaçamento dos poços de visita	23
Tabela 5 – Períodos de retorno para diferentes tipos de obras e ocupação	25
Tabela 6 – Valores de C com base em superfícies	26
Tabela 7 – Valores de C por tipo de ocupação	27
Tabela 8 – Valores de C adotados pela prefeitura de São Paulo	27
Tabela 9 – Parâmetros da equação IDF para a cidade de Alegrete	32
Tabela 10 – Tipos de Boca de Lobo e Capacidade	32
Tabela 11 – Resultado tempo de concentração, intensidade e vazão	40
Tabela 12 – Verificação da capacidade das sarjetas	41
Tabela 13 – Escolha do tipo de boca de lobo	43
Tabela 14 – Comparação Bocas de Lobo: existente x calculada	44
Tabela 15 – Verificação da presença de poços de visitas	45
Tabela 16 – Resultado dimensionamento galeria	46
Tabela 17 – Resultado verificação velocidade galeria	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BL – Boca de Lobo

LID – Low Impact Development

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PV – Poço de Visita

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo Geral	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
1.2 Justificativa.....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Inundações Urbanas	4
2.1.1 Causas das Inundações Urbanas	5
2.1.2 Planejamento e Mitigação.....	6
2.2 Componentes da Rede de Drenagem Urbana.....	13
2.2.1 Elementos Físicos de Projeto	13
2.2.2 Componentes do Projeto.....	14
2.3 Determinação da Vazão de Projeto (Método Racional).....	22
2.3.1 Intensidade da Precipitação	23
2.3.2 Coeficiente de Escoamento.....	25
2.4 Revisão de Trabalhos Realizados na Área de Drenagem Pluvial	27
3 METODOLOGIA	29
3.1 Levantamento do Sistema de Drenagem existente.....	29
3.2 Delimitação da Área Contribuinte.....	30
3.3 Dimensionamento do Sistema de Drenagem.....	31
3.3.1 Vazão de Projeto	31
3.3.2 Dimensionamento das Bocas de Lobo.....	32
3.3.3 Dimensionamento das Sarjetas	32
3.3.4 Dimensionamento das Galerias.....	33
3.4. Comparação dos Sistemas.....	33

3.5. Propostas de Soluções.....	34
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	35
4.1 Levantamento do Sistema existente e Delimitação da Área de Contribuição	35
4.2 Resultados do Dimensionamento e Comparação com o Sistema Existente	39
4.3 Discussão Sobre os Sistemas.	46
4.4 Propostas de Soluções para o Sistema Existente	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS....	50
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICES	54

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história do Brasil o fluxo do campo em direção às cidades tem sido cada vez mais constante, agravando os problemas de infraestrutura urbana, com forte impacto no saneamento básico, bem como na drenagem urbana pela falta de planejamento ou manutenção

Através da urbanização, verificam-se alterações na rede de drenagem natural, que é substituída por estruturas artificiais, aumentando as áreas impermeáveis e mudando o microclima local, colocando em evidência um maior volume de água pluvial que escoar mais rapidamente, gerando um grande problema hidrológico: o controle de enchentes (TUCCI; VILLANUEVA; CRUZ, 2000). No Brasil, a ideia de destinar “tudo para o esgoto”, efetivamente, teve início a partir da proclamação da República, em 1889 e esses princípios continuam a vigorar até hoje, mesmo, que, modificados por aportes científicos e tecnológicos, como a adoção de sistema separador para o esgoto pluvial e o esgoto doméstico e industrial que são os chamados sistemas clássicos de drenagem (BATPISTA et al., 2007).

De acordo com Tucci (2008, p. 97) uma solução para este problema é o desenvolvimento sustentável urbano, o qual tem o objetivo de melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental. O citado autor, também evidencia que a qualidade de vida apenas é possível com um ambiente conservado no qual atenda às necessidades da população, garantindo uma harmonia homem x natureza. Complementando essa assertiva, os principais componentes da estrutura da gestão da cidade são:

- Planejamento e gestão do uso do solo que trata da definição, por meio do Plano Diretor Urbano, de como a cidade é prevista para ser ocupada e quais correções devem ser tomadas com relação ao cenário do passado e do presente;
- Infraestrutura viária, de água, de energia, de comunicação e de transporte - planejamento e gestão desses componentes da infraestrutura que podem ser de atribuição pública ou privada, mas devem estar regulados pelo município;
- Gestão socioambiental, colocando em destaque o meio ambiente urbano, a qual é realizada por entidades municipais, estaduais ou federais de acordo com

a estrutura institucional. A gestão envolve a avaliação e aprovação de projetos, monitoramento, fiscalização e pesquisa para que o desenvolvimento urbano seja socioambiental sustentável.

Os estudos de áreas que apresentam problemas de inundações e de técnicas para mitigação são de extrema importância para o pleno desenvolvimento e bem-estar da sociedade. Neste sentido, este trabalho aborda avaliação do sistema de drenagem pluvial de um trecho do Parque Rui Ramos, no Município de Alegrete/RS, que em alguns períodos sofre frequentes alagamentos, e a proposição de melhorias que possam solucionar ou amenizar este problema.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o sistema de drenagem pluvial existente em parte da área de contribuição do Parque Rui Ramos, localizado no Município de Alegrete/RS.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- I. Realizar o levantamento do sistema de drenagem existente;
- II. Dimensionar um sistema de drenagem pluvial para o local;
- III. Comparar o sistema existente com o dimensionado;
- IV. Propor soluções viáveis para a área;

1.2 Justificativa

O processo da urbanização e sua interação com os cursos de água acarreta uma série de impactos, que se traduzem em aumento das vazões de pico. No município de Alegrete o quadro de urbanização crescente vem sendo observado ao

longo dos anos e tem-se verificado que as redes de drenagem tornam-se obsoletas no exercício de sua função, levando a eventos de inundação em determinados locais, sendo cada vez mais frequentes na área do Parque Rui Ramos, mais conhecida como “Praça dos Patinhos”.

A importância deste trabalho é realizar um dimensionamento de uma parte da rede de drenagem desta localidade pelo fato de não haver registros da mesma no município de Alegrete. Além de propor soluções para os problemas de alagamentos que ocorrem na área do parque, pois muitas vezes os mesmos acontecem após precipitações rápidas ou intensas. Somente mediante esse reconhecimento é que poderão ser propostas soluções, sejam com estruturas convencionais ou com técnicas compensatórias de controle na fonte, como por exemplo, técnicas de baixo impacto (LID).

As enchentes e inundações são fenômenos que necessitam de atenção devido a seus efeitos e periculosidades. A área em estudo é uma região em que, se alagada, impede a passagem no sentido da zona leste para zona oeste da cidade de Alegrete, assim, só sendo possível o acesso pela BR-290, fato bastante relevante na escolha para este tema do trabalho.

Outro fator importante na decisão da escolha deste tema é que a cidade não possui Plano de Drenagem Urbana, apenas Plano Municipal de Saneamento Básico, no qual não consta nenhuma medida ou metas de curto, médio ou longo prazo em relação à drenagem. Além disso, no Código de Obras do Município e no Plano Diretor também não há informações sobre o tema. Põe-se em evidência a necessidade de serem tomadas medidas por parte dos órgãos competentes, que visem adotar ações corretivas e preventivas que orientem a população e que obtenha um controle da expansão urbana, por meio de uma legislação e planos diretores bem reestruturados.

A engenharia civil entre muitos outros objetivos, busca soluções para problemas enfrentados no cotidiano, como por exemplo, o que será tratado neste trabalho através do estudo da rede de drenagem do município de Alegrete. Assim, através do conhecimento adquirido ao longo do curso de engenharia civil será possível propor alternativas para os problemas que vem sendo enfrentados na região do Parque Rui Ramos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

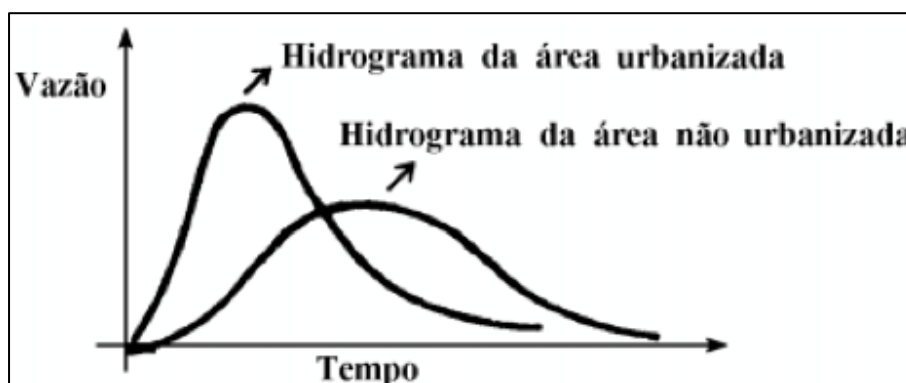
2.1 Inundações Urbanas

Ao longo das últimas décadas o Brasil obteve um crescimento significativo em relação à população urbana, criando-se as denominadas regiões metropolitanas. O efeito desse processo gera consequências no sistema urbano de recursos hídricos como, por exemplo: no abastecimento de água, transporte e tratamento de esgoto cloacais e na drenagem pluvial. É necessário o planejamento da ocupação do espaço urbano com a infraestrutura (Plano Diretor) e condições que evitem impactos econômicos e sociais sobre a população (TUCCI; PORTO; BASTOS, 2015).

Por meio do desenvolvimento urbano, a impermeabilização do solo ocorre por meio de telhados, ruas, calçadas, pátios, entre outros, fazendo com que a parcela de água que, antes, se infiltrava pelo solo passe a escoar pelos condutos da rede de drenagem, aumentando o escoamento superficial. Antes, o volume escoava lentamente pela superfície do solo ficando retido pelas plantas, após a urbanização este volume passa a escoar na rede de drenagem, a qual exige uma maior capacidade de escoamento das seções (TUCCI; PORTO; BASTOS, 2015).

Para melhor visualização dos impactos em uma área urbanizada é apresentado na Figura 1 um hidrograma típico, o qual destaca que os efeitos principais da urbanização são: o aumento da vazão máxima, a antecipação do pico e o aumento do volume do escoamento superficial (TUCCI; PORTO; BASTOS, 2015).

Figura 1 – Hidrograma: área urbanizada x área não urbanizada



Fonte: Tucci (2015, p.19)

2.1.1 Causas das Inundações Urbanas

a. Subdimensionamento da rede de drenagem

O subdimensionamento refere-se à falta de capacidade do sistema a suportar a demanda recebida, este fato ocorre por diversos fatores, alguns deles são:

- Erro de cálculo: situação a qual o profissional equivoca-se ao dimensionar a rede de drenagem não adicionando todos os elementos necessários para o pleno funcionamento da mesma.
- Mudança do comportamento das chuvas.
- Dimensionamento sem previsão de crescimento ou com previsão equivocada do aumento populacional.
- Redes antigas realizadas sem projeto.

Normalmente, problemas como erros de execução de projetos de drenagem em rodovias, avenidas, entre outros, se disseminam nas áreas urbanas, pois existe pouco controle sobre as diferentes entidades atuantes na infraestrutura urbana, além de vários outros tipos de obras serem realizadas frequentemente sem considerar seus impactos sobre a rede de drenagem (TUCCI; MARQUES, 2000, p. 527).

b. Falta de manutenção da rede de drenagem

Para melhor desempenho da rede de drenagem urbana a mesma deve ser mantida em bom estado, através de manutenções como por exemplo: limpeza das grelhas, sarjetas e bocas de lobo; troca de tubulação ou tampas de bocas de lobo quebradas e também com o plano de drenagem podendo ser articulado com as outras atividades urbanas (abastecimento de água e de esgoto, transporte público, planos viários, instalações elétricas, etc.) de forma a possibilitar o desenvolvimento da forma mais harmonizada possível.

c. Elevada densidade populacional

Como mencionado no Item 2.1, a população no Brasil está crescendo significativamente (urbanização), ocupando espaços onde antes havia vegetação, morros, rios, entre outras áreas naturais. De acordo com Tucci, Porto e Bastos (2015, p. 22), a tendência da urbanização é de ocorrer no sentido de jusante para montante e quando o loteamento é projetado, os municípios exigem apenas que o projeto de esgotos pluviais seja eficiente no sentido de drenar água do local. Logo, quando o poder público não controla a densidade da urbanização ou não amplia a capacidade de drenagem, a ocorrência de enchentes aumenta.

2.1.2 Planejamento e Mitigação

De acordo com os problemas citados no Item 2.1 se torna necessário o planejamento da parte municipal e o estudo de formas para conter as inundações. Estes fatores, para o controle das inundações, serão expostos com mais detalhes nos temas a seguir.

a) Planejamento

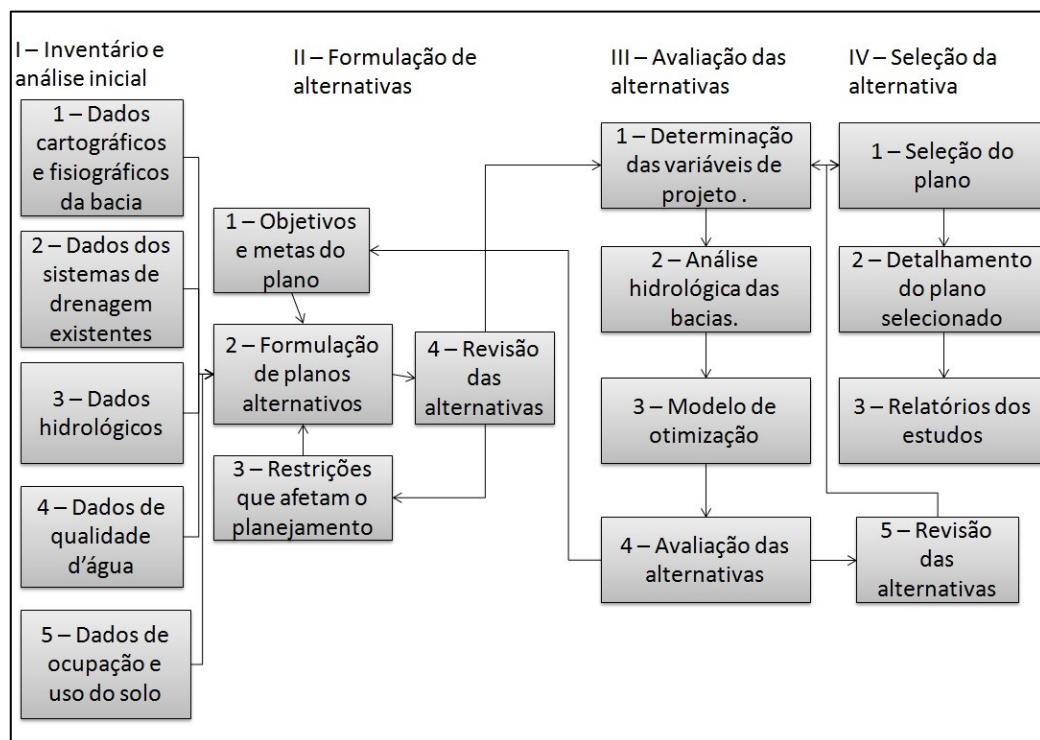
Duas importantes ferramentas para o adequado planejamento e posterior funcionamento do sistema de drenagem é o Plano diretor de drenagem urbana e o Plano Municipal de Saneamento Básico.

O principal objetivo do Plano Diretor de Drenagem Urbana é criar os mecanismos de gestão da infra-estrutura urbana, relacionados com o escoamento das águas pluviais, dos rios e arroios em áreas urbana. Este planejamento visa evitar perdas econômicas, melhorar as condições de saneamento e qualidade do meio ambiente da cidade, dentro de princípios econômicos, sociais e ambientais definidos pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental. (Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre, 2005, p. 2)

De acordo com Cardoso Neto (2000, p. 5), “por seu caráter técnico, um plano diretor de drenagem urbana deve ser elaborado por equipes técnicas competentes, que dominem os ferramentais tecnológicos adequados a cada caso”.

A elaboração de planos diretores é uma estratégia essencial para a obtenção de soluções eficientes, sendo recomendável que o plano diretor de drenagem urbana evite medidas locais com caráter limitado, pois podem deslocar o problema para outras localidades, chegando mesmo a agravar as inundações a jusante. Esta elaboração deve ser realizada através de um estudo da bacia hidrográfica como um todo; respeitando as normas e os critérios de projeto adotados. Além disso, deve-se considerar a bacia homogênea, através do estabelecimento de período de retorno uniforme. Na Figura 2 é exposto um fluxograma desenvolvido por Canholi (2005, p. 30) apresenta as premissas e atividades principais de um plano diretor de drenagem para ser efetivo e abrangente.

Figura 2 – Fluxograma das principais atividades para o planejamento de sistemas de drenagem urbana



Fonte: Canholi (2005, p. 30)

É necessário, também, que no Plano Diretor do município conste a elaboração de campanhas educativas que busquem informar a população sobre o caráter e a origem do problema das enchentes, sua dimensão e efeitos, além, de sempre manter a comunidade esclarecida sobre as formas de solução existentes e os motivos da

escolha das soluções propostas. O requerimento de recursos deve ser respaldado tecnicamente e politicamente, dando sempre preferência à adoção de medidas preventivas de maior alcance social e menor custo (CARDOSO NETO, 2000, p. 5).

No estado do Rio Grande do Sul apenas 40 municípios possuem algum instrumento legal regulador do serviço de manejo de águas pluviais (IBGE, 2000). Na Quadro 1 estão discriminados os municípios que o IBGE apontou no ano de 2000 como detentores de Plano de Drenagem.

Quadro 1 – Municípios do RS que possuem Plano de Drenagem

Arvorezinha	Dois Irmãos	Independência	São Gabriel
Bagé	Dois Lajeados	Iraí	São Sepé
Barão	Dom Pedrito	Paraí	São Valentim
Barão de Cotegipe	Esteio	Passo do Sobrado	São Valentim do Sul
Cachoeirinha	Farroupilha	Picada Café	São Vendelino
Campo bom	Formigueiro	Piratini	São Vicente do Sul
Campo Novo	Frederico Westphalen	Porto Alegre	Terra de Areia
Cerro Grande do Sul	Gaurama	Santa Cruz do Sul	Uruguaiana
Charrua	Gramado dos Loureiros	Santiago	Venâncio Aires
Derrubadas	Herveiras	São Borja	Vila Lângaro

Fonte: Adaptado IBGE (2000)

Um dos instrumentos da Política de Saneamento Básico dos Municípios é o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), o qual deve ordenar os serviços públicos de saneamento levando em conta as funções de gestão para a prestação dos serviços, a regulação e fiscalização, o controle social e o sistema de informações, conforme o Decreto nº 7.217/2010. O Art. 23 do Decreto nº 7.217/2010, regulamenta que o titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo elaborar os planos de saneamento básico, observado a cooperação das associações representativas de vários segmentos da sociedade (conforme previsto no art. 2º, inciso II, da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001) de ampla participação da população (BRASIL, 2010, não paginado).

O PMSB deverá considerar os quatro componentes do setor de saneamento: o abastecimento de água; o esgotamento sanitário; a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e o de águas pluviais, em um horizonte de planejamento de vinte anos, abrangendo todo o território do município, suas áreas urbanas e rurais (BRASIL,

2012a, p. 6). No município de Alegrete, o Plano Municipal de Saneamento foi aprovado pelo Decreto nº. 731 de 30 de dezembro de 2013, mas não existe um diagnóstico da situação atual da rede de drenagem pluvial, tampouco de ações (ALEGRETE, 2013). Os projetos de engenharia do município são norteados pelo Código de Obras, do ano de 1979, e pelo Plano Diretor, do ano de 2006, sendo que nestes documentos não constam orientações sobre a drenagem pluvial (ALEGRETE, 2006).

b) Mitigação

No Brasil, pode-se estimar um valor anual superior a 2 bilhões de dólares de despesas e prejuízos com inundações (BATPISTA et al, 2007, p.16). Uma das formas de mitigar este problema é a utilização de técnicas compensatórias para o controle de cheias urbanas, dentre elas pode-se citar as bacias de retenção e a bacia de detenção, cujo objetivo é a detenção dos deflúvios situados à jusante.

A bacia de retenção é uma técnica de mitigação das inundações que permanece com um volume substancial o qual pode ser utilizado para diversos fins (recreativos, paisagísticos ou até mesmo para abastecimento). Já a bacia de detenção possui, normalmente, a área seca durante as estiagens, projetada apenas para reter as águas pluviais. Através de ambas, por meio da reservação dos volumes escoados, obtém-se o amortecimento dos picos das enchentes (CANHOLI, 2005).

Atualmente, outras técnicas de gestão dos sistemas de drenagem urbana têm sido consolidadas, como, por exemplo, as técnicas de Urbanização de Baixo Impacto, *Low Impact Development* (LID), a qual se utiliza de ferramentas de planejamento prévio da urbanização e *design* inteligente com enfoque no controle na fonte. De forma generalizada, esses dispositivos são de pequenas dimensões e localizados próximos aos locais onde os escoamentos são gerados, para melhor aproveitamento do sistema de condução do fluxo jusante (CANHOLI, 2014).

O conceito LID consiste na preservação do ciclo hidrológico natural fundamentado na redução do escoamento superficial gerado pelas alterações da superfície do solo decorrentes do desenvolvimento urbano (BRASIL, 2012, 2b apud ROMAN, 2015, p. 21).

Em Santa Maria, RS, foi estudado por Roman (2015), o controle da drenagem na fonte, juntamente com a sua compatibilização com o Plano Municipal de

Saneamento Ambiental de Santa Maria. O autor apresenta abordagens que levam em consideração o papel do solo e da vegetação no controle quali-quantitativos das águas pluviais.

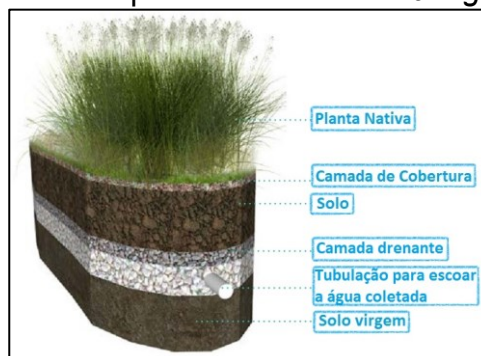
Existem inúmeras técnicas LID para implementação no lote, como por exemplo: estruturas de infiltração, na forma de trincheiras drenantes, *rain garden*, *stormwater planter*, pavimentos permeáveis ou valas de infiltração; telhados verdes; reservatórios de retenção, entre outras estruturas. As técnicas LID podem ser potencializadas quando planejadas e executadas juntamente com novas regras de zoneamento e de uso do solo. Os principais benefícios desse tipo de intervenção são (PAZWASH, 2011 apud CANHOLI, 2014):

- Diminuição das áreas diretamente conectadas à rede de drenagem, através de telhados e pisos drenando para superfícies permeáveis ou vegetação.
- Aumento do caminho das águas de forma a aumentar o tempo de concentração (mantendo ao máximo a rugosidade e a declividade de pré-desenvolvimento).
- Minimização da área impermeável.

Existem vários projetos de técnicas de baixo impacto, como, por exemplo, os *rain gardens*, que em português se traduz como “jardins de chuva”, um exemplo pode ser observado na Figura 3. Também, podem ser denominados como “*bioretention cells*”, que basicamente são bacias rebaixadas, conforme Figura 4, projetadas para retardar, coletar e limpar as águas pluviais dando-lhe tempo de infiltrar-se ou evaporar no ar, normalmente, projetada para um período de 12 a 24 horas de drenagem. A área de utilização pode ser pequena sendo uma boa alternativa para a paisagem urbana ou em outras áreas onde o espaço é limitado (LID CENTER, 2014).

Figura 3 – *Rain garden* - parque

Fonte: LID Center (2014, p.30)

Figura 4 – Esquema estrutural - *Rain garden*

Fonte: LID Center (2014, p.30)

Outra técnica LID, semelhante ao *rain garden* é o *stormwater planter* (Figura 6) que se pode traduzir como: cultivando o solo com a água da chuva. Possui o esquema semelhante com o citado anteriormente, mas este é adaptado em caixas para ser integrado ao sistema urbano, ou seja, ocupar pouco lugar nas calçadas, conforme exibido na Figura 5. No *stormwater planter* a água é coletada através do escoamento do pavimento (principalmente calçadas e estradas) e filtrada por meio de um sistema de biorretenção que através do excesso de nutrientes consegue fazer um tratamento de poluentes como metais pesados, óleo e graxa. As águas pluviais tratadas são então infiltradas no solo como águas subterrâneas ou descarregadas na rede pluvial pública (LID CENTER, 2014, p. 31).

Figura 5 – *Stormwater planters* utilizadas em calçadas na área urbana

Fonte: LID Center (2014, p.31)

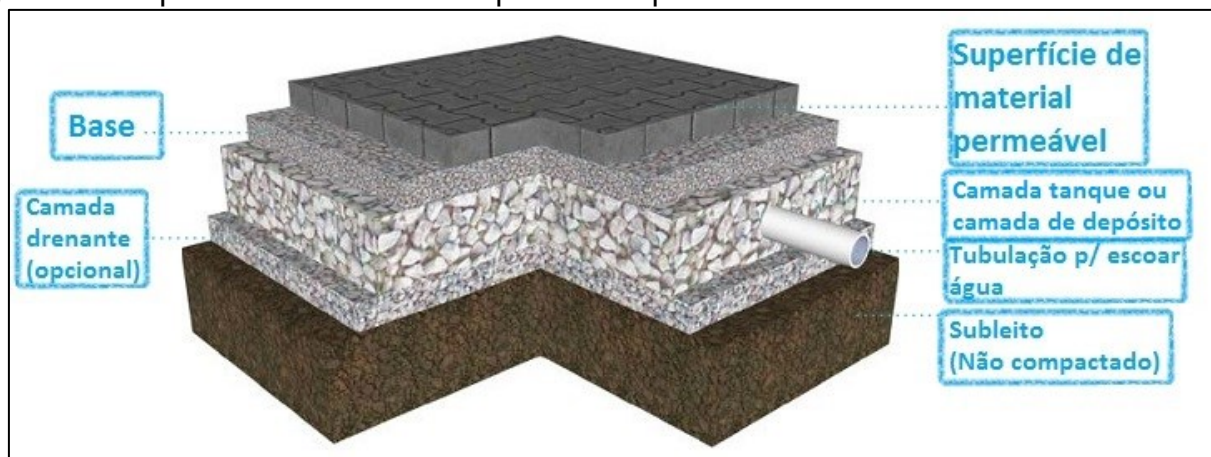
Figura 6 – Esquema estrutural de um *stormwater planter*



Fonte: Adaptado LID Center (2014, p.31)

Existe, também o pavimento permeável, no qual, comumente é de blocos permeáveis, asfalto poroso ou concreto permeável que fornece o mesmo suporte de carga que o pavimento convencionais sendo ideal para calçadas, pistas de bicicletas, áreas de estacionamento, entre outros locais. Ao contrário dos pavimentos tradicionais, o seu *design* permite que a água infiltre, conforme ilustrado no esquema da Figura 7 (LID CENTER, 2014, p. 31).

Figura 7 – Esquema estrutural de um pavimento permeável



Fonte: Adaptado LID Center (2014, p.31)

2.2 Componentes da Rede de Drenagem Urbana

A microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana. O sistema de microdrenagem é composto pelas seguintes estruturas: meio-fio, sarjetas, bocas-de-lobo, tubulações, galerias e poços de visita. Esse sistema de condutos será apresentado neste tópico, seguidamente dos seus convencionais procedimentos de cálculos realizados em projetos (BATPISTA et al, 2007).

A macrodrenagem destina-se ao deslocamento final das águas captadas pela drenagem primária, conduzindo as parcelas de escoamento provenientes dos lotes e das ruas. O sistema de macrodrenagem é constituído por um conjunto de canais que corresponde à rede natural de canais existentes nos terrenos antes da ocupação, sendo composto pelos córregos, riachos e rios, localizados nos talwegues e vales (BATPISTA et al, 2007).

Visto que neste projeto será abordada a microdrenagem do Parque Rui Ramos no Município de Alegrete/RS, no tópico 2.2.1 são apresentados os elementos físicos básicos para a iniciação de um projeto de microdrenagem urbana.

2.2.1 Elementos Físicos de Projeto

Para a elaboração do projeto de drenagem urbana, são necessários os seguintes dados (BIDONE; TUCCI, 2015, p.79):

- Plantas: de situação da localização dentro do Estado, planta geral da bacia contribuintes (escalas 1:5.000 ou 1:10.000).
- Levantamento topográfico: o nivelamento geométrico em todas as esquinas, mudanças de níveis das vias públicas.
- Cadastro de redes existentes: redes de esgoto ou de outros serviços que possam interferir na área do projeto.
- Urbanização: definir o tipo de ocupação (residencial, comercial, praças, etc), a porcentagem de ocupação dos lotes, ocupação e recobrimento do solo nas áreas não urbanizadas pertencentes à bacia.

- Dados do curso de água receptor: indicação do nível de água máximo do rio que irá receber o lançamento final e o levantamento topográfico do local de descarga final.

2.2.2 Componentes do Projeto

O esquema do projeto de uma rede pluvial envolve o traçado da rede, o local mais viável para instalação das bocas de lobo, a elaboração das sarjetas, dos poços de vistas e das galerias. Diante disso, na sequência são apresentadas as principais informações a respeito de cada um destes componentes.

I. Traçado da Rede Pluvial

O traçado da rede pluvial precisa ser lançado em planta baixa com escala 1:2.000 ou 1:1.000, de acordo com as condições naturais do escoamento superficial. Deve ser estudado diversos traçados de galerias, sempre considerando os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico (CARDOSO NETO, 2000).

A definição da concepção inicial é a parte mais importante para economia do sistema e deve-se desenvolver simultaneamente, ao plano urbanístico das ruas e quadras, pois, caso contrário, aparecem situações de restrições no sistema de drenagem que direcionam para ações com elevado custo. Desse modo, é necessário obedecer algumas regras básicas para elaboração do traçado da rede, quais sejam (BIDONE; TUCCI, 2015):

- Deverão ficar devidamente assinalados os divisores de bacias e as áreas contribuintes de cada trecho;
- Os trechos em que o escoamento se dê apenas pelas sarjetas devem ser representados por setas;
- As galerias pluviais, sempre que possível, precisarão ser lançadas sob os passeios;

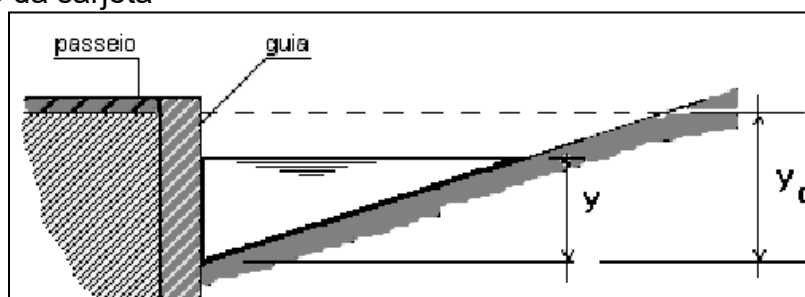
- O sistema coletor, em uma determinada via, poderá fazer parte de uma rede única, recebendo ligações de bocas de lobo de ambos passeios;
- A solução mais adequada, em cada rua, é estabelecida, além de economicamente, em função da sua largura e condições de pavimentação;

II. Sarjetas

As sarjetas constituem o canal longitudinal, geralmente triangular, situado entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta (FERNANDES, 1997). A altura de água na sarjeta (Figura 8), no Brasil, normalmente é adotada entre 0,10m e 0,13m, é difícil na prática de estabelecer um padrão (TOMAZ, 2013, p.). Entretanto, para nível de cálculo a capacidade de condução hidráulica de ruas e sarjetas pode ser calculada de duas formas:

- Considerando que a água escoar por toda rua: admite-se a declividade da rua de 3% e a altura da água na sarjeta $y = 0,15$ metros.
- Considerando que água escoar somente pela sarjeta: admite-se a declividade da rua de 3% e a altura da água na sarjeta $y = 0,10$ metros.

Figura 8 – Seção da sarjeta



Fonte: Fernandes (1997, Não paginado)

Bidone e Tucci (2015, p. 92), recomendam o dimensionamento hidráulico através da Equação de Manning:

$$Q = \frac{A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad \dots(1)$$

Onde:

A: Área de drenagem;

R: Raio hidráulico;

S: Declividade do fundo;

n: Coeficiente de rugosidade.

Uma vez calculada a capacidade teórica da sarjeta, deve-se multiplicar o seu valor por um fator de redução, que considera a possibilidade de obstrução por sedimentos (BIDONE; TUCCI, 2015, p.98). Leva-se em conta a declividade da sarjeta para obtenção deste fator, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores de redução de escoamento

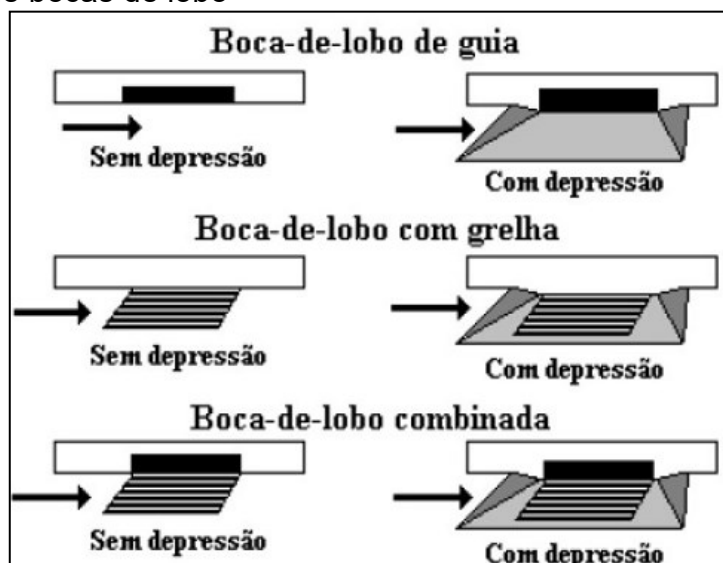
Declividade da Sarjeta (%)	Fator de Redução
0,4	0,5
1 a 3	0,8
5	0,5
6	0,4
8	0,27
10	0,2

Fonte: DAEE/CETESB, 1980 apud Bidone e Tucci (2015, p. 98)

III. Bocas de lobo

As bocas de lobo são estruturas hidráulicas para captação das águas superficiais localizadas nas sarjetas. Em geral situam-se sob o passeio ou sob a sarjeta, para captação de águas pluviais e devem ser localizados de maneira que possam conduzir adequadamente, as vazões superficiais para as galerias. Podem ser classificadas em três grupos principais: bocas ou ralos de guias, ralos de sarjetas (grelhas) e ralos combinados. Cada grupo inclui variações quanto ao rebaixamento em relação ao nível da superfície do pavimento e ao seu número, sendo simples ou múltipla (FERNANDES, 1997). Cada um destes tipos é demonstrado na Figura 9.

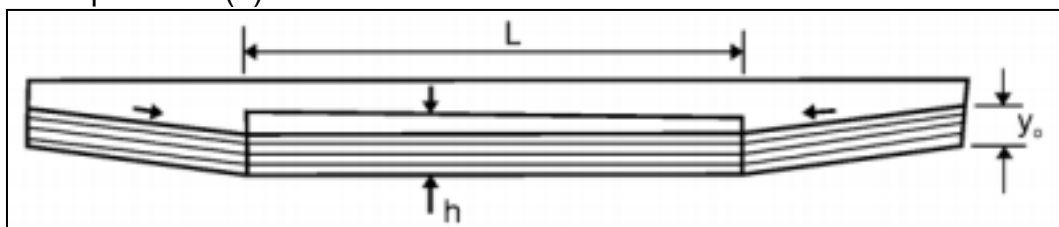
Figura 9 – Tipos de bocas de lobo



Fonte Bidone e Tucci (2015, p. 94)

A capacidade de engolimento (Equações 2 a 5) de uma boca de lobo é calculada de acordo com a altura da água, y_0 , (Figura 10) que acumula em relação à abertura da guia (DNIT, 2006, p. 283):

Figura 10 – Vista frontal de uma boca de lobo: altura lâmina d'água (y_0), abertura da guia (h) e comprimento (L)



Fonte: DNIT (2006, p. 286)

- Lâmina d'água com a altura menor que a abertura da guia ($y_0 < h$):

$$Q = 1,7 L y_0^{\frac{3}{2}} \quad \dots(2)$$

Onde:

Q: Vazão de engolimento, em m^3/s ;

L: Comprimento da soleira, em metros;

y_0 : Altura de água próxima a abertura da guia.

O dimensionamento das **bocas-de-lobo com grelha** situadas em pontos baixos das sarjetas pode ser feito baseado nas experiências efetuadas pelo *United States Corps of Engineers (Hydraulic Laboratory Report nº 54)*, que permitiram constatar que a grelha tem um funcionamento análogo ao de um vertedor de soleira livre, para profundidades de lâmina d'água de até 12 cm. A grelha passa a funcionar como orifício somente quando a lâmina d'água for superior a 42 cm e entre 12 e 42 cm o funcionamento é indefinido (DNIT, 2006, p.289, grifo nosso).

Em face da consideração que as bocas de lobo com grelhas funcionam como um vertedor de soleira livre para profundidade de lâmina até 12 cm: se um dos lados da grelha for adjacente à guia, este lado deve ser excluído do perímetro, sendo a vazão calculada com a equação (2), substituindo L por P, onde P é o perímetro do orifício em metros. O perímetro da abertura da grelha deve ser calculado sem levar em consideração as barras internas e descontando-se os lados pelos quais a água não entra, como por exemplo, quando um dos lados está junto à face do meio-fio.

- Lâmina d'água for maior que o dobro da abertura da guia ($y_0 > 2h$):

$$Q = 3,01 L h^{\frac{3}{2}} \left(\frac{y_1}{h}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \dots(3)$$

Onde:

Q: Vazão de engolimento, em m³/s;

L: Comprimento da abertura, em metros;

h: Altura da guia, em metros;

y₁: Carga no meio da abertura do meio-fio, em metros.

$$\text{sendo : } y_1 = y_0 - \frac{h}{2} \quad \dots(4)$$

A carga no meio da abertura do meio fio é calculada através da Equação 4. É importante salientar que para cargas de uma a duas vezes a altura da abertura da guia, $1 < \frac{y_1}{h} < 2$, a opção por um outro critério deve ser definida pelo projetista.

- Lâminas d'água maiores que 42 cm:

$$Q = 2,91 A y o^{\frac{1}{2}} \quad \dots(5)$$

Onde:

A: Área útil das aberturas da grelha, excluindo-se, portanto, da área total às áreas correspondentes as barras, em m²;

yo: Altura de água na sarjeta sobre a grelha, em metros.

Nas bocas de lobo combinadas a capacidade teórica de esgotamento é igual a somatória das vazões pela grelha com a da abertura da guia, calculadas considerando-as isoladamente (BIDONE; TUCCI, 2015, p.96). Os resultados obtidos através das equações 2, 3 e 5 devem ser multiplicados pelos coeficientes de redução apresentados na Tabela 2, pois, na prática a capacidade de esgotamento das bocas de lobo é menor que a calculada, em razão de diversos fatores (DNIT, 2006). As capacidades de escoamento de qualquer tipo de boca de lobo podem sofrer redução neste valor calculado devido as limitações que podem existir em casos reais como: obstrução causada por detritos, irregularidade nos pavimentos das ruas junto à sarjeta e alinhamento real, por isso existem fatores de redução (BIDONE; TUCCI, 2015).

Tabela 2 – Fatores de redução do escoamento para bocas de lobo

Localização na sarjeta	Tipo de boca de lobo	% permitida sobre o valor teórico
Ponto Baixo	De guia	80
	Com grelha	50
	Combinada	65
Ponto Intermediário	De guia	80
Ponto Intermediário	Grelha longitudinal	60
	Grelha transversal ou longitudinal com barras transversais combinadas	60 110% dos valores indicados para a grelha correspondente

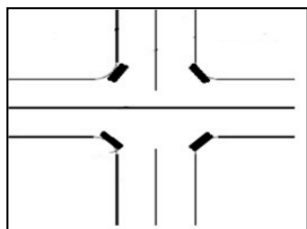
Fonte: DAEE/CETESB, 1980 apud Bidone e Tucci (2015, p.98)

Bidone e Tucci (2016, p. 82) propõem que em pontos mais baixos do sistema sempre deverão ser colocados bocas de lobo para se evitar a criação de zonas com

águas paradas ou zonas mortas com alagamento. Além disso, a locação deste elemento deve avaliar as seguintes recomendações:

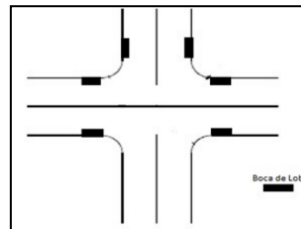
- Quando a saturação da sarjeta exigir ou ultrapassar as suas capacidades, as bocas de lobo serão colocadas em pontos intermediários da rua;
- Caso não seja analisada a capacidade de escoamento da sarjeta, é recomendado adotar um espaçamento máximo de 60 metros entre cada boca de lobo;
- Não se recomenda colocar bocas de lobo nas esquinas (junto ao vértice de ângulo de intersecção das sarjetas, (Figura 11), pois os pedestres teriam de saltar a torrente em um trecho de descarga superficial máxima para atravessar a rua, além de ser um ponto onde duas torrentes convergentes se encontram.
- A melhor localização das bocas de lobo é em pontos um pouco afastado à montante das esquinas, como apresentado na Figura 12.

Figura 11 - Localização não recomendada para bocas de lobo



Fonte: Adaptado Bidone e Tucci (2015, p. 83)

Figura 12 – Localização recomendada para bocas de lobo



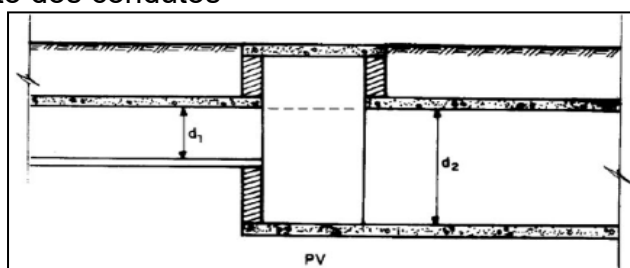
Fonte: Adaptado Bidone e Tucci (2015, p. 83)

IV. Galerias Circulares

Segundo Carlos Fernandes (1997), galerias são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento com diâmetro mínimo de seção circular de 0,40 metros. No entanto, é comum empregar diâmetro de 0,3 metros em trechos iniciais e em condutos de ligação, principalmente em projetos de baixo custo. Para o funcionamento íntegro de suas funções, alguns critérios básicos deverão ser respeitados em projeto, tais como:

- A velocidade máxima admissível é determinada em função do material empregado na rede. Para tubo de concreto, a velocidade máxima admissível é de 5 m/s e a velocidade mínima é de 0,6m/s.
- O recobrimento mínimo da rede deve ser de 1 metro quando forem empregadas tubulações sem estrutura especial.
- Nas mudanças de diâmetro, os tubos deverão ser alinhados pela geratriz superior interna, conforme indicado na Figura 13.

Figura 13 – Alinhamento dos condutos



Fonte: Bidone e Tucci (2015, p.81)

O dimensionamento das galerias é realizado com base nas equações hidráulicas de movimentos uniformes para condutos livres. É utilizada a Equação de Manning já demonstrada anteriormente como Equação 1. Na Tabela 3 são apresentados os coeficientes de rugosidade utilizados no dimensionamento.

Tabela 3 – Alguns valores de coeficiente de rugosidade de Manning

Características	n
Canais retilíneos com grama de até 15 cm de altura	0,30 - 0,40
Canais retilíneos com grama de até 30 cm de altura	0,30 - 0,06
Galerias de concreto	
Pré-moldado com bom acabamento	0,011 - 0,014
Moldado no local com formas metálicas simples	0,012 - 0,014
Moldado no local com formas de madeira	0,015 - 0,020
Sarjetas	
Asfalto suave	0,013
Asfalto rugoso	0,016
Concreto suave com pavimento de asfalto	0,014
Concreto rugoso com pavimento de asfalto	0,015
Pavimento de concreto	0,014 - 0,016
Pedras	0,016

Fonte: Bidone e Tucci (2015, p. 92)

V. Poço de Visita

São dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança na direção, na declividade, no diâmetro, para inspeção e limpeza das tubulações. Além de facilitar o encontro dos diversos trechos de canalização e seu afastamento máximo admissível (BIDONE; TUCCI, 2015).

A localização sugerida é nos pontos de mudança de direção cruzamento de ruas (onde há o encontro de vários tubos coletores), de declividade e de diâmetro. Quando a diferença de nível entre o tubo afluente e o efluente for superior a 0,70 metros, o poço de visita será denominado poço de queda. Os espaçamentos mostrados na Tabela 4 são apenas recomendações, sendo o espaçamento dos poços de visita dependente do comprimento da mangueira de limpeza disponível para a manutenção da rede (BIDONE; TUCCI, 2015).

Tabela 4 – Espaçamento dos poços de visita

Diâmetro ou altura do conduto (m)	Espaçamento (m)
0,3	120
0,5 – 0,9	150
1 ou mais	180

Fonte Bidone e Tucci (2015, p. 84)

2.3 Determinação da Vazão de Projeto (Método Racional)

A determinação da vazão de projeto máxima para bacias com menos de 2 km², normalmente, é realizada pelo Método Racional. O qual define que a duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia; considera um coeficiente único de perdas (“C”) estimado baseando-se nas características da bacia e também não avalia o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões (BIDONE; TUCCI, 2015, p. 85). O Método Racional possui a relação de acordo com o apresentado na Equação 6:

$$Q = 0,278 C I A \quad \dots(6)$$

Onde:

Q: Vazão de projeto, em m^3/s ;

C: Coeficiente de escoamento, adimensional;

I: Intensidade da precipitação máxima, em mm/h ;

A: Área da bacia, em km^2 .

Para melhor visualizar e entender cada um dos elementos da equação será apresentado nos tópicos 2.3.1 e 2.3.2 a determinação de cada um deles.

2.3.1 Intensidade da Precipitação

Primeiramente, é interessante se obter o entendimento dos aspectos teóricos sobre os três tipos diferentes de chuvas: convectivas ou de verão, chuvas orográficas e chuvas frontais.

As chuvas convectivas ou de verão, normalmente, são as que criam situações de instabilidade, geralmente, são de grande intensidade, de curta duração e atingem áreas restritas, portanto são as causadoras de inundações em pequenas bacias urbanas. As chuvas orográficas são consequência de ventos úmidos que se deslocam verticalmente devido a barreira montanhosas e podem variar de grande a pequena intensidade, caracterizam-se por serem muito frequentes, mas pouco causadoras de destruições. Já as chuvas frontais ou ciclônicas se originam entre a troca de massa de ar quente e ar frio, sendo de baixa intensidade e de grande duração, atingindo grandes áreas e por isso causadora de inundações em grandes bacias hidrográficas (ZAHED; MARCELLINI, 2015).

A determinação da intensidade das chuvas é fundamental em um projeto de drenagem urbana, sendo os seus dados obtidos através de pluviômetros ou pluviógrafos. Há que se conhecer a qualidade dos dados a serem utilizados, pois pode comprometer a confiabilidade dos estudos hidrológicos. As principais características das precipitações intensas são: o total de precipitado, sua distribuição temporal e espacial e sua frequência de ocorrência. Uma das formas bastante usual de se encontrar essa relação de intensidade-duração-frequência, conhecida como IDF, é a expressão, contida na Equação 7 (ZAHED; MARCELLINI, 2015).

$$i = k \frac{Tr^m}{(t+t_0)^n} \quad \dots(7)$$

Onde:

I: Intensidade média da chuva, em mm/minutos;

t: Duração da chuva, em minutos;

Tr: Tempo de retorno, em anos;

m,n, to e K: parâmetros relativos à localidade.

Um dos fatores presente na Equação 7 é o tempo de retorno, o qual representa o risco que se esta assumindo para obra, comumente, chamado de “Tr”. É utilizado na microdrenagem com uma variação entre dois a dez anos, segundo o tipo de obra e ocupação, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Períodos de retorno para diferentes tipos de obra e ocupação

Tipo de Obra	Tipo de ocupação da área	Tempo de retorno
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas c/ edifícios de serviço público	5
	Aeroportos	2 a 5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
Macro-drenagem	Áreas comerciais e residenciais	50 a 100
	Áreas de importâncias específicas	500

Fonte: Bidone e Tucci (2015, p. 87)

Para determinação da intensidade é preciso, também, conhecer o tempo de concentração da bacia, pois ele será considerado igual à duração de precipitação máxima no Método Racional. De acordo com Silveira (2005, p. 1), “o tempo de concentração é definido como o tempo necessário para que toda a bacia esteja contribuindo na seção de saída”.

Existem diversas fórmulas para obtenção do tempo de concentração, porém, com base nas avaliações realizadas por Silveira (2005, p. 20), será utilizada a Fórmula de Carter (Equação 8), por se tratar de uma bacia pequena e mais indicada pelo referido para bacias urbanas, em relação às fórmulas de tempo de concentração apresentadas em seu estudo.

$$T_c = 0,0977L^{0,6}S^{-0,3} \quad \dots(8)$$

Onde:

Tc: Tempo de concentração, em horas;

L: Comprimento da bacia, em km;

S: Declividade, em m/m;

No cálculo da vazão para uma rede de trechos pluviais, o tempo de concentração em bacias urbanas é determinado pela soma dos tempos de concentração dos diferentes trechos (BIDONE; TUCCI, 2015, p. 89).

O tempo de concentração de uma determinada seção é composto por duas parcelas, conforme a Equação 9.

$$tc_{(i)} = tc_{(i-1)} + tp_{(i)} \quad \dots(9)$$

Onde:

$tc_{(i-1)}$: Tempo de concentração do trecho anterior;

$tp_{(i)}$: Tempo de concentração do trecho "i" o qual esta se analisando

O tempo de concentração inicial nos trechos de cabeceira de rede, que corresponde ao tempo de escoamento superficial pelos quarteirões, vias e sarjetas é, muitas vezes, adotado como sendo de dez minutos (BIDONE; TUCCI, 2015, p. 90).

2.3.2 Coeficiente de Escoamento

O coeficiente de escoamento utilizado no Método Racional depende das características do solo, da cobertura, do tipo de ocupação, do tempo de retorno e da intensidade da precipitação (BIDONE; TUCCI, 2015, p. 87). Nas Tabelas 6, 7 e 8 são apresentados os valores existentes para o coeficiente de escoamento para diferentes tempos de retorno (admitindo que os valores tabelados são para Tr de até 10 anos).

Tabela 6 – Valores de C com base em superfícies

Superfície	C	
	intervalo	valor esperado
Pavimento		
Asfalto	0,70 - 0,95	0,83
Concreto	0,80 - 0,95	0,88
Calçadas	0,75 - 0,85	0,80
Telhado	0,75 - 0,95	0,85
Cobertura: grama, arenoso		
plano (declividade até 2%)	0,05 - 0,10	0,08
médio (declividade de 2 a 7%)	0,10 - 0,15	0,13
alta (declividade acima 7%)	0,15 - 0,20	0,18
Grama, solo pesado		
plano (declividade até 2%)	0,13 - 0,17	0,15
médio (declividade de 2 a 7%)	0,18 - 0,22	0,20
alta (declividade acima 7%)	0,25 - 0,35	0,30

Fonte: ASCE, 1969 apud Bidone; Tucci (2015, p. 88).

Tabela 7 – Valores de C por tipo de ocupação

Descrição da área	C
Área Comercial	
Central	0,70 - 0,90
Bairros	0,50 - 0,70
Área Residencial	
Residências Isoladas	0,35 - 0,50
Unidades Múltiplas (separadas)	0,40 - 0,60
Unidades Múltiplas (conjugadas)	0,60 - 0,75
Lotes com > 2000 m ²	0,30 - 0,45
Áreas com apartamentos	0,50 - 0,70
Áreas Industriais	
Indústrias Leves	0,50 - 0,80
Indústrias Pesadas	0,60 - 0,90
Parques, cemitérios	
Playgrounds	0,20 - 0,35
Pátios ferroviários	0,20 - 0,40
Áreas sem melhoramentos	0,10 - 0,30

Fonte: Adaptado ASCE, 1969 apud Bidone; Tucci (2015, p. 88).

Tabela 8 – Valores de C adotados pela Prefeitura de São Paulo

Zonas	C
Edificações muito densa: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 - 0,95
Edificações não muito densa: partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: partes residenciais com ruas macadamizadas ou 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 esportes sem pavimentação	0,05 - 0,20

Fonte: Adaptado Wilken, 1978 apud Bidone e Tucci (2015, p. 89)

2.4 Revisão de Trabalhos Realizados na Área de Drenagem Pluvial

Foram pesquisados estudos já realizados na área de drenagem pluvial, alguns deles serão citados neste tópico como exemplificação de outros métodos para o controle de inundações. Alguns dos trabalhos encontrados discorrem sobre métodos de captação da água das chuvas com o intuito de reutilização, mas buscou-se focar nos que utilizassem técnicas compensatórias ou LID como solução dos problemas de drenagem e os quais avaliaram ou foram dimensionadas redes de drenagem pluviais.

A atualização de técnicas de drenagem pluvial no ambiente urbano foi o tópico mais encontrado nas pesquisas realizadas. Diversos autores mencionam as técnicas compensatórias como as principais em relação ao zoneamento e estímulo para permeabilidade do solo, além de um controle quantitativo das águas pluviais, as técnicas compensatórias podem proporcionar um ganho na qualidade da água (ROMAN, 2015; SILVA, 2010).

Em Porto Alegre, Forgiarini (2010) elaborou um estudo sobre a sustentabilidade da drenagem urbana com incentivos econômicos, como por exemplo: a redução de impostos para a população de acordo com o controle do escoamento pluvial através da reserva e aproveitamento de água (com cisternas, por exemplo), e de acordo com

a adaptação das estruturas fazendo a mínima perturbação ao sistema de drenagem natural como a utilização de pavimentos permeáveis, *rain gardens* e telhados verdes.

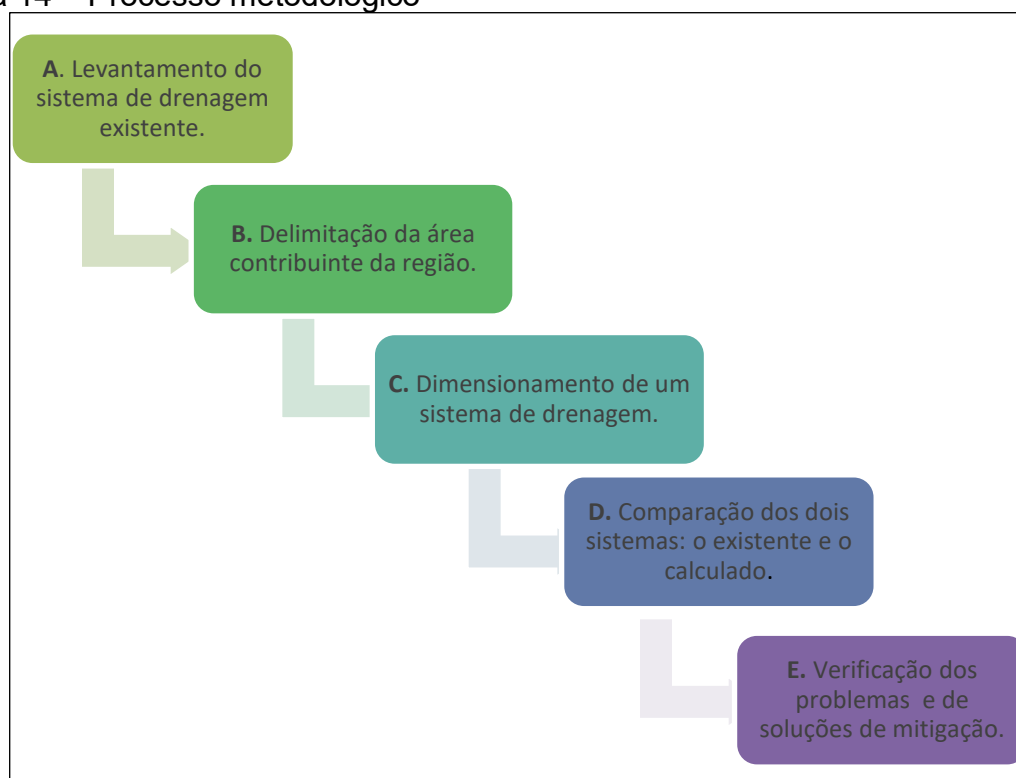
Em relação ao dimensionamento de rede de drenagem, Valente (2013), avaliou a eficiência de um projeto de drenagem de um loteamento na cidade de Catalão, em Goiás. A autora verificou que o Coeficiente de Runoff utilizado na equação de cálculo do Método Racional foi constante em todo o projeto e inadequado para o tipo de uso e ocupação do solo, além de algumas áreas de contribuições serem desconsideradas fazendo com que a vazão do projeto não fosse condizente com o real. Como solução foi proposto o aumento de declividade em apenas um trecho (visando economia) e como medida compensatória foi proposta a utilização de uma bacia de retenção.

Outro trabalho realizado sobre verificação do dimensionamento das galerias pluviais foi em uma área na cidade de Goiânia, também em Goiás, este, Costa e Menezes Filho (2012) utilizaram buscas da rede existente, programaram uma sistemática de cálculo para o dimensionamento das galerias que pudessem aliar ferramentas práticas com planilhas eletrônicas e com o uso das tabelas presentes na utilização do Método Racional. No que se refere aos resultados obtidos no estudo de Costa e Menezes Filho (2012), com o dimensionamento realizado verificou-se a discrepância entre os diâmetros obtidos e os existentes nas galerias da região em estudo, evidenciando que os implantados se encontram aquém do necessário. Como solução foi proposto adotar, também, as técnicas compensatórias como as bacias e reservatórios de detenção com a função de reduzir o pico da vazão.

3 METODOLOGIA

O esquema da Figura 14 apresenta os procedimentos metodológicos adotados para atingir o objetivo deste trabalho.

Figura 14 – Processo metodológico



Fonte: Elaboração própria

3.1 Levantamento do Sistema de Drenagem existente.

O Município de Alegrete é localizado no oeste do Estado do Rio Grande do Sul, e possui perímetro urbano de acordo com o apresentado na Figura 15, nela também se encontra demarcada a região em estudo deste trabalho, o Parque Rui Ramos.

De acordo com informações fornecidas pela Prefeitura Municipal a rede de drenagem existente no município é antiga e esta não possui cadastro nem projeto com indicativo dos locais de tubulação e seus diâmetros. Então, foi percorrida toda área da bacia de contribuição (Figura 16) previamente delimitada de forma a fazer o levantamento dos dados possíveis de obtenção sobre o sistema de drenagem existente.

Figura 15 – Localização do Município de Alegrete e do Parque Rui Ramos



Fonte: Adaptado IBGE e *Google Maps* (acesso 12/07/2019).

Figura 16 – Área montante em estudo do Parque Rui Ramos.



Fonte: Adaptado - Prefeitura Municipal de Alegrete.

Foram levantados dados das bocas de lobo, sarjetas e poços de visitas, através de fotos, anotações e medições dos seguintes parâmetros: altura das guias, situação das mesmas, tipo e localização das bocas de lobo e localização de poços inspeção. Por fim, plotou-se em um mapa todo o sistema encontrado para melhor definir a real área de contribuição e a configuração do sistema de drenagem a ser calculado.

3.2 Delimitação da Área Contribuinte

A delimitação da área contribuinte da região foi realizada analisando a rede de drenagem existente de acordo com a inspeção local dos dispositivos de drenagem presentes atualmente na via urbana.

3.3 Dimensionamento do Sistema de Drenagem

Com a utilização do mapa da cidade de Alegrete, obtido no setor de Topografia da Prefeitura Municipal foi realizado o traçado das galerias, locados os poços de visitas (PVS) e as bocas de lobo, e delimitadas suas respectivas áreas de contribuição. Este mapa fornecido pela prefeitura possui levantamento topográfico com curvas de nível a cada 5m. Para auxílio e consistência das áreas, distâncias percorridas e cotas, foram utilizadas também as imagens do *software* livre *Google Earth*.

O dimensionamento do sistema de drenagem pluvial foi realizado através da determinação da vazão de projeto, cálculo da altura ideal de água nas sarjetas e dimensionamento das bocas de lobo e galerias da área contribuinte em estudo.

3.3.1 Vazão de Projeto

O cálculo da vazão de projeto foi realizado pelo Método Racional (Equação 6) em cada área de contribuição às bocas de lobo.

A intensidade da chuva foi calculada a partir da IDF determinada por Sampaio (2011, p. 113) para a cidade de Alegrete, com os parâmetros da equação 7 apresentados na Tabela 9. Utilizou-se um tempo de retorno de 5 anos e tempo de concentração foi calculado através da Equação 8.

Tabela 9 – Parâmetros da equação IDF para a cidade de Alegrete

k	1284,55
m	0,1451
to	9,12
n	0,7609

Fonte: Sampaio, M. V. (2011, p. 113)

Utilizou-se um coeficiente de escoamento superficial C igual a 0,8, pois a maioria das ruas são de pavimento asfáltico ou blocos paralelepípedos, assim como os lotes são urbanizados. A vazão de projeto foi calculada utilizando a Equação 6.

3.3.2 Dimensionamento das Bocas de Lobo

Com os valores de vazão para cada trecho de área de contribuição foram escolhidos os tipos e as quantidades de BL necessárias para drenar a região. Os valores das capacidades utilizadas para cada tipo de BL se encontram na Tabela 10 abaixo.

Para o cálculo da vazão (Equação 2), utilizou-se BL de guia com largura de 1 metro e altura da guia de 10 cm, e BL de grelha com largura de 87 cm e 29 cm de comprimento. Não foram adotados fatores de redução, pois se trata de uma verificação de projeto já existente.

Tabela 10 – Tipos de Boca de Lobo e Capacidade

Tipo de Boca de Lobo	Vazão Suportada (m ³ /s)
Boca de lobo de guia simples	0,054
Boca de lobo de grelha	0,078
Boca de lobo combinada	0,132
Boca de lobo de guia dupla	0,108
Boca de lobo de grelha dupla	0,156

Fonte: Elaboração própria

3.3.3 Dimensionamento das Sarjetas

O cálculo da vazão deste elemento foi realizado através da Equação 1, adotando um coeficiente de rugosidade, “n”, igual a 0,016, pois, se tratam de sarjetas com asfalto rugoso ou pedras (Tabela 3). Para o cálculo do raio hidráulico, “R”, ($\frac{\text{Área}}{\text{Perímetro}}$), inicialmente, foi considerado que a água escoar somente pela sarjeta, ou seja, a declividade transversal de 3% e altura da água na sarjeta observada em campo, podendo calcular a área e o perímetro desta sarjeta. Conhecendo a declividade real das ruas (S) e a área de contribuição do trecho (A), pode-se calcular, então, a capacidade de escoamento das sarjetas.

A vazão de projeto (Qp) foi então comparada com a capacidade de escoamento das sarjetas (Qs), onde a primeira deve ser menor que a segunda, pois ao contrário a água extravasará para a calçada. Em casos que este fato ocorreu, utilizou-se BL intermediárias.

3.3.4 Dimensionamento das Galerias.

Realizou-se o dimensionamento dos diâmetros das galerias necessários, utilizando a equação de Manning, onde se calculou o diâmetro para a seção plena (Equação 10) e adotou-se o diâmetro comercial imediatamente superior. Foi também verificada a velocidade do escoamento (Equação 11) nas galerias, a qual deve estar entre 0,6 m/s e 5 m/s.

$$D = 1,55 \times \left(\frac{Q \times n}{S^{1/2}} \right)^{3/8} \quad \dots(10)$$

$$v = \frac{R^{2/3} \times S^{0,5}}{n} \quad \dots(11)$$

Onde:

- D: Diâmetro de uma seção cheia (m);
- Q: Vazão no trecho (m³/s);
- n: Coeficiente de escoamento de Manning;
- S: Declividade entre os PVs (m/m);
- v: Velocidade do escoamento (m/s);
- R: Raio hidráulico (m);

Foram alocados poços de visita nas mudanças de direção das galerias e nos trechos com contribuição das bocas de lobo. Os tubos de ligação das bocas de lobo até os poços de visita foram adotados com o mínimo permitido de 300mm.

3.4. Comparação dos Sistemas

Com o levantamento em campo realizado e o projeto calculado em mãos, compararam-se os dois sistemas e então verificaram-se as diferenças, entre eles através das seguintes atividades:

- I. Verificar se as alturas de águas das sarjetas existentes suportam a vazão de projeto.

- II. Verificar se as bocas de lobos existentes são compatíveis com as calculadas.
- III. Analisar se os trechos de rede de drenagem existente são compatíveis com os calculados.

3.5. Propostas de Soluções

Através dos resultados obtidos no dimensionamento da rede de drenagem e o que se encontra *in loco* foram propostas soluções para a mitigação dos problemas encontrados.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Levantamento do Sistema existente e Delimitação da Área de Contribuição

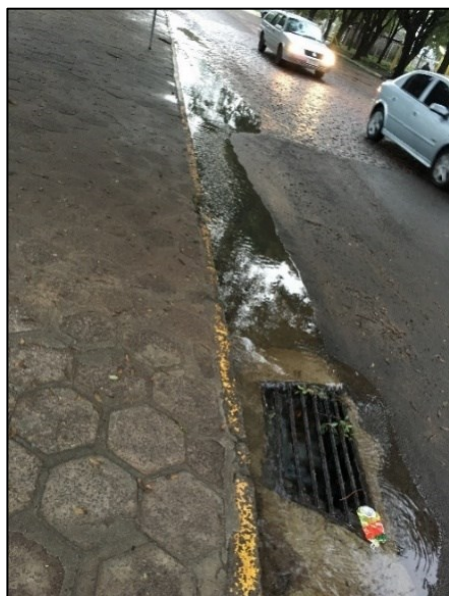
Em uma visita *in loco*, realizada em 13 de maio de 2017, após uma chuva leve foram obtidas fotos que mostram o que ocorre com a falta das BL dentro do Parque Rui Ramos (Figura 16) e a situação de duas BL existentes nas esquinas (Figura 17 e 18).

Figura 17 – Situação trecho Parque Rui Ramos após chuva.



Fonte: Acervo da autora

Figura 18 – BL de grelha situada na esquina do Parque Rui Ramos



Fonte: Acervo da autora

Figura 19 – BL de guia situada na esquina da Avenida Alexandre Lisboa com Parque Rui Ramos



Fonte: Acervo da autora

Buscando notícias sobre a área do Parque Rui Ramos, foi encontrada a reportagem da Figura 19, na qual aborda que mesmo sem haver enchentes ocorre alagamento no parque infantil interno do parque (PEDROSO, 2018).

Figura 20 – Reportagem sobre alagamento da pracinha no Parque Rui Ramos.



Fonte: Adaptado de Portal de Notícias – AlegreteTudo (2019, não paginado)

Com o intuito de obter os dados do sistema de drenagem existente da rua principal em estudo (Rua Demétrio Ribeiro), no dia 17 de setembro de 2018, após uma chuva leve foram obtidas fotos (Figura 20 e 21) que mostram a situação de algumas bocas de lobo existentes no trecho.

Figura 21 – BL situada entre a Rua Demétrio Ribeiro e Rua Visconde Tamandaré



Fonte: Acervo da autora

Figura 22 – BL grelha, esquina Rua Demétrio Ribeiro com Rua Tiradentes



Fonte: Acervo da autora

Foram realizados os levantamentos das localizações das BL, PV e altura das guias nos dias 27 de agosto, 17 e 28 de setembro de 2018. A partir destes levantamentos pôde-se delimitar o trecho da área de contribuição. Foi analisado o trecho da Rua Demétrio Ribeiro, denominada, como rua principal, até o Parque Rui Ramos. Analisando a declividade precisou-se adicionar a esse trecho mais duas ruas adjacentes à Rua Demétrio Ribeiro, a Rua Expedicionário Cannes e a Rua João B. Leal, pois o escoamento delas contribuía para a drenagem das BL presentes na rua principal.

O mapa com as estruturas levantadas em campo assim como a área de contribuição delimitada está representado no Apêndice A. As Figuras 22 a 26 ilustram

a situação de algumas estruturas levantadas. É importante salientar que não foi possível a obtenção da localização e diâmetro da rede existente, nem dos pontos de lançamento da rede no Rio Ibirapuitã. Dessa forma, a área de contribuição foi estimada somente pela topografia e localização das BL, existindo a possibilidade de não coincidir com a real área contribuinte ao local.

Figura 23 – BL Rua Visconde Tamandaré com Rua Demétrio Ribeiro



Fonte: Acervo do autora

Figura 24 – BL esquina Rua Tiradentes e Demétrio Ribeiro.



Fonte: Acervo do autora

Figura 25 – BL localizada na Rua Demétrio Ribeiro



Fonte: Acervo do autora

Figura 26 – BL Rua Demétrio Ribeiro esquina com Parque Rui Ramos



Fonte: Acervo do autora

Figura 27 – BL Rua Rui Barbosa em frente ao Parque Rui Ramos



Fonte: Acervo do autora

No Apêndice A podemos observar a localização das BL apresentadas nas Figuras 21 a 27, assim, a BL das Figuras 21 é representada pela BL número 1 da planta, a BL presente na Figura 22 é representada pela BL número 5, a BL da Figura 23 é localizada como BL número 2, a Figura 24 é a BL número 4 na planta, a Figura 25 mostra a BL denominada 8 e as Figuras 26 e 27 são, respectivamente, numeradas como a BL 13 e 14.

Pode-se observar que algumas BL apresentam lixo e grama ao entorno, mas que a maioria se encontra em boas condições.

4.2 Resultados do Dimensionamento e Comparação com o Sistema Existente

Foi desenvolvido um projeto para a área de contribuição, alocando BL e o traçado de uma rede. O mapa com as áreas de contribuição de caerdá BL está apresentado no Apêndice B, enquanto o traçado da rede consta no mapa do Apêndice C. Salienta-se que estes mapas (Apêndice B e C) são “projetos” de uma situação ideal, e que não representam a realidade existente no local, uma vez que não foi possível realizar o levantamento das galerias, nem do ponto de lançamento das águas pluviais no rio.

O tempo de concentração (T_c), a intensidade de precipitação (I) e a vazão de projeto (Q) do trecho de cada área de contribuição são mostrados na Tabela 11.

Tabela 11 – Resultado Tempo de concentração, intensidade e vazão das áreas do trecho de estudo

RUA	Boca de Lobo	Área (Km ²)	Tc (min)	I (mm/h)	Q Projeto (m ³ /s)
Demétrio Ribeiro	1	0,0031	5,05	215,81	0,148
	2	0,003	5,70	208,49	0,140
	3	0,0027	5,31	212,83	0,129
	4	0,0028	9,69	173,94	0,107
Visconde Tamandaré	5	0,0017	5,13	214,9	0,080
	6	0,0017	7,83	188,28	0,072
Demétrio Ribeiro	7	0,0027	3,54	235,04	0,143
	8	0,0027	4,89	217,59	0,132
	9	0,0025	3,54	235,04	0,131
	10	0,0025	4,69	220,04	0,124
Tiradentes	11	0,0025	4,38	223,84	0,126
	12	0,002	4,45	223,03	0,099
Demétrio Ribeiro	13	0,0029	5,26	213,31	0,136
	14	0,0029	6,64	198,98	0,127
	15	0,0025	5,81	207,34	0,114
	16	0,0026	6,16	203,72	0,118
Joaquim Antonio	17	0,002	3,62	234,01	0,102
	18	0,0017	3,62	234,01	0,087
Demétrio Ribeiro	19	0,0023	4,63	220,75	0,112
	20	0,0022	5,19	214,17	0,105
	21	0,0018	4,63	220,75	0,091
	22	0,0019	7,33	192,61	0,081
Davi Canabarro	23	0,0017	5,56	210,02	0,078
	24	0,0016	5,56	210,02	0,077
Demétrio Ribeiro	25	0,0012	7,30	192,87	0,052
	26	0,0018	5,20	214	0,085
Exped. Cannes	27	0,003	7,05	195,11	0,132
	28	0,0019	4,09	227,57	0,099
	29	0,002	9,74	173,56	0,077
Demétrio Ribeiro	30	0,0019	5,46	211,16	0,091
João B. Leal Pereira	31	0,0023	4,06	227,96	0,114
	32	0,0022	8,85	180,1	0,087
	33	0,002	4,06	227,96	0,099
	34	0,0017	7,25	193,34	0,075
Demétrio Ribeiro	35	0,0028	7,10	194,69	0,123
	36	0,0028	7,64	189,9	0,117
	37	0,0029	4,76	219,22	0,141
	38	0,0033	9,02	178,78	0,132

Continua...

Continuação...

RUA	Boca de Lobo	Área (Km ²)	Tc (min)	I (mm/h)	Q Projeto (m ³ /s)
Parque Rui Ramos - Patinhos	39	0,0011	3,78	231,67	0,058
	40	0,0029	3,00	242,95	0,156
	41	0,0018	1,74	264,23	0,105
	42	0,0015	4,13	227,13	0,076
	43	0,0018	11,29	163,46	0,067
	44	0,0018	3,68	233,13	0,094
	45	0,0009	6,22	203,15	0,041
	46	0,0024	8,50	182,79	0,098
	47	0,0025	9,02	178,81	0,099

Fonte: Elaboração Própria

Após a obtenção da vazão de projeto foi possível comparar os valores com as capacidades calculadas das sarjetas, sendo estas últimas determinadas a partir da declividade longitudinal do trecho da via e altura da guia medida no levantamento de campo (Tabela 12). Não foi preciso a utilização de um fator de redução, pois se trata de uma verificação da situação existente.

É importante salientar que as BLs numeradas como 42, 43 e 45 são localizadas dentro do Parque Rui Ramos, assim, não sendo necessário o cálculo da altura das sarjetas. Na rua Demétrio Ribeiro, no trecho da BL 36 quase não foi possível a medição da sarjeta, pois a mesma se encontra quase totalmente coberta por grama. Para o cálculo da vazão real da sarjeta adotou-se 9,5 cm.

Tabela 12 – Verificação da capacidade das sarjetas

RUA	Boca de Lobo	Q (m ³ /s)	Altura Guia (cm)	Q sarjeta (m ³ /s)	Verificação
Demétrio Ribeiro	1	0,1478247	10,5	0,201	ok
	2	0,1404946		0,262	ok
	3	0,1293178		0,201	ok
	4	0,1071077		0,206	ok
Visconde Tamandaré	5	0,0801742	12	0,542	ok
	6	0,0719536	9,5	0,119	ok
Demétrio Ribeiro	7	0,1427481	12	0,497	ok
	8	0,1321487	9,5	0,260	ok
	9	0,1312427	14	0,750	ok
	10	0,1237421	8	0,165	ok

Continua...

Continuação...

RUA	Boca de Lobo	Q (m³/s)	Altura Guia	Q sarjeta (m³/s)	Verificação
Tiradentes	11	0,1263275	10,5	0,288	ok
	12	0,0989334	15,5	0,653	ok
Demétrio Ribeiro	13	0,1360682	10	0,162	ok
	14	0,1269231		0,166	ok
	15	0,1135757		0,140	ok
	16	0,1181176		0,198	ok
Joaquim Antonio	17	0,1023399	13	0,525	ok
	18	0,086789	12	0,424	ok
Demétrio Ribeiro	19	0,112	12,5	0,320	ok
	20	0,105	9,75	0,215	ok
	21	0,091	9,5	0,154	ok
	22	0,081	11	0,233	ok
Davi Canabarro	23	0,078	13,5	0,741	ok
	24	0,077	7,5	0,063	Não Atende
Demétrio Ribeiro	25	0,052	14,5	0,824	ok
	26	0,085	12,5	0,541	ok
Exped. Cannes	27	0,132	10,75	0,371	ok
	28	0,099		0,369	ok
	29	0,077		0,313	ok
Demétrio Ribeiro	30	0,091	14,5	0,546	ok
João B. Leal Pereira	31	0,114	10	0,162	ok
	32	0,087	10	0,163	ok
	33	0,099	10	0,137	ok
	34	0,075	10	0,194	ok
Demétrio Ribeiro	35	0,123	10	0,261	ok
	36	0,117	9,5	0,228	ok
	37	0,141	13	0,332	ok
	38	0,132	10,5	0,263	ok
Parque Rui Ramos - Patinhos	39	0,058	11,5	0,240	ok
	40	0,156	11,5	0,176	ok
	41	0,105	12	0,190	ok
	44	0,019	11,5	0,170	ok
	46	0,010	12	0,301	ok
	47	0,009	15	0,667	ok

Fonte: Elaboração Própria

A partir da vazão de projeto também foi possível dimensionar o tipo de boca de lobo mais adequada para a drenagem, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Escolha do tipo de boca de lobo

RUA	Boca de Lobo	Q Projeto (m³/s)	Tipo de Boca de Lobo Escolhida	Q da boca (m³/s)	Quant. BL	Verificação
Demétrio Ribeiro	1	0,148	Grelha dupla	0,156	1	ok
	2	0,140	Grelha dupla	0,156	1	ok
	3	0,129	Combinada	0,132	1	ok
	4	0,107	Combinada	0,132	1	ok
Visconde Tamandaré	5	0,080	Guia dupla	0,108	1	ok
	6	0,072	Guia dupla	0,108	1	ok
Demétrio Ribeiro	7	0,143	Grelha dupla	0,156	1	ok
	8	0,132	Grelha dupla	0,156	1	ok
	9	0,131	Combinada	0,132	1	ok
	10	0,124	Combinada	0,132	1	ok
Tiradentes	11	0,126	Combinada	0,132	1	ok
	12	0,099	Guia dupla	0,108	1	ok
Demétrio Ribeiro	13	0,136	Grelha dupla	0,156	1	ok
	14	0,127	Combinada	0,132	1	ok
	15	0,114	Combinada	0,132	1	ok
	16	0,118	Combinada	0,132	1	ok
Joaquim Antonio	17	0,102	Guia dupla	0,108	1	ok
	18	0,087	Guia dupla	0,108	1	ok
Demétrio Ribeiro	19	0,112	Combinada	0,132	1	ok
	20	0,105	Guia dupla	0,108	1	ok
	21	0,091	Guia dupla	0,108	1	ok
	22	0,081	Guia dupla	0,108	1	ok
Davi Canabarro	23	0,078	Guia dupla	0,108	1	ok
	24	0,077	Guia dupla	0,108	1	ok
Demétrio Ribeiro	25	0,052	Guia simples	0,054	1	ok
	26	0,085	Guia dupla	0,108	1	ok
Exped. Cannes	27	0,132	Combinada	0,132	1	ok
	28	0,099	Guia dupla	0,108	1	ok
	29	0,077	Grelha simples	0,078	1	ok
Demétrio Ribeiro	30	0,091	Guia dupla	0,108	1	ok
João B. Leal Pereira	31	0,114	Combinada	0,132	1	ok
	32	0,087	Guia dupla	0,108	1	ok
	33	0,099	Guia dupla	0,108	1	ok
	34	0,075	Grelha simples	0,078	1	ok
Demétrio Ribeiro	35	0,123	Combinada	0,132	1	ok
	36	0,117	Combinada	0,132	1	ok
	37	0,141	Grelha dupla	0,156	1	ok
	38	0,132	Grelha dupla	0,156	1	ok
Parque Rui Ramos - Patinhos	39	0,058	Grelha simples	0,078	1	ok
	40	0,156	Grelha dupla	0,156	1	ok
	41	0,105	Guia dupla	0,108	1	ok
	42	0,076	Grelha simples	0,078	1	ok
	43	0,067	Grelha simples	0,078	1	ok
	44	0,094	Guia dupla	0,108	1	ok
	45	0,041	Grelha simples	0,078	1	ok
	46	0,098	Guia dupla	0,108	1	ok
	47	0,099	Guia dupla	0,108	1	ok

Fonte: Elaboração Própria

Comparando a localização e tipo das bocas de lobo mapeadas ao percorrer a área de contribuição com as dimensionadas neste trabalho, pode-se comparar o sistema existente com o calculado de acordo com a Tabela 14.

Tabela 14 – Comparação bocas de lobo: existente x calculada

RUA	Boca de Lobo	Tipo de Boca de Lobo Escolhida	Tipo de Boca de Lobo Existente	Suporta?
Demétrio Ribeiro	1	Grelha dupla	Não existe	Não
	2	Grelha dupla	Guia Simples	Não
	3	Combinada	Não existe	Não
	4	Combinada	Não existe	Não
Visconde Tamandaré	5	Guia dupla	Guia Simples	Não
	6	Guia dupla	Combinada	Sim
Demétrio Ribeiro	7	Grelha dupla	Não existe	Não
	8	Grelha dupla	Grelha Simples	Não
	9	Combinada	Não existe	Não
	10	Combinada	Grelha simples	Não
Tiradentes	11	Combinada	Grelha simples	Não
	12	Guia dupla	Grelha simples	Não
Demétrio Ribeiro	13	Grelha dupla	2 Grelhas simples	Sim
	14	Combinada	Não existe	Não
	15	Combinada	2 Grelhas simples	Sim
	16	Combinada	Não existe	Não
Joaquim Antonio	17	Guia dupla	Não existe	Não
	18	Guia dupla	Não existe	Não
Demétrio Ribeiro	19	Combinada	Não existe	Não
	20	Guia dupla	Não existe	Não
	21	Guia dupla	Não existe	Não
	22	Guia dupla	Não existe	Não
Davi Canabarro	23	Guia dupla	Não existe	Não
	24	Guia dupla	Não existe	Não
Demétrio Ribeiro	25	Guia simples	Não existe	Não
	26	Guia dupla	Não existe	Não
Exped. Cannes	27	Combinada	Guia Simples	Não
	28	Guia dupla	2 Guias simples	Sim
	29	Grelha simples	Não existe	Não
Demétrio Ribeiro	30	Guia dupla	Não existe	Não
João B. Leal Pereira	31	Combinada	1 Guia simples entre as duas	Não
	32	Guia dupla		
	33	Guia dupla	1 Guia simples entre as duas	Não
	34	Grelha simples		
Demétrio Ribeiro	35	Combinada	Não existe	Não
	36	Combinada	Não existe	Não
	37	Grelha dupla	Guia Simples	Não
	38	Grelha dupla	Guia Simples	Não

Continua...

Continuação...

RUA	Boca de Lobo	Tipo de Boca de Lobo Escolhida	Tipo de Boca de Lobo Existente	Verificação
Parque Rui Ramos - Patinhos	39	Grelha simples	Não existe	Não
	40	Grelha dupla	Não existe	Não
	41	Guia dupla	Não existe	Não
	42	Grelha simples	Não existe	Não
	43	Grelha simples	Não existe	Não
	44	Guia dupla	Não existe	Não
	45	Grelha simples	Não existe	Não
	46	Guia dupla	Grelha simples	Não
	47	Guia dupla	Guia simples	Não

Fonte: Elaboração Própria

Em relação aos poços de visita, pode-se comparar os projetados (Apêndice C) com os PVs existentes conforme o levantamento (Apêndice A). Os resultados desta análise se encontram na Tabela 15.

Tabela 15 – Verificação da presença de poços de visitas

PV	Existe
1	Próximo
2	Sim
3	Não
4	Sim
5	Próximo
6	Próximo
7	Sim
8	Sim
9	Não
10	Não
11	Não
12	Não
13	Não
14	Não
15	Não
16	Não
17	Não
18	Não

Fonte: Elaboração Própria

As Tabelas 16 e 17 apresentam os resultados do dimensionamento das galerias, referente a altura de água dentro da tubulação (Y/D), diâmetros adotados e a verificação das velocidades entre os PV (como já descrito anteriormente, a mesma deve estar entre 0,6 m/s e 5m/s para tubulações de concreto).

Tabela 16 – Resultado dimensionamento diâmetro galeria

Trechos	Declividade entre poços (m/m)	Q Trecho (m³/s)	Q Acumulada (m³/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (m)	Y/D
PV 1 e 2	0,016	0,277	0,277	0,44	0,50	0,63
PV 2 e 3	0,049	0,400	0,677	0,50	0,50	0,81
PV 3 e 4	0,042	0,274	0,951	0,58	0,60	0,75
PV 4 e 5	0,010	0,481	1,432	0,89	0,90	0,80
PV 5 e 6	0,010	0,250	1,682	0,95	1,00	0,71
PV 6 e 7	0,014	0,434	2,116	0,96	1,00	0,74
PV 7 e 8	0,012	0,203	2,319	1,04	1,00	1,00
PV 8 e 9	0,018	0,340	2,659	1,00	1,00	0,82
PV 10 e 9	0,010	0,099	0,099	0,33	0,50	0,38
PV 9 e 11	0,010	0,444	3,103	1,19	1,20	0,80
PV 12 e 11	0,021	0,214	0,214	0,38	0,50	0,48
PV 11 e 13	0,010	0,608	3,711	1,27	1,50	0,58
PV 13 e 17	0,010	0,123	3,834	1,29	1,50	0,59
PV 14 e 15	0,018	0,135	0,135	0,33	0,50	0,39
PV 15 e 16	0,010	0,264	0,398	0,55	0,60	0,67
PV 16 e 17	0,012	0,199	0,597	0,62	0,70	0,62
PV 17 e 18	0,017	0,249	4,083	1,20	1,50	0,52
PV 18 e 19	0,009	0,197	4,280	1,37	1,50	0,66

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 17 – Resultado verificação velocidade galeria

Trechos	Velocidade de projeto (m/s)	Conferência de Velocidade
PV 1 e 2	2,13	ok
PV 2 e 3	3,94	ok
PV 3 e 4	4,12	ok
PV 4 e 5	2,62	ok
PV 5 e 6	2,79	ok
PV 6 e 7	3,37	ok
PV 7 e 8	2,67	ok
PV 8 e 9	3,84	ok
PV 10 e 9	1,37	ok
PV 9 e 11	3,19	ok
PV 12 e 11	2,24	ok
PV 11 e 13	3,44	ok
PV 13 e 17	3,47	ok
PV 14 e 15	1,85	ok
PV 15 e 16	1,96	ok
PV 16 e 17	2,34	ok
PV 17 e 18	4,31	ok
PV 18 e 19	3,39	ok

Fonte: Elaboração Própria

4.3 Discussão Sobre os Sistemas.

Pode-se notar que a Figura 17 apresenta uma imagem obtida no ano de 2017 na qual existe uma parte do Parque Rui Ramos alagada, fato que é comprovado com

a reportagem apresentada na Figura 20, publicada no ano de 2018 e que atualmente ainda ocorre. Além de não possuir sistema de drenagem suficiente neste trecho é possível que o solo presente seja do tipo argiloso fazendo com que ocorra menor e mais lenta absorção de água.

A BL da Figura 18 mostra que a presença de uma BL antes desta é de extrema importância para a drenagem pluvial, pois nota-se o acúmulo de água antes de chegar na BL de grelha existente na esquina do Parque. No dimensionamento foi confirmada essa afirmação, pois o mesmo possui BL no trecho anterior da que já existe *in loco*, denominadas BL 44 e BL 46, respectivamente, conforme pode ser analisado no Apêndice B e C.

Analisando as imagens presentes nas Figuras 21, nota-se uma quantidade de água empoçada após a BL (a qual se encontra na esquina da Rua Demétrio Ribeiro com a Rua Visconde de Tamandaré), este fato ocorre pois não existe BL intermediária como demonstrado no mapa presente no Apêndice C. A vazão de água que chega na BL existente é superior a que a mesma suporta, sendo assim, como a Figura 18 apresenta, insuficiente para a drenagem da água.

Na Figura 22 pode-se notar que a posição da BL existente é inadequada, pois de acordo com Bidone e Tucci (2015, p.82) nesta posição para que os pedestres atravessassem a rua teriam que saltar a torrente com o trecho de máxima vazão e as torrentes de cada sarjeta se convergem resultando em um escoamento de velocidade em sentido contrário ao do fluxo para o interior da boca do lobo.

Através da Tabela 12, pode-se observar que existe apenas uma sarjeta que não atende a vazão de projeto, localizada na Rua David Canabarro. Com a observação *in loco* foi possível notar que no trecho final da Rua Demétrio Ribeiro não existe sarjeta ou existem pontos com sarjetas “picotadas” e estas encobertas por grama, sendo assim obsoleto a presença delas. A manutenção desta quadra deveria ser realizada com maior frequência, como a limpeza da grama e construção da sarjeta nos pontos que a mesma não existe.

Analisando os dados presentes na Tabela 14, pode-se notar que das 47 BL dimensionadas existem na realidade 17 e dessas existentes, apenas 4 são de real serventia para a drenagem do trecho. Em termos de porcentagem, de 100% da quantidade necessária de bocas de lobo para a drenagem da área em estudo tem-se

apenas 36% presentes no sistema e desses 36% apenas 9% realmente possuem capacidade de drenar o ponto que está localizada.

Com os mapas obtidos e apresentados no Apêndice A, B e C foi possível observar que a rede de drenagem existente é insuficiente comparada com a rede de drenagem dimensionada. Notou-se *in loco* a falta de preservação da limpeza no entorno, interna e externa das BL. Ou seja, o sistema já não possui muitas BL úteis e as que possui além de não atenderem a vazão necessária não há manutenção adequada, dificultando, assim, o pleno funcionamento.

No decorrer da elaboração deste trabalho, a prefeitura realizou algumas benfeitorias ao longo da Avenida Alexandre Lisboa, melhorando a qualidade do asfalto e as condições de escoamento da água até o Parque Rui Ramos, amenizando em partes os problemas de drenagem. Observando os dados presentes na Tabela 15 e com a análise dos mapas expostos nos Apêndices A e C pode-se notar a falta de PVs decorrente da inexistência de BLs, ou seja, não existem trechos para serem ligados. Em relação as galerias, não foi possível uma comparação ou estudo mais aprofundado com os resultados dimensionados com o que existe. Pode-se notar na Tabela 16 que deveriam existir diâmetros de 0,5 m a 1,5 m, o que dificilmente deve-se encontrar na prática.

4.4 Propostas de Soluções para o Sistema Existente

Para solucionar problema de insuficiência de capacidade na sarjeta da rua Davi Canabarro, seria necessário a realização de um aumento na altura da guia, possibilitando assim um pleno escoamento na calha.

A manutenção das sarjetas para que elas nunca fiquem obstruídas, quebradas ou rebaixadas impossibilitando o escoamento da água podendo ocasionar o extravasamento, bem como e a colocação ou recolocação das BLs com as dimensões e posições corretas são de extrema importância para mitigar os problemas de drenagem.

Também se ressalta a importância da implantação de BL intermediárias como as demonstradas no Apêndice C, a fim de evitar que as BL de esquina recebam uma vazão superior a que suportam.

A verificação dos diâmetros internos das galerias (os quais não foram possíveis verificar neste trabalho) também poderia ser uma das soluções para o melhor funcionamento do sistema de drenagem. Se in loco existem diâmetros inferiores aos necessários, a drenagem da água pluvial não é realizada em sua totalidade, ocorrendo extravasamento nos PV, BL e/ou sarjetas.

Em relação ao problema da água acumulada dentro da praça, uma solução seria o aterramento do local, elevando assim seu nível e permitindo que a água escoe para as sarjetas. Outra solução, é colocar algumas BL para drenar o local, conforme sugerido no Apêndice B e C. Como pode ser visto através do dimensionamento e análise do mapa plotado (Apêndice C) o Parque Rui Ramos deveria conter 3 bocas de lobo internas para evitar o alagamento, bem como várias outras BLs ao redor do mesmo para que não haja sobrecarga no sistema de drenagem ocasionando o alagamento da área.

Ainda, pode-se também lançar mão de formas de incentivo aos proprietários para utilização de técnicas de baixo impacto nos lotes, buscando a redução do volume de água lançado no sistema de drenagem (sarjetas, BL e galerias).

A importância do planejamento e o acompanhamento do desenvolvimento do município através de projetos e planos diretores dentro dos órgãos competentes, como a Prefeitura é de extrema importância. Sendo assim, sugere-se a criação de um banco de dados com o sistema de drenagem existente através de levantamentos em campo. A obtenção desses dados pela Prefeitura auxiliaria e melhoraria a execução destes projetos, como também facilitaria a manutenção do sistema de drenagem existente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o presente estudo buscou-se avaliar o sistema de drenagem pluvial existente em parte da área de contribuição do Parque Rui Ramos, localizado no Município de Alegrete/RS.

Inicialmente foi feito o levantamento do sistema de drenagem existente, e após foi dimensionado um sistema de drenagem pluvial para o local, permitindo uma comparação e detecção de problemas. Notou-se que inexistem mapas cadastrais da rede de drenagem e que a mesma e seus dispositivos existentes *in loco* é pouco conservada. A partir disso, foi possível propor soluções para alguns problemas encontrados.

Um Plano Diretor mais específico e com maior fiscalização perante os órgãos competentes seria uma boa solução para os problemas detectados neste trabalho.

Diante dos resultados da pesquisa, ficou constatado que o sistema de drenagem pluvial existente em parte da área de contribuição do Parque Rui Ramos, localizado no Município de Alegrete/RS não possui dados registrados na Prefeitura, o que dificultou a avaliação completa do sistema, pois não foi possível comparar os diâmetros existentes com os sistemas projetados.

Por meio da realização deste trabalho buscou-se obter um melhor desenvolvimento para o município de Alegrete em relação à drenagem urbana, bem como o aproveitamento deste para que futuramente possam dar continuidade ao estudo da rede de drenagem da cidade.

Diante o exposto, sugere-se um convênio entre prefeitura e Universidade Federal do Pampa, buscando ampliar e atualizar os dados para obter os mapas da topografia, esgoto, drenagem, pavimentação, entre outros. Também seria interessante a disponibilização de efetivo para a verificação dos diâmetros existentes na rede de drenagem através de inspeções aos PV's.

Outra sugestão é a continuação deste trabalho ampliando o foco para as demais áreas do Município que apresentam problemas frente a eventos de precipitação.

REFERÊNCIAS

ALEGRETE. Decreto nº 731 de 30 de dezembro de 2013.. **Insitui o Plano Municipal de Saneamento básico de Alegrete**. Alegrete, RS.

_____. Lei nº 2.679/96 de 05 de junho de 1996. **Lei Urbanística altera o Plano Diretor e dá outras providências**. Alegrete, RS.

_____. Lei nº 1.334/79 de 17 de setembro de 1979. **Dispões sobre o código de obras do município e dá outras providências**. Alegrete, RS.

BRASIL. **Termo de Referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico e Procedimentos Relativos ao Convênio de Cooperação Técnica e Financeira da Fundação Nacional da Saúde – FUNASA/MS**. 2012^a. Brasília: Ministério da Saúde/ Fundação Nacional da Saúde (Funasa). Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/uploads/2012/04/2b_TR_PMSB_V2012.pdf> Acesso em: 12/06/2017

BAPTISTA, B. M. et al. **Águas Pluviais: técnicas compensatórias para o controle de cheias urbanas**: guia do profissional em treinamento – nível 2 e 3/ Ministério das cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Belo Horizonte, ReCESA, 2007, p. 52.

BIDONE, F. R. A; TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In: TUCCI, C. E. M. ; PORTO, L. Rubem; BASTOS, T. Mário. **Drenagem Urbana**. 1 ed., ABRH, Porto Alegre, RS, 2015.

CARDOSO NETO, A. **Sistemas Urbanos de Drenagem**. [S.I.]. [200?]. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Antonio%20Cardoso%20Neto/Introducao_a_drenagem_urbana.pdf> Acesso em 28/05/2017

CANHOLI, A. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

_____. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). MINISTERIO DOS TRANSPORTES (MIT). **Manual de drenagem de rodovias**. Rio de Janeiro, 2006. Publicação IPR-724.

FERNANDES, C. **Esgotos Sanitários**. Ed. Univ./UFPB, João Pessoa, 1997, 435p. Reimpressão Jan/2000. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/ES00_00.html> Acesso em 28/05/2017

FORGIARINI, F. R. **Incentivos econômicos à sustentabilidade da drenagem urbana**: o caso de Porto Alegre – RS. 2010. 244 p. Tese (Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Número de municípios, total e os que possuem instrumento reguladores do serviço de manejo de águas pluviais**. IBGE. 2000. Disponível: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/2227#resultado>> Acesso em 12/06/2017

Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS. **Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre**. 1. ed. Porto Alegre, RS, 2005, p. 159.

LID Center (2017). **Sustain Blandensburg**. Low Impact Development Center. Disponível em: <<https://lowimpactdevelopment.org>> Acesso em 28/05/2017

PEDROSO, Vera. **Quando vai acabar o alagamento da pracinha do Rui Ramos?** Disponível em: <<https://alegretetudo.com.br/quando-vai-acabar-o-alagamento-da-pracinha-do-rui-ramos/>> de 7 de maio de 2018. Acesso em 05/06/2019.

ROMAN, C. A. **Controle da drenagem na fonte e sua compatibilização ao Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Santa Maria**. 2015. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

SAMPAIO, M. V. **Determinação e Espacialização das Equações de Chuvas Intensas em Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul**. Tese. (Dourado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.

SILVA, P. O. **Análise de técnicas compensatórias de drenagem urbana para atenuação de inundações em sub-bacias do Rio Jiquiá no Recife**. 2010. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SILVEIRA, A. L. L. **Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS, Porto Alegre, RS, 2005.

TOMAZ, P. **Curso de Manejo de Águas Pluviais**. Capítulo 5: Microdrenagem. Guarulhos, SP, 2013. p.9.

TUCCI, C. E. M.; MACHADO, E.S. Concepção do Controle de Enchentes na Região Metropolitana de Curitiba. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. **Avaliações e Controle da Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade - UFRGS, 2000. p. 527.

TUCCI, C. E.M.; VILLANUEVA, A.; CRUZ, M. A. S. Banco de Eventos de Cheias de Bacias Urbanas Brasileiras. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. **Avaliações e Controle da Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade - UFRGS, 2000. p. 25.

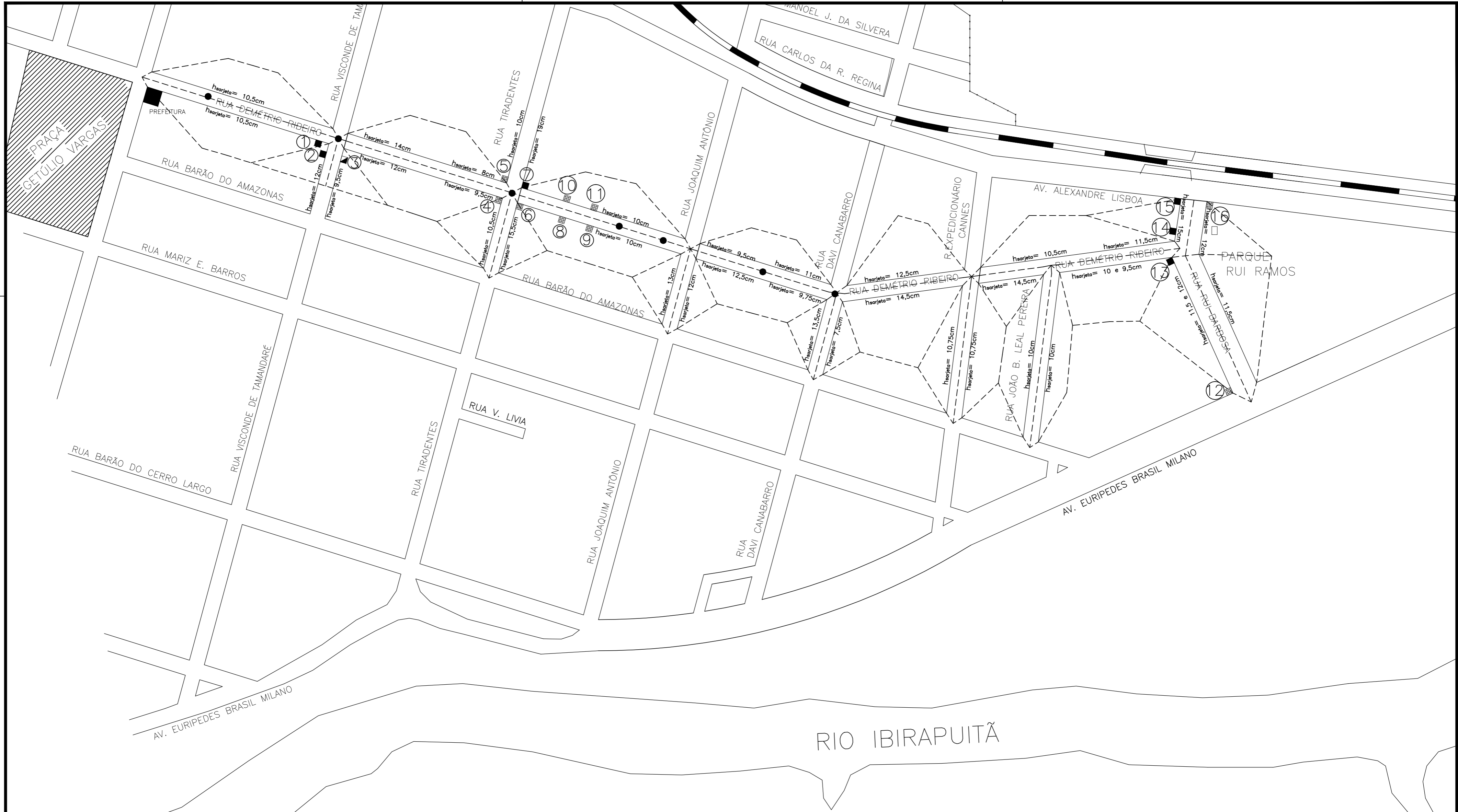
TUCCI, C. E. M. ; PORTO, L. Rubem; BASTOS, T. Mário. **Drenagem Urbana**. 1 ed., ABRH, Porto Alegre, RS, 2015.

TUCCI, C. E. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**. USP, São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295/11943>> Acesso em 29/05/2017.

VALENTE, J. A. **Análise e Considerações Para o Sistema de Drenagem de Água Pluvial em um Loteamento na Cidade de Catalão – GO**. Universidade Federal de Goiás – UFG. Campus Catalão. Catalão, Goiás, 2013.

ZAHED, K. F; MARCELLINI, S. S. Precipitações Máximas. In: TUCCI, C. E. M. ; PORTO, L. Rubem; BASTOS, T. Mário. **Drenagem Urbana**. 1 ed., ABRH, Porto Alegre, RS, 2015. p. 39.

APÊNDICE A



LEGENDA	
	BOCA DE LOBO DE GUIA
	BOCA DE LOBO COM GRELHA
	BOCA DE LOBO COMBINADA
	Poço de vistoria
	Área de Contribuição



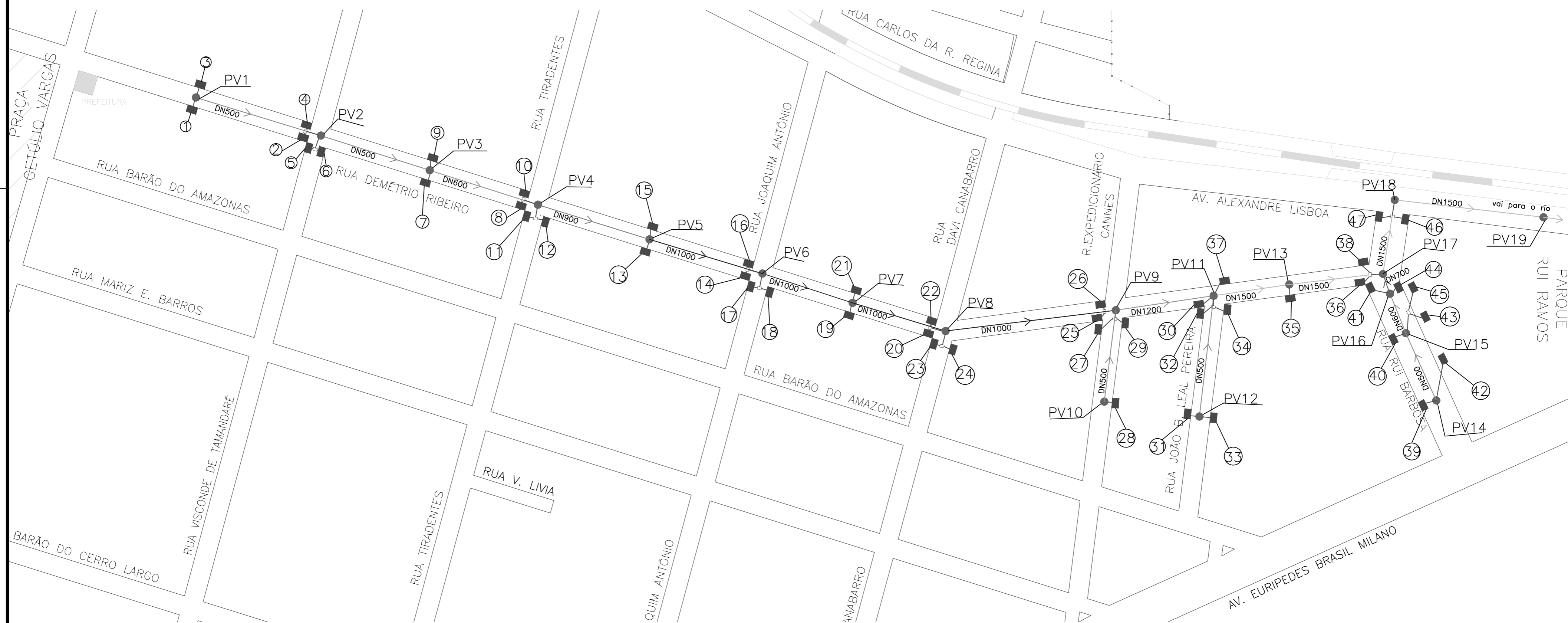
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ALEGRETE

CURSO:	ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA:	TCC 2
TEMA:	ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NA REGIÃO DO PARQUE RUI RAMOS - MUNICÍPIO DE ALEGRETE
ASSUNTO:	BOCAS DE LOBO PRESENTES NA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO
ALUNO:	THALITA BUENO SABINO
MATRICULA:	151151568
ESCALA:	1:2500




APÊNDICE A

APÊNDICE B

APÊNDICE C



LEGENDA

 BOCA DE LOBO	 POÇO DE VISITA	 CAIXA DE PASSAGEM	Tubulações de ligação: DN 300
--	--	---	-------------------------------

BOCA DE LOBO DE GUIA: 25

BOCA DE LOBO COMBINADA: 3, 4, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 27, 31, 35, 36

BOCA DE LOBO COM GRELHA: 29, 34, 39, 42, 43, 45.

BOCA DE LOBO DE GUIA DUPLA: 5, 6, 12, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 30, 32, 33, 41, 44, 46, 47.

BOCA DE LOBO COM GRELHA DUPLA: 1, 2, 7, 8, 13, 37, 38, 40.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ALEGRETE

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

DISCIPLINA: TCC 2

TEMA: ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NA REGIÃO DO PARQUE RUI RAMOS - MUNICÍPIO DE ALEGRETE

ASSUNTO: REDE DE DRENAGEM DIMENSIONADA
(BOCAS DE LOBO E POÇOS DE VISITA)

APÊNDICE C

ALUNO: THALITA BUENO SABINO

MATRICULA: 151151568

ESCALA: 1:2150