

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANDRIO ANDARA SEVERGNINI**

**ESTUDO DA REDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL ATRAVÉS DA  
UTILIZAÇÃO DE TELHADOS VERDES**

**São Leopoldo**

**2018**

ANDRIO ANDARA SEVERGNINI

**ESTUDO DA REDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL ATRAVÉS DA  
UTILIZAÇÃO DE TELHADOS VERDES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Engenharia Civil, pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Msc. Lucas Camargo da Silva Tassinari

São Leopoldo

2018

## RESUMO

A utilização dos telhados verdes incorporou a arquitetura moderna, trazendo diversos benefícios para o setor da engenharia. Essa ideia se difundiu na arquitetura sustentável, nomeada de diversas maneiras: telhado verde, terraço jardim, cobertura vegetal, eco telhado, telhado ecológico, etc. Grande parte da população mundial coabita centros urbanos, e os prejuízos provenientes de eventos hidrológicos têm sido frequentes, visto que com o aumento da densidade demográfica surge uma necessidade de expansão habitacional, modificando o uso do solo. Este, por sua vez, torna-se cada vez menos permeável, diminuindo sua capacidade de infiltração e de retorno para os aquíferos. Em consequência, diminui-se o escoamento de base e acentua-se o escoamento superficial aumentando a recorrência e intensidade dos picos de cheia, que por fim podem acabar gerando inundações. O telhado verde absorve a água da chuva auxiliando no sistema de drenagem pluvial, além de diminuir a poluição destas águas. Com isso, podemos reduzir o escoamento na superfície e consequentemente reduzir a demanda do sistema de drenagem. O presente trabalho tem por objetivo comparar o funcionamento do atual sistema de drenagem pluvial utilizado no campus da Unisinos, São Leopoldo, centro C (Arquitetura e Engenharia) com um sistema hipotético regido por telhados verdes. Para tanto, foi avaliada a redução do escoamento superficial gerado pelos telhados e como isso impacta na probabilidade de falha da rede de drenagem implantada (sistema existente). Sabendo que o custo de implantação do telhado verde não se mostra atrativo em relação à economia gerada na redução das estruturas dos sistemas de drenagem, o trabalho, em contrapartida, tenta incentivar também o uso desta técnica através de outros aspectos, indicando vantagens e desvantagens oriundas da sua utilização, como conforto térmico e acústico, benefícios ao meio ambiente, operação e manutenção etc.

**Palavras-chave:** Telhado Verde. Drenagem. Escoamento Superficial.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas básicas de composição do telhado verde .....	22
Figura 2 - Bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul .....	27
Figura 3 - Bacia hidrográfica do Rio dos Sinos .....	29
Figura 4 - Localização do município de São Leopoldo.....	30
Figura 5 - Centro C do campus da Unisinos .....	31
Figura 6 - Premissas de projeto .....	32
Figura 7 - Área de contribuição pluvial .....	34
Figura 8 - Fórmula para obtenção da área de influência da precipitação.....	35
Figura 9 - Hidrograma de cheia.....	45
Figura 10 - Sistema pluvial predial existente C02 .....	51
Figura 11 - Sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado C02 ...	53
Figura 12 - Sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado C02 .....	54
Figura 13 - Sistema pluvial predial existente C03 .....	55
Figura 14 - Sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado C03 ...	58
Figura 15 - Sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado C02 .....	59
Figura 16 - Sistema pluvial predial existente C01 .....	60
Figura 17 - Sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado C01 ...	62
Figura 18 - Sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado C02 .....	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios de caracterização de um telhado verde .....	21
Quadro 2 - Análise dos resultados dos sistemas prediais pluviais .....	48
Quadro 3 - Comparativos de custos de execução dos sistemas dimensionados.....	65

## LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Exutório da calha coletora.....	33
Foto 2 - Viga calha no Prédio C08 .....	49
Foto 3 - Viga calha no Prédio C09 .....	49
Foto 4 - Canaleta na grama no Prédio C06.....	50
Foto 5 - Sistema pluvial predial existente A3 C02 .....	52
Foto 6 - Sistema pluvial predial existente A7 C02 lado direito .....	52
Foto 7 - Sistema pluvial predial existente A3 C03.....	56
Foto 8 - Sistema pluvial predial existente A1 e A2 C03.....	57
Foto 9 - Condutor vertical DN 250 C01 .....	61
Foto 10 - Poço de inspeção do condutor vertical DN 250 C01 .....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores do coeficiente de escoamento superficial .....	38
Tabela 2 - Valores de coeficientes de rugosidade de Manning .....	40
Tabela 3 - Valores de K em condutores verticais .....	41
Tabela 4 - Relações para fator hidráulico de seções circulares .....	44
Tabela 5 - Dimensionamento da rede principal do telhado convencional .....	64
Tabela 6 - Dimensionamento da rede principal do telhado verde .....	64

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
BMP	Best Management Practices
CEF	Caixa Econômica Federal
DEP	Departamento de Esgoto Pluvial
HUT	Hidrograma Unitário Triangular
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	Intensidade Duração e Frequência
IGRA	International Green Roof Association
IPTU	Imposto Sobre Propriedade Predial e Territorial Urbana
LID	Low Impact Development
LIUDD	Low Impact Urban Design and Development
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
PLANGEA	Plano Municipal de Gestão Ambiental
PMPA	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
RBRH	Revista Brasileira de Recursos Hídricos
SINAPI	Sistema Nacional de Preços e Índices para Construção Civil
SUDS	Sustainable Urban Drainage Systems
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
WSUD	Water Sensitive Urban Design

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
3.1 DRENAGEM URBANA.....	13
<b>3.1.1 Conceitos de Drenagem Higienista</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1.2 Conceitos de Drenagem Ambientalista</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.3 LID – <i>Low Impact Development</i></b> .....	<b>15</b>
3.2 TELHADOS VERDES .....	17
<b>3.2.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS</b> .....	<b>18</b>
3.2.1.1 Conforto Térmico.....	18
3.2.1.2 Aspectos Financeiros .....	19
3.2.1.3 Estrutura de Composição .....	20
3.2.1.4 Conforto Acústico .....	23
3.2.1.5 Aspectos Ambientais.....	24
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
4.1 LOCAL DE ESTUDO.....	27
4.2 CONSIDERAÇÕES DE PROJETO.....	31
4.3 DADOS DISPONÍVEIS.....	36
4.4 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO.....	36
<b>4.4.1 Método Racional</b> .....	<b>36</b>
4.4.1.1 Coeficiente de Escoamento Superficial .....	37
4.4.1.2 Intensidade Média da Precipitação .....	38
4.4.1.3 Área de Contribuição.....	39
<b>4.4.2 Dimensionamento do Sistema de Instalações Prediais Pluviais</b> .....	<b>39</b>
4.4.2.1 Calhas .....	39
4.4.2.2 Condutores Verticais .....	40
4.4.2.3 Condutores Horizontais .....	41
<b>4.4.3 Dimensionamento do Sistema de Microdrenagem com Telhado Convencional</b> .....	<b>42</b>
4.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS .....	45

4.4.1 SINAPI .....	45
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
REFERÊNCIAS.....	68
ANEXO A - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM COM TELHADO CONVENCIONAL .....	72
ANEXO A - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM COM TELHADO CONVENCIONAL (CONT.) .....	73
ANEXO B - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM COM TELHADO VERDE.....	74
ANEXO B - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM COM TELHADO VERDE (CONT.) .....	75
ANEXO C - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE INSTALAÇÕES PLUVIAIS PREDIAIS COM TELHADO CONVENCIONAL.....	76
ANEXO D - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE INSTALAÇÕES PLUVIAIS PREDIAIS COM TELHADO VERDE .....	77
ANEXO E - COMPOSIÇÕES DO COMPARATIVO DE CUSTOS DO DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM.....	78
ANEXO F - CATÁLOGO COMERCIAL .....	79
ANEXO G - TOPOGRÁFICO E SUBOLETEAMENTO DA REDE DE MICRODRENAGEM .....	80
ANEXO H - REDE DE MICRODRENAGEM DIMENSIONADA COM TELHADO CONVENCIONAL .....	82
ANEXO I - REDE DE MICRODRENAGEM DIMENSIONADA COM TELHADO VERDE.....	84
ANEXO J - DETALHES DO DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS PLUVIAIS.....	86

## 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Para melhor compreender a intervenção dos telhados verdes nos dispositivos de drenagem urbana se faz necessário conhecer alguns conceitos relativos à sustentabilidade, à drenagem e às alternativas de controle do escoamento gerado, a fim de evitar inundações em áreas urbanas. Segundo Tucci (2008), em meados de 1970 surgiu o conceito higienista, preocupando-se com o fato de o esgoto cloacal ser conduzido aos rios e nascentes próximos às habitações pelo mesmo sistema de escoamento pluvial, favorecendo o contato direto com organismos patogênicos. A partir desse conceito, buscou-se canalizar estas águas para trechos mais a jusante evitando o contato direto com as pessoas. Esta medida, contudo, não resolveu o problema; apenas o transferiu de lugar, tendo em vista que com o aumento da densidade demográfica, os trechos a jusante, mais cedo ou mais tarde, tendem a ser habitados.

Se preocupando com as falhas do conceito higienista, segundo Tucci (1995), surgiu o conceito ambientalista, que se preocupa justamente em não transferir impactos aos trechos a jusante. Esse conceito prevê medidas de controle de modo a não ampliar cheias naturais, controlando permanentemente o uso do solo em áreas de risco, propondo educação ambiental para o poder público, dentre outras medidas, buscando amenizar o impacto causado pelo ser humano ao ecossistema à sua volta, tentando aproximá-lo ao máximo das suas características de pré-desenvolvimento.

A prática da utilização do telhado verde é vista como uma alternativa sustentável para amenizar tais problemas que podem trazer riscos ao ser humano. (MENDES, 2009). Esta prática sustentável de drenagem busca harmonia entre as condições naturais preexistentes e o desenvolvimento urbano. Este deve ser um processo contínuo, caso contrário jamais será sustentável. (DE LIMA, 2006).

Segundo Moura (2004), as primeiras civilizações urbanas se alocavam preferencialmente junto a mananciais em virtude da água em abundância, favorecendo o abastecimento para o consumo e higiene dos habitantes, servindo também como meio de despejo de águas cinzas e esgotos sanitários. No entanto, um grande risco associado à habitação próxima às áreas de cursos d'água é o de inundação. Tendo em vista tal perigo, o homem interferiu de diversas formas, desde a alteração dos seus traçados, como até mesmo os canalizando.

No Brasil, diversas cidades sofrem com alagamentos, inundações e cheias provenientes de diversos fatores (como por exemplo o uso inadequado do solo) diretamente relacionados à falta de planejamento referente à drenagem urbana. (DE ALMEIDA; COSTA, 2014).

Portanto, fica evidente a necessidade e a importância de um sistema de drenagem eficaz, que consiga atender o volume de escoamento superficial gerado pela intervenção do homem e conduzi-lo de modo a causar menor interferência possível no ciclo hidrológico natural, tratando estas águas e devolvendo-as em tempo hábil ao ecossistema. Sua má execução e/ou projeto pode causar grandes danos às vidas das pessoas: físicos, como por exemplo a transmissão de doenças hídricas; ou materiais, como os que ocorrem em decorrências de eventos hidrológicos de maiores proporções (enchentes e inundações). Dito isso, os telhados verdes surgem como uma alternativa capaz de exercer um controle qualitativo destas águas através de sua espessa camada filtrante, que além de proporcionar melhoria na sua potabilidade consegue elevar o tempo de concentração, contribuindo para redução da sua vazão de pico e ocorrência de inundações e enchentes em meios urbanos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o impacto da utilização de telhados verdes no escoamento superficial e no sistema de drenagem em área do campus da UNISINOS, comparando o atual hidrograma do deflúvio superficial com o hidrograma obtido através de um cenário hipotético controlado por telhados verdes, a fim de quantificar a redução da vazão de pico e considerando que o uso de telhados verdes promove melhorias em termos de geração de escoamento, reduzindo a ocorrência de alagamentos e inundações. Como a universidade não possui um projeto de drenagem de águas pluviais do campus, foi avaliado em campo o sistema atual e projetado um sistema hipotético, o mais semelhante possível ao existente, para posterior comparação com um sistema regido por telhados verdes.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) incentivar o uso de medidas sustentáveis que promovem maior preservação do ecossistema, aproximando o máximo possível os hidrogramas resultantes em áreas urbanizadas aos de pré-desenvolvimento;
- b) analisar quantitativamente a redução do escoamento superficial, e seu impacto em termos econômicos, mostrando que a técnica empregada pode trazer benefícios à população.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este item aborda especificamente os telhados verdes. Introduce o assunto e mostra conceitos, aspectos financeiros, medidas de conforto e os benefícios que os mesmos podem trazer ao sistema de drenagem urbana, bem como sua estrutura e camadas de composição.

#### **3.1 DRENAGEM URBANA**

O cenário da drenagem urbana no Brasil está cada vez mais preocupante, carecendo de soluções efetivas a longo prazo. Preocupando-se com a saúde humana e com o meio ambiente, surgiram avanços nos estudos de soluções inovadoras. Este tópico aborda como os problemas eram vistos antigamente, como têm sido tratados atualmente e a importância do tema.

##### **3.1.1 Conceitos de Drenagem Higienista**

Devido ao crescimento da densidade demográfica e do aumento da demanda biológica (águas negras) dos sistemas cloacais, identificou-se, no século XIX, através de avanços dos estudos nas áreas da microbiologia e epidemiologia, que as águas pluviais atuam como um grande transmissor de microrganismos patogênicos. (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012).

Até o início do século XX, o esgoto era conduzido às fossas ou ao sistema de drenagem pluvial sem coleta ou tratamento da água nos mananciais. Como citado anteriormente, isto trouxe diversas doenças, epidemias e conseqüentemente aumento nas taxas de mortalidade. Surgiu então o conceito higienista, em meados da década de 1970, que buscava canalizar estas águas para longe das pessoas evitando o contato indireto, conduzindo-as de maneira artificial o mais rapidamente até seu destino. (TUCCI, 2008). O escoamento afluí para rios e mananciais a jusante, impactando na qualidade da água. (TUCCI, 2002). Logo, esta medida reduziu as doenças a montante, porém, levou problemas de contaminação aos rios a jusante. (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2011).

O conceito higienista está muito presente em nosso meio, porém, devemos tê-lo como antigo, visto que se preocupa principalmente em conduzir toda e qualquer

água circulante rapidamente ao esgoto, evitando doenças e desconfortos no meio urbano e não se preocupando com a solução integral do problema (SILVEIRA, 2002). Tucci (2008) reforça que o Brasil, infelizmente, encontra-se em fase higienista por efeitos da falta de tratamento das águas negras, transferência de problemas de inundações na drenagem urbana, falta de limpeza das ruas e controle dos resíduos sólidos. Estas águas, por sua vez, deveriam ser devidamente canalizadas e regressadas ao meio ambiente tratadas, a fim de reduzir contaminações no solo, doenças e futuras inundações. (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012).

### 3.1.2 Conceitos de Drenagem Ambientalista

Ao contrário do conceito higienista, o conceito de drenagem ambientalista é tido como moderno e se preocupa com a recuperação de ambientes naturais não somente dentro (conceito higienista), mas também fora do perímetro urbano. (SILVEIRA, 1999).

Segundo Tucci (1995) a drenagem urbana deve seguir os seguintes fundamentos:

- Não transferir impactos para jusante;
  - Não ampliar cheias naturais;
  - Propor medidas de controle para o conjunto da bacia;
  - Legislação e planos de drenagem para controle e orientação;
  - Constante atualização de planejamento por estudo de horizontes de expansão;
  - Controle permanente do uso do solo e áreas de risco;
  - Competência técnico-administrativa dos órgãos públicos gestores;
  - Educação ambiental qualificada para o poder público, população e meio técnico.
- (TUCCI, 1995)

Tucci (2008) afirma que o Brasil evoluiu no processo de gestão de recursos hídricos, dando seu primeiro passo ao implantar em 8 de janeiro de 1997 a *Lei de Recursos Hídricos* para gestão das águas. Esta lei criou mecanismos de cobrança e metas de qualidade da água estabelecendo as condições de contorno para cada cidade referente à contaminação dos rios.

Assim, surgiu o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que tem por objetivo estabelecer um pacto nacional para a definição das diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta da água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água como elemento estruturante para implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável. O

plano é regido por diversos órgãos como a Agência Nacional de Águas (ANA), Conselhos e Comitês de Bacia. (SÃO LEOPOLDO, 2011).

Dessa forma, o conceito de drenagem higienista deve ser abandonado e dar espaço ao ambientalista, que busca o reequilíbrio do ciclo hidrológico para o mais próximo do natural. (SILVEIRA, 2002).

### **3.1.3 LID – *Low Impact Development***

Com o passar dos anos, a população cada vez mais se preocupa com assuntos pertinentes ao meio ambiente devido ao crescimento da densidade demográfica. Consequentemente, o número de contribuintes à degradação do ciclo hidrológico tende a aumentar proporcionalmente caso não sejam tomadas medidas de precaução para combater o aumento da impermeabilidade da superfície. Como exemplo, podemos citar os telhados verdes, que aumentam a área permeável da superfície e melhoram a qualidade das águas provenientes das precipitações. A partir desse pensamento, ideias ligadas à sustentabilidade têm sido estudadas, recebendo diferentes nomes em certas partes do mundo. (RIBEIRO, 2014).

Assim, surgiu o estudo do LID (*Low Impact Development*) no Brasil, traduzido como Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto, sendo este conceito utilizado nos Estados Unidos da América (EUA) e Canadá. (SOUZA, 2005). No Reino Unido, surgiram estudos semelhantes, como o SUDS (*Sustainable Urban Drainage Systems*), conhecido como Técnicas Compensatórias de Drenagem Urbana. Já na Austrália, o conceito é denominado WSUD (*Water Sensitive Urban Design*), onde a tradução mais próxima que foi utilizada no português é Projeto Urbano Sensível às Águas. Na Nova Zelândia se chama LIUDD (*Low Impact Urban Design and Development*), ou Projeto e Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto. (RIBEIRO, 2014).

O conceito LID busca a recuperação das funções naturais do ciclo hidrológico que foram perdidas em consequência do aumento do uso do solo (urbanização), ou seja, através da interceptação do escoamento natural por meio de obstáculos inseridos pelo homem, perda da capacidade de infiltração através de impermeabilização do solo, dificultando a evapotranspiração e gerando um escoamento superficial não previsto no ciclo natural (PSAT; WSU, 2005).

Nos Estados Unidos da América, o Conselho Nacional de Defesa dos Recursos (*National Resources Defence Council*, 2004) destaca que as técnicas de LID atuam

instigando os comportamentos físico-químicos e biológicos naturais, mitigando alterações no meio ambiente, provenientes do desenvolvimento urbano, e reduzindo também custos com processos de tratamento da água.

Em meados de 1999, presumivelmente as tecnologias de detenções hídricas eram limitadas e não atendiam o objetivo de proteger o ecossistema, bem como providenciar uma água de melhor qualidade. (SOUZA, 2005).

Com o surgimento do LID, tem-se um cenário próximo ao que havia antes da urbanização e do desenvolvimento, trazendo grandes aspectos positivos como a reestruturação da fauna e da flora local, qualidade da água e estabilidade dos canais e fluxos d'água. Estudos com peixes macroinvertebrados demonstraram que a potabilidade da água não é a única forma de determinar a integridade da biodiversidade aquática. Condições precárias da biocenose estão relacionadas também às estruturas do meio ambiente (sedimentação, substrato e cobertura) ou hidrologia (escoamento de base irregular, fluxos termais ou hidrologia de curta duração e grande intensidade). (SOUZA; FRAGOSO; GIACOMONI, 2004).

Diferente das BMPs (*Best Management Practices*), utilizadas usualmente apenas para reduzir os efeitos do escoamento superficial e que têm um foco mais voltado à engenharia, o LID surge como uma proposta alternativa mais abrangente aos processos habituais de drenagem, incluindo medidas não estruturais, como arranjos alternativos de estradas e de edificações a fim de minimizar a superfície impermeável instigando o uso do solo, a preservação da vegetação nativa, diminuição das fontes poluidoras e incentivando programas de educação ambiental para a população no intuito de modificar suas ações e construir um ambiente *ecologicamente correto*. Isoladamente, o LID é mais focado ao controle em microescala em comparação ao BMP, tratando o problema mais próximo à fonte de alteração de processos hidrológicos, onde o escoamento pluvial acontece através da manutenção das condições hidrológicas naturais. (FORGIARINI et al.,2007).

O controle quantitativo da drenagem urbana ainda é limitado e o controle qualitativo dessa água proveniente da drenagem não está nem perto de ser atingido. Logo, podemos reforçar a importância e a necessidade de buscar meios para incentivar o controle na fonte e a devida manutenção do ciclo hidrológico de pré-desenvolvimento através de ações mitigadoras, ou seja, meios para tentar minimizar eventos adversos que tenham potencial para causar impactos ambientais consideráveis ao meio natural. (TUCCI, 2002).

### 3.2 TELHADOS VERDES

Existem diversas maneiras alternativas para contornar os impactos gerados pela urbanização, que buscam controlar o escoamento pluvial junto à fonte onde é gerado, incentivando a redução do volume de escoamento superficial aos valores próximos aos de pré-ocupação, isto é, antes da alteração do uso do solo. Tais métodos devem estar dispostos paisagisticamente em concordância com as funções naturais daquele ecossistema para promover o manejo destas águas. Dessa forma, sua aplicação em grande escala pode trazer melhorias das funções hidrológicas naturais. Alguns dos dispositivos utilizados para promover drenagem sustentável estão apresentados a seguir. (TASSI et al., 2014; URBONAS; STAHRÉ, 1993):

- a) trincheiras de infiltração: Também conhecidas por trincheiras de percolação ou drenantes. São valas estreitas que proporcionam armazenamento por um determinado período de tempo para que posteriormente haja, de maneira gradativa, a infiltração no solo pelo alveo ou pelas paredes;
- b) células de biorretenção: São constituídas por vegetação cultivada em um composto de solo colocado sobre uma camada de cascalho. Este método promove a retenção da água da chuva e do escoamento superficial proveniente de áreas próximas, podendo a mesma se infiltrar gradativamente ao solo ao fim do evento chuvoso. Telhados verdes, jardins de chuva e plantações na rua são variações das células de biorretenção;
- c) pavimentos permeáveis: São superfícies extremamente porosas constituídas por material britado com várias granulometrias, que facilitam a infiltração da água no solo por gravidade.

No entanto, estes métodos que se utilizam de infiltração e percolação de água no solo não devem ser empregados em casos onde o solo tenha baixa permeabilidade; o nível do lençol freático for muito alto; ou quando existir uma camada impermeável de forma a impossibilitar a infiltração. (URBONAS; STAHRÉ, 1993).

### 3.2.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

O conteúdo apresentado a seguir sintetiza algumas vantagens e desvantagens da utilização de telhados verdes e suas camadas de composição. Esta técnica, empregada neste trabalho, foi utilizada não só buscando melhorias em termos de redução de vazão de pico e aumento do tempo de concentração, diminuindo a magnitude de enchentes, mas também buscando incentivar o seu uso através de outros fatores de desempenho, preocupando-se prioritariamente com fatores ambientais.

#### 3.2.1.1 Conforto Térmico

As superfícies do meio urbano são mais quentes e secas. Isso ocorre devido à impermeabilização do solo por materiais de construção, que são retentores de calor (ex: concreto e asfalto), absorvendo a radiação solar, elevando suas temperaturas e ocasionando um fenômeno denominado ilhas de calor urbano. Como a água da chuva tem dificuldade para infiltrar-se no solo, ela acaba escoando superficialmente, não refrescando devidamente o meio urbano e aumentando o risco de enchentes em prolongados períodos de chuva. (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003).

Segundo Tucci (2002), o asfalto, devido à sua cor, possui maior capacidade de absorção da energia proveniente da radiação solar do que as superfícies naturais e de concreto. As estruturas de concreto tendem a escurecer e elevar sua capacidade de absorção de calor com o passar dos anos. Estes fatos combinados com um sistema de drenagem urbana que afasta rapidamente do meio urbano as águas provenientes das chuvas por condutos subterrâneos agrava ainda mais o efeito das ilhas de calor, tendo em vista que este fato impossibilita que a água circulante no meio urbano absorva parte do calor, não participando do balanço energético.

Heneine (2008) afirma que as flutuações de temperatura durante o dia e noite podem causar danos, a longo prazo, aos materiais devido ao estresse, podendo até mesmo abrir caminhos para a água infiltrar a edificação. Abreu (2009) reforça que "(...) os telhados verdes reduzem também os efeitos danosos dos raios ultravioletas e os extremos de temperatura, uma vez que, nesses telhados a temperatura não ultrapassa os 25°C contra 60°C dos telhados convencionais". Outros autores, como Morais e Roriz (2005), também salientam que 60% da irradiação solar é absorvida

pelas plantas, 27% são refletidos para a atmosfera e apenas 13% são transmitidos para a camada inferior. Logo, no caso do telhado verde ocorre uma estabilidade maior no tocante às mudanças de temperatura, pois as plantas absorvem menos radiação solar que os materiais e possuem maior refletância. Assim, a vida útil do telhado verde é maior em comparação ao telhado convencional e a transmissão de calor para o interior da edificação cai consideravelmente.

### 3.2.1.2 Aspectos Financeiros

O custo financeiro do telhado verde é consideravelmente maior quando comparado ao telhado convencional devido a sua necessidade estrutural ser mais robusta ou até mesmo por alguns materiais empregados nas suas camadas de composição também terem um custo mais elevado (ex: impermeabilização com manta asfáltica). Visando aos benefícios que os sistemas sustentáveis trazem ao meio ambiente, os municípios começaram a aplicar incentivos para torná-los mais atrativos financeiramente aos moradores.

Um dos incentivos, em algumas regiões, foi o desconto no imposto sobre propriedade predial e territorial urbana (IPTU), concedido aos moradores que utilizarem práticas sustentáveis como, a exemplo deste estudo, o telhado verde. Em Guarulhos/SP, segundo o Art. 61 da Lei municipal 6.793/2010, a utilização do telhado verde permite a aplicação de 3% de desconto ao proprietário do imóvel no pagamento do IPTU. Em Salvador/BA, esse incentivo é conhecido como **IPTU verde**, onde os moradores recebem desconto por meio de pontuação através das práticas dessas soluções sustentáveis, classificado da seguinte forma:

- a) bronze: 50 a 69 pontos: 5% de desconto;
- b) prata: 70 a 99 pontos: 7% de desconto;
- c) ouro: maior ou igual a 100 pontos: 10% de desconto.

As regras de pontuação foram definidas por meio de decreto, estabelecendo critérios e pontos por cada ação sustentável. (LANÇA, 2018).

Conforme citado anteriormente, os telhados verdes atuam como uma camada redutora de trocas de calor para o interior da edificação que, por consequência, diminuem a necessidade do uso do ar condicionado e trazem uma economia

energética e financeira ao proprietário. Em um estudo de um cenário hipotético em Toronto, no Canadá, com uma cobertura verde de aproximadamente 3.000 m<sup>2</sup>, concluiu-se que o ar condicionado para o aquecimento obteve uma redução no consumo de energia de 10% contra 6% para o resfriamento devido à redução do calor transferido ao ambiente interno (BASS; BASKARAN, 2003).

O sistema verde também pode gerar economia na conta de água por meio de armazenamento da água captada pela chuva para utilização para fins não potáveis como irrigação de jardins, descarga dos aparelhos sanitários, agropecuária, agricultura, entre outros.

### 3.2.1.3 Estrutura de Composição

Existe uma gama variada de aplicações relacionadas ao uso dos telhados verdes, pois essa técnica é limitada às dimensões do espaço em que será executada. Inicialmente, precisa-se definir que tipo de vegetação será cultivada para depois poder classificar o telhado corretamente. Existe uma biodiversidade muito grande, com inúmeras formas e tamanhos, e algumas destas podem ser enquadradas como aptas à aplicação desta técnica compensatória.

Plantas a serem introduzidas em um telhado verde que exigem em média uma camada de substrato de até 15 centímetros de espessura têm seu sistema construtivo denominado de **extensivo**. O sistema extensivo é composto por uma vegetação de pequeno porte, mais resistente às situações climáticas intensas e secas, com uma taxa de crescimento lenta, ou seja, empregará menores esforços e recursos financeiros com manutenção. Os telhados verdes extensivos também não necessitam de um sistema de irrigação, pois a água que permanece retida no substrato até o próximo evento chuvoso deve ser suficiente para satisfazer suas necessidades hídricas. Dedutivamente podemos concluir que este sistema é relativamente mais leve e as cargas empregadas à estrutura que o suporta são consideravelmente menores comparadas ao sistema citado a seguir. (CORREA; GONZALEZ, 2002).

Em sistemas construtivos **intensivos** são utilizadas espécies que necessitam em média de uma camada de substrato de até 90 centímetros de espessura. São regidos por plantas, arbustos de médio porte, podendo suportar até mesmo árvores. Este sistema exige mais complexidade em relação à estrutura que o comportará, visto que sua carga pode ser até cinco vezes maior. Diferentemente do sistema extensivo,

o sistema intensivo necessita de mais cuidados referentes à manutenção. Como este sistema é notadamente mais profundo, requer um sistema de irrigação. Todavia, ele se apresenta como um excelente meio filtrante, podendo essa água drenada ser reutilizada para os próprios fins de irrigação ou para outros meios de utilização de água não potável. (CORREA; GONZALEZ, 2002).

Segundo a *International Green Roof Association* (IGRA, 2018), existem duas principais concepções de um telhado verde: um funcionando como um maravilhoso jardim no terraço com uma vista agradável ao proprietário; o outro, um apaziguador entre o meio urbano e o meio rural, visando um habitat não perturbador para a fauna e a flora dentro dos centros das cidades. A IGRA (2018) utiliza ainda uma terceira forma diferente para caracterizar os telhados verdes: os **semi-intensivos**, adotando os critérios conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios de caracterização de um telhado verde

	<b>Telhado Verde Extensivo</b>	<b>Telhado Verde Semi-intensivo</b>	<b>Telhado Verde Intensivo</b>
Manutenção	Baixa	Periodicamente	Alta
Irrigação	Nenhuma	Periodicamente	Regularmente
Vegetação	Ervas, Gramíneas e Sedum	Gramas, Ervas e Arbustos	Gramado, Perenes, Arbustos e Árvores
Altura do Sistema	60 a 200 mm	120 a 250 mm	150 a 400mm
Peso	60 a 150 kg/m <sup>2</sup>	120 a 200 kg/m <sup>2</sup>	180 a 500 kg/m <sup>2</sup>
Custo	Baixo	Médio	Alto
Uso	Camada de Proteção Ecológica	Telhado Verde Projetado	Parque estilo Jardim

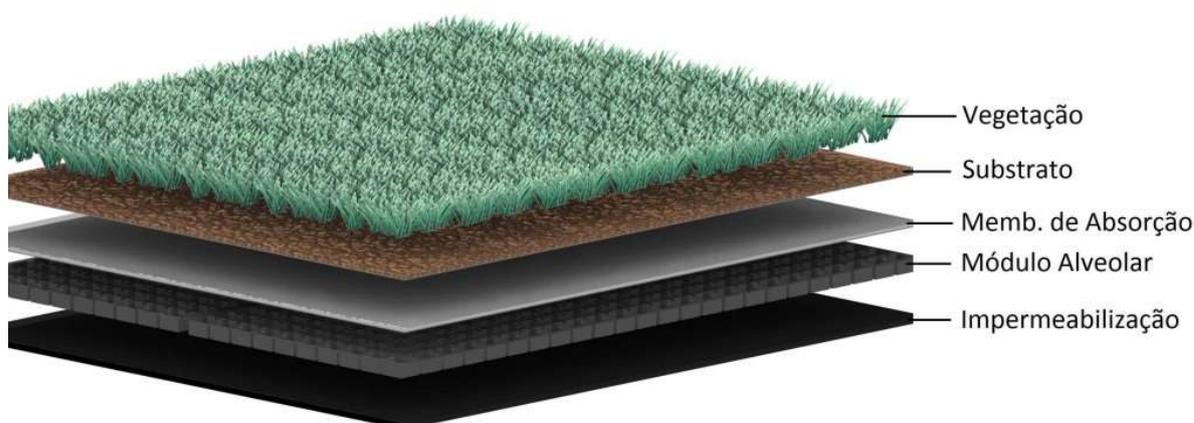
Extraído de: IGRA, 2018 (tradução livre pelo autor)

Ambos os métodos, tanto **intensivos** quanto **extensivos**, podem ter suas águas drenadas para um corpo hídrico receptor, fazendo o reaproveitamento das mesmas e trazendo uma água de maior qualidade para o seu usuário.

É importante ressaltar também que os telhados verdes, independentemente do nível de frequência de manutenção, sempre estarão sujeitos ao crescimento de plantas indesejadas provenientes do transporte das sementes pelos pássaros. Eles armazenam as sementes das frutas ingeridas em seu intestino e, quando defecam sobre o telhado, as próprias fezes servem de adubo para o crescimento das plantas.

As camadas básicas que compõem um telhado verde são demonstradas na Figura 1 e estão descritas nos itens abaixo conforme Tassi et al. (2014).

Figura 1 - Camadas básicas de composição do telhado verde



Fonte: ECO TELHADO (2018).

- a) Vegetação: Serve como um dispositivo que retarda a infiltração da água no substrato, ou sequestra parte dela por meio da evapotranspiração, devolvendo-a para a atmosfera. Por consequência, eleva a capacidade de absorção do solo. Deve-se atentar para a escolha das plantas, observando sempre os fatores climáticos da região.
- b) Substrato: É a camada de solo onde a água fica temporariamente retida, suprimindo a necessidade hídrica das plantas e reduzindo o escoamento superficial, servindo também como elemento fundamental para dar suporte às raízes das plantas e manter sua estrutura de crescimento estável.
- c) Membrana de Absorção ou Geotêxtil: Atua como um divisor de camadas, dividindo o meio orgânico e inorgânico. Também é um importante meio filtrante, impedindo que sujeiras e partículas indesejadas possam reduzir a

capacidade do sistema de transportar a água drenada para um corpo hídrico receptor, por consequência do entupimento das tubulações.

- d) Módulo Alveolar ou Camada de Drenagem: Essa camada é de extrema importância para evitar que o substrato permaneça saturado, recebendo mais água do que o necessário. Como os telhados verdes em geral são construídos na horizontal, em períodos de seca, a água que fica retida nessa camada ajuda a suprir a necessidade hídrica das plantas.
- e) Impermeabilização: É a camada que impede que a água proveniente da drenagem infiltre em outros elementos da estrutura. Geralmente são constituídas de hidrorrepelentes ou manta asfáltica.

É recomendável executar também uma camada protetora sobre a impermeabilização e aplicar um produto antirraízes para evitar que a propagação das mesmas possa danificar a manta impermeabilizada, comprometendo sua funcionalidade e, conseqüentemente, ocasionando manifestações patológicas na edificação.

#### 3.2.1.4 Conforto Acústico

O conforto acústico é de grande importância para os grandes centros urbanos onde o grau de ruídos é maior, ocasionando aumento da poluição sonora. O fator ruído está associado ao desconforto do usuário, podendo trazer problemas à saúde do ser humano, como por exemplo distúrbios do sono, estresse, hipertensão etc. Estes fatores podem acarretar condições mais profundas, como problemas cardíacos e danos auditivos. (LAGSTRÖM, 2004).

A cobertura verde, por sua vez, funciona como uma ótima alternativa para isolamento acústico, sendo o ruído amortecido pela camada de terra pelo processo de absorção, que consiste em transformar a energia do som em energia de movimento. Em telhados verdes extensivos com uma camada de terra de até 12cm, a capacidade de absorção do ruído pode atingir até 40 decibéis, e para telhados semi-intensivos de até 20cm de espessura, pode chegar até 46 decibéis. (MINKE, 2004). Portanto, quanto maior for a espessura do sistema, mais efetivo ele será, sendo o telhado intensivo o mais eficaz devido à sua espessa e irregular camada vegetal que

acaba por criar uma barreira de obstáculos, ajudando a dissipar a energia sonora, dificultando a propagação do som. (MOROMIZATO et al., 2016).

### 3.2.1.5 Aspectos Ambientais

Conforme citado anteriormente, existem diversos tipos e tamanhos de plantas, com diferentes crescimentos de raízes e ramificações. Logo, podemos concluir que os cuidados e as manutenções de cada espécie serão diferentes, podendo ser mais ou menos trabalhosos. Se os devidos cuidados com a espécie em questão não forem tomados, a mesma poderá morrer, gerando custos extraordinários com o plantio de novos espécimes.

Neste tópico estão apresentados exemplos de algumas espécies populares de plantas que podem ser inseridas em sistema regido por um telhado verde e seus respectivos cuidados e manutenções, conforme relação abaixo, fornecida pela empresa Eco Telhado:

- a) Grama Esmeralda. Nome científico: *Zoysia japonica*. De origem asiática, cresce em média menos de 15 centímetros e necessita de sol pleno, perene e com pouca manutenção.
- b) Grama São Carlos. Nome científico: *Axonopus compressus*. De origem brasileira, cresce em média até 15 centímetros e necessita de meia sombra/sol pleno e regas frequentes. Não tolera secas.
- c) Dinheiro em Penca. Nome científico: *Callisia repens*. Originário das Américas Central e do Sul, cresce em média até 25 centímetros de altura e necessita de regas frequentes sem encharcamento.
- d) Clúsia. Nome científico: *Clusia fluminensis*. De origem nativa brasileira, cresce até 6 metros de altura e necessita de regas frequentes sem encharcamento.
- e) Grama Amendoim. Nome científico: *Arachis repens*. De origem brasileira, cresce em média até 30 centímetros e necessita de sol pleno, perene. Dispensa as podas periódicas e não é resistente ao pisoteio. Tolerar secas mas não resiste à geada.

- f) Vedélia. Nome científico: *Sphagneticola trilobata*. De origem nativa brasileira, cresce em média até 30 centímetros e necessita de meia sombra/sol pleno, perene. Tolerante a secas e encharcamento.
- g) Lambari Roxo. Nome científico: *Tradescantia zebrina purpurii*. De origem mexicana, cresce em média até 20 centímetros de altura e necessita de regas frequentes, sem encharcamento.
- h) Alho Social. Nome científico: *Tulbaghia violacea*. Originário da África do Sul, cresce em média até 60 centímetros, perene, necessita de regas regulares sem encharcamento. É uma planta comestível.
- i) Aspargo. Nome científico: *Asparagus densiflorus sprengeri*. De origem africana, cresce em média até 60cm, perene, necessita de rega frequente sem encharcamento. Tolerante ao frio.
- j) Bulbine. Nome científico: *Bulbine frutescens*. De origem africana, cresce em média até 60 centímetros de altura, perene, necessita de rega frequente sem encharcamento.
- k) Clorofito. Nome científico: *Chlorophytum comosum*. De origem africana, cresce em média até 30 centímetros, perene, necessita de regas frequentes sem encharcamento.
- l) Boldinho. Nome científico: *Plectranthus neochilus*. Originário do Mediterrâneo, cresce em média até 90 centímetros, é composto por folhas aveludadas e produz flores azuladas. É muito resistente e desenvolve-se melhor a pleno sol.
- m) Lantana: Nome científico: *Lantana camara*. Originária das Américas Central e do Sul, cresce até 1,2 metros, perene, necessita de regas frequentes sem encharcamento. Tolerante ao frio.
- n) Lambari. Nome científico: *Tradescantia zebrina*. De origem mexicana, cresce em média até 40 centímetros e necessita de regas frequentes e sem encharcamento.
- o) Capuchinha. Nome científico: *Tropaeolum majus*. Originária da América do Sul, cresce em média até 30 centímetros, necessita de regas frequentes e é uma planta comestível.
- p) Verbena. Nome científico: *Verbena hybrida*. Originária da América do Sul, cresce em média até 30 centímetros, necessita de sol pleno e regas regulares sem encharcamento.

As plantas, quando expostas a condições climáticas de pouca chuva, não conseguem realizar devidamente o processo de evapotranspiração. Isso ocorre em função de as mesmas apresentarem uma redução quantitativa de folhas em seu desenvolvimento devido à falta de água. Essa deficiência hídrica relacionada ao clima também ocasiona redução no tamanho das folhas, gerando perda da área de transpiração do sistema. Como consequência da redução da quantidade de folhas, ocorre maior exposição do substrato ao sol, havendo evaporação direta, aumentando ainda mais a escassez hídrica e elevando sua taxa de mortalidade. Portanto, o processo seletivo de espécimes para aplicação em um telhado verde deve ser estudado a fim de evitar sua mortalidade e manutenção indesejada. (TASSINARI et al., 2013).

Os telhados verdes há algum tempo já vêm sendo utilizados em países como Alemanha, Suíça e Áustria, sendo pauta de muitas pesquisas e estudos. No Brasil, esta técnica foi desprezada por muitos anos, ficando evidente a importância de trazer novas tecnologias estrangeiras para adaptar esta técnica ao clima local do país.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos compõe a Bacia Hidrográfica do Guaíba (Figura 2) e é formada por 32 municípios.

Figura 2 - Bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul



Fonte: SEMA (2002).

Com uma área de 3.693 km<sup>2</sup>, atinge uma população estimada de 1.353.803 habitantes. (PLANGEA, 2002). O volume de precipitação média anual da bacia é aproximadamente 1.600 milímetros, sendo seu curso hídrico principal o Rio dos Sinos, com aproximados 190 km de extensão. Este rio funciona como um receptor de contribuições hídricas, tendo uma rede de drenagem de aproximadamente 3.471 km, possuindo três tipos diferentes de trechos (COMITESINOS, 2018):

- a) Superior: Região da nascente da bacia, primeiros 25 km de extensão, entre as cotas 600 e 60 m onde o fluxo do rio é bastante rápido e encachoeirado, percorrendo os municípios de Caraá, Santo Antônio da Patrulha e Taquara.
- b) Médio: Com 125 km de extensão, entre as cotas 60 e 5 m, onde o rio se desloca normalmente, percorrendo os municípios de Parobé, Sapiranga, Novo Hamburgo, Campo Bom, São Leopoldo e Portão;
- c) Inferior: Com 50 km de extensão e declividade praticamente nula, apresentando um escoamento muito lento, percorrendo os municípios de Sapucaia do Sul, Nova Santa Rita, Esteio e Canoas, onde deságua então em sua foz.

As suas principais nascentes se encontram nos morros do município de Caraá, na serra geral, a cerca de 600 metros de altitude, correndo no sentido leste-oeste, até a cidade de São Leopoldo, onde muda para direção norte-sul, desaguando no delta do rio Jacuí, tendo como seus principais afluentes o rio Rolante e o rio Paranhana, além de diversos arroios. (COMITESINOS, 2018).

Segundo o Plano Municipal de Gestão Ambiental (PLANGEA, 2002), o município também está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Figura 3), sendo cortado pelo rio em sua parte inferior, na planície, justificando sua grande área de banhados. A cota do fundo de alguns banhados situa-se em nível inferior ao do mar, estando o centro da cidade 6 metros acima do mesmo. As condições climáticas da região apresentam mudanças muito bruscas, gerando oscilações de temperatura ao longo do ano devido a sua posição geográfica situar-se entre a influência das massas de ar tropical quente e úmido e das massas de ar polar frio e seco, ou seja, é atingido constantemente por frentes frias e também quentes.

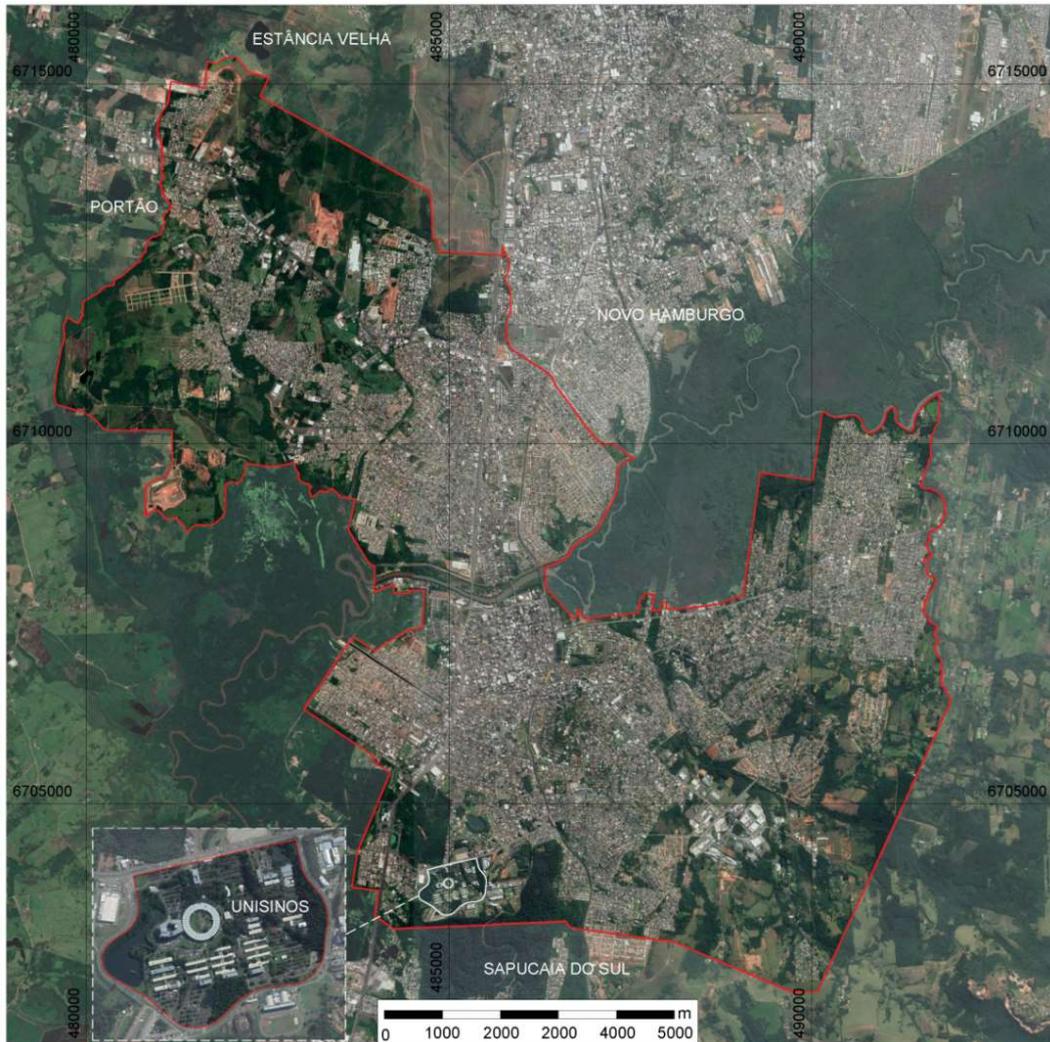
Figura 3 - Bacia hidrográfica do Rio dos Sinos



Fonte: PLANGEA (2011).

Á área de estudo está localizada no município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul (Figura 4), dentro do campus da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Figura 4 - Localização do município de São Leopoldo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Com uma área de 102,738 km<sup>2</sup> (IBGE, 2017), a cidade situa-se na região metropolitana de Porto Alegre, fazendo divisa com os municípios de Novo Hamburgo, Estância Velha, Sapucaia do Sul e Portão. A população estimada é de 234.947 pessoas. (IBGE, 2018). Utilizando estes dados mais recentes, podemos fazer uma estimativa da densidade demográfica mais próxima da realidade, obtida através da razão entre a população e a área, resultando em 2.286,8 habitantes por quilômetro quadrado.

Á área escolhida para realizar este trabalho é a área que abrange os prédios do “centro C” das engenharias da UNISINOS, conforme marcação feita na Figura 5.

Figura 5 - Centro C do campus da Unisinos

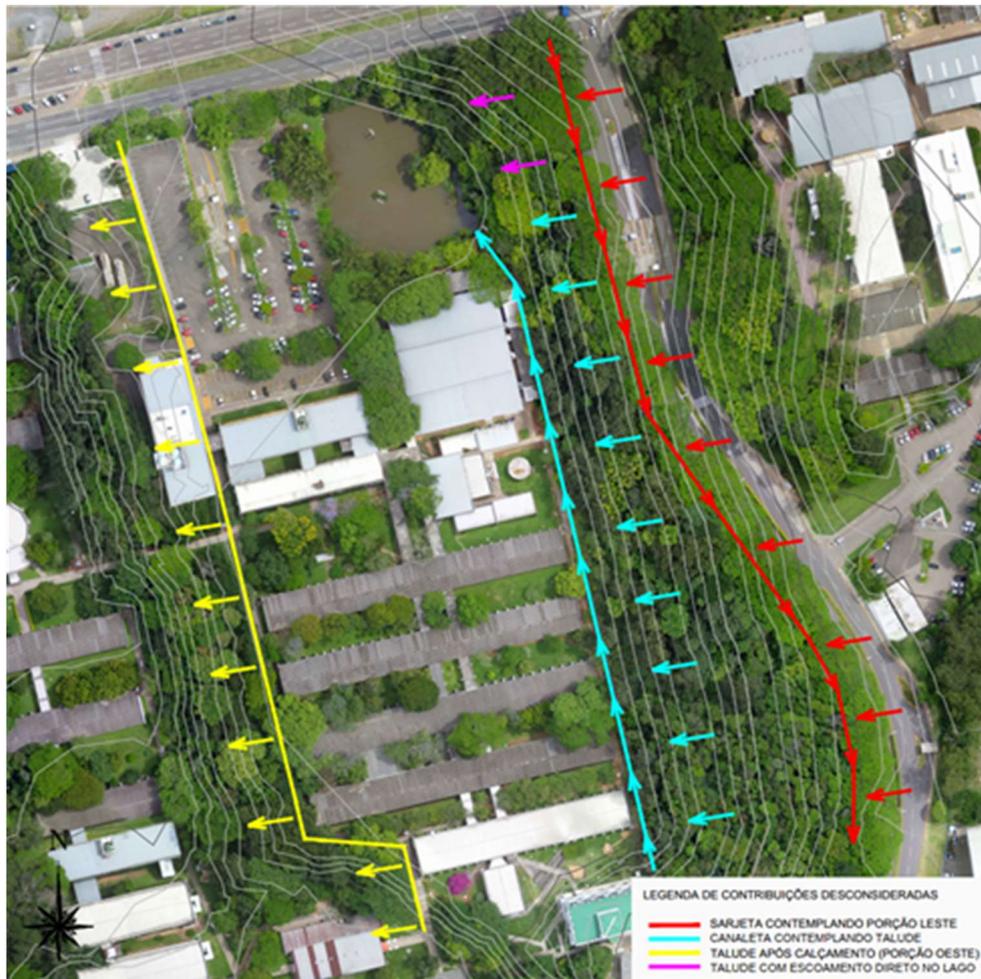


Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4.2 CONSIDERAÇÕES DE PROJETO

Para realização do trabalho foram adotadas algumas premissas de projeto representadas na Figura 6, conforme segue:

Figura 6 - Premissas de projeto



Fonte: Elaborada pelo autor.

- a) A contribuição a montante da rua destacada na cor vermelha está sendo drenada através de sarjetas em direção sul, não fazendo parte do dimensionamento da área de estudo.
- b) as contribuições ao oeste e ao sul destacadas na cor amarela estão sendo drenadas conforme indicado, com base na topografia disponibilizada pela universidade, sendo a calçada existente o limite da área de estudo.
- c) a contribuição a jusante da rua destacada na cor ciano está sendo drenada para uma calha coletora conforme vistoria no local, sendo seu exutório o lago do centro C do campus da universidade (Foto 1).

Foto 1 - Exutório da calha coletora



Fonte: Elaborado pelo autor.

- d) a contribuição a jusante da rua destacada que não está sendo drenada pela calha coletora está escoando diretamente para o lago, não fazendo parte do dimensionamento.
- e) para este estudo não foram dimensionadas as bocas de lobo e sarjetas, tendo em vista que o objetivo principal do trabalho é a comparação do hidrograma final escoado entre cenários com telhados convencionais e com telhados verdes. Assim, a área de estudo é aquela apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Área de contribuição pluvial



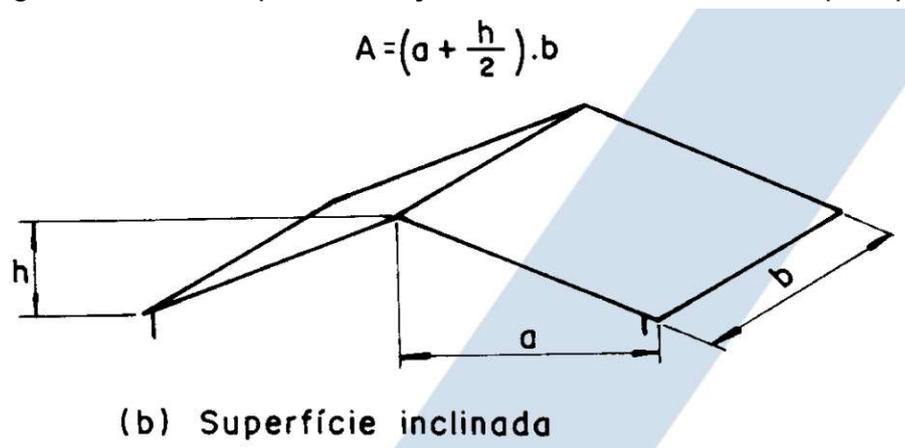
Fonte: Elaborada pelo autor

- f) a precipitação da região foi obtida através de uma IDF adaptada à cidade de São Leopoldo.
- g) os diâmetros comerciais adotados na rede principal foram extraídos de um catálogo comercial apresentado no anexo F.
- h) as inclinações, diâmetros e outras informações pertinentes ao desenvolvimento dos cálculos estão apresentadas em memória de cálculo planilhada e projetos em anexo.
- i) as dimensões das estruturas de drenagem e seus meios de condução foram aproximadas às existentes conforme vistoriado in loco.
- j) a velocidade mínima admitida pelas redes secundárias (0,4 m/s) se dará abaixo da mínima admitida pelo manual de drenagem urbana de Porto Alegre (0,8 m/s) em função da área de estudo ser muito plana, evitando o

aprofundamento excessivo da rede, fato este que poderá gerar custos extras de execução.

- k) o critério adotado para condutores verticais foi de no mínimo dois por telhado, com exceção dos telhados A5 e A6 do C09 conforme indicado em projeto em anexo.
- l) foram utilizados condutores verticais nos sistemas de drenagem de instalações prediais pluviais apenas de 75 mm afim de melhor visualizar e avaliar a redução quantitativa dos mesmos quando comparados os cenários com telhados convencionais e com telhados verdes.
- m) o traçado da rede de microdrenagem proposto regido por telhados convencionais também foi utilizado para a rede com telhados verdes a fim de simplificar os cálculos, tendo em vista que esta consideração é necessária à metodologia analítica comparativa aqui proposta.
- n) como não foi possível medir o comprimento dos pendurais dos telhados no campo e não havia nenhum projeto disponível, adotou-se para o valor de “h” na equação da área de contribuição para superfícies inclinadas, mostrada Figura 8, conforme ABNT (1989), 10% do valor de “a”. Ou seja, considerou-se uma declividade média de 10% para os telhados.

Figura 8 - Fórmula para obtenção da área de influência da precipitação



Fonte: ABNT NBR 10844/1989, Item 5.3.1

### 4.3 DADOS DISPONÍVEIS

Para a apresentação e análise inicial da área proposta para o estudo de caso, foram utilizadas imagens de satélite (Google Earth, 2017), possibilitando a elaboração de mapa de situação e localização.

A planta geral da bacia contribuinte, juntamente com a localização da área de drenagem, foi obtida através do Plano Municipal de Gestão Ambiental do município de São Leopoldo.

As plantas planialtimétricas, acrescidas dos arquivos de aerofotogrametria da área do projeto, foram fornecidas pela gerência de manutenção e infraestrutura (GSMI) da UNISINOS, possibilitando o cálculo de porcentagem de área impermeável. Como as plantas não possuíam cotas, as mesmas foram extraídas e aproximadas através do Google Earth, sendo necessário um levantamento planialtimétrico detalhado do local para projeto e implantação de obras de engenharia.

O tipo de ocupação das áreas construídas e a ocupação do solo nas áreas não urbanizadas foram visualizados através de visita ao campus da Universidade e aerofotogrametria.

### 4.4 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento dos sistemas de drenagem se divide, basicamente, em duas partes: hidrologia e hidráulica. A hidrologia para microdrenagem se resume ao método racional, enquanto que a hidráulica se resume ao cálculo de canais (condutos com o escoamento livre e calhas) e vertedores (condutores verticais).

A seguir, estão apresentadas as metodologias empregadas para estes fins.

#### **4.4.1 Método Racional**

A primeira exibição do método racional é datada de 1851 pelo engenheiro irlandês Mulvaney, sendo completamente desmerecida até o ano de 1889, onde o engenheiro Emil Kuichling fez sua utilização nomeando-a de fórmula racional. É um método indireto que estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial. Esta equação é utilizada para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. Em outros países, o método racional pode ser

usado com um nome diferente, como por exemplo na Inglaterra, onde o método é conhecido como método de Lloyd-Davies. Este método é largamente utilizado para determinação das vazões máximas de projeto para redes de drenagem urbana, sendo exclusivamente aplicado em bacias com uma área de drenagem de até 3km<sup>2</sup> (300ha) por causa da sua superestimação nas vazões de deflúvio. Entretanto, esta metodologia foi bem aceita na engenharia devido a sua simplicidade, trazendo resultados satisfatórios sob determinadas condições nas quais sua aplicabilidade é aceita. Para aplicação deste método, devemos atentar para seus princípios básicos, sendo eles:

- a) toda a bacia contribui com o escoamento superficial e é por isso que o tempo de duração da precipitação máxima deve ser igual ao tempo de concentração da bacia;
- b) a chuva é distribuída uniformemente sobre toda a área da bacia;
- c) todas as perdas estão incorporadas ao coeficiente de escoamento superficial, estimado com base nas características da bacia. (TOMAZ, 2002).

Para calcular a vazão de pico, considerando uma área de estudo, devemos aplicar a equação (1).

$$Q = 2,78. C. i. A \quad (1)$$

Sendo:

Q = Vazão de pico em L/s;

C = Coeficiente de escoamento superficial, variando de 0 a 1;

i = Intensidade média da precipitação em mm/h obtida através da equação intensidade, duração e frequência (IDF) da região ou proximidades;

A = Área da bacia em hectares.

A seguir, são apresentados os parâmetros necessários à aplicação do Método Racional.

#### 4.4.1.1 Coeficiente de Escoamento Superficial

Ainda segundo Tomaz (2002), o coeficiente “C”, coeficiente de escoamento superficial também é intitulado coeficiente de *runoff* ou coeficiente de deflúvio. Este coeficiente pode variar de 0 a 1, sendo 1 uma superfície totalmente impermeabilizada,

havendo pouca ou quase nenhuma chance de a água infiltrar. A escolha de um valor para este coeficiente depende de diversos fatores físicos associados à bacia hidrográfica, como o tipo de solo, por exemplo, podendo este ser mais ou menos permeável devido às variações no seu grau de compactação, como a porosidade, vegetação, declividade, irregularidades onde a água possa ficar retida, evaporação e evapotranspiração. Outro fator importante para a definição deste coeficiente é a ocupação do solo. Em regiões com uma grande densidade de construções, este coeficiente tende a ser mais elevado, portanto deve-se observar os percentuais de área verde e de área rural em uma dada seção de estudo a fim de se estipular o coeficiente mais adequado para situação.

Tucci (1995) destaca que, em casos onde a bacia apresenta características muito distintas, pode-se admitir um coeficiente válido para toda bacia utilizando uma média ponderada para os diversos valores de “C” estipulados em cada ocupação específica do solo e tipo de pavimento, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Valores do coeficiente de escoamento superficial

<b>Superfície</b>	<b>Valores</b>
<b>Pavimento</b>	
Asfalto	0,70 - 0,95
Calçadas	0,75 - 0,85
Telhado	0,75 - 0,95
<b>Gramma, solo pesado</b>	
Plano (declividade 2%)	0,13 - 0,17

Fonte: Manual de drenagem urbana de Porto Alegre, Vol. VI (2005)

#### 4.4.1.2 Intensidade Média da Precipitação

Para obtenção da intensidade de chuva utilizou-se a equação IDF (intensidade-duração-frequência) adaptada para a cidade de São Leopoldo, conforme apresenta Oliveira (2017, p. 56). Para tempo de retorno igual a 5 anos, a equação para o cálculo da intensidade de chuva é apresentada na equação (2), relacionando intensidade e duração da chuva, apenas.

$$I = 298,63 \cdot t^{-0,627} \quad (2)$$

Sendo:

$t$  = duração da chuva: como simplificação do Método Racional, é tomado como sendo igual ao tempo de concentração, que é o tempo, em minutos, que leva para que toda a área de contribuição atingida pela chuva passe a fazer parte do escoamento da seção de estudo. Para este trabalho, adotou-se o tempo de concentração de 5 minutos para o cálculo da precipitação nas coberturas, conforme o item 5.1.3 da NBR 10844/1989 (ABNT, 1989).

Para fins de cálculo, o tempo de retorno (TR) foi definido através do item 5.1.2 da NBR 10844/1989 de instalações prediais de águas pluviais, que estabelece TR = 5 anos para coberturas e/ou terraços.

#### 4.4.1.3 Área de Contribuição

Para o sistema de instalações prediais pluviais a área de contribuição varia conforme o tipo de telhado e a inclinação de suas águas. Para este trabalho foram considerados telhados de duas águas e sua área contribuinte foi calculada conforme a Figura 8. Para o sistema de microdrenagem foi considerada a área em planta baixa.

### 4.4.2 Dimensionamento do Sistema de Instalações Prediais Pluviais

Para o cálculo da vazão de projeto, foi utilizado o Método Racional. Adotou-se o coeficiente de escoamento superficial para o telhado verde igual a 0,25 conforme estabelecido por Tassi et al. (2014) para um telhado com inclinação de 1%, e coeficiente de escoamento igual a 1,0 para o cenário com telhado convencional, conforme ABNT (1989). Tendo em vista que a norma de instalações prediais é datada de 1989 e considera que o coeficiente de escoamento é igual a uma unidade ( $C=1$ ), apenas, esta norma necessita atualização, de forma a contemplar valores para o coeficiente de escoamento aplicáveis ao dimensionamento de sistemas coletores de águas pluviais regidos por telhados verdes.

#### 4.4.2.1 Calhas

Após o cálculo das áreas de contribuição, foi calculada a vazão de contribuição às diversas estruturas hidráulicas. As estruturas que primeiro conduzem o

escoamento gerado pelas coberturas são as calhas. O seu dimensionamento é feito através da fórmula de Manning-Strickler, conforme equação (3), apresentada na NBR10844/1989 (ABNT, 1989):

$$Q = 60000 \cdot \frac{S}{n} \cdot Rh^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (3)$$

Sendo:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

S = Área da seção molhada, em m<sup>2</sup>;

n= coeficiente de rugosidade; para este caso, foi adotado 0,011 para calhas de beiral em plástico, fibrocimento, aço ou metais não-ferrosos, e 0,013 para vigas calha em concreto não alisado, conforme Tabela 2;

Rh = Raio hidráulico, em m;

i = declividade da calha de beiral, em m/m; para este caso, foi adotado o valor mínimo estabelecido pela NBR10844/1989 (ABNT, 1989) igual a 0,5% ou, 0,005m/m, salvo casos excepcionais onde a área de contribuição se faz elevada, e a declividade deva ser acentuada para evitar que a lâmina de água na mesma não supere seu raio em calhas semicirculares.

Tabela 2 - Valores de coeficientes de rugosidade de Manning

<b>Material</b>	<b><u>n</u></b>
plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
cerâmica, concreto não alisado	0,013
Canais Revestidos: Pré-moldado com bom acabamento	0,011 - 0,014

Fonte: NBR 10844/1989; PMPA (2005).

A calha coletora para este sistema foi projetada em seção semicircular com chapas de aço galvanizado e/ou PVC rígido, conforme NBR 7005/1981 - Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo sem contínuo de imersão a quente (ABNT, 1981).

#### 4.4.2.2 Condutores Verticais

Os condutores verticais serão projetados em PVC rígido, conforme NBR 10843/1988 (Tubos de PVC rígido para instalações prediais de águas pluviais). O dimensionamento será feito a partir da equação (4):

$$Q = K.L.h^n \quad (4)$$

Sendo:

Q = Vazão de projeto no conduto em m<sup>3</sup>/s;

K = Variável conforme diâmetro do tubo determinado experimentalmente conforme Tabela 3;

L = Perímetro da circunferência em metros;

h = Altura da lâmina d'água no condutor, em metros, como incógnita;

n = 1,42, determinado experimentalmente e adimensional.

Tabela 3 - Valores de K em condutores verticais  
Valores de Diâmetro Externo em Metros

	<b><u>K</u></b>
0,175	1,435
0,250	1,440
0,350	1,455
0,500	1,465
0,700	1,515

Fonte: NETTO (2005, p. 97).

A partir do conhecimento da altura da lâmina d'água na calha, foi calculada a lâmina no condutor vertical através de um diâmetro arbitrado, caso o diâmetro adotado resulte em uma altura de lâmina no condutor vertical inferior à altura da lâmina na calha, o mesmo pode ser considerado válido, adotando sempre diâmetros comerciais. (NETTO, 1998). Para este trabalho, foram utilizados diâmetros de 75mm, considerando K = 1,515.

#### 4.4.2.3 Condutores Horizontais

O traçado foi feito a partir das condições naturais de escoamento superficial do terreno, baseado na topografia do local e nos projetos planialtimétricos fornecidos. Para dimensionamento dos condutores horizontais, foi adotada tubulação de seção circular em concreto armado enterrada e com lâmina de escoamento à seção plena, conforme o manual de drenagem urbana de Porto Alegre (2005), prevendo caixas de inspeção de 20 em 20 metros, em mudanças de direção, em mudanças de diâmetro

ou conforme necessidade devido à chegada de outros tubos na linha principal. Para definição do diâmetro, foi utilizada a Equação (3) de Manning-Strickler, deduzindo uma expressão para o diâmetro conforme a equação (6), considerando  $n=0,013$  conforme Tabela 2.

#### **4.4.3 Dimensionamento do Sistema de Microdrenagem com Telhado Convencional**

O projeto da rede de microdrenagem seguiu os mesmos passos tanto para o cenário com telhado convencional, quanto para o cenário com telhado verde, sendo realizado o traçado da rede de drenagem pluvial obedecendo os seguintes critérios previstos no manual de drenagem de Porto Alegre (PMPA, 2005):

- a) Poços de visita: previstos para atender toda e qualquer mudança de direção, diâmetro ou declividade à conexão das bocas-de-lobo, ao cruzamento dos diversos trechos e à distância máxima admissível, sendo seu espaçamento máximo recomendado de 50m.
- b) Galerias circulares: o diâmetro mínimo das galerias de seção circular deve ser de 0,30m e as mesmas devem ser projetadas para funcionamento a seção plena com a vazão de projeto. A velocidade máxima admissível para tubos de concreto é de 4,0 m/s e a mínima é de 0,8m/s.

A partir da vazão calculada para a seção de estudo, foi feito o dimensionamento da rede coletora principal. Este cálculo depende do coeficiente de rugosidade e do tipo de galeria a ser empregado, que, neste caso, será uma galeria de concreto de seção circular pré-moldada com bom acabamento, sendo o coeficiente utilizado igual a 0,013 conforme Tabela 2.

Com o tempo de retorno (5 anos) e de concentração (5 minutos) adotados, foi feito o cálculo da intensidade de precipitação através da equação (2), que relaciona intensidade, duração e frequência das chuvas em São Leopoldo.

Em seguida, foi definido o coeficiente de escoamento superficial através de uma ponderação que contempla as diferentes superfícies de uso do solo e do pavimento (Tabela 1), sendo adotado  $C=0,95$  para telhados e asfalto;  $C=0,85$  para calçadas e  $C=0,17$  para gramados.

Seguindo o dimensionamento hidráulico utilizando a equação (5) da continuidade, foi substituído o raio hidráulico por  $D/4$  (seção plena), deduzindo assim

a equação (6) para a estimativa do diâmetro necessário para escoamento com seção plena:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4n} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (5)$$

$$D = 1,55 \cdot \left(\frac{Q \cdot n}{S^{1/2}}\right)^{3/8} \quad (6)$$

De posse da equação para calcular o diâmetro, foi aplicado o método racional para o cálculo da vazão a ser inserida na mesma e, através do projeto planialtimétrico, foi adotada uma declividade S.

Como trabalhamos com diâmetros comerciais, o diâmetro adotado será um diâmetro comercial maior do que o diâmetro calculado. Assim, deve-se calcular a lâmina percentual ( $y/D$ ), da qual resulta um raio hidráulico real e a velocidade efetiva de escoamento no conduto. Estes parâmetros podem ser obtidos a partir de tabelas, conforme Tabela 4, através da determinação do fator hidráulico pela equação (7):

$$Fh = \frac{Q \cdot n}{D^{8/3} \cdot S^{1/2}} \quad (7)$$

Tabela 4 - Relações para fator hidráulico de seções circulares

FH de 0.001 a 0.080			FH de 0.081 a 0.250			FH de 0.251 a 0.333		
FH	RH/D	h/D	FH	RH/D	h/D	FH	RH/D	h/D
0.0001	0.0066	0.01	0.0820	0.1935	0.35	0.2511	0.2933	0.68
0.0002	0.0132	0.02	0.0864	0.1978	0.36	0.2560	0.2948	0.69
0.0005	0.0197	0.03	0.0910	0.2020	0.37	0.2610	0.2962	0.70
0.0009	0.0262	0.04	0.0956	0.2062	0.38	0.2658	0.2975	0.71
0.0015	0.0326	0.05	0.1003	0.2102	0.39	0.2705	0.2988	0.72
0.0022	0.0389	0.06	0.1050	0.2142	0.40	0.2752	0.2998	0.73
0.0031	0.0451	0.07	0.1099	0.2182	0.41	0.2798	0.3008	0.74
0.0041	0.0513	0.08	0.1148	0.2220	0.42	0.2842	0.3017	0.75
0.0052	0.0575	0.09	0.1197	0.2258	0.43	0.2886	0.3024	0.76
0.0065	0.0635	0.10	0.1248	0.2295	0.44	0.2928	0.3031	0.77
0.0080	0.0695	0.11	0.1298	0.2331	0.45	0.2969	0.3036	0.78
0.0095	0.0755	0.12	0.1350	0.2366	0.46	0.3009	0.3040	0.79
0.0113	0.0813	0.13	0.1401	0.2401	0.47	0.3047	0.3042	0.80
0.0131	0.0871	0.14	0.1453	0.2435	0.48	0.3083	0.3043	0.81
0.0152	0.0929	0.15	0.1506	0.2468	0.49	0.3118	0.3043	0.82
0.0173	0.0986	0.16	0.1558	0.2500	0.50	0.3151	0.3041	0.83
0.0196	0.1042	0.17	0.1612	0.2531	0.51	0.3183	0.3038	0.84
0.0220	0.1097	0.18	0.1665	0.2562	0.52	0.3212	0.3033	0.85
0.0246	0.1152	0.19	0.1718	0.2592	0.53	0.3239	0.3026	0.86
0.0273	0.1206	0.20	0.1772	0.2621	0.54	0.3264	0.3018	0.87
0.0301	0.1259	0.21	0.1826	0.2649	0.55	0.3286	0.3007	0.88
0.0331	0.1312	0.22	0.1879	0.2676	0.56	0.3305	0.2995	0.89
0.0362	0.1364	0.23	0.1933	0.2703	0.57	0.3322	0.2980	0.90
0.0394	0.1416	0.24	0.1987	0.2728	0.58	0.3335	0.2963	0.91
0.0427	0.1466	0.25	0.2041	0.2753	0.59	0.3345	0.2944	0.92
0.0461	0.1516	0.26	0.2094	0.2776	0.60	0.3351	0.2921	0.93
0.0497	0.1566	0.27	0.2147	0.2799	0.61	0.3353	0.2895	0.94
0.0534	0.1614	0.28	0.2200	0.2821	0.62	0.3349	0.2865	0.95
0.0572	0.1662	0.29	0.2253	0.2842	0.63	0.3339	0.2829	0.96
0.0610	0.1709	0.30	0.2306	0.2862	0.64	0.3222	0.2787	0.97
0.0650	0.1756	0.31	0.2388	0.2882	0.65	0.3294	0.2735	0.98
0.0691	0.1802	0.32	0.2409	0.2899	0.66	0.3248	0.2666	0.99
0.0733	0.1847	0.33	0.2460	0.2917	0.67	0.3117	0.2500	1.00
0.0776	0.1891	0.34						

Fonte: PMPA (2005).

Utilizando a equação (3), de Mannin-Strickler, e substituindo-se  $Q=v/A$  (a partir da equação da continuidade), pode-se estimar a velocidade de cada trecho pela equação (8) (PMPA, 2005):

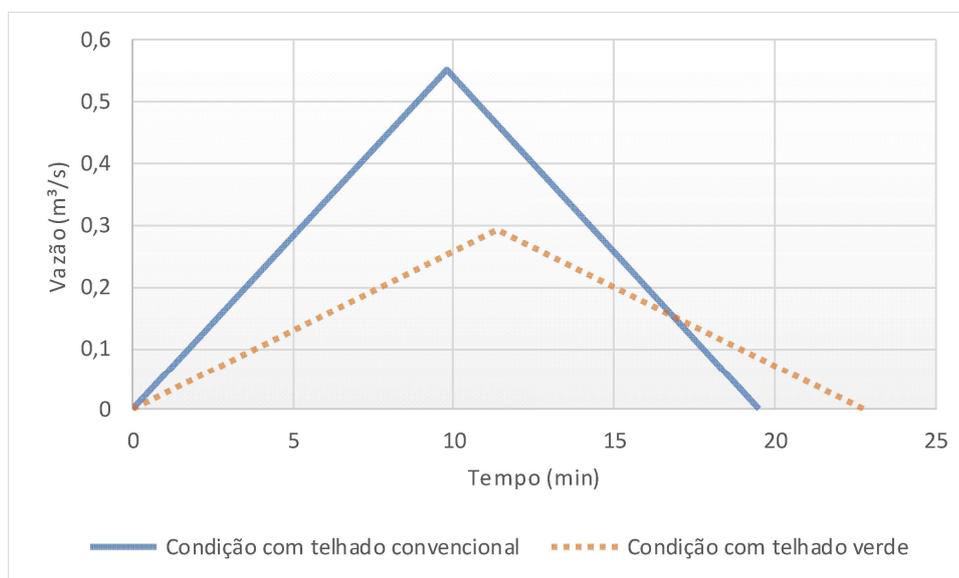
$$v = \frac{Rh^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad (8)$$

Após a obtenção da velocidade de transporte da água em um trecho, foi possível calcular o tempo de deslocamento da água no trecho ( $t_e$ ), o qual deve ser acrescido ao tempo de concentração para o cálculo da vazão do trecho subsequente.

Com as vazões de pico definidas, os hidrogramas foram calculados considerando que os tempos de pico e recessão são iguais aos tempos de concentração, quando a duração da chuva equivale ao tempo de concentração. Nos

casos onde a duração do evento é superior ao tempo de concentração, o hidrograma da Figura 9 na condição com telhado convencional e na condição com o telhado verde. (DRUMMOND; MOURA; COELHO 2018).

Figura 9 - Hidrograma de cheia



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS

Para melhor avaliar os efeitos econômicos da utilização do telhado verde comparado ao telhado convencional, foi realizado um orçamento estimado para os condutores horizontais do sistema de microdrenagem.

##### 4.4.1 SINAPI

Para estimativa do custo dos sistemas de drenagem supracitados foi utilizado como base o Sistema Nacional de Preços e Índices para Construção Civil (SINAPI) não desonerado (considerando encargos sociais para os serviços), elaborado pela Caixa Econômica Federal (CEF). Este sistema é atualizado periodicamente e possui valores de insumos, mão de obra e até mesmo de composições pré-estabelecidas mediante o atual cenário praticado na construção civil e servindo, inclusive, como norte para licitações públicas e orçamentos privados, sendo a data base utilizada para este trabalho de setembro de 2018. Este sistema não considera o *Budget Difference*

*Income* (BDI) ou, traduzido para o português, *Benefícios e Despesas Indiretas*. O BDI é basicamente uma taxa percentual aplicada ao custo de uma obra, ou de fornecimento de material ou equipamento, a fim de considerar o lucro do construtor, despesas indiretas, tributação de operação, eventuais riscos e custos de comercialização, podendo haver diferentes taxas em se tratando de material e mão de obra.

Para se obter uma estimativa de redução de custos de um sistema construtivo regido por telhados verdes e por telhados convencionais foi elaborado um breve orçamento considerando alguns dos serviços necessários para execução das redes de microdrenagem. Os volumes e quantitativos dos serviços foram calculados conforme apresentado abaixo:

- a) Volume escavado: foi calculado com base nas larguras de valas estabelecidas pelo caderno de encargos do Departamento de Esgoto Pluvial (DEP) de Porto Alegre, multiplicadas pelo comprimento da rede e, posteriormente, pela profundidade indicada para seus respectivos diâmetros, respeitando sempre um recobrimento mínimo de um metro.
- b) Transporte de bota fora: este item considera o custo do transporte do material escavado até o seu adequado destino. Para o cálculo foi aplicado um fator de empolamento de 1,3 ao volume escavado, que considera a expansão volumétrica do solo após a mudança do seu estado natural (compactado) para o cenário pós escavação. Após a aplicação deste fator foi multiplicado o resultado por uma distância média de transporte hipotética de 10 quilômetros.
- c) espalhamento do material em bota fora: este item considera o custo para a espalhar o material após a basculação do caminhão no destino do bota fora, este cálculo, foi aplicado o fator de empolamento (1,3) ao volume escavado.
- d) escoramento: para o cálculo do quantitativo de escoramento foi considerado a área a ser escorada, sendo a mesma dada pelo comprimento do sistema multiplicado a profundidade de recobrimento de um metro acrescido do diâmetro externo do tubo, e, posteriormente, por dois, visto que, são duas faces da vala a serem escoradas.

e) tubulações: o dimensionamento das tubulações foi feito com base na metodologia já demonstrada anteriormente e seus cálculos estão apresentados nos anexos A e B.

No anexo E estão apresentadas as composições detalhadas dos itens, juntamente com o código para pesquisa e conferência no SINAPI.

## **5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Para certificação da coerência dos resultados, estão apresentados a seguir análises e discussões dos resultados esperados em comparação aos resultados obtidos através do dimensionamento dos sistemas de instalações prediais pluviais e microdrenagem regidos por telhado verde e telhado convencional.

Observando os resultados do dimensionamento dos sistemas de instalações prediais pluviais pôde-se observar que a vazão de projeto, como já era esperado, diminuiu consideravelmente (75%) com a técnica do telhado verde devido à redução do coeficiente de escoamento superficial de  $C=1,00$  para  $C=0,25$ .

As calhas semicirculares em análise, para ambos os casos, tanto telhado verde quanto convencional, não tiveram sua altura da lâmina de água superada pela altura do raio da calha ( $y/D > 0,5$ ), estando de acordo com o resultado esperado e atendendo aos limites de condução da mesma.

Os condutores verticais também estão de acordo, tendo em vista que a altura da lâmina de água dos mesmos não superou a da calha, fato este que foi propositalmente induzido a fim de evitar o efeito de remanso, simplificando o dimensionamento e evitando custos extraordinários devido à consideração do mesmo nos cálculos.

A seguir está apresentado um comparativo resumido dos trechos de maior área de contribuição de cada edificação, sendo a maior altura de lâmina de água calculada nos trechos onde foi utilizada viga calha (VC), a altura mínima para execução da mesma. Os trechos onde se adotou viga calha e condutores na grama não foram inseridos condutos verticais, conforme Quadro 2. Estas estruturas estão apresentadas em detalhe a seguir.

Quadro 2 - Análise dos resultados dos sistemas prediais pluviais

Área de Contribuição Telhados		Vazão de Projeto		Calhas				Condutores Verticais	
		Telhado Convencional	Telhado Verde	Telhado Convencional		Telhado Verde		Telhado Convencional	Telhado Verde
				Lâmina de Água	y/D	Lâmina de Água	y/D	y	y
C09	720,84 m <sup>2</sup>	1308,93 L/min	327,23 L/min	0,0714 m	VC	0,0290 m	VC	VIGA CALHA	VIGA CALHA
C08	1028,29 m <sup>2</sup>	1867,20 L/min	466,80 L/min	0,0908 m	VC	0,0363 m	VC	VIGA CALHA	VIGA CALHA
C07	1025,68 m <sup>2</sup>	1862,46 L/min	465,61 L/min	0,0907 m	VC	0,0363 m	VC	VIGA CALHA	VIGA CALHA
C06	1025,85 m <sup>2</sup>	1862,76 L/min	465,69 L/min	0,0907 m	VC	0,0363 m	VC	VIGA CALHA	VIGA CALHA
C05	1027,02 m <sup>2</sup>	1864,88 L/min	466,22 L/min	0,1164 m	0,46	0,0561 m	0,22	CANALETA GRAMA	CANALETA GRAMA
C04	447,24 m <sup>2</sup>	812,11 L/min	203,02 L/min	0,0556 m	0,44	0,0330 m	0,26	0,046 m	0,0231 m
C03	1640,36 m <sup>2</sup>	2978,60 L/min	862,92 L/min	0,0624 m	0,49	0,0529 m	0,42	0,053 m	0,0433 m
C02	508,12 m <sup>2</sup>	922,66 L/min	230,66 L/min	0,0619 m	0,49	0,0422 m	0,33	0,0411 m	0,0252 m
C01	915,3 m <sup>2</sup>	1662,03 L/min	415,50 L/min	0,0625 m	0,50	0,0480 m	0,38	0,0532 m	0,0382 m

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 2 podemos perceber que com a utilização dos telhados verdes, a vazão de projeto reduziu em 75%, como esperado. A altura da lâmina de água na calha semicircular do telhado de maior área de contribuição (C03) obteve um alívio no escoamento da sua seção. Antes trabalhava perto do seu limite ( $y/D = 0,5$ ) no telhado convencional, com  $y/D$  igual a 0,49, e passou a trabalhar com  $y/D = 0,42$  no sistema regido pelos telhados verdes. No telhado de menor área de influência (C02) passou de  $y/D = 0,49$  para  $y/D = 0,33$ , obtendo uma melhoria ainda mais significativa do que em telhados de maiores proporções, sendo este fato explicado por meio do grau de conservadorismo da norma. A análise dos condutos verticais dos telhados de maior e menor área de contribuição se apresentou similar a análise das calhas, obtendo também melhorias, reduzindo a altura da lâmina de água no conduto vertical, aumentando a segurança, evitando ainda mais o efeito do remanso.

A seguir, estão apresentadas fotos das estruturas existentes no local. Nas imagens é evidenciada a ausência dos condutores verticais nos casos onde foi empregada a utilização de viga calha (Foto 2 e Foto 3) e canaleta na grama (Foto 4).

Foto 2 - Viga calha no Prédio C08



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foto 3 - Viga calha no Prédio C09



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foto 4 - Canaleta na grama no Prédio C06



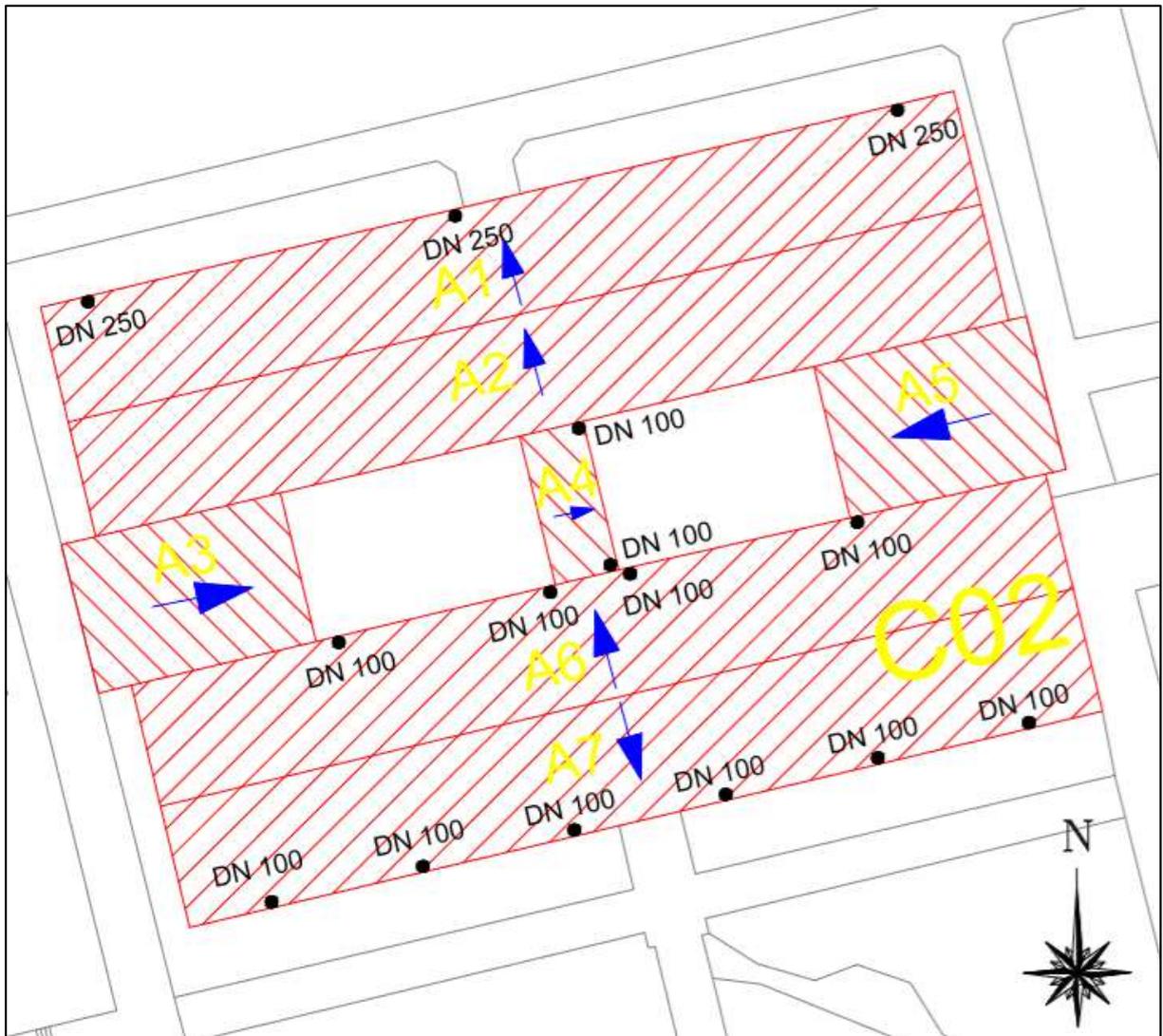
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhor visualização dos sistemas propostos, estão analisados a seguir três estudos de caso do centro C, destacando itens de maior relevância observados. Depois, é apresentada uma conclusão sobre a redução das estruturas de drenagem, comparando o sistema atual existente identificado em campo com o sistema dimensionado com telhado convencional e com o telhado verde.

### **ESTUDO DE CASO NO PRÉDIO C02**

A seguir, na Figura 10, está apresentado o sistema pluvial predial existente com seus respectivos diâmetros de condutores verticais e sentido de escoamento das águas, definido a partir de vistoria *in loco*.

Figura 10 - Sistema pluvial predial existente C02



Fonte: Elaborada pelo autor.

No sistema existente não foram identificados condutores verticais nos telhados A3 e A5, sendo sua contribuição despejada em material britado na grama conforme apresentado a seguir.

Foto 5 - Sistema pluvial predial existente A3 C02



Fonte: Elaborada pelo autor.

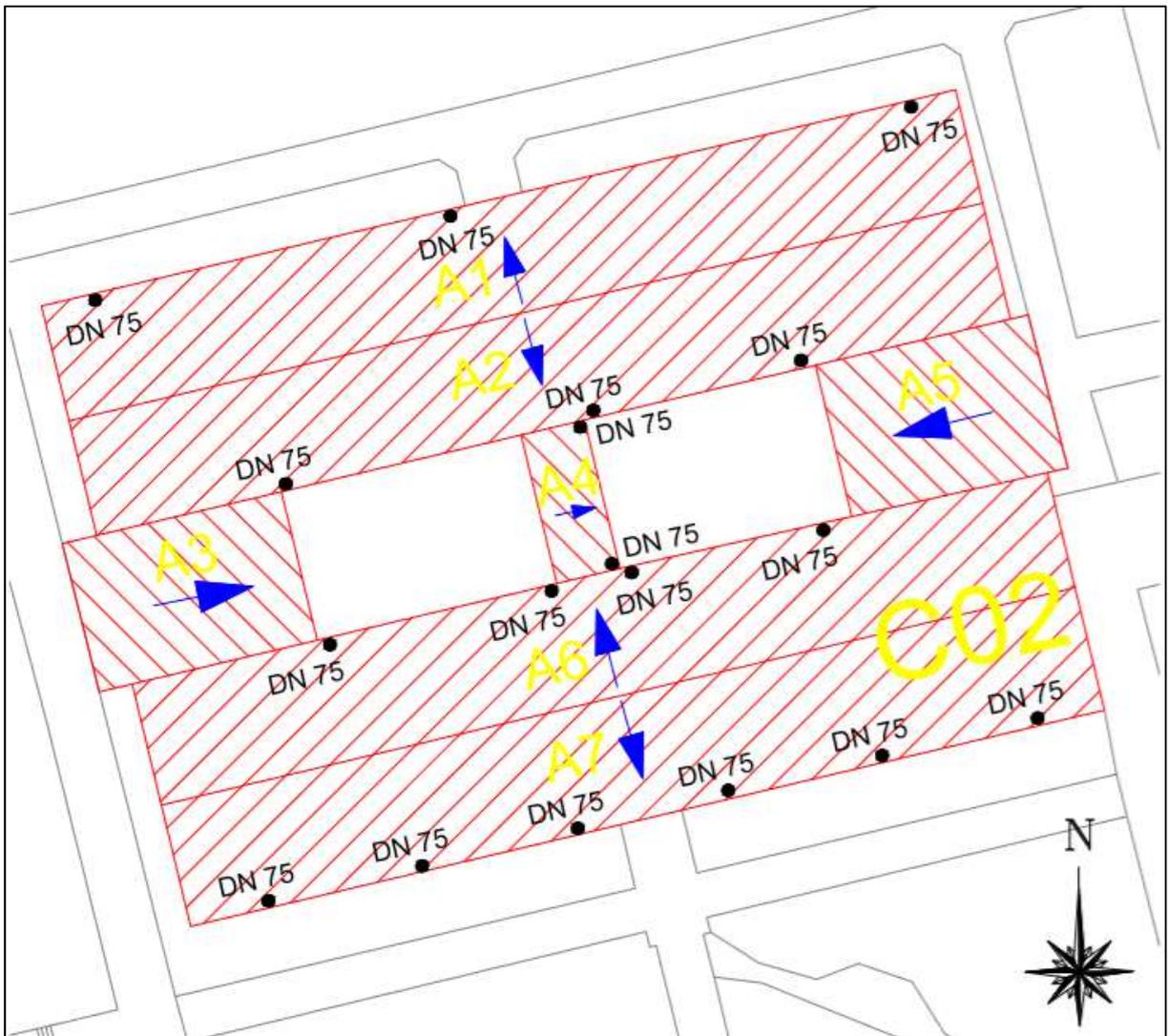
Foto 6 - Sistema pluvial predial existente A7 C02 lado direito



Fonte: Elaborada pelo autor.

A seguir, na Figura 11, está apresentado o sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado e proposto para o prédio C02.

Figura 11 - Sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado C02

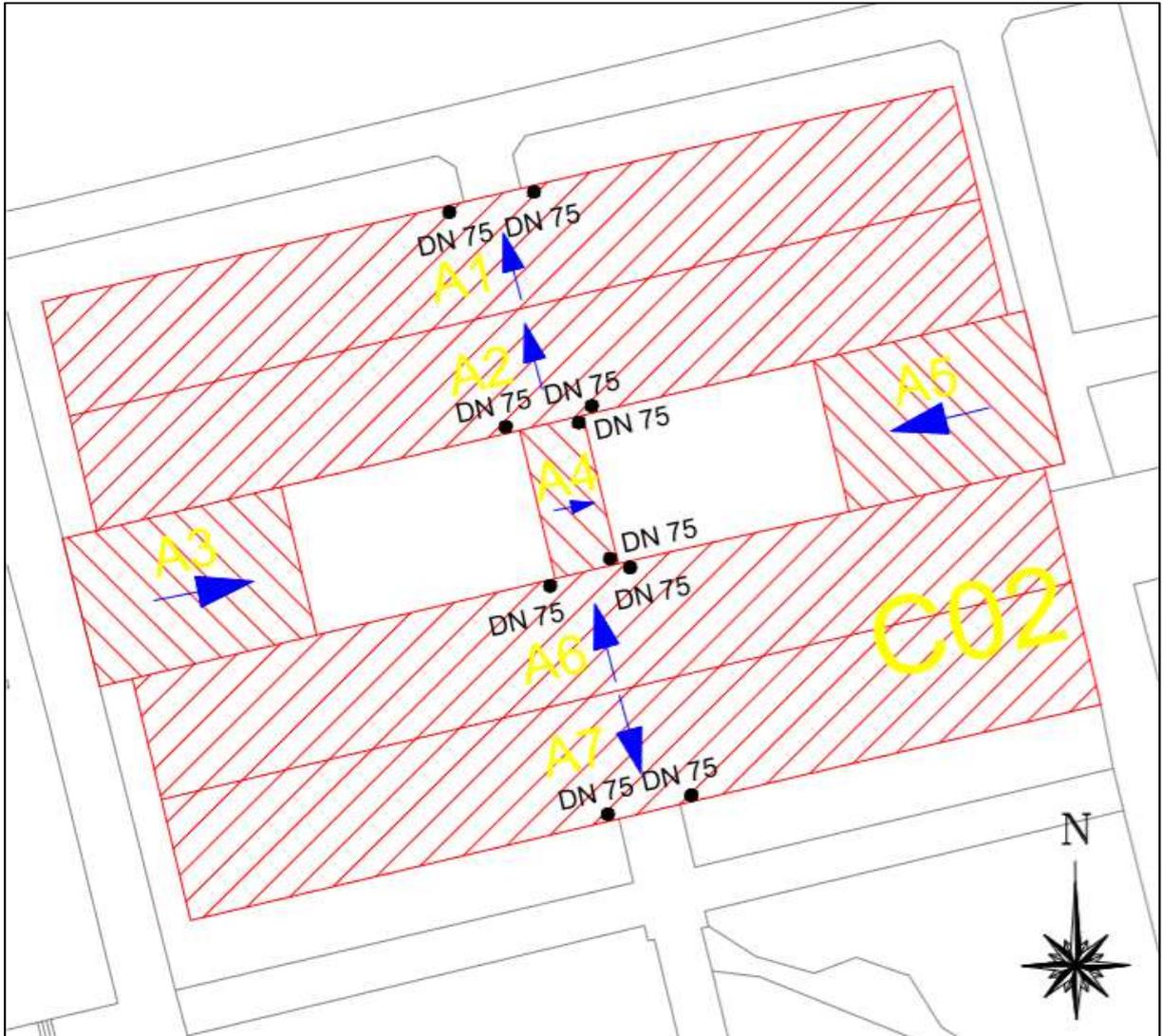


Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o sistema dimensionado, foi substituído o material britado que recebia as contribuições das áreas A3 e A5 por uma canaleta na grama a fim de padronizar com os demais setores do centro C. Também foi alterado o sentido do escoamento da contribuição proveniente da área A2 conforme Figura 11.

A seguir, na Figura 12, está apresentado o sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado para o C02 onde é possível visualizar a redução quantitativa da estrutura de instalação predial pluvial.

Figura 12 - Sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado C02



Fonte: Elaborada pelo autor.

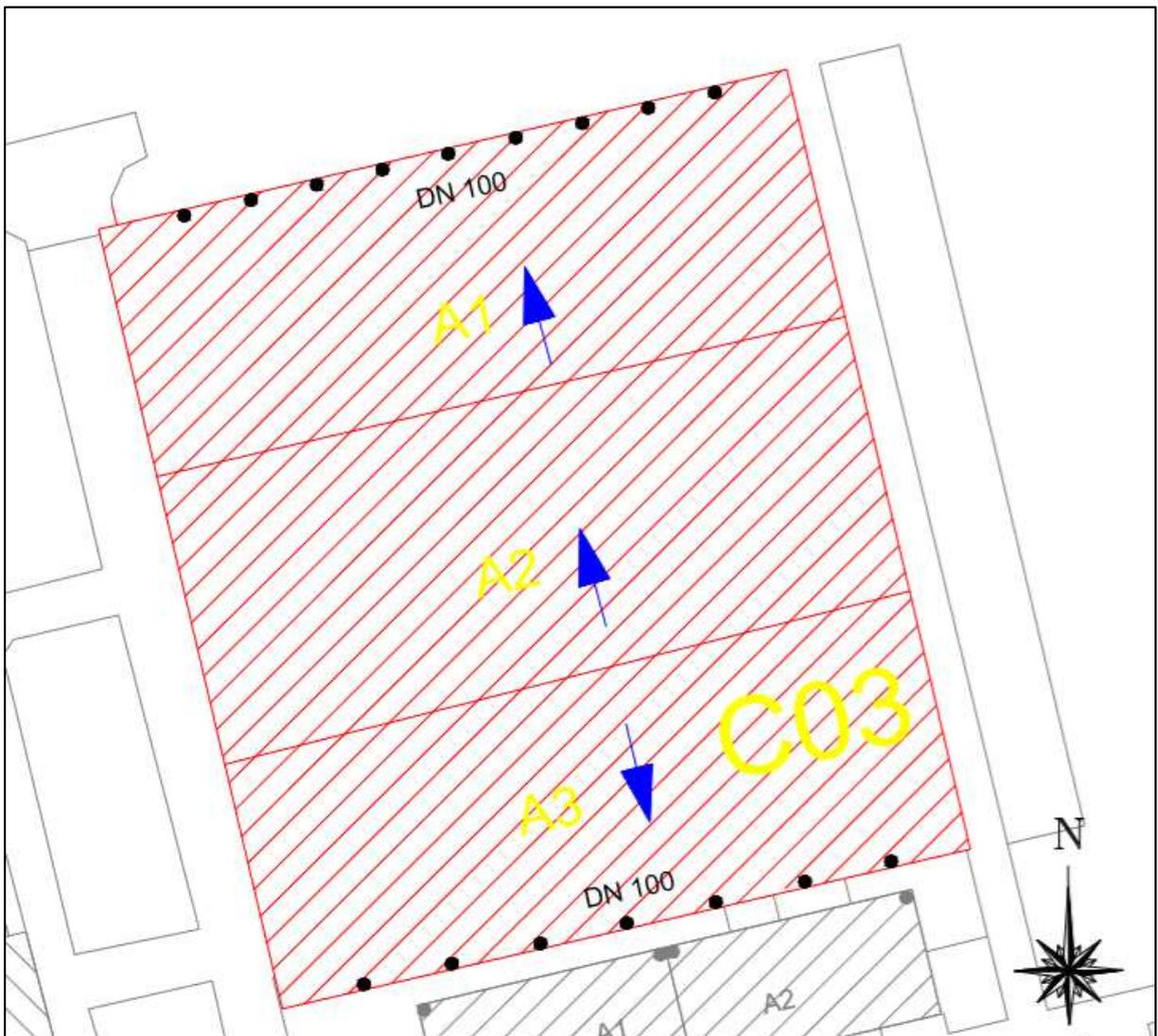
No sistema predial pluvial regido por telhado verde apresentado na Figura 12 é possível perceber uma redução na quantidade de condutores verticais, sendo 18 unidades para o sistema com telhado convencional e 10 unidades para o sistema com o telhado verde. O diâmetro mínimo estabelecido pela norma para condutores verticais é de 70mm, sendo empregado neste estudo o diâmetro mínimo encontrado comercialmente (75mm) para melhor comparar a redução quantitativa desta estrutura. Sabendo que os condutores verticais devem ser acompanhados de poços de inspeção

(PI), essa redução consequentemente irá diminuir o número de PIs para a rede de microdrenagem.

### ESTUDO DE CASO NO PRÉDIO C03

A seguir, na Figura 13, está apresentado o sistema pluvial predial existente, com seus respectivos diâmetros de condutores verticais e sentido de escoamento das águas, definido a partir de vistoria *in loco*.

Figura 13 - Sistema pluvial predial existente C03



Fonte: Elaborada pelo autor.

Neste sistema de drenagem das águas pluviais das instalações prediais, os condutores verticais visualizados em campo são de seção retangular conforme Foto 7 e Foto

8, e para este estudo foram adotados tubos de 100 mm de diâmetro por motivos de padronização, sendo o mais próximo do existente em se tratando de seções circulares.

Foto 7 - Sistema pluvial predial existente A3 C03



Fonte: Elaborado pelo autor.

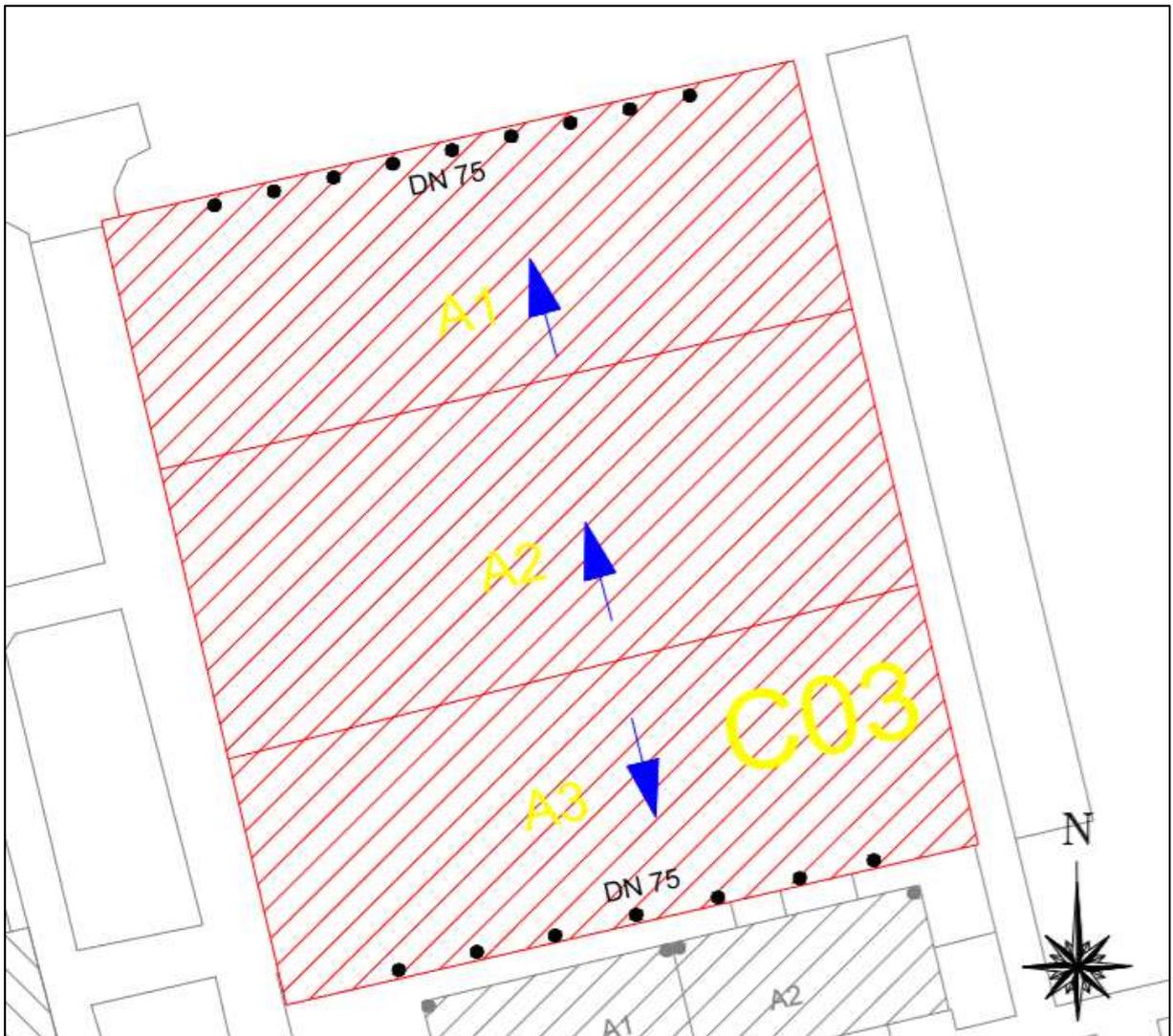
Foto 8 - Sistema pluvial predial existente A1 e A2 C03



Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, na Figura 14, está apresentado o sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado e proposto para o prédio C03.

Figura 14 - Sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado C03

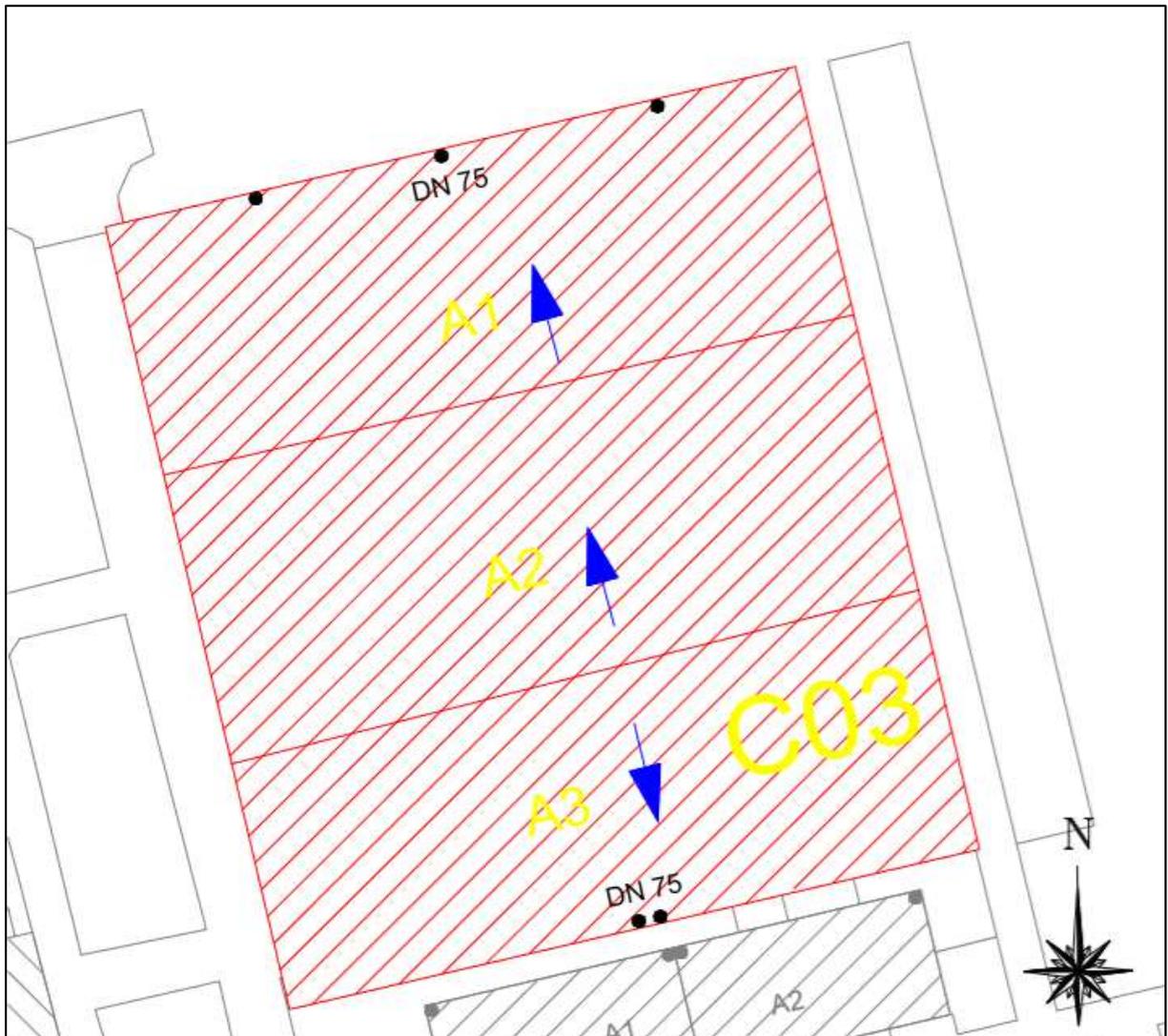


Fonte: Elaborada pelo autor.

Para este caso, foram mantidos exatamente o número de condutos verticais que foram visualizados em campo, adaptando o dimensionamento para condutores de seção circular.

A seguir, na Figura 15, está apresentado o sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado para o C03 onde é possível visualizar a redução quantitativa da estrutura de instalação predial pluvial.

Figura 15 - Sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado C02



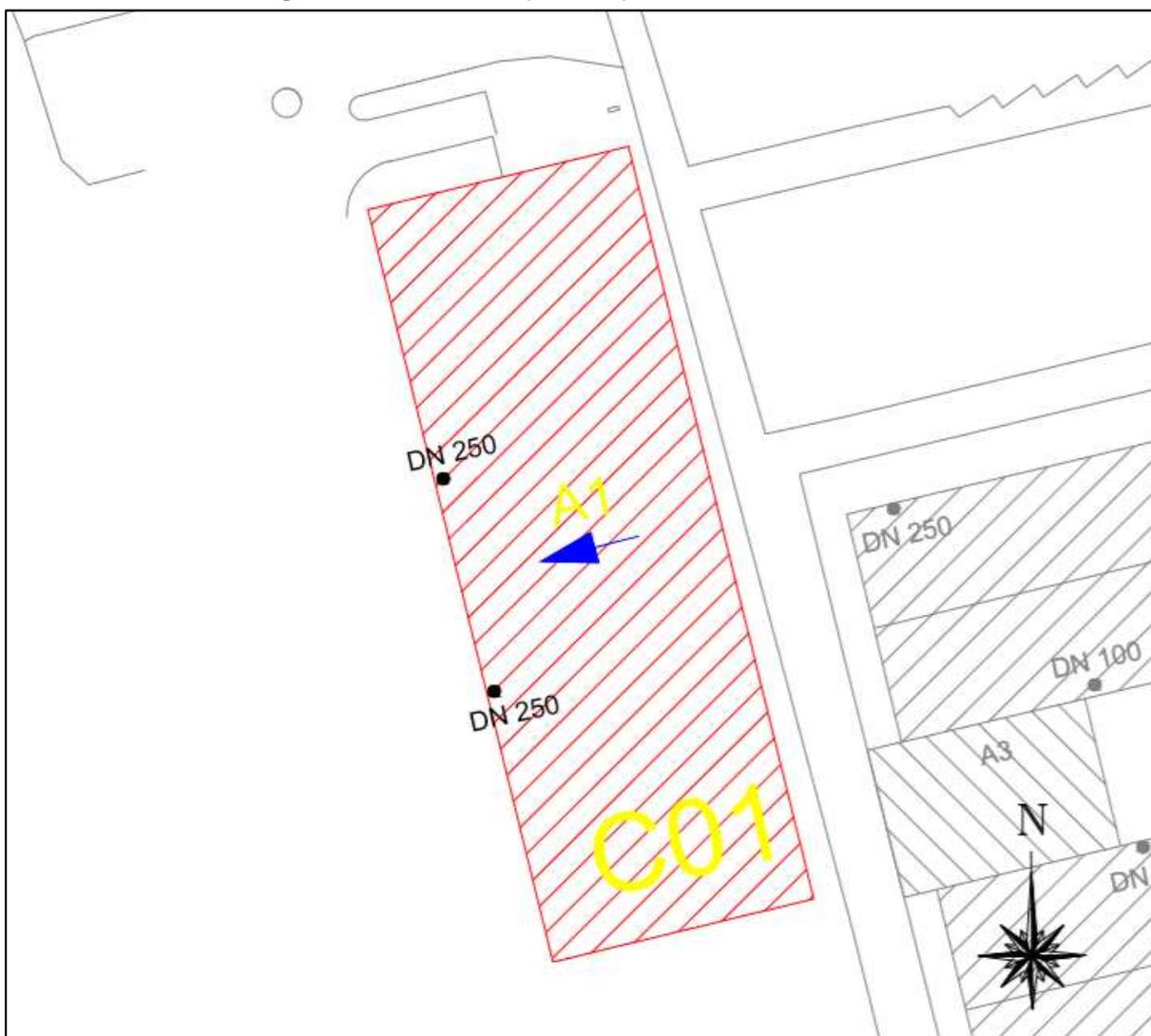
Fonte: Elaborada pelo autor.

Neste sistema de drenagem predial pluvial regido por telhado verde apresentado na Figura 15 supracitada, também é possível perceber uma redução da quantidade de condutores verticais passando sua contribuição, que era atendida por 16 unidades de condutos, com telhado convencional, a ser atendida por 5 unidades com o telhado verde.

## ESTUDO DE CASO NO PRÉDIO C01

A seguir, na Figura 16, está apresentado o sistema pluvial predial existente, com seus respectivos diâmetros de condutores verticais e sentido de escoamento das águas, definido a partir de vistoria *in loco*.

Figura 16 - Sistema pluvial predial existente C01



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o estudo da área C01, foi evidenciado em campo que toda a contribuição do mesmo é conduzida por dois tubos de 250mm de diâmetro conforme mostra a Figura 16 supracitada e Foto 9, estando este fato coerente com o projeto das curvas de nível fornecido pela Universidade.

Foto 9 - Condutor vertical DN 250 C01



Fonte: Elaborado pelo autor.

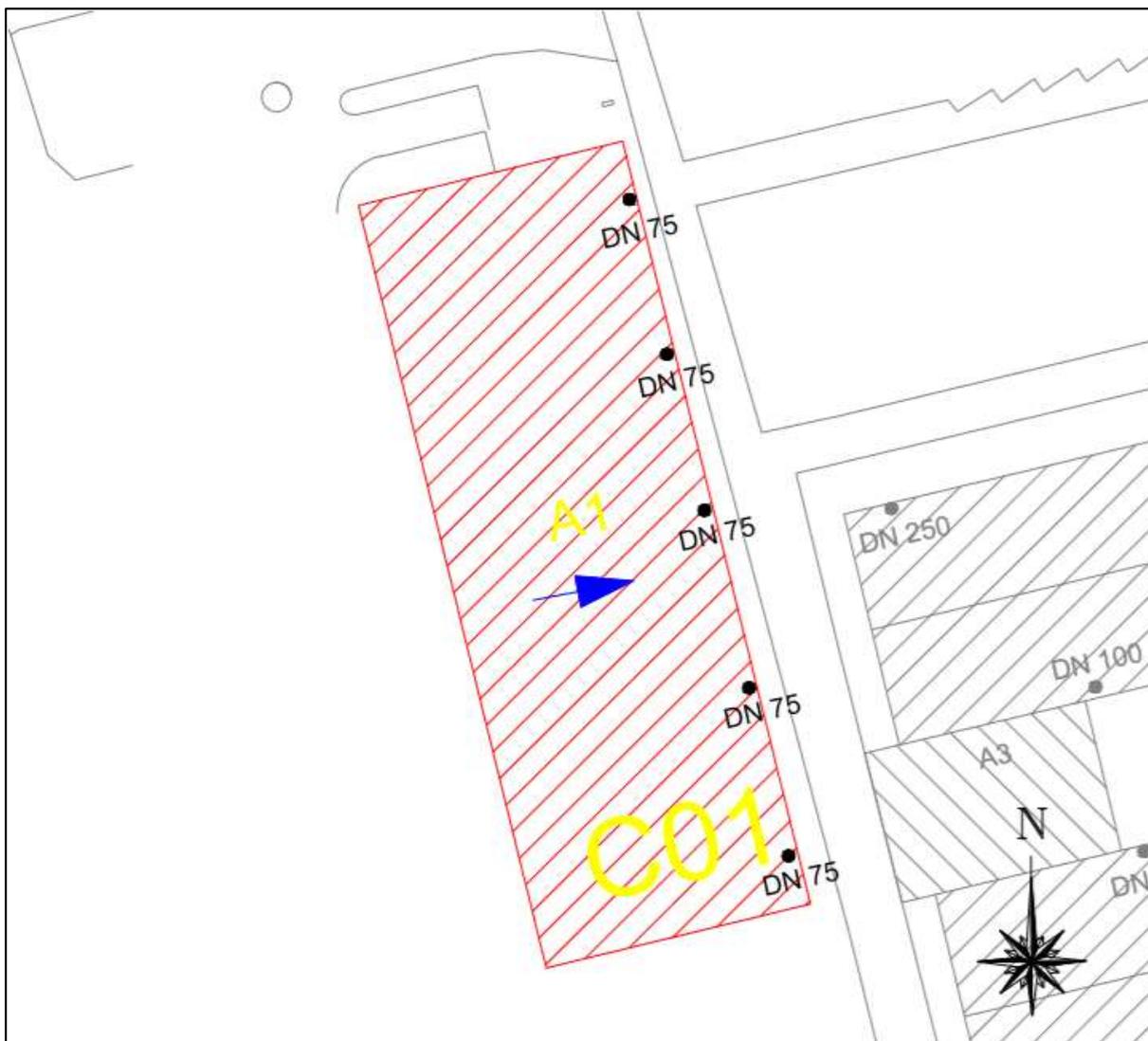
Foto 10 - Poço de inspeção do condutor vertical DN 250 C01



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 17, está apresentado o sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado e proposto para o prédio C01.

Figura 17 - Sistema pluvial predial com telhado convencional dimensionado C01



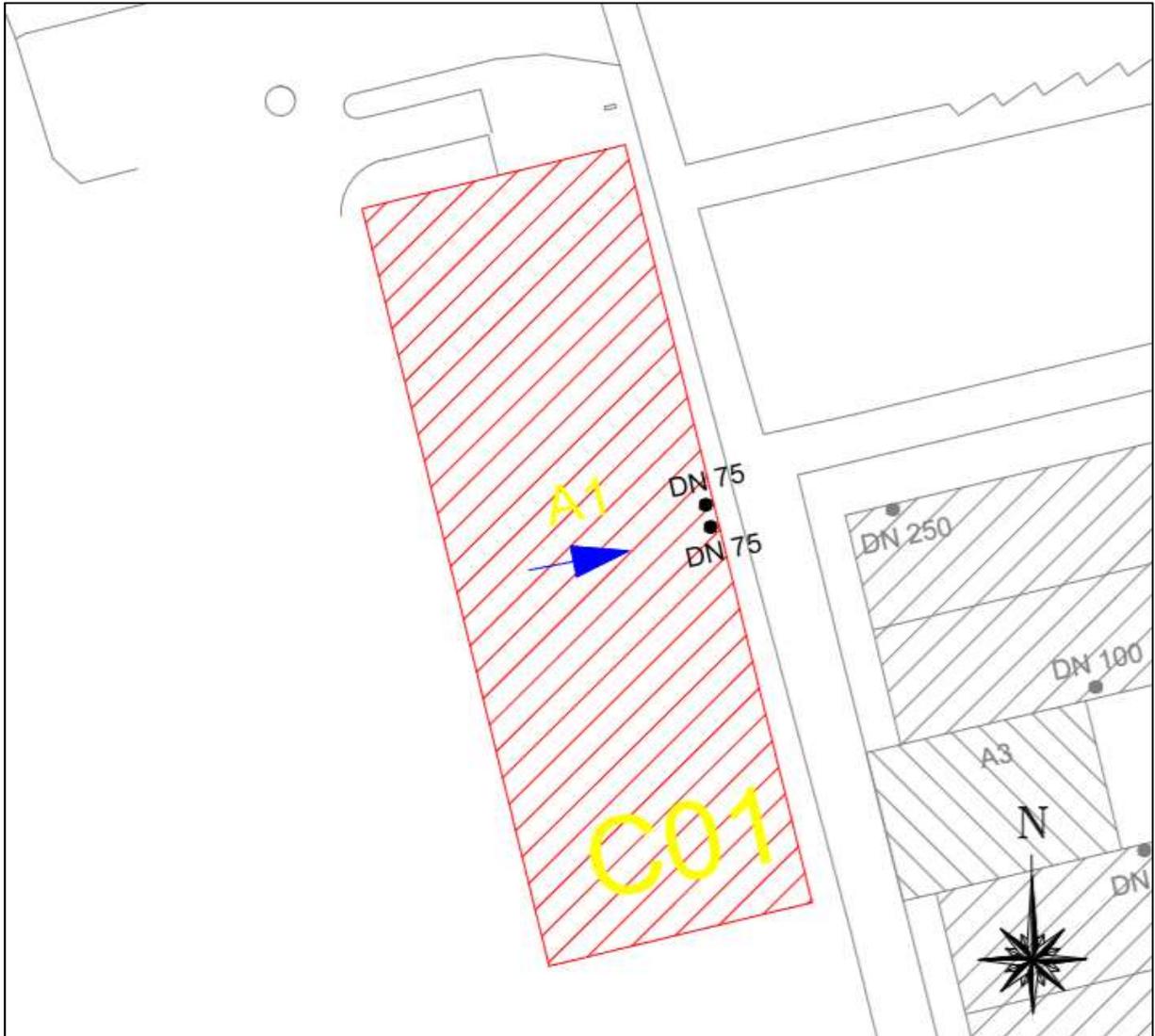
Fonte: Elaborada pelo autor.

Devido à contribuição proveniente da área C01 ser drenada para um sistema de drenagem alternativo a jusante, optou-se por inverter o sentido de escoamento da água do telhado para agregar mais conteúdo ao trabalho.

Portanto, analisando os resultados obtidos, pode-se presumir que em telhados de maior área a redução da estrutura de drenagem é mais acentuada do que os telhados menores, fato este ocorrido em razão do conservadorismo dos padrões mínimos estabelecidos pela norma atenderem com folga pequenas áreas.

A seguir, na Figura 18, está apresentado o sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado para o C01 onde é possível visualizar a redução quantitativa da estrutura de instalação predial pluvial.

Figura 18 - Sistema pluvial predial com telhado verde dimensionado C02



Fonte: Elaborada pelo autor.

Neste caso, o sistema que era atendido por 5 unidades de condutos verticais de 75mm de diâmetro, com telhado convencional, passou a ser atendido por 2 unidades com o telhado verde. É possível verificar também que o sistema existente possui dois condutores verticais de diâmetro 250mm, podendo ser reduzido para as mesmas duas unidades quando empregada a técnica compensatória regida por telhados verdes, porém, com diâmetro de 75mm, havendo notável redução do mesmo.

## ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM

A seguir serão apresentados e discutidos aspectos quantitativos de escoamento, alterações no tempo de concentração e vazão de pico, e alterações no hidrograma do sistema de microdrenagem.

Em análise dos resultados do dimensionamento do sistema de microdrenagem da rede coletora principal, percebemos um aumento do diâmetro em trechos a jusante, estando de acordo com o esperado e atendendo ao acréscimo de contribuição dos trechos a montante. Os diâmetros adotados também atendem o dimensionamento a seção plena, tendo em vista que os valores de  $y/D$  não extrapolam a seção cheia ( $y/D=1$ ). A velocidade mínima (0,8m/s) e máxima (4,0m/s) exigida pelo manual de drenagem de Porto Alegre também são atendidas no dimensionamento do sistema de drenagem convencional, resultando em uma vazão de 551,9 L/s no seu exutório para um tempo de concentração calculado de 9,76 minutos conforme Tabela 5. O resultado do dimensionamento do telhado verde também atendeu os itens supracitados resultando em uma vazão final de 291,6 L/s para um tempo de concentração de 11,37 minutos, conforme Tabela 6.

Tabela 5 - Dimensionamento da rede principal do telhado convencional

Trecho		L	Área (ha)		tc	I	Coef. de Esc.	Q	Cotas do Terreno (m)		S	D calc	D adot	FH	Rh/D	y/D	V	te
PV Mont	PV Jus	(m)	Trecho	Acumulada	(min)	(mm/h)		(L/s)	PV Mont	PV Jus	(m/m)	(m)	(m)				(m/s)	(min)
PV 01	PV 02	25,16	0,018017	0,593712	7,68	83,152	0,630	86,5	65,97	65,81	0,0064	0,313	0,40	0,1623	0,2531	0,51	1,33	0,31
PV 02	PV 03	25,78	0,019313	0,978803	8,00	81,085	0,630	139,0	65,81	65,65	0,0062	0,376	0,40	0,2641	0,2975	0,71	1,47	0,29
PV 03	PV 04	25,94	0,019313	1,363894	8,29	79,276	0,630	189,4	65,65	65,49	0,0062	0,423	0,50	0,1990	0,2728	0,58	1,60	0,27
PV 04	PV 05	35,55	0,019313	1,748985	8,56	77,699	0,640	241,8	65,49	65,28	0,0059	0,467	0,50	0,2597	0,2962	0,70	1,65	0,36
PV 05	PV 06	15,41	0,040279	2,246444	8,92	75,729	0,610	288,5	65,28	65,18	0,0065	0,491	0,50	0,2956	0,3036	0,78	1,76	0,15
PV 06	PV 07	26,13	0,033359	2,379459	9,07	74,963	0,620	307,4	65,93	65,77	0,0061	0,508	0,60	0,1994	0,2728	0,58	1,80	0,24
PV 07	PV 08	49,71	0,041862	2,579136	9,31	73,736	0,630	333,1	65,77	65,47	0,0060	0,525	0,60	0,2176	0,2821	0,62	1,83	0,45
PV 08	LAGO	8,27	0,054994	3,962746	9,76	71,571	0,700	551,9	65,47	65,43	0,0048	0,661	0,70	0,2671	0,2975	0,71	1,88	0,07

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 6 - Dimensionamento da rede principal do telhado verde

Trecho		L	Área (ha)		tc	I	Coef. de Esc.	Q	Cotas do Terreno (m)		S	D calc	D adot	FH	Rh/D	y/D	V	te
PV Mont	PV Jus	(m)	Trecho	Acumulada	(min)	(mm/h)		(L/s)	PV Mont	PV Jus	(m/m)	(m)	(m)				(m/s)	(min)
PV 01	PV 02	25,16	0,018017	0,593712	8,79	76,427	0,308	38,9	65,97	65,81	0,0064	0,232	0,30	0,1570	0,2500	0,50	1,09	0,38
PV 02	PV 03	25,78	0,019313	0,978803	9,17	74,404	0,286	57,9	65,81	65,65	0,0062	0,271	0,30	0,2369	0,2882	0,65	1,18	0,36
PV 03	PV 04	25,94	0,019313	1,363894	9,54	72,617	0,277	76,3	65,65	65,49	0,0062	0,301	0,40	0,1453	0,2435	0,48	1,28	0,34
PV 04	PV 05	35,55	0,019313	1,748985	9,88	71,048	0,272	94,0	65,49	65,28	0,0059	0,328	0,40	0,1830	0,2649	0,55	1,32	0,45
PV 05	PV 06	15,41	0,040279	2,246444	10,32	69,101	0,283	122,1	65,28	65,18	0,0065	0,355	0,40	0,2269	0,2842	0,63	1,45	0,18
PV 06	PV 07	26,13	0,033359	2,379459	10,50	68,37	0,292	132,1	65,93	65,77	0,0061	0,370	0,40	0,2526	0,2933	0,68	1,44	0,30
PV 07	PV 08	49,71	0,041862	2,579136	10,80	67,165	0,294	141,6	65,77	65,47	0,0060	0,381	0,40	0,2728	0,2988	0,72	1,45	0,57
PV 08	LAGO	8,27	0,054994	3,962746	11,37	65,029	0,407	291,6	65,47	65,43	0,0048	0,521	0,60	0,2128	0,2799	0,61	1,63	0,08

Fonte: Elaborada pelo autor.

## ANÁLISE DE CUSTO E QUANTITATIVOS

A seguir, estão apresentadas estimativas de custos dos sistemas de microdrenagem dimensionados considerando os dados do SINAPI sem a taxa do BDI, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Comparativos de custos de execução dos sistemas dimensionados

SINAPI	Descrição	TELHADO CONVENCIONAL			TELHADO VERDE		
		Valores	Quantidade	Subtotal	Valores	Quantidade	Subtotal
90099	Escavação (m <sup>3</sup> )	R\$ 11,29	2444,71	R\$ 27.600,78	R\$ 11,29	2344,43	R\$ 26.468,61
95875	Transporte bota fora (m <sup>3</sup> xkm)	R\$ 1,13	31781,23	R\$ 35.912,79	R\$ 1,30	30477,59	R\$ 39.620,87
83344	Espalhamento bota fora (m <sup>3</sup> )	R\$ 0,92	3178,123	R\$ 2.923,87	R\$ 0,92	3047,759	R\$ 2.803,94
94037	Escoramento DN600 (m <sup>2</sup> )	R\$ 16,25	310,25	R\$ 5.041,56	R\$ 16,25	28,11	R\$ 456,79
92825	Escoramento DN700 (m <sup>2</sup> )	R\$ 22,40	29,77	R\$ 666,85	R\$ 22,40	0	R\$ 0,00
7760	DN300 (m)	R\$ 97,82	1517,37	R\$ 148.429,13	R\$ 97,82	1615,38	R\$ 158.016,47
7761	DN400 (m)	R\$ 111,90	125,2	R\$ 14.009,88	R\$ 111,90	130,22	R\$ 14.571,62
7752	DN500 (m)	R\$ 135,96	76,9	R\$ 10.455,32	R\$ 135,96	49,71	R\$ 6.758,57
7762	DN600 (m)	R\$ 171,06	75,84	R\$ 12.973,19	R\$ 171,06	8,27	R\$ 1.414,67
7722	DN700 (m)	R\$ 249,92	8,27	R\$ 2.066,84	R\$ 249,92	0	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 260.080,22</b>			<b>R\$ 250.111,53</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste breve resumo elaborado para análise e comparativo de custos podemos perceber que o impacto causado pelo telhado verde na redução destas estruturas de drenagem não se apresentou muito atrativo, tendo em vista que o custo de sua implantação estrutural se dará mais elevado que o benefício econômico gerado pelo mesmo.

## ANÁLISE DOS HIDROGRAMAS DE CHEIA

Dos hidrogramas apresentados na Figura 9, podemos concluir que, para a área estudada neste trabalho, o telhado verde alivia a vazão de pico na ordem de 47%, aumentando o tempo de concentração da bacia e reduzindo o volume do hidrograma em 38%, de 323,19m<sup>3</sup> para o sistema com telhado convencional para 198,93m<sup>3</sup> para o sistema com telhado verde. Isso mostra que os telhados verdes são dispositivos com grande potencial de controle de enchentes e inundações em uma escala maior de análise.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, devido à inexistência de projetos de drenagem do campus, foi realizado um projeto dimensionado para o sistema de drenagem existente provido de telhados convencionais, para posteriormente compará-lo a um sistema regido por telhados verdes, buscando incentivar o uso do mesmo e apresentando benefícios que este sistema pode trazer à população, ao meio ambiente e ao setor de engenharia.

O telhado verde proporcionou redução considerável, da ordem de 47%, da vazão de pico escoada para o exutório do sistema de drenagem. Isso mostra a potencialidade desta técnica para controlar e reduzir a ocorrência de enchentes, inundações e alagamentos através do aumento do tempo de concentração da bacia, aumentando a permeabilidade das superfícies e trazendo grandes benefícios à população. Esta técnica também aproximou o atual cenário da área de estudo ao de pré-desenvolvimento, em que não havia tamanha intervenção urbana.

No entanto, o uso dos telhados verdes não se mostra suficiente para manter a vazão de pico igual à vazão de pré-ocupação, visto que algumas superfícies, como calçadas e pavimentos, mantêm-se impermeáveis mesmo no cenário com o uso desta técnica. Assim, acaba sendo necessária, para manter a vazão de pico de pré-ocupação, a utilização de outras medidas compensatórias que permitam o armazenamento de água na fonte.

Em se tratando de aspectos econômicos o telhado verde apresentou cerca de 3,8% de redução no custo da obra conforme comparativo de custos apresentado no Quadro 3, podendo este valor ser ampliado ao realizar um comparativo mais detalhado entre a redução de todas as estruturas existentes no projeto (instalações prediais e microdrenagem). No entanto, a redução do custo das estruturas de drenagem em microescala não se apresentou vantajosa para o empreendedor.

Dessa forma, devido ao benefício em termos de controle de cheias que o uso de telhados verdes pode proporcionar ao estado, que deixa de reinvestir em obras de drenagem com rápida obsolescência decorrentes de um conceito antigo (o conceito higienista), é importante que o governo ofereça incentivos para utilização desta técnica, como o IPTU verde, por exemplo, que concede ao morador 3% de desconto no valor do IPTU (SALVADOR, 2016), podendo este percentual ser melhorado com a combinação de outras técnicas compensatórias.

Ainda, analisando o cenário em macroescala, o telhado verde se mostra uma alternativa muito interessante para o Estado, trazendo benefícios econômicos em se tratando de valores consideravelmente mais altos e promovendo melhor qualidade de vida a população, tendo em vista que esta técnica reduz as ilhas de calor urbano, promove melhorias na qualidade do ar e da água, sendo um filtro natural de poluentes. Também tratando de aspectos econômicos, o telhado verde promove aos usuários uma redução de custos energéticos como, por exemplo, no uso de condicionadores de ar. Sobretudo, o telhado verde ainda pode promover conforto acústico, devido à sua espessa camada de composição, dificultando a propagação do som para o ambiente interno.

Neste estudo adotou-se um coeficiente de escoamento superficial de 0,25, sendo este estabelecido para um telhado de 1% de inclinação, definido por Tassi et al. (2014). Como os telhados dimensionados foram considerados com 10% de inclinação, embasados no cenário existente, este coeficiente de escoamento adotado deve ser melhor ajustado para inclinação de 10% a fim de melhorar os resultados do dimensionamento, sendo este um pouco superior a 0,25.

Com a realização do trabalho sugere-se uma atualização da norma de instalações prediais pluviais, datada de 1989, que considera o coeficiente de escoamento superficial igual a uma unidade ( $C=1$ ), de forma a contemplar valores para coeficientes de escoamento aplicáveis ao dimensionamento de sistemas coletores de águas pluviais regidos por telhados verdes.

## REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 10844/1989. Instalações prediais de águas pluviais.
- ABNT NBR 7005/1981. Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo semi contínuo de imersão a quente.
- ABREU, C. 2009. **Telhados Verdes**. Disponível em <[http://obiousmag.org/archives/2009/06/telhados\\_verdes.html](http://obiousmag.org/archives/2009/06/telhados_verdes.html)>.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2011.
- BASS, B; B, BASKARAN. **Evaluating rooftop and vertical gardens as an adaptation strategy for urban areas**. In: National Research Council Canada, Report No. NRCC-46737. Toronto: NRCC, 2003.
- COMITESINOS. **Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br/bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinos>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018.
- CORREA, C.B.; GONZALEZ, F.J.N. O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas. In: NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DE ARQUITETURA E URBANISMO—NUTAU. Anais... São Paulo: Pró-reitoria de Pesquisa, Universidade de São Paulo, 2002.
- DE ALMEIDA, D. S.; DA COSTA, I. T. **A Drenagem Urbana Das Águas Pluviais e Sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública no Município de Santana**. Santana, 2014.
- DE LIMA, S. F. **Introdução ao Conceito de Sustentabilidade, Aplicabilidade e Limites**. In: Caderno de Escola de Negócios. Curitiba: UniBrasil, 2006.
- DRUMMOND, P. de P.; MOURA, P. M.; COELHO, M. M. L. P. **Comparação entre os dados de monitoramento de um microreservatório e os resultados no uso de métodos teóricos para seu dimensionamento**. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos—RBRH. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbrh/v23/2318-0331-rbrh-23-e18.pdf>>. Acesso em: 01 de novembro de 2018.
- FORGIARINI, F.R.; SOUZA, C. F.; SILVEIRA, A. L. L. da; SILVEIRA, G, L. da; TUCCI, C. E. M. **Avaliação de Cenários de Cobranças pela Drenagem Urbana de Águas Pluviais**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo, 2007.
- HENEINE, M. A. de S. **Cobertura verde**. Monografia do curso de especialização em construção civil. Belo Horizonte: UFMG, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Brasil em Síntese—Rio Grande do Sul—São Leopoldo—Panorama. Acesso em: 16 de outubro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2018. Brasil em Síntese—Rio Grande do Sul—São Leopoldo—Panorama. Acesso em: 16 de outubro de 2018.

INTERNATIONAL GREEN ROOF ASSOCIATION (IGRA). 2018. **Green Roof Types**. Disponível em <[http://www.igra-world.com/types\\_of\\_green\\_roofs/index.php](http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php)>. Acesso em: 06 abril de 2018.

LAGSTRÖM. Et al. **Fundamentals of Acoustics**. 3 ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1980.

LANÇA, D. 2018. **Cidades sustentáveis e o IPTU verde**. Disponível em <<http://www.politize.com.br/iptu-verde-cidades-sustentaveis/>>. Acesso em 21 de abril de 2018.

GUARULHOS. **Lei nº 6.793, de 28 de dezembro de 2010**. Dispõe sobre o lançamento, arrecadação e fiscalização do Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU e dá outras providências. Disponível em <[http://leis.guarulhos.sp.gov.br/06\\_prefeitura/leis/leis\\_download/06793lei.pdf](http://leis.guarulhos.sp.gov.br/06_prefeitura/leis/leis_download/06793lei.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2018.

McCUEN, R. H.; **Hydrologic Analysis and Design**. 3 ed. University of Maryland, 2005.

MENDES, J. M. G. **Dimensões da sustentabilidade**. In: Revistas da Faculdade Santa Cruz, Curitiba, v.7, n.2, 2009.

MINKE, G. **Techos Verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos**. Montevideo: Ed. Fin de Siglo, 2004.

MONTEIRO, C. A de F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MORAIS, C; RORIZ, M. 2005. **Temperatura em protótipo de edificação com cobertura ajardinada**. In: Encontro nacional sobre conforto no ambiente construído / encontro latino-americano sobre conforto no ambiente construído. Anais... Maceió, Alagoas, 2005, p.1258.

MOROMIZATO, F, B.; OLIVEIRA, J, C.; VIEIRA, K, R.; ABRÃO, M, V, T.; LIMA, M, B, de L.; SILVA, L, F, G, da. 2016. **Telhados verdes para conforto térmico**. In: Jornada de iniciação científica e extensão. Instituto Federal do Tocantins, 2016.

MOURA, P. M. **Contribuição Para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana**. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

NATIONAL RESOURCE DEFENSE COUNCIL. 2004. **Stormwater Community Responses to Runoff Pollution**. Disponível em <[http://ctenvirothon.org/wp-content/uploads/2014/08/09\\_NRDC\\_stormwater\\_strategies.pdf](http://ctenvirothon.org/wp-content/uploads/2014/08/09_NRDC_stormwater_strategies.pdf)>. Acesso em: 06 abril de 2018.

OLIVEIRA, M, da R. 2017. **Projeção da curva de intensidade, duração e frequência de São Leopoldo**. Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, 2017.

NETTO, J. M. de A. 1998. **Manual de Hidráulica**. 8 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

PLANGEA. Prefeitura Municipal de São Leopoldo. Disponível em: <[http://www.saoleopoldo.rs.gov.br/?titulo=Secretarias%20e%20Gabinetes&template=conteudo&categoria=1&codigoCategoria=1&idConteudo=2481&tipoConteudo=INCL UDE\\_MOSTRA\\_CONTEUDO](http://www.saoleopoldo.rs.gov.br/?titulo=Secretarias%20e%20Gabinetes&template=conteudo&categoria=1&codigoCategoria=1&idConteudo=2481&tipoConteudo=INCL UDE_MOSTRA_CONTEUDO)>. Acesso em

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA. 2005. **Manual de Drenagem Urbana** Volume VI. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. DEP – Departamento de Esgotos Pluviais. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SÃO LEOPOLDO. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano Municipal de Gestão Ambiental – PLANGEA- São Leopoldo/RS**. São Leopoldo, 2011. Disponível em: <[http://www.saoleopoldo.rs.gov.br/download\\_anexo/PLANGEA%20-%20Volume%204%20-%20Final.pdf](http://www.saoleopoldo.rs.gov.br/download_anexo/PLANGEA%20-%20Volume%204%20-%20Final.pdf)>. Acesso em: 11 de outubro de 2018.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS; Prioridades 2012-2015. Brasília, dezembro de 2011.

PUGET SOUND ACTION TEAM & WASHINGTON STATE UNIVERSITY. 2005. **Low Impact Development Technical Guidance Manual for Puget Sound**. Disponível em: <[http://www.psp.wa.gov/downloads/LID/LID\\_manual2005.pdf](http://www.psp.wa.gov/downloads/LID/LID_manual2005.pdf)>. Acesso em: 4 de setembro de 2018.

RBRH, 2005. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 10, n.1 Jan/Mar 2005, 5-23. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/305304627\\_Desempenho\\_de\\_Formulas\\_de\\_Tempo\\_de\\_Concentracao\\_em\\_Bacias\\_Urbanas\\_e\\_Rurais](https://www.researchgate.net/publication/305304627_Desempenho_de_Formulas_de_Tempo_de_Concentracao_em_Bacias_Urbanas_e_Rurais)>. Acesso em: 28 de junho de 2018.

RIBEIRO, A. M.; **BMP's em Drenagem Urbana: Aplicabilidade em Cidades Brasileiras**. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014.

SEMA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Disponível em: <[www.sema.rs.gov.br](http://www.sema.rs.gov.br)>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

SILVEIRA, L. L. A; **A História da Drenagem**. In: Revista Rio – Águas. Vol. 1, no. 1, p 9-13. 1999.

SILVEIRA, L. L. A; **Drenagem Urbana: Aspectos de Gestão**. 1 ed. Porto Alegre, 2002.

SOUZA, C. F.; FRAGOSO JÚNIOR, C.R.; GIACOMONI, M.H. 2004. **Vazão Ecológica Constante Vs Vazão Ecológica Variável**. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, VII. São Luís, 2004.

SOUZA, C. F.; **Mecanismos Técnico-Institucionais para Sustentabilidade da Drenagem Urbana**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

SOUZA, F. S.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. 2012. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto**: Planejamento e Tecnologias Verdes para Sustentabilidade das Águas Urbanas. In: RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.2 – Abr/Jun 2012, 9-18.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G.; 2014. **Telhado verde**: uma alternativa sustentável para gestão das águas pluviais. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n 1, p. 139-154. 2014.

TASSINARI, L. C. da S.; BASSO, R. E.; PERIUS, C. F.; SILVA, D. T. da.; PERSCH, C. G.; TASSI, R.; ALLASIA D.; **Influência da Pluviometria Sobre a Persistência das Espécies *Gazania rigens* e *Kalanchoe blossfeldiana* como Cobertura Vegetal de um Telhado Verde**. Bento Gonçalves: ABRH, 2013.

TASSINARI, L. C.da. S.; **Dimensionamento de sistema de drenagem pluvial utilizando métodos de baixo impacto**. Monografia. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

TOMAZ, P.; 2002. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. Disponível em <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro07calculo\\_hidrologico.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro07calculo_hidrologico.pdf)>. Acesso em: 04 de agosto de 2018.

TUCCI, C. E. M.; **Águas Urbanas – Desenvolvimento Urbano – Estrutura Urbana**. 2008.

TUCCI, C. E. M.; **Drenagem Urbana**, org. por TUCCI, C. E. M; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995.

TUCCI, C. E. M. 2002. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. In: RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, v 7, n.1, p.5-27.

UBORNAS, B.; STAHLRE, P.; **Stormwater**: best management practices and detention for water quality, drainage and CSO management. Nova Jersey, Englewood Cliff: Prentice Hall, 1993. 447 p.

## ANEXO A - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM COM TELHADO CONVENCIONAL

Trecho		L	Área (ha)		tc	I	Coef. de Esc.	Q	Cotas do Terreno (m)		S	D calc	D adot	FH	Rh/D	y/D	V	te
PV Mont	PV Jus	(m)	Trecho	Acumulada	(min)	(mm/h)		(L/s)	PV Mont	PV Jus	(m/m)	(m)	(m)					(m/s)
PI-01	PI-02	20,00	0,006919	0,006919	5,00	108,86	0,95	2,0	66,70	66,58	0,0060	0,077	0,30	0,0083	0,0695	0,11	0,45	0,74
PI-02	PI-03	4,11	0,006919	0,013838	5,74	99,854	0,95	3,6	66,58	66,55	0,0073	0,093	0,30	0,0138	0,0871	0,14	0,58	0,12
PI-03	PI-04	5,49	0,001407	0,015245	5,86	98,584	0,95	4,0	66,55	66,51	0,0073	0,096	0,30	0,0150	0,0929	0,15	0,60	0,15
PI-04	PI-06	4,50	0,001407	0,016652	6,01	97,017	0,95	4,3	66,51	66,48	0,0067	0,101	0,30	0,0168	0,0986	0,16	0,60	0,12
PI-05	PI-06	20,00	0,006919	0,006919	5,00	108,86	0,95	2,0	66,60	66,48	0,0060	0,077	0,30	0,0083	0,0695	0,11	0,45	0,74
PI-06	PI-07	11,96	0,006919	0,030490	6,13	95,774	0,95	7,7	66,48	66,41	0,0060	0,128	0,30	0,0320	0,1312	0,22	0,69	0,29
PI-07	PI-08	20,00	0,039922	0,070412	6,42	93,052	0,58	10,6	66,41	66,29	0,0059	0,145	0,30	0,0443	0,1516	0,26	0,75	0,44
PI-08	PI-09	13,79	0,034651	0,105063	6,86	89,242	0,70	18,2	66,29	66,20	0,0065	0,174	0,30	0,0728	0,1847	0,33	0,90	0,25
PI-09	PI-11	6,47	0,034651	0,139714	7,12	87,229	0,77	26,1	66,20	66,16	0,0062	0,201	0,30	0,1069	0,2142	0,4	0,97	0,11
PI-10	PI-11	20,00	0,019141	0,019141	5,00	108,86	0,47	2,7	66,28	66,16	0,0060	0,087	0,30	0,0113	0,0813	0,13	0,50	0,67
PI-11	PI-12	20,00	0,075425	0,234280	7,23	86,386	0,74	41,6	66,16	66,04	0,0060	0,241	0,30	0,1732	0,2592	0,53	1,09	0,31
PI-12	PV 01	10,10	0,012228	0,246508	7,54	84,162	0,72	41,5	66,04	65,97	0,0069	0,234	0,30	0,1608	0,2531	0,51	1,15	0,15
PI-13	PI-14	20,00	0,138838	0,138838	5,00	108,86	0,40	16,8	66,70	66,58	0,0060	0,171	0,30	0,0699	0,1802	0,32	0,85	0,39
PI-14	PI-15	13,79	0,034651	0,173489	5,39	103,84	0,51	25,5	66,58	66,49	0,0065	0,197	0,30	0,1019	0,2102	0,39	0,98	0,23
PI-15	PI-16	5,09	0,049604	0,223093	5,62	101,12	0,58	36,4	66,49	66,45	0,0079	0,218	0,30	0,1322	0,2331	0,45	1,16	0,07
PI-16	PI-17	20,00	0,000000	0,223093	5,70	100,3	0,58	36,1	66,45	66,33	0,0060	0,228	0,30	0,1501	0,2468	0,49	1,05	0,32
PI-17	PI-18	20,00	0,081908	0,305001	6,02	96,948	0,60	49,3	66,33	66,21	0,0060	0,257	0,30	0,2052	0,2753	0,59	1,13	0,29
PI-18	PV 01	12,41	0,024186	0,329187	6,31	94,081	0,57	49,1	66,21	65,97	0,0193	0,206	0,30	0,1137	0,2776	0,6	2,04	0,10
PV 01	PV 02	25,16	0,018017	0,593712	7,68	83,152	0,630	86,5	65,97	65,81	0,0064	0,313	0,40	0,1623	0,2531	0,51	1,33	0,31
PI-19	PI-20	15,40	0,064081	0,064081	5,00	108,86	0,880	17,1	66,28	66,18	0,0065	0,170	0,30	0,0683	0,1802	0,32	0,89	0,29
PI-20	PI-21	20,00	0,034635	0,098716	5,29	105,09	0,630	18,2	66,18	66,06	0,0060	0,177	0,30	0,0756	0,1891	0,34	0,88	0,38
PI-21	PI-22	20,00	0,089469	0,188185	5,67	100,63	0,630	33,2	66,06	65,94	0,0060	0,221	0,30	0,1380	0,2401	0,47	1,03	0,32
PI-22	PV 02	10,53	0,000000	0,188185	5,99	97,188	0,630	32,0	65,94	65,81	0,0123	0,191	0,30	0,0929	0,202	0,37	1,32	0,13
PI-23	PI-24	3,77	0,068023	0,068023	5,00	108,86	0,840	17,3	66,28	66,25	0,0080	0,164	0,30	0,0625	0,1709	0,30	0,95	0,07
PI-24	PI-25	20,00	0,000000	0,068023	5,07	107,97	0,840	17,2	66,25	66,13	0,0060	0,173	0,30	0,0714	0,1847	0,33	0,87	0,38
PI-25	PI-26	20,00	0,083805	0,151828	5,45	103,12	0,740	32,2	66,13	66,01	0,0060	0,219	0,30	0,1340	0,2366	0,46	1,02	0,33
PI-26	PV 02	12,61	0,025765	0,177593	5,78	99,43	0,660	32,4	66,01	65,81	0,0159	0,183	0,30	0,0829	0,1935	0,35	1,45	0,14
PV 02	PV 03	25,78	0,019313	0,978803	8,00	81,085	0,630	139,0	65,81	65,65	0,0062	0,376	0,40	0,2641	0,2975	0,71	1,47	0,29
PI-27	PI-28	15,40	0,064081	0,064081	5,00	108,86	0,880	17,1	66,28	66,18	0,0065	0,170	0,30	0,0683	0,1802	0,32	0,89	0,29
PI-28	PI-29	20,00	0,034635	0,098716	5,29	105,09	0,630	18,2	66,18	66,06	0,0060	0,177	0,30	0,0756	0,1891	0,34	0,88	0,38
PI-29	PI-30	20,00	0,089469	0,188185	5,67	100,63	0,630	33,2	66,06	65,94	0,0060	0,221	0,30	0,1380	0,2401	0,47	1,03	0,32
PI-30	PV 03	10,53	0,000000	0,188185	5,99	97,188	0,630	32,0	65,94	65,65	0,0275	0,164	0,30	0,0622	0,1709	0,30	1,76	0,10
PI-31	PI-32	3,77	0,068023	0,068023	5,00	108,86	0,840	17,3	66,28	66,25	0,0080	0,164	0,30	0,0625	0,1709	0,30	0,95	0,07
PI-32	PI-33	20,00	0,000000	0,068023	5,07	107,97	0,840	17,2	66,25	66,13	0,0060	0,173	0,30	0,0714	0,1847	0,33	0,87	0,38
PI-33	PI-34	20,00	0,083805	0,151828	5,45	103,12	0,740	32,2	66,13	66,01	0,0060	0,219	0,30	0,1340	0,2366	0,46	1,02	0,33
PI-34	PV 03	12,61	0,025765	0,177593	5,78	99,43	0,660	32,4	66,01	65,65	0,0285	0,164	0,30	0,0618	0,1709	0,30	1,79	0,12
PV 03	PV 04	25,94	0,019313	1,363894	8,29	79,276	0,630	189,4	65,65	65,49	0,0062	0,423	0,50	0,1990	0,2728	0,58	1,60	0,27
PI-35	PI-36	15,40	0,064081	0,064081	5,00	108,86	0,880	17,1	66,28	66,18	0,0065	0,170	0,30	0,0683	0,1802	0,32	0,89	0,29
PI-36	PI-37	20,00	0,034635	0,098716	5,29	105,09	0,630	18,2	66,18	66,06	0,0060	0,177	0,30	0,0756	0,1891	0,34	0,88	0,38
PI-37	PI-38	20,00	0,089469	0,188185	5,67	100,63	0,630	33,2	66,06	65,94	0,0060	0,221	0,30	0,1380	0,2401	0,47	1,03	0,32
PI-38	PV 04	10,53	0,000000	0,188185	5,99	97,188	0,630	32,0	65,94	65,49	0,0427	0,151	0,30	0,0499	0,1566	0,27	2,07	0,08
PI-39	PI-40	3,77	0,068023	0,068023	5,00	108,86	0,840	17,3	66,28	66,25	0,0080	0,164	0,30	0,0625	0,1709	0,30	0,95	0,07
PI-40	PI-41	20,00	0,000000	0,068023	5,07	107,97	0,840	17,2	66,25	66,13	0,0060	0,173	0,30	0,0714	0,1847	0,33	0,87	0,38
PI-41	PI-42	20,00	0,083805	0,151828	5,45	103,12	0,740	32,2	66,13	66,01	0,0060	0,219	0,30	0,1340	0,2366	0,46	1,02	0,33
PI-42	PV 04	12,61	0,025765	0,177593	5,78	99,43	0,660	32,4	66,01	65,49	0,0412	0,153	0,30	0,0514	0,1614	0,28	2,08	0,10
PV 04	PV 05	35,55	0,019313	1,748985	8,56	77,699	0,640	241,8	65,49	65,28	0,0059	0,467	0,50	0,2597	0,2962	0,70	1,65	0,36
PI-43	PI-44	20,00	0,059217	0,059217	5,00	108,86	0,910	16,3	66,28	66,16	0,0060	0,170	0,30	0,0679	0,1802	0,32	0,85	0,39
PI-44	PI-45	20,00	0,084606	0,143823	5,39	103,84	0,510	21,2	66,16	66,04	0,0060	0,187	0,30	0,0881	0,1978	0,36	0,91	0,37
PI-45	PI-46	20,00	0,037082	0,180905	5,76	99,631	0,470	23,5	66,04	65,92	0,0060	0,195	0,30	0,0980	0,2102	0,39	0,94	0,35
PI-46	PV 05	11,82	0,037269	0,218174	6,11	95,982	0,440	25,6	65,92	65,28	0,0541	0,133	0,30	0,0355	0,1364	0,23	2,13	0,09
PI-47	PI-48	18,36	0,056409	0,056409	5,00	108,86	0,570	9,7	66,28	66,17	0,0060	0,140	0,30	0,0405	0,1416	0,24	0,72	0,42
PI-48	PI-49	20,00	0,007825	0,064234	5,42	103,47	0,620	11,5	66,17	66,05	0,0060	0,149	0,30	0,0477	0,1516	0,26	0,76	0,44
PI-49	PI-51	11,47	0,044439	0,108673	5,86	98,538	0,540	16,1	66,05	65,98	0,0061	0,168	0,30	0,0663	0,1756	0,31	0,84	0,23
PI-50	PI-51	9,61	0,064632	0,064632	5,00	108,86	0,880	17,2	66,28	65,98	0,0312	0,127	0,30	0,0314	0,1259	0,21	1,53	0,10
PI-51	PI-53	14,87	0,007300	0,180605	6,09	96,225	0,680	32,9	65,98	65,89	0,0061	0,220	0,30	0,1361	0,2366	0,46	1,03	0,24
PI-52	PI-53	6,40	0,015736	0,015736	5,00	108,86	0,170	0,8	65,98	65,89	0,0141	0,047	0,30	0,0022	0,0389	0,06	0,47	0,23
PI-53	PI-55	14,97	0,014600	0,210941	6,33	93,905	0,660	36,3	65,89	65,80	0,0060	0,229	0,30	0,1511	0,2468	0,49	1,05	0,24
PI-54	PI-55	6,93	0,020765	0,020765	5,00	108,86	0,170	1,1	65,98	65,80	0,0260	0,046	0,30	0,0021	0,0389	0,06	0,64	0,18
PI-55	PV 05	17,85	0,007300	0,239006	6,57	91,763	0,630	38,4	65,80	65,28	0,0291	0,174	0,30	0,0725	0,1847	0,33	1,91	0,16
PV 05	PV 06	15,41	0,040279	2,246444	8,92	75,729	0,610	288,5	65,28	65,18	0,0065	0,491	0,50	0,2956	0,3036	0,78	1,76	0,15
PI-56	PI-57	9,00	0,008021	0,008021	5,00	108,86	0,950	2,3	66,28	66,22	0,0067	0,080	0,30	0,0091	0,0755	0,12	0,50	0,30

## ANEXO A - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM COM TELHADO CONVENCIONAL (CONT.)

Trecho		L	Área (ha)		tc	I	Coef. de Esc.	Q	Cotas do Terreno (m)		S	D calc	D adot	FH	Rh/D	y/D	V	te
PV Mont	PV Jus	(m)	Trecho	Acumulada	(min)	(mm/h)		(L/s)	PV Mont	PV Jus	(m/m)	(m)	(m)					(m/s)
PI-60	PI-61	9,00	0,030321	0,091635	5,90	98,154	0,680	17,0	66,05	66,00	0,0056	0,175	0,30	0,0735	0,1847	0,33	0,83	0,18
PI-61	PV 06	12,07	0,008021	0,099656	6,08	96,321	0,700	18,7	66,00	65,93	0,0058	0,180	0,30	0,0791	0,1891	0,34	0,86	0,23
PV 06	PV 07	26,13	0,033359	2,379459	9,07	74,963	0,620	307,4	65,93	65,77	0,0061	0,508	0,60	0,1994	0,2728	0,58	1,80	0,24
PI-62	PI-63	11,24	0,014368	0,014368	5,00	108,86	0,950	4,1	65,98	65,91	0,0062	0,101	0,30	0,0169	0,0986	0,16	0,58	0,32
PI-63	PI-64	11,24	0,014368	0,028736	5,32	104,68	0,950	7,9	65,91	65,84	0,0062	0,129	0,30	0,0324	0,1312	0,22	0,70	0,27
PI-64	PI-75	8,76	0,014368	0,043104	5,59	101,52	0,950	11,6	65,84	65,78	0,0068	0,145	0,30	0,0450	0,1516	0,26	0,81	0,18
PI-68	PI-69	4,80	0,010494	0,010494	5,00	108,86	0,950	3,0	65,98	65,95	0,0063	0,089	0,30	0,0123	0,0871	0,14	0,54	0,15
PI-69	PI-70	4,80	0,010494	0,020988	5,15	106,87	0,950	5,9	65,95	65,92	0,0063	0,115	0,30	0,0242	0,1152	0,19	0,65	0,12
PI-70	PI-71	4,80	0,010494	0,031482	5,27	105,29	0,950	8,8	65,92	65,89	0,0063	0,133	0,30	0,0357	0,1364	0,23	0,72	0,11
PI-71	PI-72	4,80	0,010494	0,041976	5,38	103,93	0,950	11,5	65,89	65,86	0,0063	0,148	0,30	0,0470	0,1516	0,26	0,77	0,10
PI-72	PI-73	4,80	0,010494	0,052470	5,49	102,7	0,950	14,2	65,86	65,83	0,0063	0,160	0,30	0,0580	0,1662	0,29	0,82	0,10
PI-73	PI-74	4,80	0,010494	0,062964	5,58	101,57	0,950	16,9	65,83	65,80	0,0063	0,170	0,30	0,0689	0,1802	0,32	0,87	0,09
PI-74	PI-75	2,60	0,010494	0,073458	5,68	100,54	0,950	19,5	65,80	65,77	0,0115	0,160	0,30	0,0585	0,1662	0,29	1,12	0,04
PI-65	PI-66	15,30	0,006489	0,006489	5,00	108,86	0,950	1,9	65,98	65,89	0,0059	0,075	0,30	0,0078	0,0695	0,11	0,45	0,57
PI-66	PI-67	15,07	0,012978	0,019467	5,57	101,73	0,950	5,2	65,89	65,79	0,0066	0,109	0,30	0,0207	0,1042	0,17	0,62	0,40
PI-67	PI-75	6,47	0,006489	0,025956	5,97	97,363	0,950	6,7	65,79	65,78	0,0015	0,156	0,30	0,0547	0,1614	0,28	0,40	0,27
PI-75	PV 07	12,96	0,015297	0,157815	5,77	99,519	0,890	38,9	65,78	65,77	0,0008	0,345	0,40	0,2094	0,2776	0,60	0,49	0,44
PV 07	PV 08	49,71	0,041862	2,579136	9,31	73,736	0,630	333,1	65,77	65,47	0,0060	0,525	0,60	0,2176	0,2821	0,62	1,83	0,45
PI-77	PI-78	7,89	0,016041	0,016041	5,00	108,86	0,950	4,6	66,28	66,23	0,0063	0,105	0,30	0,0187	0,1042	0,17	0,61	0,22
PI-76	PI-78	7,89	0,012031	0,012031	5,00	108,86	0,950	3,5	66,28	66,23	0,0063	0,094	0,30	0,0140	0,0871	0,14	0,54	0,24
PI-78	PI-84	12,02	0,044530	0,072602	5,24	105,66	0,620	13,2	66,23	66,16	0,0058	0,158	0,30	0,0558	0,1662	0,29	0,80	0,25
PI-82	PI-83	4,24	0,012031	0,012031	5,00	108,86	0,950	3,5	66,28	66,25	0,0071	0,092	0,30	0,0133	0,0871	0,14	0,57	0,12
PI-83	PI-84	8,70	0,014032	0,026063	5,12	107,2	0,950	7,4	66,25	66,16	0,0103	0,114	0,30	0,0234	0,1152	0,19	0,83	0,17
PI-79	PI-81	7,89	0,016041	0,016041	5,00	108,86	0,950	4,6	66,28	66,23	0,0063	0,105	0,30	0,0187	0,1042	0,17	0,61	0,22
PI-80	PI-81	7,89	0,012031	0,012031	5,00	108,86	0,950	3,5	66,28	66,23	0,0063	0,094	0,30	0,0140	0,0871	0,14	0,54	0,24
PI-81	PI-84	12,02	0,044530	0,072602	5,24	105,66	0,620	13,2	66,23	66,16	0,0058	0,158	0,30	0,0558	0,1662	0,29	0,80	0,25
PI-84	PI-87	14,98	0,018041	0,189308	5,50	102,6	0,690	37,3	66,16	66,07	0,0060	0,231	0,30	0,1549	0,25	0,50	1,06	0,24
PI-85	PI-86	14,53	0,016041	0,016041	5,00	108,86	0,950	4,6	66,28	66,19	0,0062	0,105	0,30	0,0189	0,1042	0,17	0,60	0,40
PI-86	PI-89	13,51	0,043231	0,059272	5,40	103,7	0,790	13,5	66,19	66,07	0,0089	0,147	0,30	0,0462	0,1516	0,26	0,92	0,24
PI-87	PI-88	11,54	0,016041	0,016041	5,00	108,86	0,950	4,6	66,28	66,21	0,0061	0,105	0,30	0,0191	0,1042	0,17	0,59	0,32
PI-88	PI-89	16,47	0,015458	0,031499	5,32	104,67	0,660	6,0	66,21	66,07	0,0085	0,110	0,30	0,0211	0,1097	0,18	0,73	0,38
PI-89	PI-90	14,65	0,016041	0,296120	5,73	99,934	0,720	59,2	66,07	65,98	0,0061	0,274	0,30	0,2436	0,2917	0,67	1,19	0,21
PI-90	PI-97	13,64	0,050014	0,346134	5,94	97,751	0,740	69,6	65,98	65,89	0,0066	0,287	0,30	0,2762	0,2728	0,58	1,18	0,19
PI-91	PI-92	9,06	0,017285	0,017285	5,00	108,86	0,950	5,0	66,70	66,64	0,0066	0,107	0,30	0,0197	0,1042	0,17	0,62	0,24
PI-92	PI-93	9,06	0,017285	0,034570	5,24	105,67	0,950	9,6	66,64	66,58	0,0066	0,137	0,30	0,0382	0,1416	0,24	0,76	0,20
PI-93	PI-94	9,06	0,041721	0,076291	5,44	103,24	0,890	19,5	66,58	66,52	0,0066	0,178	0,30	0,0772	0,1891	0,34	0,92	0,16
PI-94	PI-95	9,06	0,017285	0,093576	5,60	101,34	0,900	23,7	66,52	66,46	0,0066	0,192	0,30	0,0940	0,2062	0,38	0,98	0,15
PI-95	PI-96	20,00	0,017285	0,110861	5,76	99,633	0,910	27,9	66,46	66,40	0,0030	0,236	0,30	0,1644	0,2562	0,52	0,76	0,44
PI-96	PI-97	20,00	0,043260	0,154121	6,20	95,161	0,880	35,9	66,40	65,89	0,0255	0,174	0,30	0,0724	0,1847	0,33	1,79	0,19
PI-97	PI-114	20,00	0,020170	0,520425	6,38	93,406	0,790	106,8	65,89	65,77	0,0060	0,343	0,40	0,2063	0,2753	0,59	1,37	0,24
PI-98	PI-99	20,00	0,041800	0,041800	5,00	108,86	0,950	12,0	66,70	66,58	0,0060	0,151	0,30	0,0500	0,1566	0,27	0,78	0,43
PI-99	PI-100	20,00	0,041800	0,083600	5,24	105,66	0,950	23,3	66,58	66,46	0,0060	0,194	0,30	0,0971	0,2062	0,38	0,93	0,36
PI-100	PI-101	20,00	0,041800	0,125400	5,60	101,38	0,950	33,6	66,46	66,34	0,0060	0,222	0,30	0,1397	0,2401	0,47	1,03	0,32
PI-101	PI-105	18,53	0,029836	0,155236	5,92	97,879	0,950	40,1	66,34	66,22	0,0065	0,234	0,30	0,1607	0,2531	0,51	1,11	0,28
PI-102	PI-103	20,00	0,038391	0,038391	5,00	108,86	0,840	9,8	66,70	66,58	0,0060	0,140	0,30	0,0406	0,1416	0,24	0,73	0,46
PI-103	PI-104	20,00	0,038846	0,077237	5,46	103,02	0,840	18,6	66,58	66,46	0,0060	0,178	0,30	0,0773	0,1891	0,34	0,88	0,38
PI-104	PI-105	20,00	0,038848	0,116085	5,84	98,779	0,840	26,8	66,46	66,34	0,0060	0,204	0,30	0,1114	0,2182	0,41	0,97	0,34
PI-105	PI-109	16,33	0,026995	0,298316	6,20	95,103	0,900	71,0	66,34	66,24	0,0061	0,293	0,30	0,2924	0,3031	0,77	1,22	0,22
PI-106	PI-107	20,00	0,037554	0,037554	5,00	108,86	0,770	8,8	66,70	66,58	0,0060	0,134	0,30	0,0364	0,1416	0,24	0,73	0,46
PI-107	PI-108	20,00	0,038847	0,076401	5,46	103,02	0,760	16,6	66,58	66,46	0,0060	0,171	0,30	0,0692	0,1802	0,32	0,85	0,39
PI-108	PI-109	20,00	0,038847	0,115248	5,85	98,648	0,790	25,0	66,46	66,24	0,0110	0,178	0,30	0,0767	0,1891	0,34	1,19	0,28
PI-109	PI-113	13,32	0,026023	0,439587	6,43	93,014	0,870	98,9	66,24	66,16	0,0060	0,333	0,40	0,1910	0,2703	0,57	1,35	0,16
PI-110	PI-111	20,00	0,039712	0,039712	5,00	108,86	0,890	10,7	66,70	66,58	0,0060	0,145	0,30	0,0445	0,1516	0,26	0,76	0,44
PI-111	PI-112	20,00	0,038847	0,078559	5,44	103,27	0,860	19,4	66,58	66,46	0,0060	0,181	0,30	0,0807	0,1935	0,35	0,89	0,37
PI-112	PI-113	20,00	0,042167	0,120726	5,81	99,058	0,840	27,9	66,46	66,34	0,0060	0,207	0,30	0,1162	0,222	0,42	0,98	0,34
PI-113	PI-114	8,14	0,025357	0,585670	6,59	91,555	0,860	128,2	66,16	65,77	0,0479	0,249	0,30	0,1888	0,2676	0,56	3,13	0,04
PI-114	PV 08	13,87	0,065723	1,171818	6,63	91,18	0,830	246,5	65,77	65,47	0,0216	0,369	0,40	0,2509	0,2933	0,68	2,71	0,09
PI-115	PI-116	3,35	0,017422	0,017422	5,00	108,86	0,950	5,0	66,70	66,68	0,0060	0,109	0,30	0,0209	0,1097	0,18	0,61	0,09
PI-116	PI-117	3,35	0,017422	0,034844	5,09	107,63	0,950	9,9	66,68	66,66	0,0060	0,141	0,30	0,0413	0,1466	0,25	0,74	0,08
PI-117	PI-118	3,35	0,017422	0,052266	5,17	106,64	0,950	14,7	66,66	66,64	0,0060	0,163	0,30	0,0614	0,1709	0,30	0,82	0,07
PI-118	PI-119	3,35	0,017422	0,069688	5,23	105,77	0,950	19,5	66,64	66,62	0,0060	0,181	0,30	0,0812	0			

## ANEXO B - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM COM TELHADO VERDE

Trecho		L	Área (ha)		tc	I	Coef. de Esc.	Q	Cotas do Terreno (m)		S	D calc	D adot	FH	Rh/D	y/D	V	te
PV Mont	PV Jus	(m)	Trecho	Acumulada	(min)	(mm/h)		(L/s)	PV Mont	PV Jus	(m/m)	(m)	(m)				(m/s)	(min)
PI-01	PI-02	20,00	0,006919	0,006919	5,00	108,86	0,250	0,5	66,70	66,58	0,0060	0,047	0,30	0,0022	0,0389	0,06	0,31	1,09
PI-02	PI-03	4,11	0,006919	0,013838	6,09	96,227	0,250	0,9	66,58	66,55	0,0073	0,056	0,30	0,0035	0,0451	0,07	0,37	0,18
PI-03	PI-04	5,49	0,001407	0,015245	6,27	94,451	0,250	1,0	66,55	66,51	0,0073	0,057	0,30	0,0038	0,0513	0,08	0,41	0,23
PI-04	PI-06	4,50	0,001407	0,016652	6,50	92,384	0,250	1,1	66,51	66,48	0,0067	0,060	0,30	0,0042	0,0513	0,08	0,39	0,19
PI-05	PI-06	20,00	0,006919	0,006919	5,00	108,86	0,250	0,5	66,60	66,48	0,0060	0,047	0,30	0,0022	0,0389	0,06	0,31	1,09
PI-06	PI-07	11,96	0,006919	0,030490	6,69	90,704	0,250	1,9	66,48	66,41	0,0060	0,076	0,30	0,0080	0,0695	0,11	0,45	0,44
PI-07	PI-08	20,00	0,039922	0,070412	7,13	87,146	0,283	4,8	66,41	66,29	0,0059	0,108	0,30	0,0203	0,1042	0,17	0,59	0,57
PI-08	PI-09	13,79	0,034651	0,105063	7,70	83,053	0,272	6,6	66,29	66,20	0,0065	0,119	0,30	0,0263	0,1206	0,2	0,68	0,34
PI-09	PI-11	6,47	0,034651	0,139714	8,04	80,845	0,267	8,4	66,20	66,16	0,0062	0,131	0,30	0,0344	0,1312	0,22	0,70	0,15
PI-10	PI-11	20,00	0,019141	0,019141	5,00	108,86	0,470	2,7	66,28	66,16	0,0060	0,087	0,30	0,0113	0,0813	0,13	0,50	0,67
PI-11	PI-12	20,00	0,075425	0,234280	8,19	79,888	0,284	14,8	66,16	66,04	0,0060	0,163	0,30	0,0615	0,1709	0,3	0,82	0,41
PI-12	PV 01	10,10	0,012228	0,246508	8,60	77,505	0,283	15,0	66,04	65,97	0,0069	0,160	0,30	0,0582	0,1662	0,29	0,87	0,19
PI-13	PI-14	20,00	0,138838	0,138838	5,00	108,86	0,396	16,6	66,70	66,58	0,0060	0,171	0,30	0,0692	0,1802	0,32	0,85	0,39
PI-14	PI-15	13,79	0,034651	0,173489	5,39	103,84	0,367	18,4	66,58	66,49	0,0065	0,175	0,30	0,0733	0,1847	0,33	0,90	0,25
PI-15	PI-16	5,09	0,049604	0,223093	5,65	100,88	0,367	23,0	66,49	66,45	0,0079	0,183	0,30	0,0835	0,1935	0,35	1,02	0,08
PI-16	PI-17	20,00	0,000000	0,223093	5,73	99,961	0,367	22,8	66,45	66,33	0,0060	0,192	0,30	0,0947	0,2062	0,38	0,93	0,36
PI-17	PI-18	20,00	0,081908	0,305001	6,09	96,236	0,325	26,5	66,33	66,21	0,0060	0,203	0,30	0,1104	0,2182	0,41	0,97	0,34
PI-18	PV 01	12,41	0,024186	0,329187	6,43	92,972	0,314	26,7	66,21	65,97	0,0193	0,164	0,30	0,0619	0,1709	0,3	1,48	0,14
PV 01	PV 02	25,16	0,018017	0,593712	8,79	76,427	0,308	38,9	65,97	65,81	0,0064	0,232	0,30	0,1570	0,2500	0,50	1,09	0,38
PI-19	PI-20	15,40	0,064081	0,064081	5,00	108,86	0,305	5,9	66,28	66,18	0,0065	0,114	0,30	0,0237	0,1152	0,19	0,66	0,39
PI-20	PI-21	20,00	0,034635	0,098716	5,39	103,85	0,255	7,3	66,18	66,06	0,0060	0,125	0,30	0,0302	0,1259	0,21	0,67	0,50
PI-21	PI-22	20,00	0,089469	0,188185	5,89	98,265	0,236	12,1	66,06	65,94	0,0060	0,152	0,30	0,0505	0,1566	0,27	0,78	0,43
PI-22	PV 02	10,53	0,000000	0,188185	6,32	94,019	0,236	11,6	65,94	65,81	0,0123	0,130	0,30	0,0337	0,1312	0,22	0,99	0,18
PI-23	PI-24	3,77	0,068023	0,068023	5,00	108,86	0,295	6,1	66,28	66,25	0,0080	0,111	0,30	0,0219	0,1097	0,18	0,70	0,09
PI-24	PI-25	20,00	0,000000	0,068023	5,09	107,66	0,295	6,0	66,25	66,13	0,0060	0,117	0,30	0,0250	0,1152	0,19	0,63	0,53
PI-25	PI-26	20,00	0,083805	0,151828	5,62	101,21	0,252	10,8	66,13	66,01	0,0060	0,145	0,30	0,0448	0,1516	0,26	0,76	0,44
PI-26	PV 02	12,61	0,025765	0,177593	6,06	96,544	0,240	11,4	66,01	65,81	0,0159	0,124	0,30	0,0293	0,1259	0,21	1,09	0,19
PV 02	PV 03	25,78	0,019313	0,978803	9,17	74,404	0,286	57,9	65,81	65,65	0,0062	0,271	0,30	0,2369	0,2882	0,65	1,18	0,36
PI-27	PI-28	15,40	0,064081	0,064081	5,00	108,86	0,305	5,9	66,28	66,18	0,0065	0,114	0,30	0,0237	0,1152	0,19	0,66	0,39
PI-28	PI-29	20,00	0,034635	0,098716	5,39	103,85	0,255	7,3	66,18	66,06	0,0060	0,125	0,30	0,0302	0,1259	0,21	0,67	0,50
PI-29	PI-30	20,00	0,089469	0,188185	5,89	98,265	0,236	12,1	66,06	65,94	0,0060	0,152	0,30	0,0505	0,1566	0,27	0,78	0,43
PI-30	PV 03	10,53	0,000000	0,188185	6,32	94,019	0,236	11,6	65,94	65,65	0,0275	0,112	0,30	0,0225	0,1097	0,18	1,31	0,13
PI-31	PI-32	3,77	0,068023	0,068023	5,00	108,86	0,295	6,1	66,28	66,25	0,0080	0,111	0,30	0,0219	0,1097	0,18	0,70	0,09
PI-32	PI-33	20,00	0,000000	0,068023	5,09	107,66	0,295	6,0	66,25	66,13	0,0060	0,117	0,30	0,0250	0,1152	0,19	0,63	0,53
PI-33	PI-34	20,00	0,083805	0,151828	5,62	101,21	0,252	10,8	66,13	66,01	0,0060	0,145	0,30	0,0448	0,1516	0,26	0,76	0,44
PI-34	PV 03	12,61	0,025765	0,177593	6,06	96,544	0,240	11,4	66,01	65,65	0,0285	0,111	0,30	0,0218	0,1097	0,18	1,33	0,16
PV 03	PV 04	25,94	0,019313	1,363894	9,54	72,617	0,277	76,3	65,65	65,49	0,0062	0,301	0,40	0,1453	0,2435	0,48	1,28	0,34
PI-35	PI-36	15,40	0,064081	0,064081	5,00	108,86	0,305	5,9	66,28	66,18	0,0065	0,114	0,30	0,0237	0,1152	0,19	0,66	0,39
PI-36	PI-37	20,00	0,034635	0,098716	5,39	103,85	0,255	7,3	66,18	66,06	0,0060	0,125	0,30	0,0302	0,1259	0,21	0,67	0,50
PI-37	PI-38	20,00	0,089469	0,188185	5,89	98,265	0,236	12,1	66,06	65,94	0,0060	0,152	0,30	0,0505	0,1566	0,27	0,78	0,43
PI-38	PV 04	10,53	0,000000	0,188185	6,32	94,019	0,236	11,6	65,94	65,49	0,0427	0,103	0,30	0,0181	0,0986	0,16	1,52	0,12
PI-39	PI-40	3,77	0,068023	0,068023	5,00	108,86	0,295	6,1	66,28	66,25	0,0080	0,111	0,30	0,0219	0,1097	0,18	0,70	0,09
PI-40	PI-41	20,00	0,000000	0,068023	5,09	107,66	0,295	6,0	66,25	66,13	0,0060	0,117	0,30	0,0250	0,1152	0,19	0,63	0,53
PI-41	PI-42	20,00	0,083805	0,151828	5,62	101,21	0,252	10,8	66,13	66,01	0,0060	0,145	0,30	0,0448	0,1516	0,26	0,76	0,44
PI-42	PV 04	12,61	0,025765	0,177593	6,06	96,544	0,240	11,4	66,01	65,49	0,0412	0,103	0,30	0,0182	0,0986	0,16	1,49	0,14
PV 04	PV 05	35,55	0,019313	1,748985	9,88	71,048	0,272	94,0	65,49	65,28	0,0059	0,328	0,40	0,1830	0,2649	0,55	1,32	0,45
PI-43	PI-44	20,00	0,059217	0,059217	5,00	108,86	0,286	5,1	66,28	66,16	0,0060	0,110	0,30	0,0213	0,1097	0,18	0,61	0,54
PI-44	PI-45	20,00	0,084606	0,143823	5,54	102,03	0,257	10,5	66,16	66,04	0,0060	0,144	0,30	0,0436	0,1466	0,25	0,74	0,45
PI-45	PI-46	20,00	0,037082	0,180905	5,99	97,167	0,269	13,1	66,04	65,92	0,0060	0,156	0,30	0,0547	0,1614	0,28	0,79	0,42
PI-46	PV 05	11,82	0,037269	0,218174	6,41	93,117	0,267	15,1	65,92	65,28	0,0541	0,109	0,30	0,0209	0,1097	0,18	1,84	0,11
PI-47	PI-48	18,36	0,056409	0,056409	5,00	108,86	0,476	8,1	66,28	66,17	0,0060	0,131	0,30	0,0338	0,1312	0,22	0,69	0,44
PI-48	PI-49	20,00	0,007825	0,064234	5,44	103,21	0,449	8,3	66,17	66,05	0,0060	0,131	0,30	0,0344	0,1312	0,22	0,69	0,48
PI-49	PI-51	11,47	0,044439	0,108673	5,93	97,845	0,441	13,0	66,05	65,98	0,0061	0,155	0,30	0,0538	0,1614	0,28	0,80	0,24
PI-50	PI-51	9,61	0,064632	0,064632	5,00	108,86	0,310	6,1	66,28	65,98	0,0312	0,086	0,30	0,0111	0,0813	0,13	1,14	0,14
PI-51	PI-53	14,87	0,007300	0,180605	6,17	95,445	0,386	18,5	65,98	65,89	0,0061	0,177	0,30	0,0766	0,1891	0,34	0,88	0,28
PI-52	PI-53	6,40	0,015736	0,015736	5,00	108,86	0,170	0,8	65,98	65,89	0,0141	0,047	0,30	0,0022	0,0389	0,06	0,47	0,23
PI-53	PI-55	14,97	0,014600	0,210941	6,45	92,82	0,360	19,6	65,89	65,80	0,0060	0,182	0,30	0,0815	0,1935	0,35	0,89	0,28
PI-54	PI-55	6,93	0,020765	0,020765	5,00	108,86	0,170	1,1	65,98	65,80	0,0260	0,046	0,30	0,0021	0,0389	0,06	0,64	0,18
PI-55	PV 05	17,85	0,007300	0,239006	6,73	90,387	0,340	20,4	65,80	65,28	0,0291	0,137	0,30	0,0386	0,1416	0,24	1,60	0,19
PV 05	PV 06	15,41	0,040279	2,246444	10,32	69,101	0,283	122,1	65,28	65,18	0,0065	0,355	0,40	0,2269	0,2842	0,63	1,45	0,18
PI-56	PI-57	9,00	0,008021	0,008021	5,00	108,86	0,250	0,6	66,28	66,22	0,0067	0,048	0,30	0,0024	0,0389	0,06	0,32	0,46

## ANEXO B - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM COM TELHADO VERDE (CONT.)

Trecho		L	Área (ha)		tc	I	Coef. de Esc.	Q (L/s)	Cotas do Terreno (m)		S	D calc	D adot	FH	Rh/D	y/D	V	te
PV Mont	PV Jus	(m)	Trecho	Acumulada	(min)	(mm/h)			PV Mont	PV Jus	(m/m)	(m)	(m)					(m/s)
PI-60	PI-61	9,00	0,030321	0,091635	6,18	95,353	0,328	8,0	66,05	66,00	0,0056	0,131	0,30	0,0345	0,1312	0,22	0,66	0,23
PI-61	PV 06	12,07	0,008021	0,099656	6,40	93,228	0,322	8,3	66,00	65,93	0,0058	0,133	0,30	0,0352	0,1364	0,23	0,70	0,29
PV 06	PV 07	26,13	0,033359	2,379459	10,50	68,37	0,292	132,1	65,93	65,77	0,0061	0,370	0,40	0,2526	0,2933	0,68	1,44	0,30
PI-62	PI-63	11,24	0,014368	0,014368	5,00	108,86	0,250	1,1	65,98	65,91	0,0062	0,061	0,30	0,0044	0,0513	0,08	0,38	0,50
PI-63	PI-64	11,24	0,014368	0,028736	5,50	102,56	0,250	2,0	65,91	65,84	0,0062	0,077	0,30	0,0084	0,0695	0,11	0,46	0,41
PI-64	PI-75	8,76	0,014368	0,043104	5,91	98,068	0,250	2,9	65,84	65,78	0,0068	0,087	0,30	0,0114	0,0813	0,13	0,54	0,27
PI-68	PI-69	4,80	0,010494	0,010494	5,00	108,86	0,250	0,8	65,98	65,95	0,0063	0,054	0,30	0,0032	0,0451	0,07	0,35	0,23
PI-69	PI-70	4,80	0,010494	0,020988	5,23	105,81	0,250	1,5	65,95	65,92	0,0063	0,070	0,30	0,0063	0,0635	0,10	0,43	0,18
PI-70	PI-71	4,80	0,010494	0,031482	5,42	103,54	0,250	2,3	65,92	65,89	0,0063	0,080	0,30	0,0092	0,0755	0,12	0,49	0,16
PI-71	PI-72	4,80	0,010494	0,041976	5,58	101,62	0,250	3,0	65,89	65,86	0,0063	0,089	0,30	0,0121	0,0813	0,13	0,51	0,16
PI-72	PI-73	4,80	0,010494	0,052470	5,74	99,872	0,250	3,6	65,86	65,83	0,0063	0,096	0,30	0,0148	0,0929	0,15	0,56	0,14
PI-73	PI-74	4,80	0,010494	0,062964	5,88	98,341	0,250	4,3	65,83	65,80	0,0063	0,102	0,30	0,0175	0,0986	0,16	0,58	0,14
PI-74	PI-75	2,60	0,010494	0,073458	6,02	96,926	0,250	4,9	65,80	65,77	0,0115	0,096	0,30	0,0148	0,0929	0,15	0,76	0,06
PI-65	PI-66	15,30	0,006489	0,006489	5,00	108,86	0,250	0,5	65,98	65,89	0,0059	0,046	0,30	0,0021	0,0389	0,06	0,30	0,84
PI-66	PI-67	15,07	0,012978	0,019467	5,84	98,762	0,250	1,3	65,89	65,79	0,0066	0,065	0,30	0,0053	0,0575	0,09	0,42	0,60
PI-67	PI-75	6,47	0,006489	0,025956	6,44	92,884	0,250	1,7	65,79	65,78	0,0015	0,093	0,30	0,0137	0,0871	0,14	0,27	0,40
PI-75	PV 07	12,96	0,015297	0,157815	6,18	95,331	0,263	11,0	65,78	65,77	0,0008	0,215	0,30	0,1276	0,2331	0,45	0,36	0,60
PV 07	PV 08	49,71	0,041862	2,579136	10,80	67,165	0,294	141,6	65,77	65,47	0,0060	0,381	0,40	0,2728	0,2988	0,72	1,45	0,57
PI-77	PI-78	7,89	0,016041	0,016041	5,00	108,86	0,250	1,2	66,28	66,23	0,0063	0,063	0,30	0,0049	0,0575	0,09	0,41	0,32
PI-76	PI-78	7,89	0,012031	0,012031	5,00	108,86	0,250	0,9	66,28	66,23	0,0063	0,057	0,30	0,0037	0,0513	0,08	0,38	0,35
PI-78	PI-84	12,02	0,044530	0,072602	5,35	104,38	0,216	4,6	66,23	66,16	0,0058	0,106	0,30	0,0192	0,1042	0,17	0,58	0,34
PI-82	PI-83	4,24	0,012031	0,012031	5,00	108,86	0,250	0,9	66,28	66,25	0,0071	0,056	0,30	0,0035	0,0451	0,07	0,37	0,19
PI-83	PI-84	8,70	0,014032	0,026063	5,19	106,32	0,250	1,9	66,25	66,16	0,0103	0,069	0,30	0,0061	0,0635	0,10	0,56	0,26
PI-79	PI-81	7,89	0,016041	0,016041	5,00	108,86	0,250	1,2	66,28	66,23	0,0063	0,063	0,30	0,0049	0,0575	0,09	0,41	0,32
PI-80	PI-81	7,89	0,012031	0,012031	5,00	108,86	0,250	0,9	66,28	66,23	0,0063	0,057	0,30	0,0037	0,0513	0,08	0,38	0,35
PI-81	PI-84	12,02	0,044530	0,072602	5,35	104,38	0,216	4,6	66,23	66,16	0,0058	0,106	0,30	0,0192	0,1042	0,17	0,58	0,34
PI-84	PI-87	14,98	0,018041	0,189308	5,69	100,38	0,224	11,8	66,16	66,07	0,0060	0,150	0,30	0,0492	0,1566	0,27	0,78	0,32
PI-85	PI-86	14,53	0,016041	0,016041	5,00	108,86	0,250	1,2	66,28	66,19	0,0062	0,064	0,30	0,0050	0,0575	0,09	0,40	0,60
PI-86	PI-89	13,51	0,043231	0,059272	5,60	101,41	0,600	10,0	66,19	66,07	0,0089	0,131	0,30	0,0343	0,1312	0,22	0,84	0,27
PI-87	PI-88	11,54	0,016041	0,016041	5,00	108,86	0,250	1,2	66,28	66,21	0,0061	0,064	0,30	0,0050	0,0575	0,09	0,40	0,48
PI-88	PI-89	16,47	0,015458	0,031499	5,48	102,77	0,307	2,8	66,21	66,07	0,0085	0,082	0,30	0,0097	0,0755	0,12	0,57	0,48
PI-89	PI-90	14,65	0,016041	0,296120	6,01	96,975	0,310	24,7	66,07	65,98	0,0061	0,197	0,30	0,1018	0,2102	0,39	0,96	0,26
PI-90	PI-97	13,64	0,050014	0,346134	6,27	94,477	0,388	35,3	65,98	65,89	0,0066	0,222	0,30	0,1400	0,2401	0,47	1,08	0,21
PI-91	PI-92	9,06	0,017285	0,017285	5,00	108,86	0,250	1,3	66,70	66,64	0,0066	0,065	0,30	0,0052	0,0575	0,09	0,42	0,36
PI-92	PI-93	9,06	0,017285	0,034570	5,36	104,2	0,250	2,5	66,64	66,58	0,0066	0,082	0,30	0,0099	0,0755	0,12	0,50	0,30
PI-93	PI-94	9,06	0,041721	0,076291	5,66	100,69	0,411	8,8	66,58	66,52	0,0066	0,132	0,30	0,0348	0,1312	0,22	0,72	0,21
PI-94	PI-95	9,06	0,017285	0,093576	5,87	98,434	0,381	9,8	66,52	66,46	0,0066	0,137	0,30	0,0386	0,1416	0,24	0,76	0,20
PI-95	PI-96	20,00	0,017285	0,110861	6,07	96,407	0,361	10,7	66,46	66,40	0,0030	0,165	0,30	0,0631	0,1756	0,31	0,59	0,56
PI-96	PI-97	20,00	0,043260	0,154121	6,63	91,191	0,491	19,2	66,40	65,89	0,0255	0,137	0,30	0,0387	0,1416	0,24	1,50	0,22
PI-97	PI-114	20,00	0,020170	0,520425	6,86	89,321	0,440	56,9	65,89	65,77	0,0060	0,271	0,30	0,2366	0,2882	0,65	1,17	0,29
PI-98	PI-99	20,00	0,041800	0,041800	5,00	108,86	0,950	12,0	66,70	66,58	0,0060	0,151	0,30	0,0500	0,1566	0,27	0,78	0,43
PI-99	PI-100	20,00	0,041800	0,083600	5,29	105,13	0,950	23,2	66,58	66,46	0,0060	0,194	0,30	0,0966	0,2062	0,38	0,93	0,36
PI-100	PI-101	20,00	0,041800	0,125400	5,64	100,9	0,950	33,4	66,46	66,34	0,0060	0,222	0,30	0,1391	0,2401	0,47	1,03	0,32
PI-101	PI-105	18,53	0,029836	0,155236	5,97	97,44	0,950	39,9	66,34	66,22	0,0065	0,234	0,30	0,1600	0,2531	0,51	1,11	0,28
PI-102	PI-103	20,00	0,038391	0,038391	5,00	108,86	0,840	9,8	66,70	66,58	0,0060	0,140	0,30	0,0406	0,1416	0,24	0,73	0,46
PI-103	PI-104	20,00	0,038846	0,077237	5,46	103,02	0,840	18,6	66,58	66,46	0,0060	0,178	0,30	0,0773	0,1891	0,34	0,88	0,38
PI-104	PI-105	20,00	0,038848	0,116085	5,84	98,779	0,840	26,8	66,46	66,34	0,0060	0,204	0,30	0,1114	0,2182	0,41	0,97	0,34
PI-105	PI-109	16,33	0,026995	0,298316	6,25	94,695	0,900	70,7	66,34	66,24	0,0061	0,293	0,30	0,2911	0,3031	0,77	1,22	0,22
PI-106	PI-107	20,00	0,037554	0,037554	5,00	108,86	0,770	8,8	66,70	66,58	0,0060	0,134	0,30	0,0364	0,1364	0,23	0,71	0,47
PI-107	PI-108	20,00	0,038847	0,076401	5,47	102,89	0,760	16,6	66,58	66,46	0,0060	0,171	0,30	0,0691	0,1802	0,32	0,85	0,39
PI-108	PI-109	20,00	0,038847	0,115248	5,86	98,526	0,790	24,9	66,46	66,24	0,0110	0,177	0,30	0,0766	0,1891	0,34	1,19	0,28
PI-109	PI-113	13,32	0,026023	0,439587	6,47	92,629	0,870	98,5	66,24	66,16	0,0060	0,333	0,40	0,1902	0,2676	0,56	1,34	0,17
PI-110	PI-111	20,00	0,039712	0,039712	5,00	108,86	0,890	10,7	66,70	66,58	0,0060	0,145	0,30	0,0445	0,1516	0,26	0,76	0,44
PI-111	PI-112	20,00	0,038847	0,078559	5,44	103,27	0,860	19,4	66,58	66,46	0,0060	0,181	0,30	0,0807	0,1935	0,35	0,89	0,37
PI-112	PI-113	20,00	0,042167	0,120726	5,81	99,058	0,840	27,9	66,46	66,34	0,0060	0,207	0,30	0,1162	0,2220	0,42	0,98	0,34
PI-113	PI-114	8,14	0,025357	0,585670	6,63	91,176	0,860	127,7	66,16	65,77	0,0479	0,248	0,30	0,1880	0,2676	0,56	3,13	0,04
PI-114	PV 08	13,87	0,065723	1,171818	6,68	90,805	0,675	199,7	65,77	65,47	0,0216	0,341	0,40	0,2032	0,2753	0,59	2,60	0,09
PI-115	PI-116	3,35	0,017422	0,017422	5,00	108,86	0,250	1,3	66,70	66,68	0,0060	0,066	0,30	0,0055	0,0575	0,09	0,40	0,14
PI-116	PI-117	3,35	0,017422	0,034844	5,14	106,98	0,250	2,6	66,68	66,66	0,0060	0,085	0,30	0,0108	0,0813	0,13	0,50	0,11
PI-117	PI-118	3,35	0,017422	0,052266	5,25	105,55	0,250	3,8	66,66	66,64	0,0060	0,099	0,30	0,0160	0,0929	0,15	0,55	0,10
PI-118	PI-119	3,35	0,017422	0,069688	5,35	104,28	0,250	5,1	66,64	66,62	0,0060	0,109	0,30	0,0211	0,1097			





## ANEXO E - COMPOSIÇÕES DO COMPARATIVO DE CUSTOS DO DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM

SINAPI 15/09/2018 - ENCARGOS SOCIAIS NÃO DESONERADOS			
Origem	Descrição	Unidade	Custo Total (R\$)
SINAPI 7760	Tubo de concreto armado, classe PA-2, PB, DN 300mm, para águas pluviais	m	61,64
SINAPI 92820	Assentamento de tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 300mm	m	36,18
	5631 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHP, 7T, potência bruta 111 HP - CHP diurno	CHP	9,62
	5632 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHI, 7T, potência bruta 111 HP - CHI diurno	CHI	8,19
	88246 Assentador de tubos com encargos complementares	h	7,56
	88316 Servente com encargos complementares	h	10,36
	88629 Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual.	m <sup>3</sup>	0,45
<b>TOTAL DN 300</b>		<b>m</b>	<b>97,82</b>

SINAPI 15/09/2018 - ENCARGOS SOCIAIS NÃO DESONERADOS			
Origem	Descrição	Unidade	Custo Total (R\$)
SINAPI 7761	Tubo de concreto armado, classe PA-2, PB, DN 400mm, para águas pluviais	m	65,51
SINAPI 92821	Assentamento de tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 400mm	m	46,39
	5631 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHP, 7T, potência bruta 111 HP - CHP diurno	CHP	12,27
	5632 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHI, 7T, potência bruta 111 HP - CHI diurno	CHI	10,44
	88246 Assentador de tubos com encargos complementares	h	9,6
	88316 Servente com encargos complementares	h	13,17
	88629 Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual.	m <sup>3</sup>	0,91
<b>TOTAL DN 400</b>		<b>m</b>	<b>111,9</b>

SINAPI 15/09/2018 - ENCARGOS SOCIAIS NÃO DESONERADOS			
Origem	Descrição	Unidade	Custo Total (R\$)
SINAPI 7752	Tubo de concreto armado, classe PA-2, PB, DN 500mm, para águas pluviais	m	79,36
SINAPI 92822	Assentamento de tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 500mm	m	56,6
	5631 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHP, 7T, potência bruta 111 HP - CHP diurno	CHP	14,92
	5632 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHI, 7T, potência bruta 111 HP - CHI diurno	CHI	12,68
	88246 Assentador de tubos com encargos complementares	h	11,66
	88316 Servente com encargos complementares	h	15,97
	88629 Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual.	m <sup>3</sup>	1,37
<b>TOTAL DN 500</b>		<b>m</b>	<b>135,96</b>

SINAPI 15/09/2018 - ENCARGOS SOCIAIS NÃO DESONERADOS			
Origem	Descrição	Unidade	Custo Total (R\$)
SINAPI 7762	Tubo de concreto armado, classe PA-2, PB, DN 600mm, para águas pluviais	m	103,83
SINAPI 92824	Assentamento de tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 600mm	m	67,23
	5631 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHP, 7T, potência bruta 111 HP - CHP diurno	CHP	17,57
	5632 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHI, 7T, potência bruta 111 HP - CHI diurno	CHI	14,87
	88246 Assentador de tubos com encargos complementares	h	13,72
	88316 Servente com encargos complementares	h	18,78
	88629 Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual.	m <sup>3</sup>	2,29
<b>TOTAL DN 600</b>		<b>m</b>	<b>171,06</b>

SINAPI 15/09/2018 - ENCARGOS SOCIAIS NÃO DESONERADOS			
Origem	Descrição	Unidade	Custo Total (R\$)
SINAPI 7722	Tubo de concreto armado, classe PA-2, PB, DN 700mm, para águas pluviais	m	160,11
SINAPI 92825	Assentamento de tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 700mm	m	89,81
	5631 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHP, 7T, potência bruta 111 HP - CHP diurno	CHP	22,74
	5632 Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m <sup>3</sup> , peso operacional 1 CHI, 7T, potência bruta 111 HP - CHI diurno	CHI	19,36
	88246 Assentador de tubos com encargos complementares	h	17,81
	88316 Servente com encargos complementares	h	24,39
	88629 Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual.	m <sup>3</sup>	5,51
<b>TOTAL DN 700</b>		<b>m</b>	<b>249,92</b>

SINAPI 15/09/2018 - ENCARGOS SOCIAIS NÃO DESONERADOS			
Origem	Descrição	Unidade	Custo Total (R\$)
SINAPI 94037	Escoramento de vala, tipo pontaleamento, com profundidade de 0 a 1,5m, largura entre 0 e 1,5m, para DN 600mm	m <sup>2</sup>	16,25
SINAPI 94038	Escoramento de vala, tipo pontaleamento, com profundidade de 0 a 1,5m, largura entre 1,5 e 2,5m, para DN 700mm	m <sup>2</sup>	22,4
SINAPI 90099	Escavação mecanizada de vala com profundidade de até 1,5m com retroescavadeira	m <sup>3</sup>	11,29
SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora	m <sup>3</sup>	0,92
SINAPI 95875	Transporte com caminhão basculante de 10m <sup>3</sup> , em via urbana pavimentada DMT até 30km	m <sup>3</sup> xkm	1,13

## ANEXO F - CATÁLOGO COMERCIAL

# especificações técnicas

## Dimensionais dos tubos para águas pluviais com encaixe ponta e bolsa ou macho e fêmea (mm)

Diâmetro nominal DN	Comprimento útil mínimo do tubo L		Comprimento mínimo da bolsa ou da fêmea B		Folga máxima do encaixe C	Espessura mínima de parede D	
	Ponta e Bolsa	Macho e Fêmea	Ponta e Bolsa	Macho e Fêmea		Simples	Armado
300	1000	950	60	20	30	30	45
400	1000	950	65	20	30	40	45
500	1000	950	70	20	40	50	50
600	1000	950	75	20	40	55	60
700	1000	950	80	35	40	-	66
800	1000	950	80	35	40	-	72
900	1000	950	80	35	40	-	75
1000	1000	950	80	35	40	-	80
1100	1000	950	80	35	50	-	90
1200	1000	950	90	35	50	-	96
1300	1000	950	90	35	50	-	105
1500	1000	950	90	35	60	-	120
1750	1000	950	100	35	60	-	140
2000	1000	950	100	35	60	-	180

Escolha tubos de concreto com qualidade, atendendo norma ABNT 8890/2007

As espessuras mínimas definidas nesta tabela são válidas para menor classe da resistência prevista nesta Norma (PS1 ou PA1). Para resistências superiores, deve ser apresentado projeto específico.

## Dimensionais dos tubos destinados a esgotos sanitários e águas pluviais com junta elástica (mm)

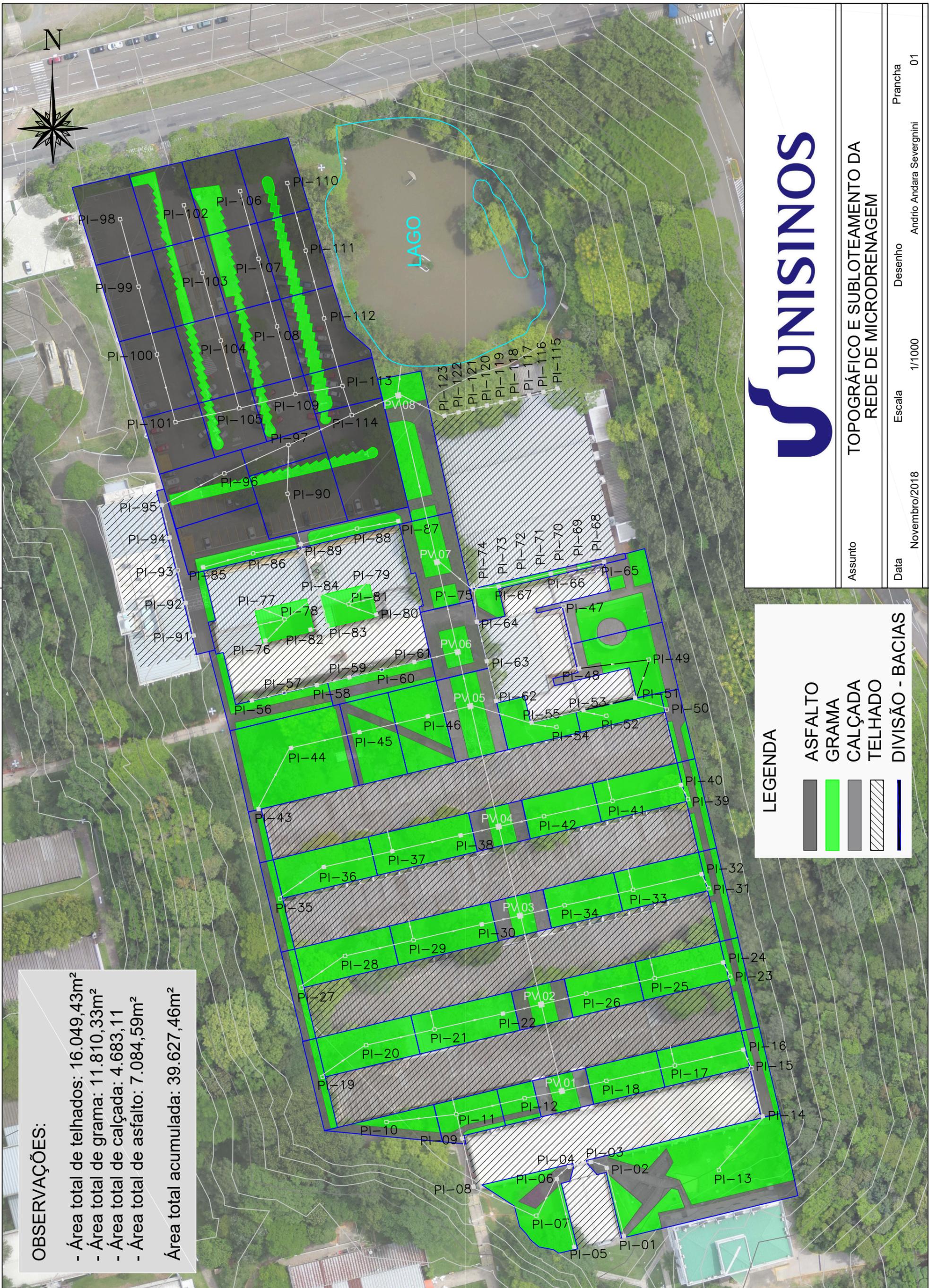
Diâmetro nominal DN	Comprimento útil mínimo do tubo L	Comprimento mínimo da bolsa B	Espessura mínima de parede D
200	2000	50	45
300	2000	60	50
400	2000	65	50
500	2000	70	55
600	2000	75	65
700	2000	80	70
800	2000	80	80
900	2000	80	85
1000	2000	80	90
1100	2000	80	100
1200	2000	90	100
1300	2000	90	115
1500	2000	90	120
1750	2000	100	150
2000	2000	100	180

As espessuras mínimas definidas nesta tabela são válidas para menor classe da resistência prevista nesta Norma (EA2). Para resistências superiores, deve ser apresentado projeto específico.

## Informações Dimensionais de Componentes para PV (mm)

Diâmetro do PV	Encaixe	Junta	Alt. anel c/fundo	Altura anéis prolongadores	Cone	Tampa de cone	Laje Excêntrica
600	MF	JR	500	100/150/200/500/1000	600 x 300 / H = 500		
1000	MF	JR	500	200/500/750/1000	1000 x 600 / H = 1000	760 x 580 x 80	1200 x 600 x 100
1200	MF	JR	750	200/500/750/1000	1000 x 600 / H = 1000	760 x 580 x 80	1400 x 600 x 100
600	PB	JE	600	100/150/200/500/1000	600 x 300 / H = 500		
1000	PB	JE	750	200/500/750/1000	1000 x 600 / H = 1000	760 x 580 x 80	1200 x 600 x 100
1200	PB	JE	1100	200/500/750/1000	1200 x 600 / H = 1000	760 x 580 x 80	1400 x 600 x 100

**ANEXO G - TOPOGRÁFICO E SUBOLETEAMENTO DA REDE DE  
MICRODRENAGEM**



**OBSERVAÇÕES:**

- Área total de telhados: 16.049,43m<sup>2</sup>
  - Área total de grama: 11.810,33m<sup>2</sup>
  - Área total de calçada: 4.683,11
  - Área total de asfalto: 7.084,59m<sup>2</sup>
- Área total acumulada: 39.627,46m<sup>2</sup>



**TOPOGRÁFICO E SUBLOTEAMENTO DA REDE DE MICRODRENAGEM**

Assunto

Data

Desenho

Escala

Novembro/2018

Andrio Andara Severghini

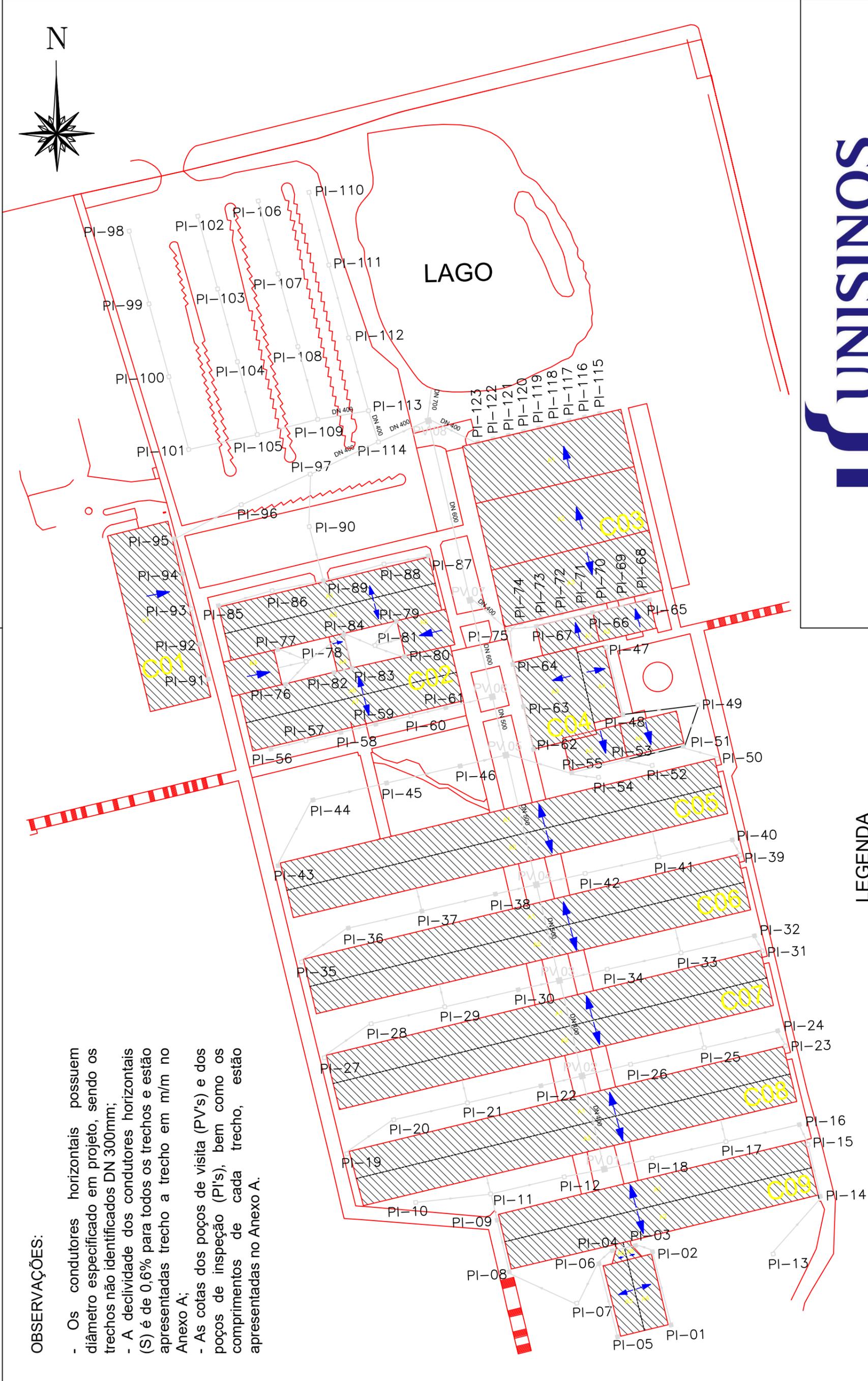
Prancha

01

**LEGENDA**

- ASFALTO
- GRAMA
- CALÇADA
- TELHADO
- DIVISÃO - BACIAS

**ANEXO H - REDE DE MICRODRENAGEM DIMENSIONADA COM TELHADO  
CONVENCIONAL**



**OBSERVAÇÕES:**

- Os condutores horizontais possuem diâmetro especificado em projeto, sendo os trechos não identificados DN 300mm;
- A declividade dos condutores horizontais (S) é de 0,6% para todos os trechos e estão apresentadas trecho a trecho em m/m no Anexo A;
- As cotas dos poços de visita (PV's) e dos poços de inspeção (PI's), bem como os comprimentos de cada trecho, estão apresentadas no Anexo A.



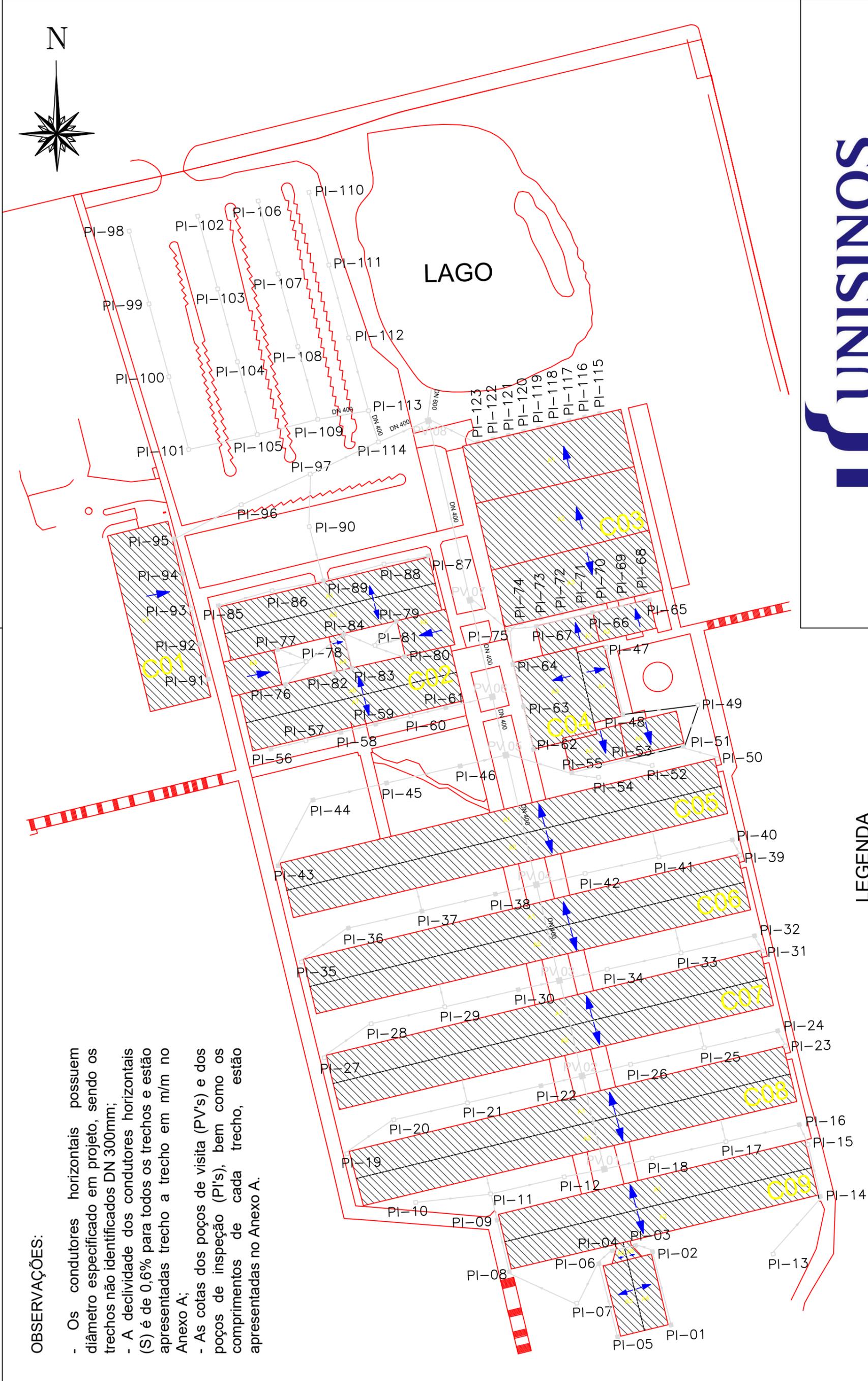
**LEGENDA**

- POÇO DE INSPEÇÃO SEM GRELHA
- POÇO DE INSPEÇÃO COM GRELHA
- ▣ POÇO DE VISITA COM GRELHA

Assunto **REDE DE MICRODRENAGEM - TELHADO CONVENCIONAL**

Data **Novembro/2018** Escala **1/1000** Desenho **Andrio Andara Severgnini** Prancha **01**

**ANEXO I - REDE DE MICRODRENAGEM DIMENSIONADA COM TELHADO  
VERDE**



**OBSERVAÇÕES:**

- Os condutores horizontais possuem diâmetro especificado em projeto, sendo os trechos não identificados DN 300mm;
- A declividade dos condutores horizontais (S) é de 0,6% para todos os trechos e estão apresentadas trecho a trecho em m/m no Anexo A;
- As cotas dos poços de visita (PV's) e dos poços de inspeção (PI's), bem como os comprimentos de cada trecho, estão apresentadas no Anexo A.



Assunto **REDE DE MICRODRENAGEM - TELHADO VERDE**

Data **Novembro/2018** Escala **1/1000** Desenho **Andrio Andara Severgnini** Prancha **01**

**LEGENDA**

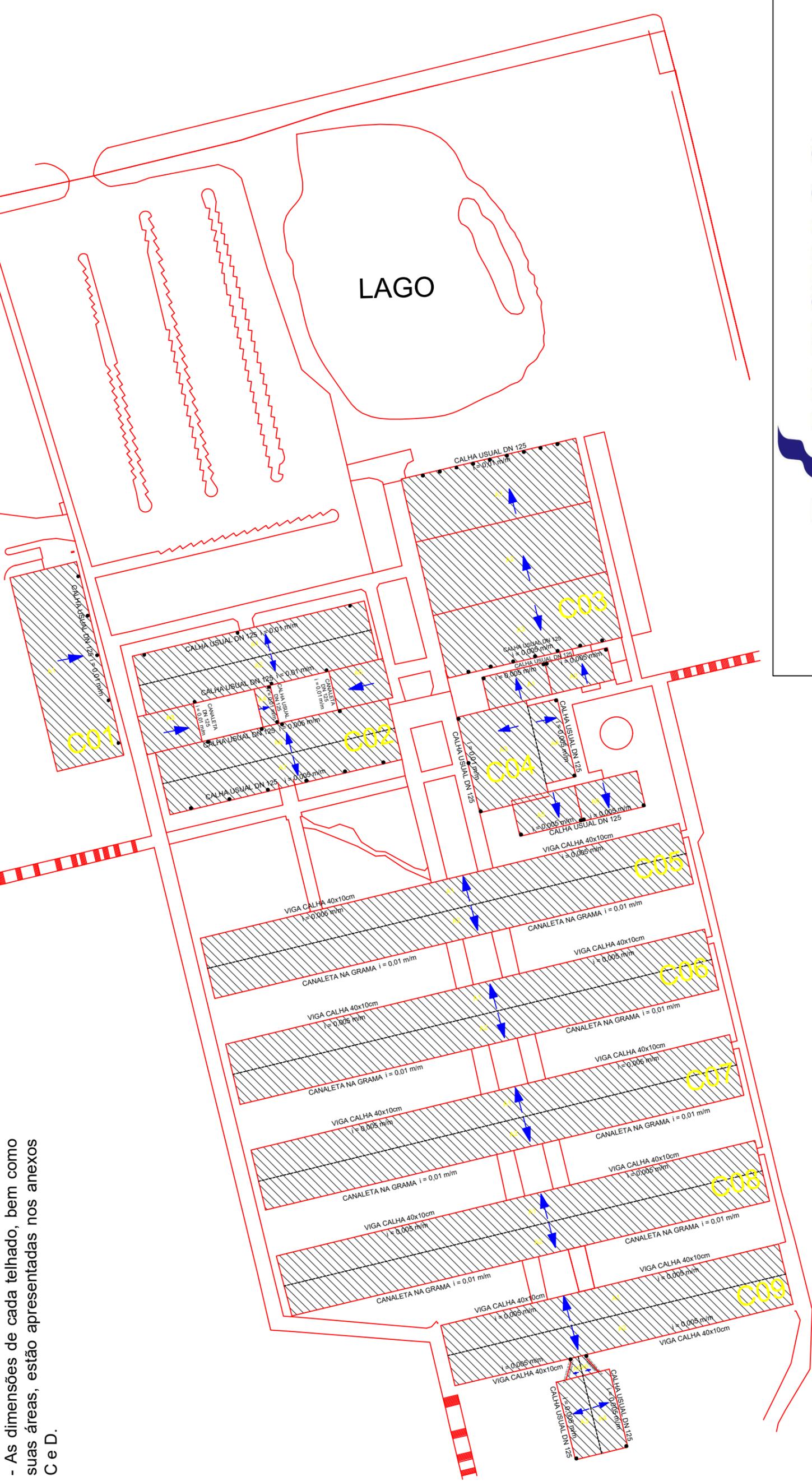
- POÇO DE INSPEÇÃO SEM GRELHA
- POÇO DE INSPEÇÃO COM GRELHA
- ▣ POÇO DE VISITA COM GRELHA

**ANEXO J - DETALHES DO DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS  
PLUVIAIS**



LAGO

- OBSERVAÇÕES:**
- Os condutores verticais possuem diâmetro DN 75mm;
  - As dimensões de cada telhado, bem como suas áreas, estão apresentadas nos anexos C e D.



**LEGENDA**

- CONDUTOR VERTICAL DN 75mm

Assunto **DETALHES DO DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS PLUVIAIS**

Data **Novembro/2018** Escala **1/1000** Desenho **Andrio Andara Severgnini** Prancha **01**