

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL - DEC**

**KARLA RHAISSA MARTINS NUNES**

**COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL  
NO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT DA UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**

**JOINVILLE-SC**

**2021**

**KARLA RHAISSA MARTINS NUNES**

**COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL  
NO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT DA UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel, em Engenharia Civil, no Centro de Ciências Tecnológicas na Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Orientador: Dr. Leonardo Romero Monteiro.

**JOINVILLE-SC**

**2021**

## TERMO DE APROVAÇÃO

KARLA RHAISSA MARTINS NUNES

COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL  
NO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT DA UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

Trabalho de Conclusão de Curso julgado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua versão final pelo Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina. Aprovado em 29 de março de 2021.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Leonardo Romero Monteiro

Orientador (Universidade do Estado de Santa Catarina)

---

Eng. Claudinei Oscar Wisser

Membro interno (Universidade do Estado de Santa Catarina)

---

Eng. Daniele Heemann Bettoni

Membro externo (Ingenium Consultoria & Engenharia)

JOINVILLE, 29 DE MARÇO DE 2021.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por sua presença constante, pela força nos momentos em que mais precisei e por me manter firme em busca dos meus objetivos.

Especialmente aos meus pais, Carlos e Marileide, e minhas irmãs, Thábata, Morgana e Bethina, os quais acreditaram em minhas escolhas e nunca mediram esforços para me apoiar e encorajar em minha trajetória. Meu amor por vocês é imensurável.

Aos meus avós, Waldemar (*in memorian*) e Úrsula (*in memorian*), Rogério e Generci, que foram berço de carinho e calma desde o início.

Aos meus amigos, que foram incentivo nos momentos de dúvida, compreensão em tempos de ausência e consolo nas horas difíceis. Vocês tornaram a caminhada mais leve, divertida e possível.

Aos mestres, educadores e tutores que contribuíram de várias maneiras com a minha formação e crescimento profissional.

E, por fim, agradeço ao meu orientador, professor Leonardo, pela paciência e dedicação em aprimorar este trabalho desde o início. Obrigada!

*“Sonhamos o voo, mas tememos as alturas. Para voar é preciso amar o vazio.*

*Porque o voo só acontece se houver o vazio.*

*O vazio é o espaço da liberdade, a ausência de certezas.”*

**Rubem Alves.**

## RESUMO

A crescente demanda provocada principalmente pelo aumento da população intensificou a busca por alternativas que contribuam para diminuição do consumo de água potável. Nesta condição, embora a captação de água pluvial seja um recurso explorado desde a antiguidade por diversas civilizações, na atualidade esta estratégia ganhou destaque como fonte de água não potável, pois além da diminuição do consumo de água tratada, o sistema age como uma ação benéfica ao sistema de drenagem urbana. Edificações públicas como escolas e universidades demandam significativa quantidade de água para usos não potáveis, como descarga de bacias sanitárias, mictórios e limpeza, no entanto, é importante realizar um estudo adequado para implantação do projeto visando minimizar custos e garantir qualidade. Tendo em vista este cenário, o objetivo deste trabalho foi comparar sistemas de armazenamento de água pluvial na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), campus Joinville. Os objetivos específicos foram: apresentar a legislação vigente em Joinville/SC referente à captação de água da chuva, apresentar o potencial de captação pluvial assim como o potencial de economia de água potável no campus. Posteriormente à análise da legislação municipal, com os dados pluviométricos do município, estimativa de consumo não potável e dados das edificações já existentes, foi determinado o potencial de economia de água potável e potencial de aproveitamento de água pluvial. Para o comparativo entre os sistemas de armazenamento de água da chuva dimensionou-se três hipóteses (sistema centralizado, descentralizado e descentralizado em grupo) através do Método da Simulação. Os resultados apontaram a necessidade de implantação do sistema pluvial para adequação às leis municipais, grande potencial de captação e uma estimativa de 75% de economia de água potável. Em relação ao comparativo, o sistema que apresentou melhores resultados nos pontos estudados foi o sistema descentralizado em grupo.

**Palavras-chave:** Captação de água pluvial. Reservatório de água da chuva. Método da Simulação. UDESC. Joinville.

## ABSTRACT

The growing demand caused mainly by the population increase intensified the search for alternatives that contribute to the reduction of potable water consumption. In this condition, although rainwater harvesting has been a resource exploited since ancient times by several civilizations, nowadays this strategy has gained prominence as a source of non-potable water because, in addition to reducing the consumption of treated water, the system acts as a beneficial action to urban drainage system. Public buildings such as schools and universities require significant amounts of water for non-potable uses, such as flushing toilet bowls, urinals and cleaning, however, it is important to carry out an adequate study for the minimum cost project design and ensure quality. Therefore, the objective of this work was to compare rainwater storage systems at the State University of Santa Catarina (UDESC), Joinville campus. The specific objectives were: to present the current legislation in Joinville/SC regarding rainwater harvesting, to present the rainwater harvesting potential as well as the water saving potential on campus. After the analysis of municipal legislation, with the municipality's rainfall data, estimated non-potable consumption and data on existing buildings, the potential for saving potable water and the potential for using rainwater were determined. For the comparison between rainwater storage systems, three hypotheses (centralized, decentralized and decentralized in group) were designed using the Simulation Method. The results pointed to the need to implement the rainwater system to adapt to municipal laws, great potential for harvesting and an estimate of 75% of potable water savings. Concerning the comparative of rainwater storage, the system that presents better results in the studied points was the decentralized group system.

**Keywords:** Rainwater Harvesting. Rainwater storage. Simulation Method. UDESC. Joinville.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Porcentagem de consumo de água não potável em prédios públicos .....	19
Figura 2 – Porcentagem de equipamentos hidrossanitários analisados .....	19
Figura 3 – Superfície interpolada pelo método de krigagem ordinária de precipitação anual e mensal, respectivamente, para Joinville .....	22
Figura 4 – Dados pluviométricos da estação 2648036.....	22
Figura 5 – Dados pluviométricos da estação 2648036.....	23
Figura 6 – Reservatório (a) Descentralizado e (b) Centralizado.....	27
Figura 7 – Modelo de um filtro.....	29
Figura 8 – Exemplo de um sistema de First Flush .....	30
Figura 9 – Localização Joinville.....	32
Figura 10 – Localização dos blocos na UDESC Joinville .....	33
Figura 11 – Área de captação para superfície inclinada .....	34
Figura 12 – Requisitos Urbanísticos para a Ocupação do Solo - Quadro de Ocupação.....	40
Figura 13 – Área impermeável superestimada - CCT .....	41
Figura 14 – Croqui da localização do Reservatório Centralizado.....	49
Figura 15 – Croqui da localização do Reservatório 1 .....	60
Figura 16 – Croqui da localização do Reservatório 2.....	60
Figura 17 – Croqui da localização do Reservatório 3.....	61
Figura 18 – Croqui da localização do Reservatório 4.....	61



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Usos finais banheiro feminino .....	20
Tabela 2 – Usos finais banheiro masculino .....	20
Tabela 3 – Usos finais bloco K .....	20
Tabela 4 – Áreas Impermeáveis.....	40
Tabela 5 – Dados Pluviométricos.....	41
Tabela 6 – Superfícies de Captação .....	42
Tabela 7 – Coeficiente de Escoamento.....	43
Tabela 8 – Potencial de Captação Mensal.....	44
Tabela 9 – Taxa de Consumo Não Potável - Total.....	44
Tabela 10 – Taxa de Consumo Não Potável - Torneiras de Lavação .....	45
Tabela 11 – Área Construída .....	45
Tabela 12 – Estimativa do consumo de água não potável (m <sup>3</sup> /ano).....	46
Tabela 13 – Conformidade do Sistema para 5 dias de consumo efetivo .....	47
Tabela 14 – Consumo Não Potável (m <sup>3</sup> /mês) .....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Coeficiente de <i>Runoff</i> .....	23
Quadro 2 – Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis .....	30
Quadro 3 – Frequência de manutenção .....	31
Quadro 4 – Planilha de cálculo para o Método da Simulação .....	37
Quadro 5 – Método da Simulação para Reservatório Centralizado .....	48
Quadro 6 – Quantitativo Reservatórios - Sistema Centralizado .....	49
Quadro 7 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco A .....	50
Quadro 8 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco B .....	51
Quadro 9 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco C .....	51
Quadro 10 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco D ...	52
Quadro 11 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco E ...	52
Quadro 12 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco F....	53
Quadro 13 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco G...53	
Quadro 14 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco H...54	
Quadro 15 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco K ...54	
Quadro 16 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco L....55	
Quadro 17 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado – Biblioteca	55
Quadro 18 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado – Patrimônio .....	56
Quadro 19 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Ginásio....	56
Quadro 20 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Centro de Convivências .....	57
Quadro 21 – Quantitativo Reservatórios - Sistema Descentralizado.....	57
Quadro 22 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado em Grupo - Grupo 1 .....	58
Quadro 23 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado em Grupo - Grupo 2 .....	58
Quadro 24 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado em Grupo – Grupo 3 .....	59
Quadro 25 – Quantitativo Reservatórios - Sistema Descentralizado em Grupo.....	62
Quadro 26 – Orçamento Reservatórios Sistema Centralizado .....	62
Quadro 27 – Orçamento Reservatórios Sistema Descentralizado .....	63

Quadro 28 – Orçamento Reservatórios Sistema Descentralizado em Grupo .....	63
Quadro 29 – Comparativo <i>Overflow</i> .....	63
Quadro 30 – Comparativo Custo Reservatórios.....	64
Quadro 31 – Chuvas diárias estação 2648014: 2017, 2018 e 2019.....	73

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	13
1.2	OBJETIVOS.....	14
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO</b> .....	<b>15</b>
2.1	SUSTENTABILIDADE.....	15
2.2	RECURSOS HÍDRICOS .....	15
2.3	APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL.....	16
<b>2.3.1</b>	<b>Legislação e Normas</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Estudo de Potencial do Aproveitamento Pluvial em Universidades Públicas</b> .....	<b>18</b>
2.4	REGIME PLUVIOMÉTRICO DE JOINVILLE .....	20
2.5	PROJETO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO PLUVIAL.....	22
<b>2.5.1</b>	<b>Superfícies de Captação</b> .....	<b>22</b>
2.5.1.1	Coeficiente de Escoamento .....	23
<b>2.5.2</b>	<b>Calhas e Coletores Pluviais</b> .....	<b>23</b>
<b>2.5.3</b>	<b>Reservatório de Armazenamento</b> .....	<b>24</b>
2.5.3.1	Dimensionamento.....	24
2.5.3.2	Tipos de Reservatórios.....	26
2.5.3.3	Funcionalidade .....	27
<b>2.5.4</b>	<b>Bombas</b> .....	<b>28</b>
<b>2.5.5</b>	<b>Dispositivos de Aprimoramento da Qualidade da Água</b> .....	<b>28</b>
2.5.5.1	Dispositivo de Eliminação de Materiais Sólidos.....	29
2.5.5.2	Descarte do Escoamento Inicial .....	29
2.5.5.3	Tratamento, Descontaminação.....	30
<b>2.5.6</b>	<b>Distribuição</b> .....	<b>31</b>
<b>2.5.7</b>	<b>Manutenção</b> .....	<b>31</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO.....	32

3.2	EDIFICAÇÕES ANALISADAS .....	32
3.3	LEGISLAÇÃO .....	33
3.4	POTENCIAL DE CAPTAÇÃO PLUVIAL .....	33
<b>3.4.1</b>	<b>Dados Pluviométricos .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Área de Captação.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Coeficiente de Escoamento Superficial .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Disponibilidade Teórica de Água Pluvial .....</b>	<b>34</b>
3.5	POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL.....	35
3.6	SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO PLUVIAL.....	36
<b>3.6.1</b>	<b>Dimensionamento dos Reservatórios.....</b>	<b>36</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Custos.....</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>39</b>
4.1	ADEQUAÇÃO À LEGISLAÇÃO VIGENTE EM JOINVILLE/SC REFERENTE À CAPTAÇÃO PLUVIAL.....	39
4.2	POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NA UDESC – JOINVILLE.....	41
<b>4.2.1</b>	<b>Dados Pluviométricos .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Área de Captação.....</b>	<b>42</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Coeficiente de Escoamento .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Disponibilidade Teórica de Água Pluvial .....</b>	<b>43</b>
4.3	POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL NO CAMPUS .....	44
4.4	RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL.....	46
<b>4.4.1</b>	<b>Reservatório Centralizado.....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Reservatórios Descentralizados.....</b>	<b>49</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Reservatórios Descentralizado em Grupo.....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Custos dos Reservatórios.....</b>	<b>62</b>
<b>4.4.5</b>	<b>Comparativo .....</b>	<b>63</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXO A – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DIÁRIOS: 2017, 2018 E 2019..</b>	<b>73</b>
	<b>ANEXO B – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO UDESC - CAMPUS CCT .....</b>	<b>82</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A água é um dos recursos mais valiosos e utilizados no mundo. O consumo da água de forma desregrada, aliado a falta de investimentos em obras hídricas, trouxe, nos últimos anos, preocupação com o consumo e a destinação deste recurso essencial (BARBOSA *et al.*, 2017).

Segundo Villiers (2002), diversas vezes, os recursos hídricos são encontrados na natureza degradados por esgotos, poluição industrial, produtos químicos, excesso de nutrientes e pragas de algas. Apenas um terço da água que flui anualmente para o mar pode ser utilizada pelo homem sem a necessidade de tratamento de água, desta quantidade, mais da metade já tem destino e está sendo utilizada.

Assim, a dificuldade de obtenção de água nas condições adequadas de uso, de forma segura e na quantidade necessária já é uma realidade. Seja devido à má gestão governamental direta no tratamento e distribuição desse bem, seja devido à fragilidade dos corpos hídricos por contaminações graves, ou, ainda, devido aos preços exorbitantes da água e dos serviços impostos pelos fornecedores (TEIXEIRA T.; TEIXEIRA M.; OLIVEIRA, 2013).

Uma viável alternativa para minimizar o uso de água fornecida pelas concessionárias nas edificações é o aproveitamento da água da chuva. Esta se apresenta como uma boa alternativa, visto que, além de reduzir o consumo de água distribuída pela rede de abastecimento ainda atua como uma ação no combate às enchentes, colaborando com o sistema de drenagem urbana.

No Brasil, o uso de água pluvial ocorre há décadas, porém, a captação imediata no meio urbano objetivando o aproveitamento em usos diversos ainda é atípico, e no meio rural somente na última década é que a construção de cisternas vem se disseminando para o abastecimento de água (ANDRADE NETO, 2013). Apenas em 24 de setembro de 2007 foi apresentada, pela Associação Brasileira de Normas técnicas, a primeira edição da NBR específica sobre este tema: NBR 15.527 – Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos (ABNT, 2007), evidenciando a falta de normatização até então.

Ao invés de serem compreendidas como um problema que provocam desastres naturais, as águas pluviais podem ser utilizadas como uma das soluções para o abastecimento descentralizado. No entanto, o manejo dessas águas deve buscar

reutilizar a precipitação antes que ela entre em contato com substâncias contaminantes, armazenando-a para uso doméstico. (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

Neste contexto, é importante salientar que os reservatórios de água pluvial são um dos elementos mais críticos na implantação do projeto pois, na grande maioria dos casos, é o item que possui maior custo. Este alto valor de implantação é um dos maiores empecilhos para a disseminação do sistema de captação de água da chuva (AMORIM; PEREIRA, 2018). Portanto, um estudo caso a caso é essencial para cada tipo de edificação.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho foi comparar sistemas de armazenamento pluvial para o campus do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- a) Apresentar a legislação vigente em Joinville/SC referente à captação pluvial;
- b) apresentar o potencial de captação de água pluvial na instituição;
- c) apresentar o potencial de economia de água potável no campus.

## 2 REVISÃO

### 2.1 SUSTENTABILIDADE

O termo sustentabilidade domina grande parte do discurso de diferentes setores da sociedade. Muitas vezes o termo é usado para dar força ao antigo desejo filosófico de uma sociedade mais humana. Acredita-se que a sustentabilidade é alcançada através de um modelo de desenvolvimento que busca o bem estar com o equilíbrio sociocultural, econômico e ambiental (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Um dos desafios deste século é superar o conflito entre desenvolvimento e preservação do meio ambiente. Para muitos pesquisadores estes são dois caminhos que em momento algum se cruzam, no entanto, para outros esta dialética pode ser amparada pelo desenvolvimento sustentável (ZANGALLI JUNIOR, 2012).

Segundo Motta e Aguilar (2009), a construção civil representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Por isso, tem grande importância nas metas de desenvolvimento sustentável de um país. Além disto, ela promove impactos econômicos e sociais que contribuem no aumento da qualidade de vida. Algumas práticas para sustentabilidade na construção apresentadas pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), sendo as principais:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- implantação e análise do entorno;
- não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- qualidade ambiental interna e externa;
- gestão sustentável da implantação da obra;
- adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- uso de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;
- redução do consumo energético;
- redução do consumo de água;
- reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

### 2.2 RECURSOS HÍDRICOS



A água pode ser encontrada em estado sólido, líquido, ou gasoso; na atmosfera, na superfície da terra, no subsolo, ou nas grandes massas constituídas pelos oceanos, mares e lagos. Em sua constante movimentação convencionou-se chamar de ciclo hidrológico (PINTO *et al.*, 1976).

O território brasileiro contém cerca de 12% de toda a água doce do planeta. Ao todo, são mais de 200 mil microbacias espalhadas em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (a mais extensa do mundo e 60% localizada no Brasil). É um enorme potencial hídrico, capaz de prover um volume de água por pessoa 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) – de 1.700 m<sup>3</sup>/s por habitante por ano (NEVES; BERTOLO; ROSSA, 2006).

Contudo, Salla *et al.* (2013), enfatizaram que o aumento gradativo na demanda de água para consumo humano e a contínua poluição dos cursos de água fazem com que esse recurso natural se torne cada vez mais limitado, afetando o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.

Portanto, o desenvolvimento de novas técnicas, como o aproveitamento de águas pluviais, reutilização de águas cinzentas e utilização de inércia térmica, favorece a adequação das construções às ideias que regem a arquitetura e engenharia sustentável, possibilitando a execução de edificações que integram conforto ambiental, eficiência energética, economia e preservação do meio ambiente (VERAS, 2013).

### 2.3 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Um sistema de aproveitamento pluvial consiste basicamente em calhas e condutores, reservatório, sistema de distribuição, tratamento e bombeamento. Além desses itens o sistema também deve atender aos padrões de qualidade da água apresentados na norma vigente (MARTINS; RUFINO, 2016).

É importante salientar que o uso de águas pluviais para fins não potáveis evita que seja desperdiçada uma água tratada em limpeza de jardins, gramados, descargas de banheiros e outras aplicações industriais (BOTELHO, 1998).

No contexto internacional, países como Tailândia, China e Nova Zelândia são destaques nas experiências de captação pluvial. Nesses países, a construção de estruturas de captação de água de chuva para promoção ao acesso à água tem sido objeto de programas de dimensões consideráveis, especialmente em áreas rurais, nas

quais grande parte da população depende desta alternativa por meio de sistema de calhas acoplado aos telhados, com características semelhantes aos que são utilizados no Brasil (GOMES *et al.*, 2013).

### **2.3.1 Legislação e Normas**

No Brasil, visando a promoção do acesso à água para consumo humano e para produção de alimentos, foi criado pelo governo federal, Lei nº 12.873 de 24 de outubro de 2013, o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais – Programa Cisternas. O programa partiu da construção de cisternas de placas e outras tecnologias sociais de captação de água da chuva, destinadas à famílias rurais de baixa renda sem abastecimento regular ou com acesso precário à água de qualidade (BRASIL, 2013).

Em 30 de outubro de 2017 foi sancionada a Lei Federal nº 13.401 que alterou o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos (BRASIL, 2017).

Em Joinville, maior cidade do estado de Santa Catarina, foi sancionada a Lei Complementar 220, de 03 de outubro de 2006, que determinava a obrigatoriedade do aproveitamento de água pluvial para edificações a partir de 750m<sup>2</sup>. Em 08 de dezembro de 2017, a nova Lei Complementar 492 alterou dispositivo da Lei Complementar 220/2006, onde passaram a ser consideradas edificações a partir de 250m<sup>2</sup>, contemplando residências, estabelecimentos industriais, comerciais e de prestação de serviços, públicos ou privados, condomínios residenciais horizontais e/ou verticais (JOINVILLE, 2017b).

No mesmo ano, a Lei Complementar nº 470, de 09 de janeiro de 2017, redefiniu o Instrumento de Controle Urbanístico – Estruturação Territorial, que teve por objetivo estabelecer macrozoneamento do Município como referencial ao zoneamento urbano e rural; e instituiu o Instrumento de Controle Urbanístico - Ordenamento Territorial, que visou promover a qualificação físico-territorial do município, ambos em consonância com as diretrizes estratégicas estabelecidas no Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville (JOINVILLE, 2017a).

Posteriormente, o Decreto Municipal nº 33.767, de 14 de março de 2019, regulamentou a implantação de mecanismos de contenção de águas pluviais para o

processo de conversão da taxa de permeabilidade prevista no art. 76, da lei Complementar nº 470, de 09 de janeiro de 2017 (JOINVILLE, 2019).

Dentre as normas existentes, a NBR 10.844 (ABNT, 1989, p. 1) “fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.”

E, por fim, a NBR 15.527 (ABNT, 2019. p. 1),

especifica os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis. Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas, por exemplo, descargas em bacias sanitárias e mictórios, irrigação para fins paisagísticos, lavagem de veículos e pisos e uso ornamental.

### **2.3.2 Estudo de Potencial do Aproveitamento Pluvial em Universidades Públicas**

Prédios escolares demandam significativa quantidade de água para usos não potáveis, como nas caixas de descarga dos banheiros, lavagem do piso e jardinagem. Além disso, tratam-se de edificações que comumente apresentam grandes áreas de cobertura, passíveis de captação (MARINOSKI; GHISI, 2008).

Segundo Cardoso (2018), nas edificações públicas, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros, o uso da água é muito análogo ao das edificações comerciais, porém o uso dos ambientes sanitários é bem mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total.

Kammers e Ghisi (2006) fizeram um estudo verificando o uso de água para fins não potáveis em edifícios públicos em Florianópolis (Figura 1). Os resultados encontrados indicaram que a maior parte (em média 77%) da água utilizada nos edifícios não precisaria ser potável, e dessa maneira poderia ser substituída por água da chuva sem tratamento avançado. Os autores mostram, também, que os principais usos finais nessas edificações são para vasos sanitários e mictórios.

Salla *et al.* (2013) com o auxílio do *software* Netuno, determinaram o potencial de aproveitamento de água na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), tendo como principal objetivo a redução do consumo de água potável para usos não potáveis, como vasos sanitários e limpeza dos prédios. Os resultados indicaram que a implantação do sistema era viável do ponto de vista quantitativo, com potencial de economia de água potável de até 50%.

Figura 1 – Porcentagem de consumo de água não potável em prédios públicos

Edifício	Uso final de água (%)			
	Vaso sanitário	Mictório	Outros**	Total
Badesc	55,8	14,3	11,1	81,2
Celesc	31,9	32,8	6,6	71,3
Crea	23,0	47,0	3,9	73,9
Deter	66,6	---	1,8	68,4
Epagri	33,1	43,9	5,0	82,0
Secretaria da Agricultura	27,9	16,4	7,9	52,2
Secretaria da Educação	70,0	14,3	2,1	86,4
Secretaria de Segurança Pública	78,8	---	2,5	81,3
Tribunal de Contas	36,4	45,9	2,6	84,9
Tribunal de Justiça	53,2	29,9	5,8	88,9
Média	47,7	30,6*	4,9	77,0

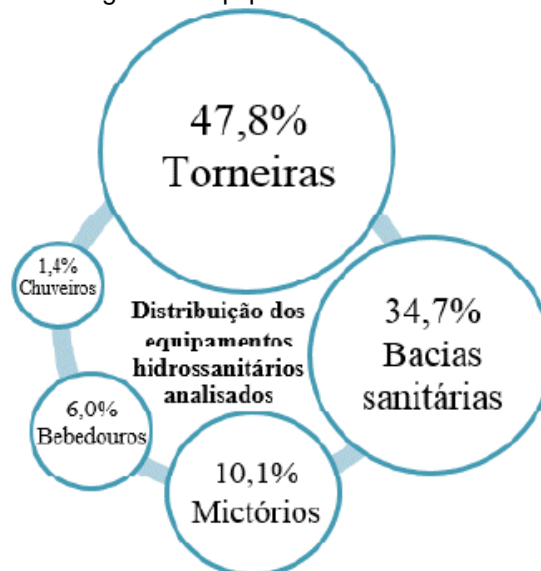
\* Valor obtido através da média dos oito edifícios com mictórios

\*\* Limpeza, rega de jardins e lavação de carros

Fonte: Kammers e Ghisi (2006).

Em um estudo abrangendo dez edificações públicas da cidade de Joinville/SC, para avaliação das condições de operação de equipamentos hidrossanitários em edificações públicas, Kalbusch *et al.* (2016), fizeram o levantamento da distribuição de equipamentos hidrossanitários (Figura 2), mostrando que 44,8% das peças sanitárias não necessitam de água potável para seu funcionamento.

Figura 2 – Porcentagem de equipamentos hidrossanitários analisados

Fonte: Kalbusch *et al.* (2016).

Estrada (2019) analisou o consumo de água nos banheiros do bloco K do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, a partir de medidores de consumo de água com registro em data *logger* no período entre 20/03/2017 a 19/03/2018. Os usos finais foram estimados para os banheiros femininos (Tabela 1) e masculinos (Tabela 2) separadamente e também para toda edificação

(Tabela 3). No banheiro feminino a bacia sanitária é responsável por 75,01% do uso, já no banheiro masculino a bacia sanitária e mictório somam 74,41%. No comparativo final do bloco, mictório e bacia sanitária são responsáveis por 74,66% dos usos.

Tabela 1 – Usos finais banheiro feminino

<b>Aparelho</b>	<b>Consumo (L)</b>	<b>%</b>
Bacia Sanitária	103964,77	75,01%
Lavatório	21186,33	15,29%
Torneira de Limpeza	2202,70	8,11%
Bebedouro	11238,81	1,59%
<b>Soma</b>	<b>138592,61</b>	<b>100.00%</b>

Fonte: Estrada (2019).

Tabela 2 – Usos finais banheiro masculino

<b>Aparelho</b>	<b>Consumo (L)</b>	<b>%</b>
Bacia Sanitária	91566,77	46.71%
Lavatório	44623,51	22.76%
Mictório	54301,73	27.70%
Bebedouro	5549,05	2.83%
<b>Soma</b>	<b>196041,16</b>	<b>100.00%</b>

Fonte: Estrada (2019).

Tabela 3 – Usos finais bloco K

<b>Aparelho</b>	<b>Consumo (L)</b>	<b>%</b>
Bacia Sanitária	195531,54	58,43%
Lavatório	65809,84	19,66%
Torneira de Limpeza	2202,70	0,66%
Mictório	54301,73	16,23%
Bebedouro	16797,84	5,02%
<b>Soma</b>	<b>334633,67</b>	<b>100.00%</b>

Fonte: Estrada (2019).

## 2.4 REGIME PLUVIOMÉTRICO DE JOINVILLE

O primeiro passo para a análise da viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial diz respeito à análise da variabilidade pluviométrica.

Baseado na variação e na intensidade das chuvas é definido qual o dimensionamento ideal dos componentes do sistema (FERREIRA; MENDES, 2017).

Pinto *et al.* (1976), esclareceram que a formação das precipitações está ligada à ascensão das massas de ar, que pode ocorrer devido às seguintes condições: convecção térmica, relevo e ação frontal de massas. Já os tipos de precipitação, de acordo com o fator responsável pela ascensão da massa de ar, são dados a seguir.

- a) Frontais: Aquelas que ocorrem ao longo da linha de descontinuidade separando duas massas de ar de características diferentes;
- b) orográficas: Aquelas que ocorrem quando o ar é forçado a transpor barreiras de montanhas;
- c) convectivas: Aquelas que são provocadas pela ascensão de ar devido às diferenças de temperatura na camada vizinha da atmosfera. São conhecidas como tempestades ou trovoadas, que têm curta duração e são independentes das “frentes” e caracterizadas por fenômenos elétricos, rajadas de vento e forte precipitação. Interessam quase sempre a pequenas áreas.

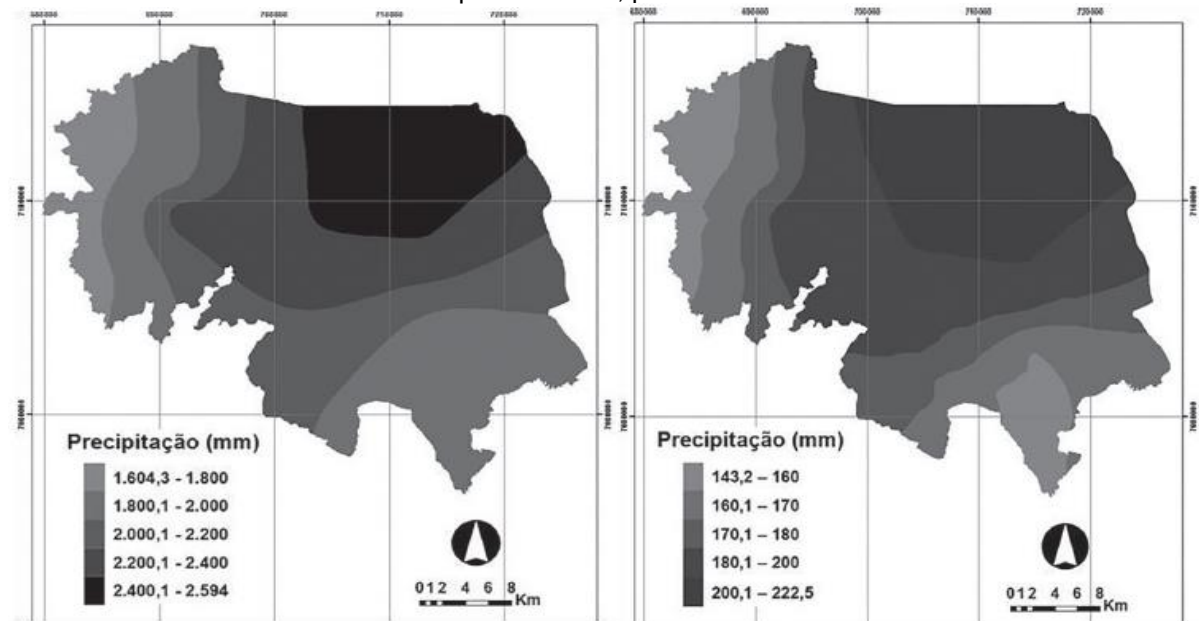
O município de Joinville está localizado na região nordeste do Estado de Santa Catarina, próximo ao oceano Atlântico. O relevo da região comporta planície, serra e planalto. Devido à existência de regiões montanhosas, inclusive com altitudes superiores a 1.000 metros, têm-se predominantemente a ocorrência de precipitação orográfica e, devido à dinâmica do relevo, a distribuição da precipitação é diferenciada entre estes ambientes (GEOKIRIRI, 2017).

Mello e Oliveira (2015) apresentaram o mapa de precipitação anual para o município de Joinville elaborado pelo método de *krigagem* ordinária, o qual apontou o valor mínimo de 1.604,3 mm, máximo de 2.594,2 mm e média de 2.130,1 mm. Já o mapa de precipitação mensal apresentou o valor mínimo de 143,2 mm, máximo de 222,5 mm e média de 183,6 mm, os mapas estão exibidos na Figura 3. Os maiores volumes médios para ambos os casos estavam concentrados mais ao norte do município, próximo a Garuva, região da serra do Quiriri e zona rural de Pirabeiraba, os menores índices pluviométricos distribuíram-se no planalto e zona sul de Joinville. Os dados compreenderam a média anual de 55 anos (1953 a 2008) e mensal de 10 anos (1980 a 1989).

A estação Meteorológica localizada na Univille (código 2648036) fornece a leitura de dados meteorológicos mensais da região desde 1996 até 2014 (Figura 4 e Figura 5). Por meio desses dados é possível observar a média mensal deste período

de 194,92 mm e média anual de 2.321,36 mm (UNIVILLE, 2017). Corroborando com os valores apresentados por Mello e Oliveira (2015), baseados em série histórica mais antiga.

Figura 3 – Superfície interpolada pelo método de krigagem ordinária de precipitação anual e mensal, respectivamente, para Joinville



Fonte: Mello e Oliveira (2015).

Figura 4 – Dados pluviométricos da estação 2648036

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Jan	418,00	364,60	492,80	458,70	379,10	277,20	340,10	294,50	231,20	437,90
Fev	281,50	169,30	487,70	382,50	262,90	599,40	122,30	294,10	239,90	80,20
Mar	428,50	193,30	300,40	319,10	116,70	419,40	273,20	228,20	128,70	147,70
Abr	126,00	23,80	226,20	104,50	12,10	173,60	145,40	54,90	213,10	175,30
Mai	17,30	95,80	27,70	99,50	18,40	192,30	95,90	52,90	130,10	121,90
Jun	251,00	76,90	77,20	96,00	62,10	193,40	67,50	83,50	60,90	76,60
Jul	165,00	70,00	160,20	280,70	51,40	181,40	56,70	69,30	175,30	159,10
Ago	65,00	152,40	447,70	26,90	55,20	48,80	104,00	34,10	48,80	189,50
Set	221,70	146,80	154,30	167,80	195,10	247,30	215,80	113,00	138,00	248,80
Out	127,60	450,50	307,10	174,10	159,50	219,20	174,30	77,40	129,90	210,50
Nov	131,60	451,40	125,10	267,80	198,50	144,80	174,30	99,90	110,60	209,10
Dez	237,80	162,70	242,00	188,60	165,50	98,50	223,10	218,10	226,80	119,20
Média	205,92	196,46	254,03	213,85	139,70	232,94	166,10	135,00	152,77	181,31
Soma	2471,00	2357,50	3048,40	2566,20	1676,50	2795,30	1992,60	1401,80	1833,30	2175,80

Fonte: Univille (2017).

## 2.5 PROJETO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO PLUVIAL

### 2.5.1 Superfícies de Captação

Telhados, pátios e outras áreas impermeáveis podem ser utilizados como superfície de captação. O tamanho desta área está diretamente relacionado ao potencial de água de chuva possível de ser aproveitada, enquanto isso, o material da qual ela é formada influenciará na qualidade da água captada e nas perdas por

evaporação e absorção. Os telhados são mais utilizados para captação devido a melhor qualidade da água que este fornece (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

A área de captação do telhado é calculada de acordo com a NBR 10.844 (ABNT, 1989) de instalações prediais de águas pluviais.

Figura 5 – Dados pluviométricos da estação 2648036

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jan	280,30	335,9	478,40	404,00	616,60	502,90	303,14	137,80	145,40	332,80
Fev	300,20	256,20	415,50	269,70	298,00	287,60	243,70	254,80	233,80	
Mar	225,90	184,70	274,30	350,80	494,40	571,60	68,90	193,30	308,20	
Abr	113,20	112,00	185,50	81,60	258,80	138,95	233,10	96,00	195,00	
Mai	22,90	220,00	81,60	55,30	159,90	47,90	114,20	115,60	135,00	
Jun	26,30	21,90	95,80	77,10	141,50	94,50	261,40	376,90	301,90	
Jul	48,30	76,50	26,80	244,90	145,90	181,40	205,90	95,80	40,20	
Ago	52,40	58,10	110,60	159,10	94,90	341,40	27,60	101,90	74,40	
Set	150,10	107,80	127,60	347,50	52,40	161,40	109,50	147,60	145,80	
Out	121,10	162,50	382,60	152,80	187,80	235,20	173,30	124,70	27,60	
Nov	448,60	174,30	974,30	166,10	299,40	147,30	223,20	239,00	99,20	
Dez	118,90	299,10	143,90	166,10	248,40	313,00	325,70	200,80	268,50	
Média	159,02	167,41	274,74	206,25	249,83	251,93	190,80	173,68	164,58	332,80
Soma	1908,20	2009,00	3296,90	2475,00	2998,00	3023,15	2289,64	2084,20	1975,00	332,80

Fonte: Univille (2017).

### 2.5.1.1 Coeficiente de Escoamento

Segundo Vieira (2012) o volume de água de chuva aproveitado não é o mesmo que o precipitado. Por isso, é aplicado o coeficiente de escoamento superficial indicado pela letra C e chamado de coeficiente de *Runoff*, o qual considera a perda da água por evaporação, por absorção da superfície da telha, limpeza do telhado, autolimpeza e outros. Dependendo do tipo de telha empregada o coeficiente de escoamento também se altera, pois a superfície do material influencia diretamente no escoamento pluvial, podendo aumentar ou diminuir sua eficiência (Quadro 1).

Quadro 1 – Coeficiente de *Runoff*

Material da Cobertura	Coeficiente de <i>runoff</i>
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz (2011).

### 2.5.2 Calhas e Coletores Pluviais



Utilizados para transportar a chuva coletada, podem ser encontrados em diversos materiais, porém os mais utilizados são em PVC e metálicos (alumínio e aço galvanizado). Toda a tubulação que fizer parte desse sistema deve estar destacada com cor diferente e avisos de que essa conduz água de chuva evitando, assim, conexões cruzadas com a rede de água potável (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

Para não ocorrerem entupimentos nos condutores que levam a água até o reservatório de auto-limpeza ou outro dispositivo, o sistema de água de chuva deve conter um sistema de peneiras para a retirada de folhas e galhos. Para esse processo pode-se utilizar um dispositivo na saída da calha ou uma grade que percorre toda a calha (MAY, 2004)

### **2.5.3 Reservatório de Armazenamento**

Os reservatórios são um dos elementos mais críticos na implantação do projeto pois, na grande maioria dos casos, é o item que possui maior custo. Este alto valor de implantação é um dos maiores empecilhos para a disseminação do sistema de captação de água da chuva (AMORIM; PEREIRA, 2018).

Tomaz (2007) cita alguns fatores relevantes para o dimensionamento de reservatórios, entre eles tem-se:

- a) De acordo com a necessidade, os reservatórios podem apresentar diferentes tipos de materiais como concreto, madeira, materiais plásticos (polietileno, PVC), fibra de vidro e aço galvanizado. Podendo ser enterrado, semienterrado apoiado ou elevado;
- b) os reservatórios devem ser construídos com devidos cuidados para não contaminar a água coletada dos telhados;
- c) devem ser considerados no projeto do reservatório: extravasor, descarga de fundo ou bombeamento para limpeza, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

#### **2.5.3.1 Dimensionamento**

A primeira versão da norma NBR 15.527 (ABNT, 2007) define os parâmetros e requisitos para o aproveitamento de água de chuva coletada em coberturas de áreas urbanas para fins não potáveis. Entre esses parâmetros estão os métodos para o dimensionamento de um reservatório de água pluvial. São eles: *Rippl*, Azevedo Neto, Simulação, Métodos práticos Alemão, Inglês e Australiano (LIMA; NUNES; SILVA, 2017).

No entanto, Rupp, Munarim e Ghisi (2011) apontaram em um estudo de caso que os métodos apresentados na NBR 15.527 (ABNT, 2007), os quais foram retirados na versão mais recente de 2019, possuíam algumas falhas. Quando comparados os volumes de reservatório dimensionados em cada método com o melhor volume em termos do potencial de economia de água potável, constatou-se que os métodos de Azevedo Neto *Rippel* e Simulação resultaram em reservatórios maiores do que o ideal. Porém, não houve aumento no potencial de economia de água potável. Já os volumes de reservatório obtidos pelo método Prático Inglês foram superdimensionados nos casos em que a precipitação é alta, e subdimensionados quando a precipitação é baixa. Na situação de baixa precipitação, o método Prático Alemão também subdimensionou os reservatórios. Nos casos em que foi possível utilizar o método Prático Australiano, os reservatórios também foram subdimensionados. Nenhum dos métodos forneceu o potencial de economia de água potável em função do volume do reservatório de água da chuva.

A versão atualizada da NBR 15.527 (ABNT, 2019) não apresentou métodos de dimensionamento de reservatório, apenas especifica que “O volume do(s) reservatório(s) deve ser dimensionado levando em consideração a área de captação, regime pluviométrico e demanda não potável a ser atendida.”

Segundo Peng (2017, tradução nossa) após encontrado o volume de água da chuva a ser armazenado, o volume do tanque de armazenamento deve ser determinado. Se o volume determinado do tanque cair dentro dos tanques de armazenamento pré-fabricados disponíveis comercialmente, o mesmo pode ser adquirido no mercado. No entanto, se o tanque de armazenamento tiver que ser construído, as seguintes etapas devem ser seguidas:

- a) A forma e a área espacial coberta pelo reservatório devem ser fixadas dependendo da forma da área disponível para fazer o reservatório de armazenamento;
- b) a profundidade de armazenamento de água da chuva pode ser determinada dividindo o volume de armazenamento pela área interna do tanque de armazenamento determinado;
- c) se a profundidade encontrada for muito profunda ou muito rasa, a área do reservatório deve ser ajustada. A escolha usual de profundidade de armazenamento é de aproximadamente 1,5 m e a profundidade total do tanque de armazenamento não deve ser <1 m;

d) adicione borda livre (altura que não terá água) com a profundidade de armazenamento. A profundidade da borda livre é considerada entre 150 e 300 mm para determinar a profundidade interna total do reservatório.

#### 2.5.3.2 Tipos de Reservatórios

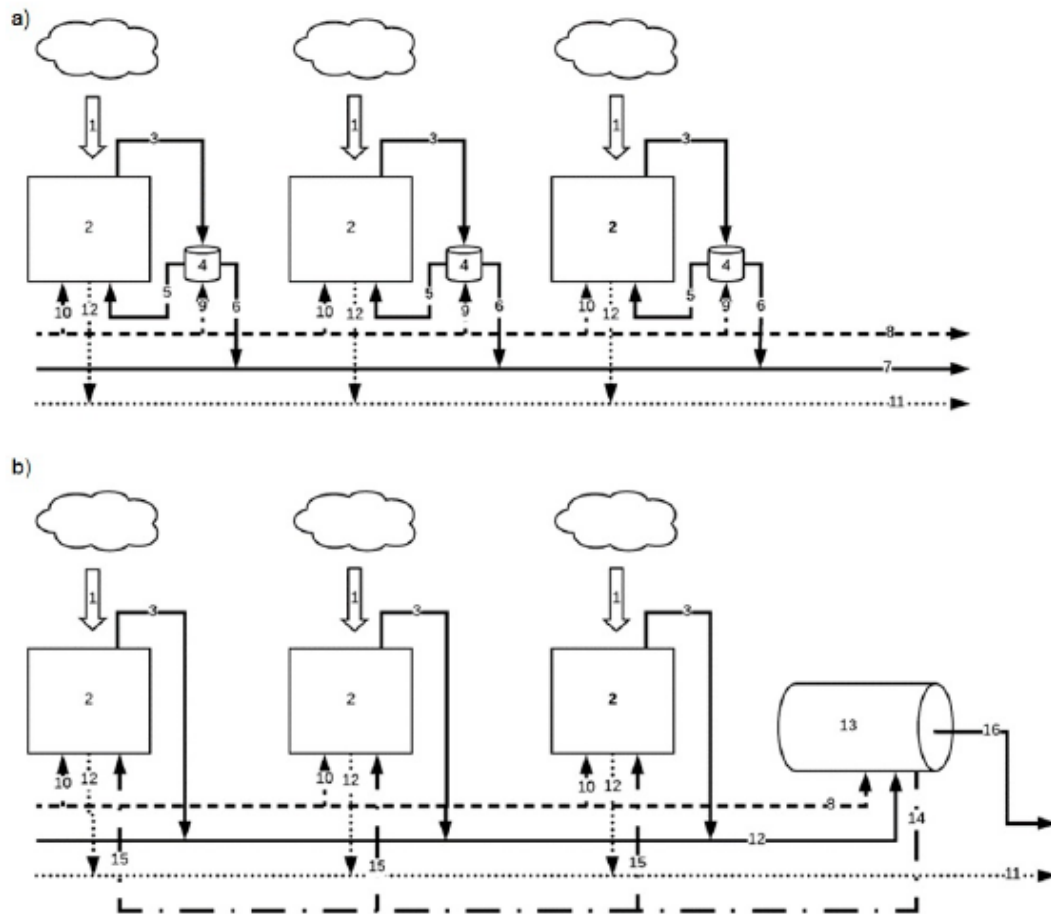
Os sistemas prediais de água não potável podem ser do tipo descentralizado individual, descentralizado em grupo ou centralizado. Não existe consenso sobre qual deles é o mais eficiente, visto que, tanto os sistemas centralizados quanto os descentralizados possuem particularidades que os tornam interessantes ou não em aspectos sociais, econômicos e ambientais (DIAS; KUROKAWA; OLIVEIRA, 2020).

Slýs e Stec (2020, tradução nossa) apresentaram um diagrama com sistema de captação de água da chuva, Figura 6, visando facilitar o entendimento entre as diferenças de reservatório centralizado (a) e descentralizado (b). Onde: 1. Precipitação; 2. Edifício; 3. Abastecimento de água da chuva para o tanque; 4. Tanque individual de água da chuva; 5. Abastecimento de água da chuva do tanque individual para o edifício; 6. Excesso de descarga de água da chuva do tanque individual; 7. Sistema de drenagem de águas pluviais; 8. Rede de abastecimento de água potável; 9. Abastecimento de água potável (complementar) para o tanque; 10. Abastecimento de água potável ao edifício; 11. Rede de esgoto; 12. Drenagem de esgoto do prédio; 13. Tanque central de água da chuva; 14. Rede de distribuição de água da chuva; 15. Abastecimento de água da chuva da rede para o prédio; e 16. Descarga excessiva de água da chuva do tanque central.

A água da chuva pode ser armazenada em vários locais de um edifício, dependendo da adequação tecnológica, segurança e economia. Pode ser armazenado tanto dentro como fora do edifício. Armazenar água da chuva em ambos os locais têm muitas vantagens e desvantagens (PENG, 2017, tradução nossa).

Segundo Guo e Englehardt (2015, tradução nossa) o custo de execução e de distribuição de água não potável favorece o sistema descentralizado devido à proximidade do ponto de geração de efluentes, do local de tratamento e do consumo da água não potável. No entanto, a maioria dos tipos de tratamento favorece a opção por sistemas centralizados, pois possuem tecnologias mais conhecidas e proporcionam maior controle do insumo ofertado.

Figura 6 – Reservatório (a) Descentralizado e (b) Centralizado



Fonte: Slýs e Stec (2020).

### 2.5.3.3 Funcionalidade

Peng (2017, tradução nossa) salienta que além de tomar medidas para prevenir a contaminação, a manutenção regular e a segurança de todos os componentes do tanque de armazenamento também são questões importantes a serem abordadas para o funcionamento adequado do sistema. Sendo assim, várias medidas que devem ser tomadas para proteger a água armazenada são listadas:

- A construção deve garantir a estanqueidade do reservatório;
- os elementos estruturais que permanecerão em contato com a água da chuva armazenada devem ser projetados, construídos e mantidos como um elemento estrutural retentor de água;
- os tubos de escoamento no tanque de armazenamento devem estar pelo menos 15 cm acima do fundo do tanque e não próximos ao ponto de entrada;
- deve ser fornecida uma rede de arame para cobrir todas as entradas para evitar que insetos e mosquitos entrem no tanque;

- e) o tanque deve ser mantido coberto e sem luz para evitar o crescimento de algas e microrganismos;
- f) o tanque deve ser colocado de forma que a temperatura da água seja mantida o mais baixa possível para limitar o crescimento de bactérias e algas;
- g) no caso de armazenamento de água potável da chuva, um dispositivo de prevenção de refluxo na forma de um entreferro ou conjunto de refluxo deve ser fornecido;
- h) os tanques devem ser inspecionados e limpos pelo menos duas vezes por ano;
- i) a superfície interna do tanque deve ter um acabamento liso para não ter rachaduras ou orifícios;
- j) nenhuma tinta tóxica deve ser usada;
- k) deve haver duas aberturas para inspeção localizadas separadamente;
- l) devem ser fornecidos anéis de captura ou uma escada tipo marinheiro feita de material não corrosivo para reservatórios profundos.

#### **2.5.4 Bombas**

Os reservatórios semi-enterrados ou enterrados, majoritariamente, necessitam de bombeamento. Nos casos em que a arquitetura do telhado permite instalar o reservatório logo abaixo do mesmo, os gastos com o bombeamento da água são evitados (ANNECCHINI, 2005).

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998), a vazão de projeto para o abastecimento do reservatório pode ser determinada pela razão entre a capacidade do reservatório e o tempo de enchimento do mesmo. No caso de edifícios com pequenos reservatórios individualizados, como residências unifamiliares, o tempo de enchimento deve ser menor do que 1 hora. No entanto, em caso de grandes reservatórios, o tempo de enchimento pode ser de até 6 horas, variando com o tipo de edifício.

Já a NBR 12214 (ABNT, 2020), Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de água – Requisitos, especifica os requisitos para a elaboração de projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de água, os quais devem ser respeitados.

É importante salientar que o consumo de energia em instalações elevatórias pode ser minimizado através de uma correta escolha da bomba, observando-se as características de desempenho segundo as especificações de projeto (ABNT, 1998).

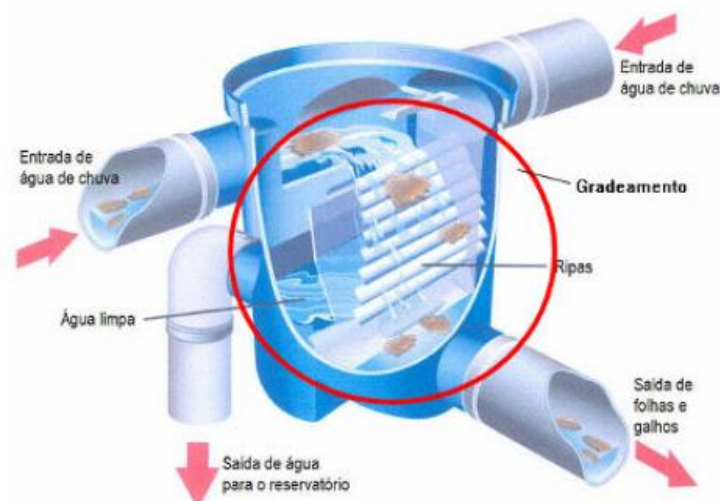
#### **2.5.5 Dispositivos de Aprimoramento da Qualidade da Água**

Segundo Andrade Neto (2013), a proteção sanitária da água de reservatórios é relativamente simples. Requer, basicamente, o desvio e descarte das primeiras águas das chuvas, cobertura do tanque, retirada da água por tubulação normalmente através de uma bomba hidráulica, e um manejo adequado, que depende de informação adequada aos usuários.

#### 2.5.5.1 Dispositivo de Eliminação de Materiais Sólidos

Para a captação de água da chuva há a necessidade de uma limpeza inicial da água coletada, ou seja, no início de cada evento de chuva. Pode-se fazer o descarte da água dos primeiros minutos de chuva ou implantar um filtro (Figura 7), que retenha os materiais grosseiros (como folhas e galhos) que possam ter se acumulado sobre o telhado ou calhas (GUINDANI, 2016).

Figura 7 – Modelo de um filtro

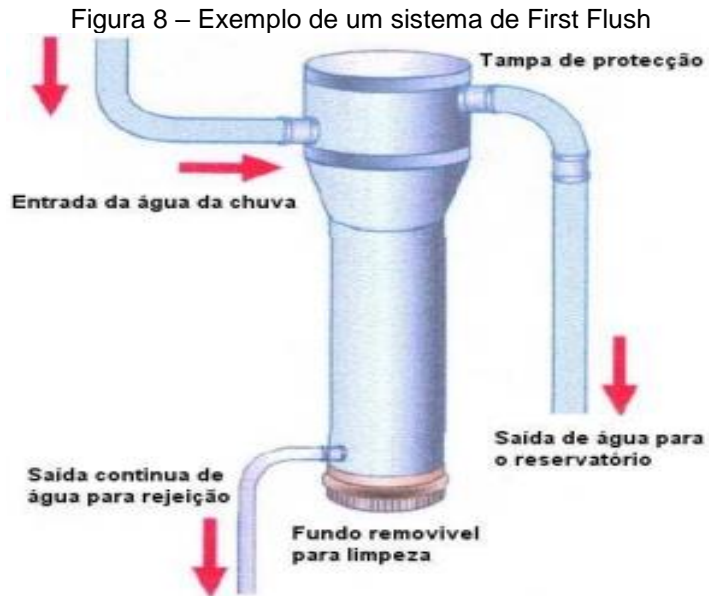


Fonte: Pêgo e Erthal Junior (2012).

#### 2.5.5.2 Descarte do Escoamento Inicial

A técnica da primeira lavagem (*First Flush*), exemplificada na Figura 8, consiste em eliminar os primeiros litros de água que incidem na superfície de captação devido a sua maior contaminação. O volume a ser desviado deverá ser determinado com base em critérios de tempo ou com base na área da cobertura (ANQIP, 2009).

A NBR 15527 (ABNT, 2019) recomenda que o dispositivo para descarte da água de escoamento inicial seja automático e na falta de dimensionamento prévio pelo projetista, sugere o descarte de  $2\text{mm}/\text{m}^2$  da precipitação inicial.



Fonte: Neves, Bertolo e Rossa (2006).

### 2.5.5.3 Tratamento, Descontaminação

No tratamento da água pluvial captada para uso não potável, devido a qualidade da água normalmente apresentada, recomenda-se apenas a descarga das primeiras chuvas, seguida de filtração e sedimentação. A NBR 15.527 (ABNT, 2019) apresenta parâmetros de qualidade para água coletada de telhados para usos não potáveis em geral. A contagem de coliformes (*E. coli*) por volume de 100 ml deve ser menor que 200, o valor máximo de turbidez deve ser 5 uT (unidades de turbidez) para todas as amostras e deve-se prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário (Quadro 2).

Quadro 2 – Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis

Parâmetro	Valor
<i>Escherichia coli</i>	< 200 / 100 mL
Turbidez	< 5,0 uT
pH	6,0 a 9,0

Fonte: ABNT (2019).

No entanto, em função de requisitos específicos do projeto e a critério do projetista pode ser necessária a desinfecção da água de chuva antes do seu uso. Esta desinfecção pode ser realizada por meio da utilização de cloro, ozônio, ultravioleta ou outras tecnologias. No caso do uso do cloro recomenda-se a concentração de cloro residual livre entre 0,5 e 2,0 mg/L, sendo o valor máximo permitido de 5 mg/L.

Os parâmetros de qualidade da água de chuva para fins não potáveis devem ser monitorados periodicamente com frequência mínima semestral (ABNT, 2019).

### 2.5.6 Distribuição

O sistema de distribuição é análogo ao convencional, podendo operar através do bombeamento da água do reservatório para os dispositivos de usos finais ou por gravidade. No entanto, a norma brasileira 15.527 (ABNT, 2019, p. 6) determina alguns requisitos, sendo eles:

- a) As instalações prediais devem atender à ABNT NBR 5626 quanto às recomendações dos materiais de construção das instalações, da retrossifonagem, dos dispositivos de prevenção de refluxo, proteção contra interligação entre água potável e não potável, do dimensionamento das tubulações, controle de ruídos e vibrações.
- b) O sistema de distribuição de água de chuva deve ser independente, separado do sistema de água potável.
- c) Os reservatórios de água de distribuição de água potável e de água de chuva devem ser separados.

### 2.5.7 Manutenção

Segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2019), deve-se realizar manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva de acordo com a Quadro 3.

Quadro 3 – Frequência de manutenção

<b>Componente</b>	<b>Frequência de manutenção</b>
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: adaptado de ABNT (2019).

E, ainda, segundo NBR 15.527 (ABNT, 2019, p. 9)

Quando da utilização de produtos potencialmente nocivos à saúde humana na área de captação, o sistema deve ser desconectado, impedindo a entrada desses produtos no reservatório de água de chuva. A reconexão deve ser feita somente após lavagem adequada, quando não haja mais risco de contaminação pelos produtos utilizados.





O estudo foi realizado no campus da UDESC - Joinville que contém ao todo 15 blocos que possibilitam a captação pluvial. Por fornecerem melhor qualidade da água, somente os telhados foram considerados para o projeto, excluindo as demais possíveis superfícies.

A disposição dos blocos está apresentada na Figura 10. Os projetos arquitetônicos utilizados no presente projeto foram fornecidos pela Coordenação Administrativa de Obras da UDESC Joinville.

Figura 10 – Localização dos blocos na UDESC Joinville



Fonte: UDESC Joinville (2018).

### 3.3 LEGISLAÇÃO

Foi realizada uma análise da legislação vigente em Joinville com contribuição de dados fornecidos pelos responsáveis da infraestrutura do Campus da Universidade para garantir a legalidade do projeto, além de considerar as recomendações das normas brasileiras.

### 3.4 POTENCIAL DE CAPTAÇÃO PLUVIAL

#### 3.4.1 Dados Pluviométricos

Para a média pluviométrica mensal e anual optou-se por utilizar os dados fornecidos pela estação meteorológica localizada na Univille, mencionada na revisão bibliográfica, devido à proximidade da estação com o CCT.

### 3.4.2 Área de Captação

A determinação da área da superfície de captação é uma importante etapa do dimensionamento pois está diretamente relacionada ao potencial de água pluvial que será aproveitada. De acordo com a NBR 10.844 (ABNT, 1989), a área de captação para superfície inclinada deve ser calculada conforme Equação (1) e Figura 11:

$$A = \left( a + \frac{h}{2} \right) \times b \quad (1)$$

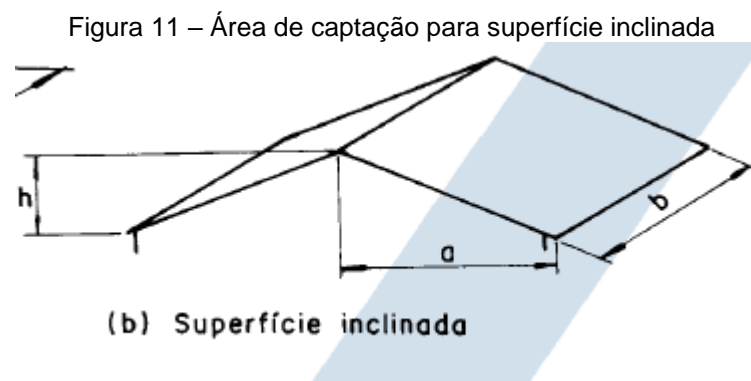
onde:

A = área de contribuição, em m<sup>2</sup>;

a = largura da água do telhado, em m;

h = altura da água do telhado, em m;

b = comprimento da água do telhado, em m.



Fonte: ABNT (1989).

As áreas de captação foram calculadas a partir do projeto arquitetônico fornecido pela Coordenação Administrativa de Obras da UDESC Joinville.

### 3.4.3 Coeficiente de Escoamento Superficial

O material utilizado em cada cobertura foi fornecido pela Coordenação Administrativa de Obras da Universidade e assim foi possível, seguindo a literatura, definir o valor do coeficiente de escoamento superficial.

### 3.4.4 Disponibilidade Teórica de Água Pluvial

Conforme determina a NBR 15.527 (ABNT, 2019), a disponibilidade teórica de água de chuva para captação depende de alguns parâmetros como área de captação, coeficiente de escoamento superficial da cobertura, precipitação, e da eficiência do sistema de tratamento, podendo ser estimado pela Equação (2):

$$V_{disp} = P \times A \times C \times \eta \quad (2)$$

onde:

$V_{disp}$  = é o volume disponível anual, mensal ou diário de água de chuva, em litros (L);

$P$  = é a precipitação média anual, mensal ou diária, em milímetros (mm);

$A$  = é a área de coleta, em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

$C$  = é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (*runoff*);

$\eta$  = é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado. Estes dados podem ser fornecidos pelo fabricante ou estimados pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o fator de captação de 0,85.

### 3.5 POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL

A instituição não possuía até a realização do presente estudo dados sobre a medição individualizada por bloco e sim um único hidrômetro abrangendo todos os edifícios. Assim sendo, optou-se por estimar o potencial de economia de água potável no campus através do estudo de caso realizado no bloco K do Centro de Ciências Tecnológicas, apresentado por Estrada (2019), mencionado na revisão bibliográfica, em função da área construída de cada bloco. Decidiu-se considerar a área construída de cada bloco como variável de proporcionalidade por entender que esta representa melhor a quantidade de pessoas circulando em determinado local do que outras variáveis, como, por exemplo, o número de banheiros por edificação.

A representação da taxa de consumo não potável pode ser obtida pela Equação (3):

$$T = \frac{C_1}{A_K} \quad (3)$$

onde:

$T$  = é a taxa de consumo anual, em litros/m<sup>2</sup> (L/m<sup>2</sup>.ano);

$C_1$  = é o consumo não potável anual do bloco K, em litros (L/ano);

$A_K$  = é a área construída do bloco K, em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

e o potencial de economia de água potável, ou seja, a estimativa do consumo de água não potável, pode ser calculada pela Equação (4):

$$C = T \times A \quad (4)$$

onde:

C = é o consumo não potável anual, em litros (L/ano);

A = é a área construída, em metros quadrados (m<sup>2</sup>).

### 3.6 SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO PLUVIAL

#### 3.6.1 Dimensionamento dos Reservatórios

O método escolhido para o dimensionamento dos reservatórios foi o Método da Simulação. Este método parte de um reservatório com volume predefinido para simular o comportamento do volume de água armazenado no reservatório ao longo da série histórica estudada e assim determinar o percentual de consumo que será atendido no sistema (ABNT, 2007).

. Segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2007) para um determinado mês aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito, Equação 5, e a vazão de chuva provável pode ser calculada pela Equação 6:

$$S(t) = Q(t) + S(t - 1) - D(t) , \text{ sendo que: } 0 \leq S(t) \leq V \quad (5)$$

onde:

S(t) = é o volume de água no reservatório no tempo t;

S(t-1) = é o volume de água no reservatório no tempo t-1;

Q(t) = é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

D(t) = é a demanda ou consumo no tempo t.

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação} \quad (6)$$

onde:

C = é o coeficiente de escoamento superficial.

O Quadro 4 apresenta um modelo de planilha do Método da Simulação da Simulação e os principais itens são explicados em seguida, segundo AltoQi (2017):

- C5: volume de água de chuva calculado para cada mês. Este valor é resultante da multiplicação da C2 x C4 x valor do coeficiente de Runoff, dividido por 1000 para obter o valor em m<sup>3</sup>;

- C6: valor estipulado para o reservatório, fixo para todos os meses. Com base neste valor será possível constatar a quantidade de água que extravasa (*overflow*) e a quantidade de água que falta em cada mês;

- C7: corresponde ao volume do reservatório computado no mês anterior. Deve-se considerar que no primeiro mês, no caso janeiro, o reservatório está vazio, ou seja, o valor é zero. A regra para o preenchimento desta coluna é: considere o volume computado no mês anterior na coluna 8. Se for maior do que zero, adota-se o mesmo, caso contrário coloque zero;

- C8: situação do volume do reservatório no final do mês. No primeiro mês deve-se considerar o reservatório cheio. Nos demais, deve-se preencher a coluna de acordo com o critério:  $C5 + C7 - C3 > C6$ : usa-se o valor da C7. Caso contrário, adota-se o resultado do cálculo  $C5 + C7 - C3$

- C9: refere-se ao volume que está extravasando, *Overflow*. Deve-se preencher a planilha seguindo a regra a seguir: Se  $C5 + C7 - C3 > C6$ : usar  $C5 + C7 - C3 - C6$ . Caso contrário, adota-se 0.

- C10: quantidade de água que deverá ser abastecida por outra fonte. Coluna dimensionada considerando o parâmetro: Se  $C7 + C5 - C3 < 0$ : adota-se  $C7 + C5 - C3$ . Caso contrário, adota-se 0.

Quadro 4 – Planilha de cálculo para o Método da Simulação

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro									
Fevereiro									
Março									
Abril									
Mai									
Junho									
Julho									
Agosto									
Setembro									
Outubro									
Novembro									
Dezembro									

Fonte: Adaptado de AltoQi (2017).

O volume do reservatório predefinido na utilização desse método foi calculado a partir de uma análise dos dados pluviométricos diários da Estação 0248014 localizada em Joinville, fornecidos pela Agência Nacional de Águas – ANA, referente

aos anos de 2017, 2018 e 2019 (três últimos anos que possuem os dados completos atualizados pela instituição) apresentados no Anexo A.

### **3.6.2 Custos**

Posteriormente ao dimensionamento e realização dos quantitativos dos reservatórios realizou-se o levantamento dos custos dos reservatórios com o fornecedor escolhido.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta sessão foram apresentados os resultados obtidos baseados na revisão bibliográfica, nas medições e dimensionamentos realizados na edificação pública, levando em conta sua área de captação e os pontos de consumo já existentes.

### 4.1 ADEQUAÇÃO À LEGISLAÇÃO VIGENTE EM JOINVILLE/SC REFERENTE À CAPTAÇÃO PLUVIAL

Para se adequar a legislação municipal o Centro de Ciências Tecnológicas – CCT deve realizar a implantação do sistema de captação pluvial, visto que as edificações do campus possuem mais que 250m<sup>2</sup> de área total construída, como especifica a Lei Complementar nº 492/2017.

De acordo com a Lei Complementar nº 470/2017 que apresenta o mapa de macrozoneamento urbano e rural de Joinville dividido em sete grupos característicos, o Centro de Ciências tecnológicas está situado em Área Urbana de Adensamento Secundário – AUAS.

Esta mesma lei define os Requisitos Urbanísticos para Ocupação do Solo de acordo com a área que a edificação está localizada. Entre esses requisitos está a taxa mínima de permeabilidade, sendo ela de 20% para a AUAS (Figura 12). No entanto, se a taxa mínima não for atendida ela poderá ser convertida em sistema de contenção de águas pluviais, conforme regulamentação específica apresentada no Decreto nº 33.767 de 14 de março de 2019.

De acordo com o site oficial da instituição, o CCT é o maior dos centros da UDESC e está localizado em uma área de 67.000 m<sup>2</sup>. Sendo assim, a área permeável mínima exigida por lei é de 13.400 m<sup>2</sup>. Com os projetos arquitetônicos de cada bloco foi calculada aproximadamente a área impermeável existente (Tabela 4) equivalente a 19.156,84 m<sup>2</sup>, no entanto, ainda falta considerar os pavimentos impermeáveis.

Visto que a porcentagem de área impermeável das edificações é bem inferior a taxa máxima de impermeabilidade permitida, optou-se por não calcular as áreas de pavimentação que equivalem a uma porcentagem menos significativa. No entanto, para assegurar a conformidade com a Lei complementar nº 470/2017, mediu-se a área de maneira superestimada através do Google Earth, considerando pavimentos permeáveis e algumas áreas verdes apresentadas na Figura 13. A área obtida foi de 48.901,05 m<sup>2</sup> a qual respeita a área máxima de 53.600 m<sup>2</sup> permitida por lei.



Figura 12 – Requisitos Urbanísticos para a Ocupação do Solo - Quadro de Ocupação

QUADRO DE OCUPAÇÃO	Macrozona Urbana					Macrozona Rural (19)	
	Área Urbana de Adensamento Prioritário	Área Urbana de Adensamento Secundário	Área Urbana de Adensamento Controlado	Área Urbana de Adensamento Especial	Área Urbana de Proteção Ambiental	Área Rural de Proteção Natural	Área Rural de Utilização Controlada
	AUAP (1)	AUAS	AUAC	AUAE	AUPA (9)	ARPA	ARUC
	1	2	3	4	5	6	7
Taxa de Ocupação (em porcentagem) (10)	60%	60%	60%	60%	10%	5%	10%
Embasamento (em porcentagem) (12).	70%	70%	70%	70% (28)	-	-	-
Recuo Frontal (em metros) (10)	Deverá ser livre de construção, e deverá garantir uma distância mínima de 5m (cinco metros) entre a linha frontal do imóvel e o alinhamento predial, e respeitar o ângulo máximo de 70º (setenta e seis graus) em relação ao eixo da via existente, sendo permitido o escalonamento do recuo frontal. (7)				10m	10m	10m
Afastamentos Laterais e de Fundos (em metros) (4) (10) (18).	Deverão ser livres de construções, e não poderão ser inferiores a um sexto da altura da edificação (H/6), acrescida de 0,5m (cinquenta centímetros), garantida uma distância mínima de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros), sendo aplicados a partir da base da edificação.				5m	5m	5m
Taxa de Permeabilidade (em porcentagem) (8) .	20%	20%	20%	20%	80%	80%	80%
Vaga de guarda de veículo para cada fração de Área Total Edificada – ATE, medida em metros quadrados (11) (15).	50m2	50m2	50m2	50m2	-	50m2	50m2
Vaga de carga e descarga para as edificações de uso residencial multifamiliar acima de 24 unidades habitacionais (25) e (27)	01 (uma) vaga, acrescida de mais 01(uma) vaga para cada 96 unidades.				-		
Vaga de carga e descarga para os usos comercial, prestação de serviço e industrial, de médio e grande porte (26) e (27)	01 vaga, acrescida de mais 01 vaga a cada 1000 metros quadrados de ATE				01 vaga, acrescida de mais 01 vaga a cada 1000 metros quadrados de ATE		

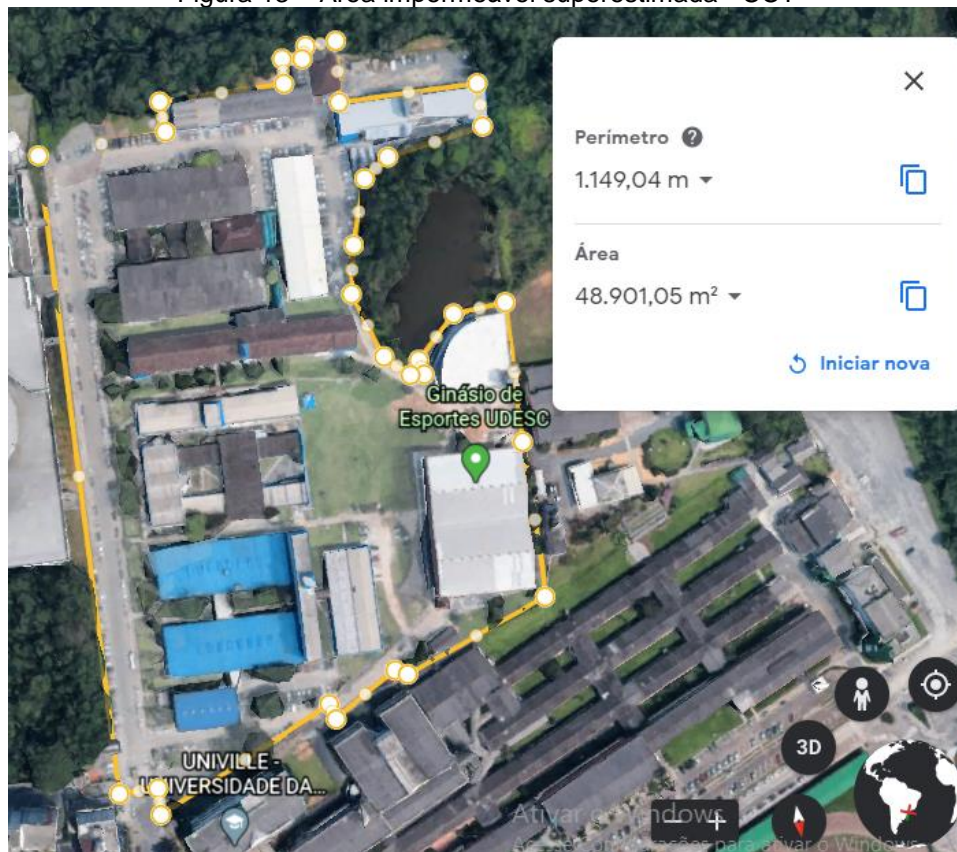
Fonte: Joinville (2017).

Tabela 4 – Áreas Impermeáveis

Área impermeável	
Bloco	Área (m <sup>2</sup> )
A	354,20
B	1249,25
C	426,15
D	1242,86
E	2375,26
F	1320,90
G	3691,44
H	912,61
I	935,71
K	882,24
L	857,72
Biblioteca	901,25
Ginásio	2543,22
Apoio	624,05
Centro de convivências	840,00
<b>Área Total</b>	<b>19156,84</b>

Fonte: A autora (2020).

Figura 13 – Área impermeável superestimada - CCT



Fonte: Google Earth (2020).

## 4.2 POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NA UDESC - JOINVILLE

### 4.2.1 Dados Pluviométricos

As médias pluviométricas apresentadas por Mello e Oliveira (2015), definidas pelo método de krigagem utilizando a rede de pluviômetros de Joinville, com média mensal de 183,6 mm e anual de 2.130,1 mm, corroboram com os valores apresentados pela estação pluviométrica da Univille.

Sendo assim, optou-se por utilizar os dados fornecidos pela estação meteorológica situada na Univille devido à proximidade da estação com o Centro de Ciências Tecnológicas. A Tabela 5 apresenta as médias entre 2000 à 2014, a média mensal encontrada foi de 189,79 mm e média anual de 2277,50 mm.

Tabela 5 – Dados Pluviométricos

Dados Pluviométricos													
Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média
Chuva média mensal (mm)	344,96	277,22	265,73	145,90	104,26	129,42	117,26	100,05	167,18	169,23	247,24	209,04	189,79

Fonte: A autora (2020).

#### 4.2.2 Área de Captação

Foram realizados os cálculos das áreas dos edifícios conforme determina a NBR 10.844 (ABNT, 1989) através da Equação (1) apresentada na metodologia.

A Tabela 6 apresenta as dimensões dos telhados de cada edificação da universidade, assim como as superfícies de captação calculadas aproximadamente e utilizadas para o dimensionamento.

Tabela 6 – Superfícies de Captação

Bloco	Dimensões do Telhado (m)			Área Calculada (m <sup>2</sup> )
	a	b	h	
A	12,65	28,00	0,00	354,20
B	20,70	60,35	0,00	1249,25
C	7,60	56,08	0,00	426,21
D	20,70	60,10	0,00	1244,07
E	14,35	35,45	0,00	508,71
	9,10	3,25	0,00	29,58
	7,80	21,30	0,00	166,14
	7,80	21,30	0,00	166,14
	8,10	21,00	0,00	170,10
	7,40	21,00	0,00	155,40
	7,28	36,30	0,15	533,61
F	7,56	80,43	2,74	1436,48
G	11,08	60,70	1,00	1405,81
	11,08	60,70	1,00	1405,81
H	8,45	60,54	2,05	1147,23
I	7,96	35,65	1,39	617,10
K	13,25	8,50	0,00	112,63
	11,00	53,30	0,00	586,30
	13,75	8,50	0,00	116,88
L	13,40	8,40	0,00	112,56
	11,30	47,79	0,00	540,03
	13,40	8,40	0,00	112,56
Biblioteca	5,48	46,09	0,00	252,57
Patrimônio	5,75	61,79	0,60	747,66
Ginásio	15,22	42,22	2,00	1369,62
	14,97	42,22	2,00	1348,51
Centro de Convivências	-	-	-	845,00

Fonte: A autora (2020).

A determinação da área do telhado do Centro de Convivências, por se tratar de uma geometria diferenciada que se assemelha a  $\frac{1}{4}$  de círculo, foi realizada através do *software* Autocad, chegando a uma área de 845 m<sup>2</sup>.

#### 4.2.3 Coeficiente de Escoamento

A especificação do material utilizado nos telhados em cada edifício foi fornecida pela Coordenação Administrativa de Obras da UDESC Joinville e estão apresentados na Tabela 7 juntamente com o coeficiente de *Runoff* indicado pela literatura. Assim optou-se por utilizar o valor conservador de 0,8 para todos os blocos.

Tabela 7 – Coeficiente de Escoamento

<b>Coeficiente de Escoamento</b>		
<b>Bloco</b>	<b>Material Telhado</b>	<b>Coeficiente</b>
A	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
B	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
C	Fibrocimento	0,8 a 0,9
D	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
E	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
F	Cerâmico	0,8 a 0,9
G	Fibrocimento	0,8 a 0,9
H	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
I	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
K	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
L	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
Biblioteca	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
Ginásio	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9
Apoio	Fibrocimento	0,8 a 0,9
Centro de convivência	Aço Galvanizado	0,8 a 0,9

Fonte: A autora (2020).

#### 4.2.4 Disponibilidade Teórica de Água Pluvial

Como determina a NBR 15.527 (ABNT, 2019), com a análise da precipitação média mensal de Joinville apresentada anteriormente, área de captação de cada edificação calculada e o coeficiente de escoamento (coeficiente de *Runoff*) estimou-se o potencial de captação mensal para cada bloco, em m<sup>3</sup>, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Potencial de Captação Mensal

<b>Potencial de Captação Mensal</b>					
<b>Bloco</b>	<b>Precipitação mensal (mm)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Coefficiente de Runoff</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>Volume Mensal Disponível (m<sup>3</sup>)</b>
A	189,79	354,20	0,80	0,85	45,71
B	189,79	1249,25	0,80	0,85	161,22
C	189,79	426,21	0,80	0,85	55,01
D	189,79	1244,07	0,80	0,85	160,56
E	189,79	1729,67	0,80	0,85	223,23
F	189,79	1436,48	0,80	0,85	185,39
G	189,79	2811,64	0,80	0,85	362,86
H	189,79	1147,23	0,80	0,85	148,06
I	189,79	617,10	0,80	0,85	79,64
K	189,79	815,80	0,80	0,85	105,28
L	189,79	765,15	0,80	0,85	98,75
Biblioteca	189,79	252,27	0,80	0,85	32,56
Patrimônio	189,79	747,66	0,80	0,85	96,49
Ginásio	189,79	2718,12	0,80	0,85	350,79
Centro de Convivências	189,79	845,00	0,80	0,85	109,05

Fonte: A autora (2020).

#### 4.3 POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL NO CAMPUS

O estudo realizado por Estrada (2019) apontou todos os usos do bloco K no período de um ano, no entanto, para estimativa do volume de economia de água potável utilizou-se apenas os consumos referentes a bacias sanitárias, mictórios e torneira de limpeza, ou seja, volumes de usos que aceitam água não potável. Com os usos não potáveis do bloco foi possível calcular a taxa de consumo não potável em L/m<sup>2</sup>.ano do bloco, Tabela 9, e assim estimar o consumo total não potável para os demais blocos. É importante salientar que o bloco K é um edifício com grande fluxo de passagem de pessoas, portanto, uma estimativa de consumo a partir desse bloco fornecerá uma solução conservadora em relação ao tamanho dos reservatórios.

Tabela 9 – Taxa de Consumo Não Potável - Total

<b>Área Construída Bloco K (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Consumo não Potável Bloco K (L/ano)</b>	<b>Taxa (L/m<sup>2</sup>.ano)</b>
1.702,44	252.035,97	148,04

Fonte: A autora (2020).

Calculou-se uma segunda taxa, Tabela 10, para os blocos da Biblioteca e Patrimônio visto que os mesmos não possuem banheiros em suas dependências, sendo considerado apenas o consumo de torneiras de lavação.

Tabela 10 – Taxa de Consumo Não Potável - Torneiras de Lavação

Área Construída Bloco K (m <sup>2</sup> )	Consumo não Potável Bloco K (L/ano)	Taxa (L/m <sup>2</sup> .ano)
1702,44	2202,7	1,2938

Fonte: A autora (2020).

As áreas construídas, retiradas do *software* e o potencial de economia de água potável estão apresentados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

Tabela 11 – Área Construída

Bloco	Área Construída (m <sup>2</sup> )
A	734,58
B	1.249,25
C	1.278,46
D	1.244,36
E	2.943,92
F	3.633,76
G	3.111,00
H	911,11
I	7.668,29
K	1.702,44
L	2.457,96
Biblioteca	901,25
Patrimônio	1.248,09
Ginásio	2.999,22
Centro de Convivências	1.200,10
<b>Total Campus CCT</b>	<b>33.283,78</b>

Fonte: A autora (2020).

Para fim de comparação, da mesma maneira calculou-se a taxa de consumo total e estimou-se o consumo total do Centro de Ciências Tecnológicas. O valor encontrado foi de 6.143,82 m<sup>3</sup>/ano, portanto, o potencial de economia de água potável equivale a aproximadamente 75% do consumo total, corroborando com Estrada (2019).

Sabe-se que estes resultados não retratam fielmente a realidade, visto que o bloco K é um edifício de uso exclusivo de salas de aula, diferentemente de blocos com laboratórios, atividades físicas (Ginásio) e alimentação (Centro de Convivências).

Tabela 12 – Estimativa do consumo de água não potável (m<sup>3</sup>/ano)

<b>Bloco</b>	<b>Área Construída (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Potencial de Economia (m<sup>3</sup>/ano)</b>
A	734,58	108,75
B	1249,25	184,94
C	1278,46	189,27
D	1244,36	184,22
E	2943,92	435,83
F	3633,76	537,96
G	3111,00	460,56
H	911,11	134,88
I	7668,29	1135,24
K	1702,44	252,04
L	2457,96	363,89
Biblioteca	901,25	1,17
Patrimônio	1248,09	1,61
Ginásio	2999,22	444,02
Centro de Convivências	1200,10	177,67
Total Campus CCT	33283,78	4612,05

Fonte: A autora (2020).

#### 4.4 RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL

Para a escolha do tipo de reservatório realizou-se uma análise entre reservatório centralizado, descentralizado e descentralizado em grupo.

Para as três hipóteses calculou-se o volume do reservatório de água pluvial através do Método da Simulação. O volume do reservatório predefinido na utilização desse método foi calculado a partir de uma análise dos dados pluviométricos diários referente aos anos de 2017, 2018 e 2019, fornecidos pela ANA e apresentados no Anexo A, visto que este método considera que a média mensal de chuva é dividida uniformemente pelos dias do mês, no entanto, sabe-se que isso não ocorre. Por isso, analisou-se quantos dias no ano não houve chuva para posteriormente definir um valor x de dias de autonomia dos reservatórios mesmo sem chuva.

Verificou-se que, se considerado um volume de reservatório que suporte até cinco dias sem chuva o sistema estaria atendendo em média 81,46% dos dias no período de um ano, Tabela 13, e então adotou-se como parâmetro em todos os dimensionamentos. Pontua-se que nesta análise, a cada 6 dias sem chuvas (hipoteticamente, segunda-feira, terça-feira, quarta-feira, quinta-feira, sexta-feira e sábado) excluiu-se 1 dia (domingo) pois não ocorre consumo na universidade.

Tabela 13 – Conformidade do Sistema para 5 dias de consumo efetivo

<b>Conformidade do Sistema para 5 dias de Consumo Efetivo</b>			
<b>Ano</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Total de dias	365	365	365
Dias não conforme	65	61	77
Conformidade do sistema (%)	82,19	83,29	78,90
<b>Média Conforme (%)</b>	<b>81,46</b>		

Fonte: A autora (2020).

Também para as três hipóteses, optou-se por trabalhar com reservatórios de polietileno com volumes padronizados disponíveis no mercado.

As demandas mensais não potáveis em m<sup>3</sup> de cada bloco foram estimadas, como apresentadas no item 4.3, a partir do estudo de Estrada (2019) e estão apresentadas na Tabela 14. Para o cálculo da demanda diária, considerou-se 24 dias equivalendo a um mês, visto que a universidade não realiza atividades aos domingos e aos sábados são reduzidas, normalmente apenas meio período.

Tabela 14 – Consumo Não Potável (m<sup>3</sup>/mês)

<b>Bloco</b>	<b>Consumo não potável Mensal (m<sup>3</sup>)</b>
A	9,06
B	15,41
C	15,77
D	15,35
E	36,32
F	44,83
G	38,38
H	11,24
I	94,60
K	21,00
L	30,32
Biblioteca	0,06
Patrimônio	0,08
Ginásio	37,00
Centro de Convivências	14,81
Total Campus	384,24

Fonte: A autora (2020).

A demanda do bloco I não foi considerada nos dimensionamentos pois este edifício já possui sistema de captação de água pluvial próprio.

#### 4.4.1 Reservatório Centralizado



Nesta hipótese, toda a água pluvial captada seria armazenada em um único reservatório, o qual distribuiria esta água para os locais de consumo. Para o cálculo do volume, considerou-se a demanda e a área de captação de todos os blocos com exceção do bloco I. Nestas condições, para que o sistema suporte 5 dias sem chuva fixou-se o volume do reservatório em 60m<sup>3</sup> e a simulação está apresentada no Quadro 5.

Além do volume do reservatório observou-se o grande volume de *overflow* que esta hipótese apresenta, sendo ele de 26.605,61m<sup>3</sup>/ano.

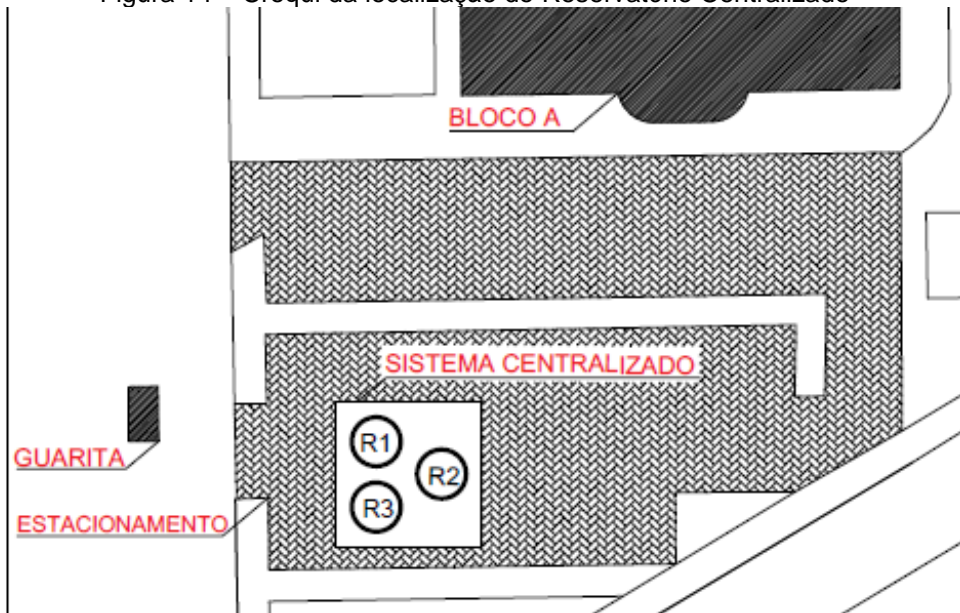
A posição mais favorável para este reservatório seria no ponto mais baixo do terreno para que a água pluvial captada em cada bloco escoe por gravidade até a cisterna principal sem a necessidade de bombeamento, e então, somente para distribuição da água seria necessário o uso de bombas. A Figura 15 apresenta o croqui da localização do reservatório centralizado no campus, para este, optou-se por utilizar 3 tanques interligadas de 20.000 litros. O Anexo B apresenta a planta de localização do campus para melhor entendimento.

Quadro 5 – Método da Simulação para Reservatório Centralizado

Centralizado									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	289,64	16543,04	4565,35	60,00	0,00	60,00	4215,71	0,00
Fevereiro	277,22	289,64	16543,04	3668,85	60,00	60,00	60,00	3379,21	0,00
Março	265,73	289,64	16543,04	3516,79	60,00	60,00	60,00	3227,15	0,00
Abril	145,90	289,64	16543,04	1930,90	60,00	60,00	60,00	1641,26	0,00
Mai	104,26	289,64	16543,04	1379,82	60,00	60,00	60,00	1090,18	0,00
Junho	129,42	289,64	16543,04	1712,80	60,00	60,00	60,00	1423,16	0,00
Julho	117,26	289,64	16543,04	1551,87	60,00	60,00	60,00	1262,23	0,00
Agosto	100,05	289,64	16543,04	1324,10	60,00	60,00	60,00	1034,46	0,00
Setembro	167,18	289,64	16543,04	2212,53	60,00	60,00	60,00	1922,89	0,00
Outubro	169,23	289,64	16543,04	2239,66	60,00	60,00	60,00	1950,02	0,00
Novembro	247,24	289,64	16543,04	3272,08	60,00	60,00	60,00	2982,44	0,00
Dezembro	209,04	289,64	16543,04	2766,53	60,00	60,00	60,00	2476,89	0,00

Fonte: A autora (2020).

Figura 14 – Croqui da localização do Reservatório Centralizado



Fonte: A autora (2021).

Além do reservatório principal centralizado, é necessário que cada edifício possua seu próprio reservatório superior para então fazer a distribuição através do barrilete. Sendo assim, escolheu-se as caixas d'água considerando o consumo diário de cada bloco. O Quadro 6 apresenta a especificação dos reservatórios superiores e a vazão necessária de cada bomba.

Quadro 6 – Quantitativo Reservatórios - Sistema Centralizado

Quantitativo Reservatórios – Sistema Centralizado		
Bloco	Volume (L)	Vazão bomba (L/h)
A	1000	200,00
B	1000	200,00
C	1000	200,00
D	1000	200,00
E	2000	400,00
F	2000	400,00
G	2000	400,00
H	1000	200,00
K	1000	200,00
L	1500	300,00
Biblioteca	1000	200,00
Patrimônio	1000	200,00
Ginásio	2000	400,00
Centro de Convivências	1000	200,00

Fonte: A autora (2020).

#### 4.4.2 Reservatórios Descentralizados

Nesta hipótese, cada construção teria seu próprio sistema de armazenamento e distribuição. As simulações para os reservatórios descentralizados estão apresentados do Quadro 7 ao Quadro 20.

A Biblioteca e o Patrimônio apresentaram consumos muito baixos visto que não possuem banheiros em suas dependências. Analisando a situação, decidiu-se adotar um reservatório superior de 2.000 litros para abranger uma área maior e atender possíveis usos excepcionais de limpeza e jardinagem.

Observa-se também o *Overflow* desta hipótese, chegando a um somatório total de 27.621,61m<sup>3</sup>/ano de água pluvial captada mas não aproveitada, ou seja, descartada para o sistema de drenagem.

Considerando que as estruturas dos edifícios não foram projetadas para suportar grandes reservatórios, nos casos em que o volume dimensionado foi até 2.000 litros, considerou-se apenas um reservatório superior no bloco. Nos demais casos considerou-se um reservatório superior para atender a demanda diária e um reservatório inferior para atender o volume total calculado. Quando foi possível utilizar apenas o reservatório no topo, não foi necessário o uso de bombeamento visto que a distribuição acontece por gravidade. O Quadro 21 apresenta o quantitativo de reservatórios e as vazões de bombas quando necessário.

Quadro 7 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco A

Bloco A									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	9,06	354,20	97,75	2,00	0,00	2,00	86,69	0,00
Fevereiro	277,22	9,06	354,20	78,55	2,00	2,00	2,00	69,49	0,00
Março	265,73	9,06	354,20	75,30	2,00	2,00	2,00	66,24	0,00
Abril	145,90	9,06	354,20	41,34	2,00	2,00	2,00	32,28	0,00
Mai	104,26	9,06	354,20	29,54	2,00	2,00	2,00	20,48	0,00
Junho	129,42	9,06	354,20	36,67	2,00	2,00	2,00	27,61	0,00
Julho	117,26	9,06	354,20	33,23	2,00	2,00	2,00	24,17	0,00
Agosto	100,05	9,06	354,20	28,35	2,00	2,00	2,00	19,29	0,00
Setembro	167,18	9,06	354,20	47,37	2,00	2,00	2,00	38,31	0,00
Outubro	169,23	9,06	354,20	47,95	2,00	2,00	2,00	38,89	0,00
Novembro	247,24	9,06	354,20	70,06	2,00	2,00	2,00	61,00	0,00
Dezembro	209,04	9,06	354,20	59,23	2,00	2,00	2,00	50,17	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 8 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco B

<b>Bloco B</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	15,41	1249,25	344,75	5,00	0,00	5,00	324,34	0,00
Fevereiro	277,22	15,41	1249,25	344,75	5,00	5,00	5,00	329,34	0,00
Março	265,73	15,41	1249,25	265,57	5,00	5,00	5,00	250,16	0,00
Abril	145,90	15,41	1249,25	145,81	5,00	5,00	5,00	130,40	0,00
Mai	104,26	15,41	1249,25	104,20	5,00	5,00	5,00	88,79	0,00
Junho	129,42	15,41	1249,25	129,34	5,00	5,00	5,00	113,93	0,00
Julho	117,26	15,41	1249,25	117,19	5,00	5,00	5,00	101,78	0,00
Agosto	100,05	15,41	1249,25	99,99	5,00	5,00	5,00	84,58	0,00
Setembro	167,18	15,41	1249,25	167,08	5,00	5,00	5,00	151,67	0,00
Outubro	169,23	15,41	1249,25	169,13	5,00	5,00	5,00	153,72	0,00
Novembro	247,24	15,41	1249,25	247,09	5,00	5,00	5,00	231,68	0,00
Dezembro	209,04	15,41	1249,25	208,91	5,00	5,00	5,00	193,50	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 9 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco C

<b>Bloco C</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	15,77	426,21	117,62	5,00	0,00	5,00	96,85	0,00
Fevereiro	277,22	15,77	426,21	94,52	5,00	5,00	5,00	78,75	0,00
Março	265,73	15,77	426,21	90,61	5,00	5,00	5,00	74,84	0,00
Abril	145,90	15,77	426,21	49,75	5,00	5,00	5,00	33,98	0,00
Mai	104,26	15,77	426,21	35,55	5,00	5,00	5,00	19,78	0,00
Junho	129,42	15,77	426,21	44,13	5,00	5,00	5,00	28,36	0,00
Julho	117,26	15,77	426,21	39,98	5,00	5,00	5,00	24,21	0,00
Agosto	100,05	15,77	426,21	34,11	5,00	5,00	5,00	18,34	0,00
Setembro	167,18	15,77	426,21	57,00	5,00	5,00	5,00	41,23	0,00
Outubro	169,23	15,77	426,21	57,70	5,00	5,00	5,00	41,93	0,00
Novembro	247,24	15,77	426,21	84,30	5,00	5,00	5,00	68,53	0,00
Dezembro	209,04	15,77	426,21	71,28	5,00	5,00	5,00	55,51	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 10 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco D

<b>Bloco D</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	15,35	1244,07	343,32	5,00	0,00	5,00	322,97	0,00
Fevereiro	277,22	15,35	1244,07	275,90	5,00	5,00	5,00	260,55	0,00
Março	265,73	15,35	1244,07	264,47	5,00	5,00	5,00	249,12	0,00
Abril	145,90	15,35	1244,07	145,21	5,00	5,00	5,00	129,86	0,00
Mai	104,26	15,35	1244,07	103,77	5,00	5,00	5,00	88,42	0,00
Junho	129,42	15,35	1244,07	128,81	5,00	5,00	5,00	113,46	0,00
Julho	117,26	15,35	1244,07	116,70	5,00	5,00	5,00	101,35	0,00
Agosto	100,05	15,35	1244,07	99,58	5,00	5,00	5,00	84,23	0,00
Setembro	167,18	15,35	1244,07	166,39	5,00	5,00	5,00	151,04	0,00
Outubro	169,23	15,35	1244,07	168,43	5,00	5,00	5,00	153,08	0,00
Novembro	247,24	15,35	1244,07	246,07	5,00	5,00	5,00	230,72	0,00
Dezembro	209,04	15,35	1244,07	208,05	5,00	5,00	5,00	192,70	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 11 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco E

<b>Bloco E</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	36,32	1729,67	477,33	7,50	0,00	7,50	433,51	0,00
Fevereiro	277,22	36,32	1729,67	383,60	7,50	7,50	7,50	347,28	0,00
Março	265,73	36,32	1729,67	367,70	7,50	7,50	7,50	331,38	0,00
Abril	145,90	36,32	1729,67	201,89	7,50	7,50	7,50	165,57	0,00
Mai	104,26	36,32	1729,67	144,27	7,50	7,50	7,50	107,95	0,00
Junho	129,42	36,32	1729,67	179,08	7,50	7,50	7,50	142,76	0,00
Julho	117,26	36,32	1729,67	162,26	7,50	7,50	7,50	125,94	0,00
Agosto	100,05	36,32	1729,67	138,44	7,50	7,50	7,50	102,12	0,00
Setembro	167,18	36,32	1729,67	231,33	7,50	7,50	7,50	195,01	0,00
Outubro	169,23	36,32	1729,67	234,17	7,50	7,50	7,50	197,85	0,00
Novembro	247,24	36,32	1729,67	342,11	7,50	7,50	7,50	305,79	0,00
Dezembro	209,04	36,32	1729,67	289,26	7,50	7,50	7,50	252,94	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 12 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco F

<b>Bloco F</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	44,83	1436,48	396,42	10,00	0,00	10,00	341,59	0,00
Fevereiro	277,22	44,83	1436,48	318,58	10,00	10,00	10,00	273,75	0,00
Março	265,73	44,83	1436,48	305,37	10,00	10,00	10,00	260,54	0,00
Abril	145,90	44,83	1436,48	167,67	10,00	10,00	10,00	122,84	0,00
Maio	104,26	44,83	1436,48	119,81	10,00	10,00	10,00	74,98	0,00
Junho	129,42	44,83	1436,48	148,73	10,00	10,00	10,00	103,90	0,00
Julho	117,26	44,83	1436,48	134,75	10,00	10,00	10,00	89,92	0,00
Agosto	100,05	44,83	1436,48	114,98	10,00	10,00	10,00	70,15	0,00
Setembro	167,18	44,83	1436,48	192,12	10,00	10,00	10,00	147,29	0,00
Outubro	169,23	44,83	1436,48	194,48	10,00	10,00	10,00	149,65	0,00
Novembro	247,24	44,83	1436,48	284,12	10,00	10,00	10,00	239,29	0,00
Dezembro	209,04	44,83	1436,48	240,23	10,00	10,00	10,00	195,40	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 13 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco G

<b>Bloco G</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	38,38	2811,62	775,92	10,00	0,00	10,00	727,54	0,00
Fevereiro	277,22	38,38	2811,62	623,55	10,00	10,00	10,00	585,17	0,00
Março	265,73	38,38	2811,62	597,71	10,00	10,00	10,00	559,33	0,00
Abril	145,90	38,38	2811,62	328,17	10,00	10,00	10,00	289,79	0,00
Maio	104,26	38,38	2811,62	234,51	10,00	10,00	10,00	196,13	0,00
Junho	129,42	38,38	2811,62	291,10	10,00	10,00	10,00	252,72	0,00
Julho	117,26	38,38	2811,62	263,75	10,00	10,00	10,00	225,37	0,00
Agosto	100,05	38,38	2811,62	225,04	10,00	10,00	10,00	186,66	0,00
Setembro	167,18	38,38	2811,62	376,04	10,00	10,00	10,00	337,66	0,00
Outubro	169,23	38,38	2811,62	380,65	10,00	10,00	10,00	342,27	0,00
Novembro	247,24	38,38	2811,62	556,12	10,00	10,00	10,00	517,74	0,00
Dezembro	209,04	38,38	2811,62	470,19	10,00	10,00	10,00	431,81	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 14 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco H

<b>Bloco H</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	11,24	1147,23	316,60	3,00	0,00	3,00	302,36	0,00
Fevereiro	277,22	11,24	1147,23	254,43	3,00	3,00	3,00	243,19	0,00
Março	265,73	11,24	1147,23	243,88	3,00	3,00	3,00	232,64	0,00
Abril	145,90	11,24	1147,23	133,90	3,00	3,00	3,00	122,66	0,00
Mai	104,26	11,24	1147,23	95,69	3,00	3,00	3,00	84,45	0,00
Junho	129,42	11,24	1147,23	118,78	3,00	3,00	3,00	107,54	0,00
Julho	117,26	11,24	1147,23	107,62	3,00	3,00	3,00	96,38	0,00
Agosto	100,05	11,24	1147,23	91,82	3,00	3,00	3,00	80,58	0,00
Setembro	167,18	11,24	1147,23	153,44	3,00	3,00	3,00	142,20	0,00
Outubro	169,23	11,24	1147,23	155,32	3,00	3,00	3,00	144,08	0,00
Novembro	247,24	11,24	1147,23	226,91	3,00	3,00	3,00	215,67	0,00
Dezembro	209,04	11,24	1147,23	191,85	3,00	3,00	3,00	180,61	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 15 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco K

<b>Bloco K</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	21,00	815,80	225,13	5,00	0,00	5,00	199,13	0,00
Fevereiro	277,22	21,00	815,80	180,92	5,00	5,00	5,00	159,92	0,00
Março	265,73	21,00	815,80	173,43	5,00	5,00	5,00	152,43	0,00
Abril	145,90	21,00	815,80	95,22	5,00	5,00	5,00	74,22	0,00
Mai	104,26	21,00	815,80	68,04	5,00	5,00	5,00	47,04	0,00
Junho	129,42	21,00	815,80	84,46	5,00	5,00	5,00	63,46	0,00
Julho	117,26	21,00	815,80	76,53	5,00	5,00	5,00	55,53	0,00
Agosto	100,05	21,00	815,80	65,30	5,00	5,00	5,00	44,30	0,00
Setembro	167,18	21,00	815,80	109,11	5,00	5,00	5,00	88,11	0,00
Outubro	169,23	21,00	815,80	110,45	5,00	5,00	5,00	89,45	0,00
Novembro	247,24	21,00	815,80	161,36	5,00	5,00	5,00	140,36	0,00
Dezembro	209,04	21,00	815,80	136,43	5,00	5,00	5,00	115,43	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 16 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Bloco L

<b>Bloco L</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	30,32	765,15	211,16	7,50	0,00	7,50	173,34	0,00
Fevereiro	277,22	30,32	765,15	169,69	7,50	7,50	7,50	139,37	0,00
Março	265,73	30,32	765,15	162,66	7,50	7,50	7,50	132,34	0,00
Abril	145,90	30,32	765,15	89,31	7,50	7,50	7,50	58,99	0,00
Maiο	104,26	30,32	765,15	63,82	7,50	7,50	7,50	33,50	0,00
Junho	129,42	30,32	765,15	79,22	7,50	7,50	7,50	48,90	0,00
Julho	117,26	30,32	765,15	71,78	7,50	7,50	7,50	41,46	0,00
Agosto	100,05	30,32	765,15	61,24	7,50	7,50	7,50	30,92	0,00
Setembro	167,18	30,32	765,15	102,33	7,50	7,50	7,50	72,01	0,00
Outubro	169,23	30,32	765,15	103,59	7,50	7,50	7,50	73,27	0,00
Novembro	247,24	30,32	765,15	151,34	7,50	7,50	7,50	121,02	0,00
Dezembro	209,04	30,32	765,15	127,96	7,50	7,50	7,50	97,64	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 17 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado – Biblioteca

<b>Biblioteca</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	0,10	765,15	211,16	2,00	0,00	2,00	209,06	0,00
Fevereiro	277,22	0,10	765,15	169,69	2,00	2,00	2,00	169,59	0,00
Março	265,73	0,10	765,15	162,66	2,00	2,00	2,00	162,56	0,00
Abril	145,90	0,10	765,15	89,31	2,00	2,00	2,00	89,21	0,00
Maiο	104,26	0,10	765,15	63,82	2,00	2,00	2,00	63,72	0,00
Junho	129,42	0,10	765,15	79,22	2,00	2,00	2,00	79,12	0,00
Julho	117,26	0,10	765,15	71,78	2,00	2,00	2,00	71,68	0,00
Agosto	100,05	0,10	765,15	61,24	2,00	2,00	2,00	61,14	0,00
Setembro	167,18	0,10	765,15	102,33	2,00	2,00	2,00	102,23	0,00
Outubro	169,23	0,10	765,15	103,59	2,00	2,00	2,00	103,49	0,00
Novembro	247,24	0,10	765,15	151,34	2,00	2,00	2,00	151,24	0,00
Dezembro	209,04	0,10	765,15	127,96	2,00	2,00	2,00	127,86	0,00

Fonte: A autora (2020).



Quadro 18 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado – Patrimônio

Patrimônio									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	0,13	765,15	211,16	2,00	0,00	2,00	209,03	0,00
Fevereiro	277,22	0,13	765,15	169,69	2,00	2,00	2,00	169,56	0,00
Março	265,73	0,13	765,15	162,66	2,00	2,00	2,00	162,53	0,00
Abril	145,90	0,13	765,15	89,31	2,00	2,00	2,00	89,18	0,00
Mai	104,26	0,13	765,15	63,82	2,00	2,00	2,00	63,69	0,00
Junho	129,42	0,13	765,15	79,22	2,00	2,00	2,00	79,09	0,00
Julho	117,26	0,13	765,15	71,78	2,00	2,00	2,00	71,65	0,00
Agosto	100,05	0,13	765,15	61,24	2,00	2,00	2,00	61,11	0,00
Setembro	167,18	0,13	765,15	102,33	2,00	2,00	2,00	102,20	0,00
Outubro	169,23	0,13	765,15	103,59	2,00	2,00	2,00	103,46	0,00
Novembro	247,24	0,13	765,15	151,34	2,00	2,00	2,00	151,21	0,00
Dezembro	209,04	0,13	765,15	127,96	2,00	2,00	2,00	127,83	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 19 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Ginásio

Ginásio									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	37,00	2718,12	750,11	7,50	0,00	7,50	705,61	0,00
Fevereiro	277,22	37,00	2718,12	602,81	7,50	7,50	7,50	565,81	0,00
Março	265,73	37,00	2718,12	577,83	7,50	7,50	7,50	540,83	0,00
Abril	145,90	37,00	2718,12	317,26	7,50	7,50	7,50	280,26	0,00
Mai	104,26	37,00	2718,12	226,71	7,50	7,50	7,50	189,71	0,00
Junho	129,42	37,00	2718,12	281,42	7,50	7,50	7,50	244,42	0,00
Julho	117,26	37,00	2718,12	254,98	7,50	7,50	7,50	217,98	0,00
Agosto	100,05	37,00	2718,12	217,56	7,50	7,50	7,50	180,56	0,00
Setembro	167,18	37,00	2718,12	363,53	7,50	7,50	7,50	326,53	0,00
Outubro	169,23	37,00	2718,12	367,99	7,50	7,50	7,50	330,99	0,00
Novembro	247,24	37,00	2718,12	537,62	7,50	7,50	7,50	500,62	0,00
Dezembro	209,04	37,00	2718,12	454,56	7,50	7,50	7,50	417,56	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 20 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado - Centro de Convivências

Centro de Convivências									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	14,81	845,00	233,19	5,00	0,00	5,00	213,38	0,00
Fevereiro	277,22	14,81	845,00	187,40	5,00	5,00	5,00	172,59	0,00
Março	265,73	14,81	845,00	179,63	5,00	5,00	5,00	164,82	0,00
Abril	145,90	14,81	845,00	98,63	5,00	5,00	5,00	83,82	0,00
Mai	104,26	14,81	845,00	70,48	5,00	5,00	5,00	55,67	0,00
Junho	129,42	14,81	845,00	87,49	5,00	5,00	5,00	72,68	0,00
Julho	117,26	14,81	845,00	79,27	5,00	5,00	5,00	64,46	0,00
Agosto	100,05	14,81	845,00	67,63	5,00	5,00	5,00	52,82	0,00
Setembro	167,18	14,81	845,00	113,01	5,00	5,00	5,00	98,20	0,00
Outubro	169,23	14,81	845,00	114,40	5,00	5,00	5,00	99,59	0,00
Novembro	247,24	14,81	845,00	167,13	5,00	5,00	5,00	152,32	0,00
Dezembro	209,04	14,81	845,00	141,31	5,00	5,00	5,00	126,50	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 21 – Quantitativo Reservatórios - Sistema Descentralizado

Quantitativo Reservatórios - Sistema Descentralizado			
Bloco	Volume Reservatório Inferior (L)	Volume Reservatório Superior (L)	Vazão bomba (L/h)
A	-	2000	-
B	5000	1000	200,00
C	5000	1000	200,00
D	5000	1000	200,00
E	7500	2000	400,00
F	10000	2000	400,00
G	10000	2000	400,00
H	3000	1000	200,00
K	5000	1000	200,00
L	7500	1500	300,00
Biblioteca	-	2000	-
Patrimônio	-	2000	-
Ginásio	7500	2000	400,00
Centro de Convivências	5000	1000	200,00

Fonte: A autora (2020).

#### 4.4.3 Reservatórios Descentralizado em Grupo

Buscando encontrar uma outra opção que pode satisfazer o campus, criou-se um hipótese do dimensionamento de um sistema descentralizado em grupo. O

primeiro grupo capta água do bloco L, H e Patrimônio mas abastece os blocos L, H, G, F e Patrimônio, conforme Quadro 22. Já o segundo grupo capta água do Centro de Convivências e Ginásio mas abastece o Centro de Convivências, Ginásio e bloco K, conforme Quadro 23. Por fim, o terceiro grupo capta água dos blocos B, C e D mas abastece os blocos B, C, D, E e Biblioteca, conforme Quadro 24. O bloco A é abastecido de forma autônoma, como um sistema descentralizado apresentado no Quadro 6.

O *overflow* total desta hipótese foi de 13.755,7m<sup>3</sup>/ano, considerando também o reservatório autônomo do bloco A.

Para o primeiro grupo descentralizado chegou-se a um volume de 30m<sup>3</sup>. Visando melhorar a eficiência do sistema, optou-se por dois reservatórios inferiores enterrados de 15m<sup>3</sup> interligados e no mesmo nível, localizados conforme croqui apresentado na Figura 15 e Figura 16, o Anexo B apresenta a planta de localização do campus para melhor entendimento. Escolheu-se estas distribuições para diminuir as alturas manométricas das bombas de recalque, ao aproximá-las do pontos de consumo, diminuindo a potência necessária e conseqüentemente o custo do sistema.

Quadro 22 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado em Grupo - Grupo 1

<b>Captação: Patrimônio, L e H - Distribuição: Patrimônio, L, H, G e F</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Janeiro	344,96	124,85	2660,04	734,09	30,00	0,00	30,00	579,24	0,00
Fevereiro	277,22	124,85	2660,04	589,93	30,00	30,00	30,00	465,08	0,00
Março	265,73	124,85	2660,04	565,48	30,00	30,00	30,00	440,63	0,00
Abril	145,90	124,85	2660,04	310,48	30,00	30,00	30,00	185,63	0,00
Maio	104,26	124,85	2660,04	221,87	30,00	30,00	30,00	97,02	0,00
Junho	129,42	124,85	2660,04	275,41	30,00	30,00	30,00	150,56	0,00
Julho	117,26	124,85	2660,04	249,53	30,00	30,00	30,00	124,68	0,00
Agosto	100,05	124,85	2660,04	212,91	30,00	30,00	30,00	88,06	0,00
Setembro	167,18	124,85	2660,04	355,76	30,00	30,00	30,00	230,91	0,00
Outubro	169,23	124,85	2660,04	360,13	30,00	30,00	30,00	235,28	0,00
Novembro	247,24	124,85	2660,04	526,13	30,00	30,00	30,00	401,28	0,00
Dezembro	209,04	124,85	2660,04	444,84	30,00	30,00	30,00	319,99	0,00

Fonte: A autora (2020).

Quadro 23 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado em Grupo - Grupo 2

<b>Captação: Centro de Convivências e Ginásio - Distribuição: Centro de Convivências, Ginásio e K</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Volume do reservatório fixado (m³)	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m³)	Volume do reservatório no tempo (t) (m³)	Overflow (m³)	Suprimento de água externo (m³)
Janeiro	344,96	72,81	3563,12	983,31	15,00	0,00	15,00	895,50	0,00
Fevereiro	277,22	72,81	3563,12	790,21	15,00	15,00	15,00	717,40	0,00
Março	265,73	72,81	3563,12	757,46	15,00	15,00	15,00	684,65	0,00
Abril	145,90	72,81	3563,12	415,89	15,00	15,00	15,00	343,08	0,00
Mai	104,26	72,81	3563,12	297,19	15,00	15,00	15,00	224,38	0,00
Junho	129,42	72,81	3563,12	368,91	15,00	15,00	15,00	296,10	0,00
Julho	117,26	72,81	3563,12	334,25	15,00	15,00	15,00	261,44	0,00
Agosto	100,05	72,81	3563,12	285,19	15,00	15,00	15,00	212,38	0,00
Setembro	167,18	72,81	3563,12	476,55	15,00	15,00	15,00	403,74	0,00
Outubro	169,23	72,81	3563,12	482,39	15,00	15,00	15,00	409,58	0,00
Novembro	247,24	72,81	3563,12	704,76	15,00	15,00	15,00	631,95	0,00
Dezembro	209,04	72,81	3563,12	595,87	15,00	15,00	15,00	523,06	0,00

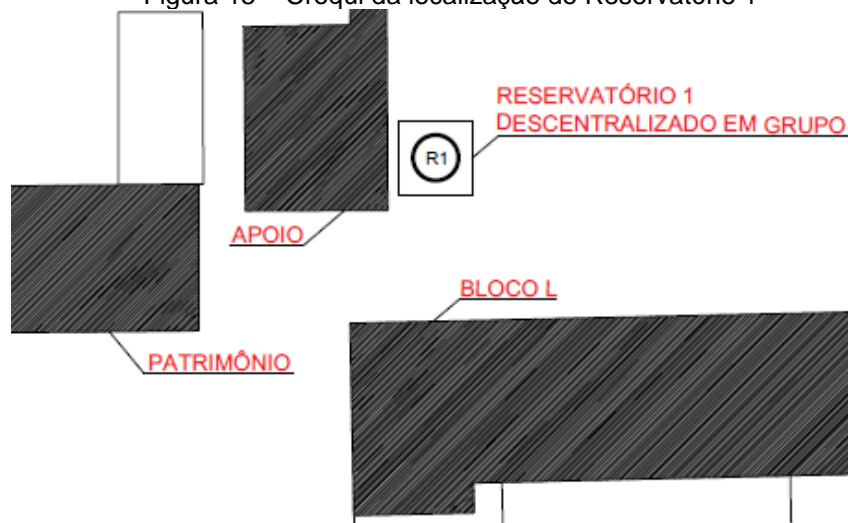
Fonte: A autora (2020).

Quadro 24 – Método da Simulação para Reservatório Descentralizado em Grupo – Grupo 3

<b>Captação: B, C e D - Distribuição: B, C, D, E e Biblioteca</b>									
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Volume do reservatório fixado (m³)	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m³)	Volume do reservatório no tempo (t) (m³)	Overflow (m³)	Suprimento de água externo (m³)
Janeiro	344,96	82,91	2919,53	805,70	25,00	0,00	25,00	697,79	0,00
Fevereiro	277,22	82,91	2919,53	647,48	25,00	25,00	25,00	564,57	0,00
Março	265,73	82,91	2919,53	620,65	25,00	25,00	25,00	537,74	0,00
Abril	145,90	82,91	2919,53	340,77	25,00	25,00	25,00	257,86	0,00
Mai	104,26	82,91	2919,53	243,51	25,00	25,00	25,00	160,60	0,00
Junho	129,42	82,91	2919,53	302,28	25,00	25,00	25,00	219,37	0,00
Julho	117,26	82,91	2919,53	273,88	25,00	25,00	25,00	190,97	0,00
Agosto	100,05	82,91	2919,53	233,68	25,00	25,00	25,00	150,77	0,00
Setembro	167,18	82,91	2919,53	390,47	25,00	25,00	25,00	307,56	0,00
Outubro	169,23	82,91	2919,53	395,26	25,00	25,00	25,00	312,35	0,00
Novembro	247,24	82,91	2919,53	577,46	25,00	25,00	25,00	494,55	0,00
Dezembro	209,04	82,91	2919,53	488,24	25,00	25,00	25,00	405,33	0,00

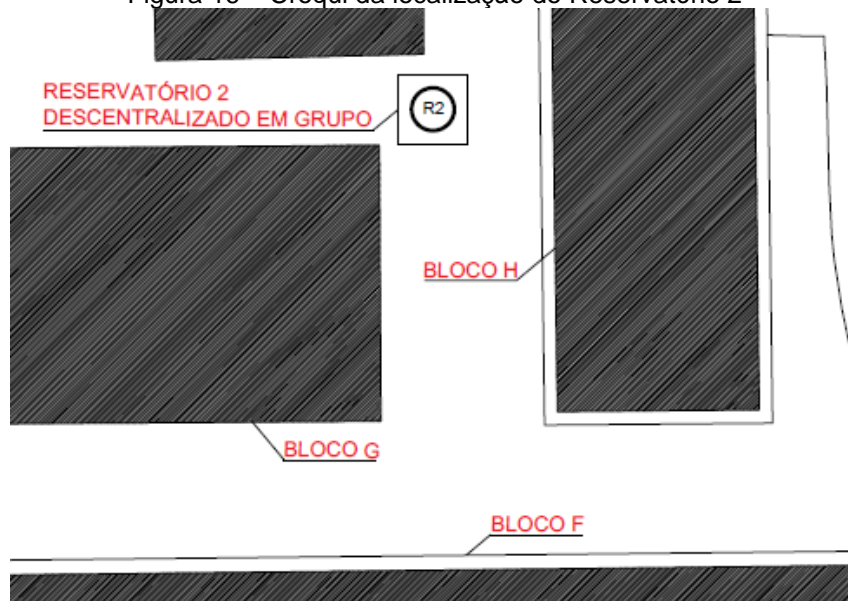
Fonte: A autora (2020).

Figura 15 – Croqui da localização do Reservatório 1



Fonte: A autora (2020).

Figura 16 – Croqui da localização do Reservatório 2

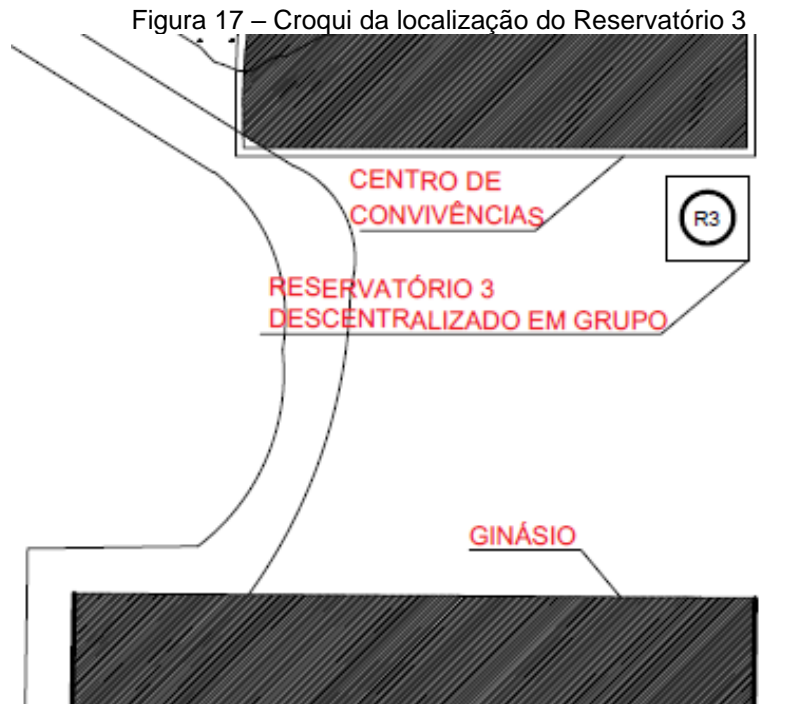


Fonte: A autora (2020).

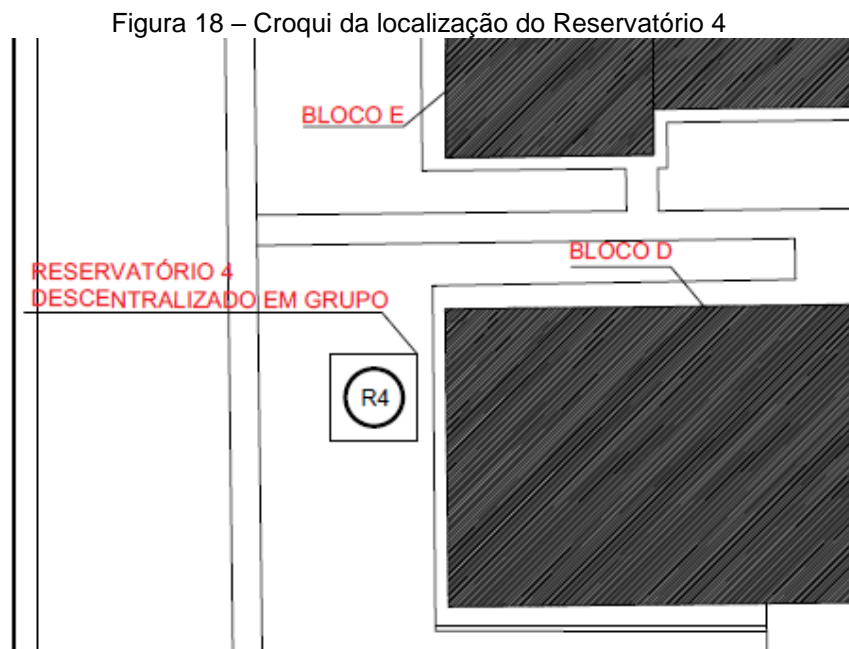
Para o segundo grupo descentralizado chegou-se a um volume de  $15\text{m}^3$ . Neste caso, devido aos desníveis do terreno, optou-se por um reservatório enterrado de  $15\text{m}^3$  entre o Centro de Convivências e o Ginásio, conforme croqui apresentado na Figura 17, o Anexo B apresenta a planta de localização do campus para melhor entendimento.

Para o terceiro grupo descentralizado chegou-se a um volume de  $25\text{m}^3$ . Cogitou-se a instalação de um reservatório enterrado de  $15\text{m}^3$  interligado com um de  $10\text{m}^3$ , no entanto, conforme informações fornecidas pela Coordenação Administrativa de Obras da UDESC Joinville, existe um reservatório enterrado com volume útil de  $31,42\text{m}^3$  que inicialmente foi utilizado como uma fossa séptica, localizada conforme

croqui apresentado na Figura 18, mas atualmente está inutilizado e, visando a economia do projeto, decidiu-se reutilizar este reservatório com as devidas manutenções necessárias. O Anexo B apresenta a planta de localização do campus para melhor entendimento.



Fonte: A autora (2020).



Fonte: A autora (2020).

Sendo assim, o Quadro 25 apresenta o quantitativo total de reservatórios e as respectivas vazões de bombeamento.

Quadro 25 – Quantitativo Reservatórios - Sistema Descentralizado em Grupo

Quantitativo Reservatórios - Sistema Descentralizado em Grupo						
Reservatório	Volume Reservatório (L)					Vazão bomba (L/h)
	1000	1500	2000	15000	31000	
Grupo 1				2		-
Grupo 2				1		-
Grupo 3					1	-
A			1			-
B	1					200,00
C	1					200,00
D	1					200,00
E			1			400,00
F			1			400,00
G			1			400,00
H	1					200,00
K	1					200,00
L		1				300,00
Biblioteca	1					200,00
Patrimônio	1					200,00
Ginásio			1			400,00
Centro de Convivências	1					200,00

Fonte: A autora (2020).

#### 4.4.4 Custos dos Reservatórios

É importante salientar que o presente trabalho realizou o levantamento de custos apenas dos reservatórios, no entanto, sabe-se que itens como tubulação, bombeamento, escolha de dispositivos de aprimoramento da qualidade da água e instalação do sistema são fatores a serem analisados para a escolha final do sistema.

Posteriormente ao dimensionamento e quantitativo dos reservatórios, realizou-se o levantamento de custos dos mesmos. Optou-se por orçar todos os reservatórios com a mesma marca, sendo ela Fortlev. Os custos estão apresentados no Quadro 26, Quadro 27 e Quadro 28.

Quadro 26 – Orçamento Reservatórios Sistema Centralizado

Orçamento Sistema Centralizado			
Volume (L)	Custo Unitário (R\$)	Quantidade	Custo Parcial (R\$)
1.000	R\$ 429,00	9,00	R\$ 3.861,00
1.500	R\$ 1.062,43	1,00	R\$ 1.062,43
2.000	R\$ 1.179,00	4,00	R\$ 4.716,00
20.000	R\$ 17.339,10	3,00	R\$ 52.017,30
Total			R\$ 61.656,73

Fonte: A autora (2021).

Quadro 27 – Orçamento Reservatórios Sistema Descentralizado

<b>Orçamento Sistema Descentralizado</b>			
Volume (L)	Custo Unitário (R\$)	Quantidade	Custo Parcial (R\$)
1.000	R\$ 429,00	6,00	R\$ 2.574,00
1.500	R\$ 1.062,43	1,00	R\$ 1.062,43
2.000	R\$ 1.179,00	7,00	R\$ 8.253,00
3.000	R\$ 2.179,00	1,00	R\$ 2.179,00
5.000	R\$ 3.959,26	5,00	R\$ 19.796,30
7.500	R\$ 5.869,38	3,00	R\$ 17.608,14
10.000	R\$ 7.362,92	2,00	R\$ 14.725,84
Total			R\$ 66.198,71

Fonte: A autora (2021).

Quadro 28 – Orçamento Reservatórios Sistema Descentralizado em Grupo

<b>Orçamento Sistema Descentralizado em Grupo</b>			
Volume (L)	Custo Unitário (R\$)	Quantidade	Custo Parcial (R\$)
1.000	R\$ 429,00	8,00	R\$ 3.432,00
1.500	R\$ 1.062,43	1,00	R\$ 1.062,43
2.000	R\$ 1.179,00	5,00	R\$ 5.895,00
15.000	R\$ 10.607,16	3,00	R\$ 31.821,48
Total			R\$ 42.210,91

Fonte: A autora (2021).

Embora parte imprescindível do sistema, não foi possível orçar o sistema de bombeamento necessário para cada hipótese, visto que, ainda é necessário obter os dados do terreno para os cálculos das alturas manométricas.

#### 4.4.5 Comparativo

Nesta seção foram apresentados comparativos finais a fim de facilitar a análise entre os sistemas dimensionados.

O sistema ideal é aquele que possui um baixo *overflow*, ou seja, que a água captada seja utilizada sem grandes volumes de descarte, mas também que haja um baixo suprimento de água externa. Como a disponibilidade de água teórica é alta e os reservatórios foram dimensionados de forma a não necessitarem, pelo menos por cinco dias, de suprimento externo um fator a ser analisado entre os sistemas é o *overflow* (Quadro 29).

Quadro 29 – Comparativo *Overflow*

<b>Comparativo <i>Overflow</i></b>	
Sistema	<i>Overflow</i> (m <sup>3</sup> /ano)
Centralizado	26.605,61
Descentralizado	27.621,61
Descentralizado em Grupo	13.755,70

Fonte: A autora (2021).



Em relação ao custo dos reservatórios, o sistema descentralizado em grupo apresentou a condição mais viável, Quadro 30.

Quadro 30 – Comparativo Custo Reservatórios

<b>Comparativo Custo Reservatórios</b>	
Sistema	Custo Total (R\$)
Centralizado	61.656,73
Descentralizado	66.198,71
Descentralizado em Grupo	42.210,91

Fonte: A autora (2021).

Contudo, faz-se necessário pontuar que o custo de manutenção da fossa séptica a ser utilizada nesta hipótese não foi estimado. Caso os reparos alcancem um valor muito alto, ou até mesmo não sejam viáveis, o volume de 25m<sup>3</sup> inicialmente calculado seria utilizado considerando um reservatório de 10m<sup>3</sup> e um de 15m<sup>3</sup>. Esta última hipótese acarretaria em R\$ 17.970,08 a mais de investimento, chegando em um valor total de R\$ 60.180,99 e, ainda assim, a terceira hipótese seria a mais favorável ao campus.

Sendo assim, temos que tanto em relação ao custo dos reservatórios, quanto a eficiência do sistema, em termos de *overflow*, o sistema descentralizado em grupos é o mais adequado para ser implantado na universidade

## 5 CONCLUSÕES

Como discutido ao longo deste trabalho, edifícios públicos e universidades demandam significativa quantidade de água para usos não potáveis, como em bacias sanitárias, mictórios e torneiras de lavagem. Por isso, o aproveitamento de água da chuva foi apresentado como uma boa alternativa para o Centro de Ciências Tecnológicas – CCT, onde além de reduzir o consumo de água distribuída pela rede de abastecimento ainda atua como uma ação benéfica ao sistema de drenagem. Desta forma, visto que os reservatórios de água pluvial são um dos elementos mais críticos na implantação do projeto devido ao custo, buscou-se comparar os sistemas de armazenamento pluvial afim de encontrar a melhor alternativa para o campus.

Em relação ao primeiro objetivo, entende-se que não é necessário fazer a implantação de mecanismos de contenção de águas pluviais para o processo de conversão da taxa de permeabilidade, uma vez que, a instituição respeita a taxa mínima de 20%. No entanto, para se adequar à legislação municipal o campus deve realizar a implantação do sistema de captação pluvial, visto que, as edificações da universidade possuem mais que 250m<sup>2</sup> de área total construída.

Para o segundo objetivo, observa-se um grande potencial de captação pluvial, apresentando um total de 2.214,60 m<sup>3</sup>/mês. Este fato acontece devido às altas médias pluviométricas na cidade de Joinville e às grandes áreas dos telhados das edificações do campus, permitindo uma captação mais eficiente.

Tratando-se do terceiro objetivo, foi necessário estimar o potencial de economia de água potável através de uma taxa de consumo não potável em L/m<sup>2</sup>.ano, ou seja, utilizou-se a proporcionalidade das áreas construídas com os dados apresentados por Estrada (2019), em consequência da falta de medição individualizada na universidade. Desta forma, encontrou-se um significativo potencial de 4.612,05m<sup>3</sup> de água potável a ser economizada por ano, equivalendo à aproximadamente 75% do consumo total.

Por fim, ao comparar as três hipóteses apresentadas, observou-se que o volume de água captado e descartado (*overflow*) é significativamente menor no sistema descentralizado em grupo, em razão de não ser necessário fazer a captação de água pluvial em todos os blocos, a captação parcial é suficiente para atender a demanda não potável total do campus. Em relação aos custos dos reservatórios, a terceira hipótese também apresentou os valores mais vantajosos, a maior diferença é exposta devido a reutilização do reservatório já existente ao lado do bloco D.

Conclui-se também que, é de grande importância realizar a medição individualizada do consumo na universidade. Além de, para a escolha final do sistema de reservatórios faz-se necessário realizar ainda uma análise crítica quanto a fatores como tubulação, bombeamento, escolha de dispositivos de aprimoramento da qualidade da água e instalação do sistema.

Como sugestão para trabalho futuro, propõe-se:

- Comparativo dos sistemas de bombeamento entre o sistema centralizado, descentralizado e descentralizado em grupo.

## REFERÊNCIAS

ANA (Agência Nacional de Águas). **Hidroweb**. Brasília/DF, 2020. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 11 mar. 2020.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214**: Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de água – Requisitos. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

ALTOQI. **Método de análise de simulação aplicado à cisterna para água da chuva**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/metodo-de-analise-de-simulacao-aplicado-a-cisterna-para-agua-da-chuva/>. Acesso em: 18 nov. 2020.

AMORIM, S. V. de; PEREIRA, D. J. de A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2018. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5359/3284>. Acesso em: 8 nov. 2019.

ANDRADE NETO, C. O. de. Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientas (GESTA)**, Bahia, v. 1, n. 1, p. 73-86, 2013. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta>. Acesso em: 7 nov. 2019.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**, 2005. 43 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2005. Disponível em: [http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_6582\\_VERS%C3%92final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3%92final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf). Acesso em: 29 nov. 2020.

AUXTRAT. **Manual de Instruções**. Estação de tratamento de Água da Chuva – ETAC 1000. São Paulo, p. 38, 2018. Disponível em: [https://fsmarketingdigital.com.br/auxtrat/wp-content/uploads/2019/11/MANUAL-FIRST-FLUSH\\_FF100.pdf](https://fsmarketingdigital.com.br/auxtrat/wp-content/uploads/2019/11/MANUAL-FIRST-FLUSH_FF100.pdf). Acesso em: 02 mar.2020.

BARBOSA, R. K. R. C.; COCCO, G. P. R.; ALMEIDA, G. H. L.; LUPP, L. S. L.; BODEVAN, R. I.; SALES, V. S. L.; JACOB, R. S. Projeto de aproveitamento da água de chuva para o uso não potável domiciliar. **Percursos Acadêmicos**, Belo Horizonte/MG, v. 7, n.13, p. 1-32, jun. 2017. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/percursoacademico/article/view/P.2236-0603.2017v7n13p42>. Acesso em: 4 set. 2019.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1998.

BRASIL. Lei nº 12.873, de 24 de out. de 2013. **O Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais (Programa Cisternas)**, Brasília/DF, out. 2013. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12873.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12873.htm). Acesso em: 28 fev. 2020.

BRASIL. Lei nº 13.501, de 30 de out. de 2017. **Altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos**, Brasília/DF, out. 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13501.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13501.htm). Acesso em: 28 fev. 2020.

CARDOSO, R. N. C. **Viabilidade econômica de sistemas de captação de água da chuva para fins não potáveis em dois prédios da Universidade Federal do Pará**. 2018. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11194>. Acesso em: 23 set. 2019.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A. Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios. *In*: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2008, Salvador. **Anais** [...] Salvador: [s. n.], 2008. p. 1-16. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/22817909/captacao-e-aproveitamento-de-agua-de-chuva>. Acesso em: 19 set. 2019.

DIAS, C. M.; KUOKAWA, F.; OLIVEIRA, L. H. de. A. Modelo matemático para a tomada de decisão para sistema predial de água não potável: descentralizado ou centralizado? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 385-400, jun. 2020. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212020000200385&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212020000200385&script=sci_arttext). Acesso em: 11 nov. 2020.

ESTRADA, A. V. **Monitoramento do consumo de água em um campus universitário utilizando medidor de consumo de água com registro em data logger**. 2019. 221 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Santa Catarina, Joinville, 2019. Acesso em: 5 nov. 2020.

FERREIRA, V. de O.; MENDES, P. G. J. Potencial de aproveitamento de água pluvial em escolas estaduais de Uberlândia-MG. **Caderno de Geografia**, Minas Gerais, v. 27, n. 50, p. 2318-2962, 2017. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/index>. Acesso em: 10 nov. 2019.

GEOKIRIRI. **Precipitação mensal em Joinville**. Joinville, 2017. Disponível em: <http://geokiriri.com/precipitacao-mensal-em-joinville/>. Acesso em: 10 set. 2019.

GOMES, U. A. F.; DOMENECH, L.; PENA, J. L.; HELLER, L.; PALMIER, L. R. A captação de água da chuva no Brasil: novos aportes a partir de um olhar internacional. **RBRH - Revista Nacional de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2013. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&PUBLICACAO=RBRH>. Acesso em: 8 nov. 2019.

GUINDANI, A. M. **Estudo de viabilidade econômica da implantação do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais em edificação residencial em Estrela-RS**. 2016. 96 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1407/1/2016AdrianoMarcosGuindani.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

GUO, T; ENGLEHARDT, J. D. Principles for scaling of distributed direct potable water reuse systems: A modeling study. **Water Research**, Miami, v. 75, p. 146-163, 2015. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135415001062?casa\\_token=8GbeQlr2sEAAAAAA:gctxb0GETgYE7pxmLQfpyyCM6vYcz\\_KQUYGYxMvAuIN1-wxAJkjlM-FxpV5a\\_o4XjppJLRx0K46VY](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135415001062?casa_token=8GbeQlr2sEAAAAAA:gctxb0GETgYE7pxmLQfpyyCM6vYcz_KQUYGYxMvAuIN1-wxAJkjlM-FxpV5a_o4XjppJLRx0K46VY). Acesso em: 10 nov. 2020.

IPPUJ (Instituto de Pesquisa e Planejamento Para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville). **Joinville Cidade em Dados 2017**. Joinville, 2017. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2016/01/Joinville-Cidade-em-Dados-2017.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2019

JOINVILLE. Lei Complementar nº 220, de 3 de out. de 2006. **Dispõe sobre o reaproveitamento de águas pluviais nos casos que especifica**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/sc/j/joinville/lei-complementar/2006/22/220/lei-complementar-n-220-2006-dispoe-sobre-o-reaproveitamento-das-aguas-pluviais-nos-casos-que-especifica-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 28 fev. 2020.

JOINVILLE. Lei Complementar nº 470, de 9 de jan. de 2017a. **Redefine e institui, respectivamente, os Instrumentos de Controle Urbanístico – Estruturação e Ordenamento Territorial do município de Joinville**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-joinville-sc>. Acesso em: 28 fev. 2020.

JOINVILLE. Lei Complementar nº 492, de 8 de dez. de 2017b. **Altera o dispositivo da Lei Complementar nº 220, de 3 de outubro de 2006, que dispõe sobre o reaproveitamento de águas pluviais nos casos que especifica**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/sc/j/joinville/lei-complementar/2017/50/492/lei-complementar-n-492-2017-altera-dispositivo-da-lei-complementar-n-220-de-3-de-outubro-de-2006-que-dispoe-sobre-o-reaproveitamento-de-aguas-pluviais-nos-casos-que-especifica?q=492%2F2017>. Acesso em: 28 fev. 2020.

KALBUSCH, A.; GONÇALVES, F.; CUREAU, R. J.; DEFAVERI, D.; RAMOS, D. A. Avaliação das condições de operação de equipamentos hidrossanitários em edificações públicas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre/RS, v.18, n.1, p. 393-408, set. 2016. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1678-86212018000100393&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1678-86212018000100393&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 20 fev. 2020.

KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre/RS, v.6, n. 1, p. 75-90, mar. 2006. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3681/2047>. Acesso em: 11 set. 2019.

LIMA, K. L. B. A.; NUNES, L. G. C. F.; SILVA, S. R. Análise da viabilidade de implantação de captação de águas pluviais em escola pública no Recife-PE. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Recife/PE, v. 5, n. 36, p. 1-17, 2017.

Disponível em:

[https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/1630/1617](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1630/1617). Acesso em: 4 set. 2019.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre/RS, v. 8, n. 2. P. 67-84, jun. 2008. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5355/3283>. Acesso em: 11 set. 2019.

MARTINS, M. V. L.; RUFINO, R. R. Análise comparativa das normas brasileiras e americanas para sistemas de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Itajubá/MG, v.5, n.3, p. 306-317, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/48126>. Acesso em: 18 fev. 2020.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo, 2004. 189 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2004. Disponível em: <http://observatorio.faculdadeguanambi.edu.br/wp-content/uploads/2015/07/May-2004.pdf>. Acesso em: 5 set. 2019.

MELLO, Y. R. de; OLIVEIRA, T. M. N. de. Análise estatística e geoestatística da precipitação média para o município de Joinville (SC). **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos/SP, v. 31, n. 2, p. 229-239, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v31n2/0102-7786-rbmet-31-02-0229.pdf>. Acesso em: 19 set. 2019.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.4, n.1, p. 88-123, maio 2009. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/search/search>. Acesso em: 14 set. 2019.

NEVES, M. V.; BERTOLO, E.; ROSSA, S. Aproveitamento e reutilização da água para usos domésticos. *In: Jornadas de Hidráulica Recursos Hídricos e Ambiente*, 10., 2006, Porto. **Anais [...]** Porto: [s. n.], 2006. p. 1-9. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/jornadas.html>. Acesso em: 13 set. 2019. O que é a Lei das Águas. **((o))eco**, Rio de Janeiro, nov. 2014. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28797-o-que-e-a-lei-das-aguas/>. Acesso em: 6 set. 2019.

PÊGO, C. S.; ERTHAL JUNIOR, M. Dimensionamento e viabilidade econômica da coleta e uso de águas pluviais no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Perspectiva Online: exatas & eng.**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 2, n. 3, p. 41-53, jun. 2012. Disponível em: [http://seer.perspectivasonline.com.br/index.php/exatas\\_e\\_engenharia/article/view/174](http://seer.perspectivasonline.com.br/index.php/exatas_e_engenharia/article/view/174). Acesso em: 4 set. 2019.

PENG, S. A. H. **Harvesting Rainwater from Buildings**. Cham: Springer Nature, 2017.

PINTO, Nelson L. de Souza; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. **Hidrologia Básica**. 6. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 1976.

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/20413>. Acesso em: 8 nov. 2019

SALLA, M. R.; LOPES, G. B.; PEREIRA, C. E.; MOURA NETO, J. C. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre/RS, v. 13, n.2, p. 167-181, jun. 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/36788>. Acesso em: 4 set. 2019.

SLÝS, D.; STEC, A. Centralized or Decentralized Rainwater Harvesting Systems: A Case Study. **Resources**, Rzeszów, v. 9, n. 5, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9276/9/1/5>. Acesso em: 10 out. 2020.

TEIXEIRA, T.; TEIXEIRA, M. C. S.; OLIVEIRA, V. de P. S. de. Captação de água da chuva: educar para o consumo sustentável é preciso. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 58-100, 2013. Disponível em: <https://diadorim.ibict.br/handle/1/1969>. Acesso em: 8 nov. 2019.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis. *In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*, 6., 2007, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: [s. n.], 2007. p. 1-24. Disponível em: [http://abcmac.org.br/files/simpósio/6simp\\_plinio\\_agua.pdf](http://abcmac.org.br/files/simpósio/6simp_plinio_agua.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.



TOMAZ, P. **Água: pague menos**. São Paulo: Plínio Tomaz, 2010. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/25391982/agua-pague-menos-pliniotomazcombr>. Acesso em: 15 jan. 2021.

UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina). **Centro de Ciências Tecnológicas (CCT)**. Joinville, 2018. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/cct/id\\_cpmenu/1110/Manual\\_do\\_Calouro\\_20183\\_15294263889423\\_1110.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/1110/Manual_do_Calouro_20183_15294263889423_1110.pdf). Acesso em: 10 nov. 2019.

UNIVILLE (Universidade da Região de Joinville). **Dados meteorológicos**. Joinville, 2017. Disponível em: [https://www.univille.edu.br/pt\\_br/maisuniville/metereologia/dados\\_meteorologicos/645897](https://www.univille.edu.br/pt_br/maisuniville/metereologia/dados_meteorologicos/645897). Acesso em: 10 nov. 2019.

VERAS, M. R. **Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social na Cidade de São Paulo: análise de obras**. 2013. 141 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <http://tede.mackenzie.br/jspui/bitstream/tede/349/1/Mariana%20Ribeiro%20Veras.pdf>. Acesso em: 2 set. 2019.

VIEIRA, P. F. **Avaliação do potencial da água de chuva para fins não potáveis: análise do projeto de um condomínio residencial vertical em Curitiba-PR**. 2012. 63 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/880/1/CT\\_CECONS\\_II\\_2012\\_08.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/880/1/CT_CECONS_II_2012_08.pdf). Acesso em: 10 nov. 2019.

VILLIERS, M. **Água: como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

ZANGALLI JUNIOR, P. C. Sustentabilidade urbana e as certificações ambientais na construção civil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia/MG, v. 25, n. 2, p. 291-302, dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v25n2/a07v25n2.pdf>. Acesso em: 14 set. 2019.

## ANEXO A – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DIÁRIOS: 2017, 2018 E 2019

Quadro 31 – Chuvas diárias estação 2648014: 2017, 2018 e 2019

Data	Chuva (mm)	Data	Chuva (mm)	Data	Chuva (mm)
01/01/2017	4,00	01/01/2018	0,00	01/01/2019	0,00
02/01/2017	14,00	02/01/2018	3,00	02/01/2019	5,00
03/01/2017	0,00	03/01/2018	2,00	03/01/2019	10,00
04/01/2017	7,00	04/01/2018	2,00	04/01/2019	2,00
05/01/2017	10,00	05/01/2018	0,00	05/01/2019	0,00
06/01/2017	63,00	06/01/2018	0,00	06/01/2019	8,00
07/01/2017	5,00	07/01/2018	1,00	07/01/2019	3,00
08/01/2017	0,00	08/01/2018	7,00	08/01/2019	2,00
09/01/2017	0,00	09/01/2018	0,00	09/01/2019	1,00
10/01/2017	5,00	10/01/2018	10,00	10/01/2019	50,00
11/01/2017	0,00	11/01/2018	21,00	11/01/2019	85,00
12/01/2017	21,00	12/01/2018	40,00	12/01/2019	1,00
13/01/2017	0,00	13/01/2018	79,00	13/01/2019	2,00
14/01/2017	0,00	14/01/2018	20,00	14/01/2019	0,00
15/01/2017	0,00	15/01/2018	50,00	15/01/2019	0,00
16/01/2017	0,00	16/01/2018	225,00	16/01/2019	10,00
17/01/2017	0,00	17/01/2018	30,00	17/01/2019	12,00
18/01/2017	0,00	18/01/2018	76,00	18/01/2019	0,00
19/01/2017	109,00	19/01/2018	75,00	19/01/2019	0,00
20/01/2017	0,00	20/01/2018	57,00	20/01/2019	18,00
21/01/2017	0,00	21/01/2018	6,00	21/01/2019	8,00
22/01/2017	0,00	22/01/2018	8,00	22/01/2019	15,00
23/01/2017	0,00	23/01/2018	4,00	23/01/2019	12,00
24/01/2017	3,00	24/01/2018	10,00	24/01/2019	20,00
25/01/2017	5,00	25/01/2018	15,00	25/01/2019	10,00
26/01/2017	12,00	26/01/2018	4,00	26/01/2019	0,00
27/01/2017	52,00	27/01/2018	3,00	27/01/2019	20,00
28/01/2017	37,00	28/01/2018	9,00	28/01/2019	0,00
29/01/2017	3,00	29/01/2018	12,00	29/01/2019	0,00
30/01/2017	77,00	30/01/2018	1,00	30/01/2019	20,00
31/01/2017	130,00	31/01/2018	0,00	31/01/2019	0,00
01/02/2017	417,00	01/02/2018	1,00	01/02/2019	0,00
02/02/2017	14,00	02/02/2018	26,00	02/02/2019	0,00
03/02/2017	385,00	03/02/2018	0,00	03/02/2019	0,00
04/02/2017	0,00	04/02/2018	0,00	04/02/2019	15,00
05/02/2017	0,00	05/02/2018	1,00	05/02/2019	3,00
06/02/2017	0,00	06/02/2018	0,00	06/02/2019	0,00
07/02/2017	0,00	07/02/2018	0,00	07/02/2019	0,00
08/02/2017	47,00	08/02/2018	0,00	08/02/2019	0,00

09/02/2017	20,00	09/02/2018	5,00	09/02/2019	0,00
10/02/2017	10,00	10/02/2018	8,00	10/02/2019	1,00
11/02/2017	40,00	11/02/2018	10,00	11/02/2019	10,00
12/02/2017	0,00	12/02/2018	20,00	12/02/2019	2,00
13/02/2017	0,00	13/02/2018	145,00	13/02/2019	2,00
14/02/2017	17,00	14/02/2018	1,00	14/02/2019	0,00
15/02/2017	3,00	15/02/2018	1,00	15/02/2019	5,00
16/02/2017	0,00	16/02/2018	0,00	16/02/2019	15,00
17/02/2017	0,00	17/02/2018	3,00	17/02/2019	60,00
18/02/2017	0,00	18/02/2018	2,00	18/02/2019	120,00
19/02/2017	0,00	19/02/2018	2,00	19/02/2019	0,00
20/02/2017	0,00	20/02/2018	0,00	20/02/2019	0,00
21/02/2017	0,00	21/02/2018	325,00	21/02/2019	32,00
22/02/2017	0,00	22/02/2018	39,00	22/02/2019	50,00
23/02/2017	0,00	23/02/2018	2,00	23/02/2019	4,00
24/02/2017	96,00	24/02/2018	0,00	24/02/2019	0,00
25/02/2017	12,00	25/02/2018	3,00	25/02/2019	3,00
26/02/2017	0,00	26/02/2018	1,00	26/02/2019	0,00
27/02/2017	1,00	27/02/2018	0,00	27/02/2019	13,00
28/02/2017	2,00	28/02/2018	43,00	28/02/2019	25,00
01/03/2017	7,00	01/03/2018	47,00	01/03/2019	1,00
02/03/2017	0,00	02/03/2018	0,00	02/03/2019	0,00
03/03/2017	0,00	03/03/2018	10,00	03/03/2019	0,00
04/03/2017	0,00	04/03/2018	15,00	04/03/2019	0,00
05/03/2017	3,00	05/03/2018	20,00	05/03/2019	0,00
06/03/2017	76,00	06/03/2018	83,00	06/03/2019	0,00
07/03/2017	2,00	07/03/2018	8,00	07/03/2019	69,00
08/03/2017	2,00	08/03/2018	6,00	08/03/2019	0,00
09/03/2017	25,00	09/03/2018	0,00	09/03/2019	0,00
10/03/2017	0,00	10/03/2018	0,00	10/03/2019	0,00
11/03/2017	0,00	11/03/2018	0,00	11/03/2019	0,00
12/03/2017	0,00	12/03/2018	0,00	12/03/2019	2,00
13/03/2017	99,00	13/03/2018	0,00	13/03/2019	10,00
14/03/2017	0,00	14/03/2018	0,00	14/03/2019	80,00
15/03/2017	7,00	15/03/2018	0,00	15/03/2019	197,00
16/03/2017	10,00	16/03/2018	0,00	16/03/2019	5,00
17/03/2017	10,00	17/03/2018	0,00	17/03/2019	0,00
18/03/2017	4,00	18/03/2018	1,00	18/03/2019	0,00
19/03/2017	59,00	19/03/2018	39,00	19/03/2019	0,00
20/03/2017	15,00	20/03/2018	0,00	20/03/2019	2,00
21/03/2017	20,00	21/03/2018	0,00	21/03/2019	3,00
22/03/2017	9,00	22/03/2018	0,00	22/03/2019	1,00
23/03/2017	10,00	23/03/2018	0,00	23/03/2019	0,00
24/03/2017	0,00	24/03/2018	0,00	24/03/2019	0,00
25/03/2017	0,00	25/03/2018	4,00	25/03/2019	0,00

26/03/2017	0,00	26/03/2018	1,00	26/03/2019	0,00
27/03/2017	176,00	27/03/2018	1,00	27/03/2019	0,00
28/03/2017	50,00	28/03/2018	2,00	28/03/2019	0,00
29/03/2017	17,00	29/03/2018	0,00	29/03/2019	0,00
30/03/2017	57,00	30/03/2018	0,00	30/03/2019	0,00
31/03/2017	66,00	31/03/2018	0,00	31/03/2019	0,00
01/04/2017	7,00	01/04/2018	0,00	01/04/2019	0,00
02/04/2017	3,00	02/04/2018	0,00	02/04/2019	0,00
03/04/2017	4,00	03/04/2018	0,00	03/04/2019	0,00
04/04/2017	0,00	04/04/2018	3,00	04/04/2019	0,00
05/04/2017	5,00	05/04/2018	100,00	05/04/2019	0,00
06/04/2017	27,00	06/04/2018	0,00	06/04/2019	0,00
07/04/2017	0,00	07/04/2018	0,00	07/04/2019	0,00
08/04/2017	10,00	08/04/2018	0,00	08/04/2019	0,00
09/04/2017	40,00	09/04/2018	0,00	09/04/2019	0,00
10/04/2017	30,00	10/04/2018	0,00	10/04/2019	0,00
11/04/2017	2,00	11/04/2018	0,00	11/04/2019	3,00
12/04/2017	1,00	12/04/2018	0,00	12/04/2019	40,00
13/04/2017	0,00	13/04/2018	0,00	13/04/2019	15,00
14/04/2017	0,00	14/04/2018	0,00	14/04/2019	10,00
15/04/2017	0,00	15/04/2018	0,00	15/04/2019	0,00
16/04/2017	5,00	16/04/2018	17,00	16/04/2019	0,00
17/04/2017	6,00	17/04/2018	10,00	17/04/2019	0,00
18/04/2017	3,00	18/04/2018	0,00	18/04/2019	0,00
19/04/2017	29,00	19/04/2018	0,00	19/04/2019	0,00
20/04/2017	61,00	20/04/2018	0,00	20/04/2019	0,00
21/04/2017	0,00	21/04/2018	0,00	21/04/2019	0,00
22/04/2017	0,00	22/04/2018	0,00	22/04/2019	10,00
23/04/2017	0,00	23/04/2018	0,00	23/04/2019	12,00
24/04/2017	4,00	24/04/2018	0,00	24/04/2019	20,00
25/04/2017	3,00	25/04/2018	0,00	25/04/2019	30,00
26/04/2017	16,00	26/04/2018	0,00	26/04/2019	5,00
27/04/2017	0,00	27/04/2018	0,00	27/04/2019	5,00
28/04/2017	0,00	28/04/2018	0,00	28/04/2019	0,00
29/04/2017	0,00	29/04/2018	0,00	29/04/2019	0,00
30/04/2017	0,00	30/04/2018	0,00	30/04/2019	0,00
01/05/2017	0,00	01/05/2018	0,00	01/05/2019	0,00
02/05/2017	0,00	02/05/2018	0,00	02/05/2019	0,00
03/05/2017	1,00	03/05/2018	0,00	03/05/2019	0,00
04/05/2017	3,00	04/05/2018	105,00	04/05/2019	0,00
05/05/2017	1,00	05/05/2018	0,00	05/05/2019	0,00
06/05/2017	1,00	06/05/2018	0,00	06/05/2019	5,00
07/05/2017	0,00	07/05/2018	30,00	07/05/2019	2,00
08/05/2017	2,00	08/05/2018	35,00	08/05/2019	3,00
09/05/2017	0,00	09/05/2018	0,00	09/05/2019	5,00

10/05/2017	0,00	10/05/2018	0,00	10/05/2019	10,00
11/05/2017	2,00	11/05/2018	0,00	11/05/2019	0,00
12/05/2017	16,00	12/05/2018	0,00	12/05/2019	0,00
13/05/2017	0,00	13/05/2018	0,00	13/05/2019	0,00
14/05/2017	0,00	14/05/2018	0,00	14/05/2019	5,00
15/05/2017	0,00	15/05/2018	0,00	15/05/2019	20,00
16/05/2017	0,00	16/05/2018	0,00	16/05/2019	10,00
17/05/2017	0,00	17/05/2018	0,00	17/05/2019	20,00
18/05/2017	0,00	18/05/2018	0,00	18/05/2019	0,00
19/05/2017	80,00	19/05/2018	0,00	19/05/2019	0,00
20/05/2017	100,00	20/05/2018	0,00	20/05/2019	5,00
21/05/2017	0,00	21/05/2018	0,00	21/05/2019	0,00
22/05/2017	0,00	22/05/2018	0,00	22/05/2019	0,00
23/05/2017	0,00	23/05/2018	0,00	23/05/2019	60,00
24/05/2017	0,00	24/05/2018	0,00	24/05/2019	38,00
25/05/2017	0,00	25/05/2018	0,00	25/05/2019	0,00
26/05/2017	15,00	26/05/2018	0,00	26/05/2019	0,00
27/05/2017	10,00	27/05/2018	0,00	27/05/2019	38,00
28/05/2017	5,00	28/05/2018	0,00	28/05/2019	2,00
29/05/2017	50,00	29/05/2018	0,00	29/05/2019	5,00
30/05/2017	31,00	30/05/2018	0,00	30/05/2019	60,00
31/05/2017	65,00	31/05/2018	0,00	31/05/2019	65,00
01/06/2017	2,00	01/06/2018	0,00	01/06/2019	40,00
02/06/2017	0,00	02/06/2018	0,00	02/06/2019	0,00
03/06/2017	5,00	03/06/2018	0,00	03/06/2019	0,00
04/06/2017	0,00	04/06/2018	0,00	04/06/2019	0,00
05/06/2017	29,00	05/06/2018	0,00	05/06/2019	23,00
06/06/2017	10,00	06/06/2018	0,00	06/06/2019	15,00
07/06/2017	10,00	07/06/2018	2,00	07/06/2019	0,00
08/06/2017	6,00	08/06/2018	1,00	08/06/2019	0,00
09/06/2017	1,00	09/06/2018	0,00	09/06/2019	0,00
10/06/2017	0,00	10/06/2018	0,00	10/06/2019	0,00
11/06/2017	0,00	11/06/2018	0,00	11/06/2019	0,00
12/06/2017	0,00	12/06/2018	1,00	12/06/2019	0,00
13/06/2017	2,00	13/06/2018	0,00	13/06/2019	0,00
14/06/2017	1,00	14/06/2018	0,00	14/06/2019	0,00
15/06/2017	2,00	15/06/2018	0,00	15/06/2019	0,00
16/06/2017	2,00	16/06/2018	1,00	16/06/2019	0,00
17/06/2017	3,00	17/06/2018	2,00	17/06/2019	0,00
18/06/2017	0,00	18/06/2018	20,00	18/06/2019	0,00
19/06/2017	0,00	19/06/2018	4,00	19/06/2019	0,00
20/06/2017	0,00	20/06/2018	0,00	20/06/2019	0,00
21/06/2017	0,00	21/06/2018	0,00	21/06/2019	0,00
22/06/2017	0,00	22/06/2018	0,00	22/06/2019	0,00
23/06/2017	0,00	23/06/2018	0,00	23/06/2019	0,00

24/06/2017	0,00	24/06/2018	0,00	24/06/2019	0,00
25/06/2017	0,00	25/06/2018	2,00	25/06/2019	0,00
26/06/2017	0,00	26/06/2018	0,00	26/06/2019	0,00
27/06/2017	0,00	27/06/2018	0,00	27/06/2019	0,00
28/06/2017	0,00	28/06/2018	0,00	28/06/2019	0,00
29/06/2017	5,00	29/06/2018	0,00	29/06/2019	0,00
30/06/2017	5,00	30/06/2018	0,00	30/06/2019	0,00
01/07/2017	0,00	01/07/2018	0,00	01/07/2019	0,00
02/07/2017	0,00	02/07/2018	0,00	02/07/2019	0,00
03/07/2017	0,00	03/07/2018	2,00	03/07/2019	0,00
04/07/2017	3,00	04/07/2018	1,00	04/07/2019	0,00
05/07/2017	0,00	05/07/2018	14,00	05/07/2019	0,00
06/07/2017	0,00	06/07/2018	0,00	06/07/2019	0,00
07/07/2017	0,00	07/07/2018	0,00	07/07/2019	0,00
08/07/2017	0,00	08/07/2018	0,00	08/07/2019	0,00
09/07/2017	1,00	09/07/2018	0,00	09/07/2019	0,00
10/07/2017	0,00	10/07/2018	0,00	10/07/2019	0,00
11/07/2017	24,00	11/07/2018	0,00	11/07/2019	0,00
12/07/2017	1,00	12/07/2018	0,00	12/07/2019	0,00
13/07/2017	0,00	13/07/2018	0,00	13/07/2019	0,00
14/07/2017	1,00	14/07/2018	0,00	14/07/2019	0,00
15/07/2017	1,00	15/07/2018	5,00	15/07/2019	0,00
16/07/2017	2,00	16/07/2018	2,00	16/07/2019	0,00
17/07/2017	3,00	17/07/2018	0,00	17/07/2019	0,00
18/07/2017	2,00	18/07/2018	0,00	18/07/2019	0,00
19/07/2017	2,00	19/07/2018	0,00	19/07/2019	0,00
20/07/2017	0,00	20/07/2018	0,00	20/07/2019	0,00
21/07/2017	0,00	21/07/2018	0,00	21/07/2019	0,00
22/07/2017	0,00	22/07/2018	1,00	22/07/2019	0,00
23/07/2017	0,00	23/07/2018	2,00	23/07/2019	0,00
24/07/2017	0,00	24/07/2018	10,00	24/07/2019	5,00
25/07/2017	0,00	25/07/2018	2,00	25/07/2019	10,00
26/07/2017	0,00	26/07/2018	0,00	26/07/2019	5,00
27/07/2017	0,00	27/07/2018	0,00	27/07/2019	0,00
28/07/2017	0,00	28/07/2018	5,00	28/07/2019	0,00
29/07/2017	0,00	29/07/2018	0,00	29/07/2019	0,00
30/07/2017	0,00	30/07/2018	8,00	30/07/2019	0,00
31/07/2017	0,00	31/07/2018	1,00	31/07/2019	0,00
01/08/2017	0,00	01/08/2018	0,00	01/08/2019	0,00
02/08/2017	0,00	02/08/2018	10,00	02/08/2019	0,00
03/08/2017	0,00	03/08/2018	13,00	03/08/2019	45,00
04/08/2017	0,00	04/08/2018	0,00	04/08/2019	0,00
05/08/2017	0,00	05/08/2018	0,00	05/08/2019	0,00
06/08/2017	0,00	06/08/2018	0,00	06/08/2019	0,00
07/08/2017	0,00	07/08/2018	0,00	07/08/2019	0,00

08/08/2017	0,00	08/08/2018	0,00	08/08/2019	0,00
09/08/2017	0,00	09/08/2018	0,00	09/08/2019	2,00
10/08/2017	8,00	10/08/2018	0,00	10/08/2019	2,00
11/08/2017	0,00	11/08/2018	0,00	11/08/2019	0,00
12/08/2017	0,00	12/08/2018	3,00	12/08/2019	7,00
13/08/2017	13,00	13/08/2018	0,00	13/08/2019	0,00
14/08/2017	7,00	14/08/2018	0,00	14/08/2019	4,00
15/08/2017	0,00	15/08/2018	0,00	15/08/2019	5,00
16/08/2017	0,00	16/08/2018	0,00	16/08/2019	0,00
17/08/2017	0,00	17/08/2018	0,00	17/08/2019	0,00
18/08/2017	27,00	18/08/2018	0,00	18/08/2019	0,00
19/08/2017	0,00	19/08/2018	0,00	19/08/2019	5,00
20/08/2017	0,00	20/08/2018	1,00	20/08/2019	2,00
21/08/2017	40,00	21/08/2018	18,00	21/08/2019	0,00
22/08/2017	0,00	22/08/2018	0,00	22/08/2019	0,00
23/08/2017	0,00	23/08/2018	0,00	23/08/2019	0,00
24/08/2017	0,00	24/08/2018	0,00	24/08/2019	0,00
25/08/2017	0,00	25/08/2018	0,00	25/08/2019	0,00
26/08/2017	0,00	26/08/2018	188,00	26/08/2019	0,00
27/08/2017	0,00	27/08/2018	0,00	27/08/2019	25,00
28/08/2017	0,00	28/08/2018	0,00	28/08/2019	0,00
29/08/2017	0,00	29/08/2018	0,00	29/08/2019	0,00
30/08/2017	0,00	30/08/2018	0,00	30/08/2019	0,00
31/08/2017	1,00	31/08/2018	0,00	31/08/2019	0,00
01/09/2017	0,00	01/09/2018	0,00	01/09/2019	2,00
02/09/2017	0,00	02/09/2018	3,00	02/09/2019	51,00
03/09/2017	0,00	03/09/2018	71,00	03/09/2019	0,00
04/09/2017	0,00	04/09/2018	56,00	04/09/2019	0,00
05/09/2017	0,00	05/09/2018	0,00	05/09/2019	0,00
06/09/2017	0,00	06/09/2018	0,00	06/09/2019	0,00
07/09/2017	0,00	07/09/2018	0,00	07/09/2019	0,00
08/09/2017	0,00	08/09/2018	0,00	08/09/2019	0,00
09/09/2017	0,00	09/09/2018	0,00	09/09/2019	0,00
10/09/2017	0,00	10/09/2018	2,00	10/09/2019	0,00
11/09/2017	0,00	11/09/2018	5,00	11/09/2019	0,00
12/09/2017	0,00	12/09/2018	6,00	12/09/2019	7,00
13/09/2017	0,00	13/09/2018	8,00	13/09/2019	10,00
14/09/2017	0,00	14/09/2018	68,00	14/09/2019	0,00
15/09/2017	0,00	15/09/2018	0,00	15/09/2019	0,00
16/09/2017	0,00	16/09/2018	0,00	16/09/2019	0,00
17/09/2017	0,00	17/09/2018	0,00	17/09/2019	66,00
18/09/2017	0,00	18/09/2018	0,00	18/09/2019	0,00
19/09/2017	0,00	19/09/2018	0,00	19/09/2019	30,00
20/09/2017	1,00	20/09/2018	0,00	20/09/2019	60,00
21/09/2017	0,00	21/09/2018	0,00	21/09/2019	17,00

22/09/2017	5,00	22/09/2018	0,00	22/09/2019	0,00
23/09/2017	1,00	23/09/2018	0,00	23/09/2019	0,00
24/09/2017	1,00	24/09/2018	2,00	24/09/2019	0,00
25/09/2017	3,00	25/09/2018	2,00	25/09/2019	0,00
26/09/2017	0,00	26/09/2018	1,00	26/09/2019	0,00
27/09/2017	0,00	27/09/2018	1,00	27/09/2019	0,00
28/09/2017	0,00	28/09/2018	2,00	28/09/2019	0,00
29/09/2017	0,00	29/09/2018	0,00	29/09/2019	0,00
30/09/2017	163,00	30/09/2018	0,00	30/09/2019	0,00
01/10/2017	0,00	01/10/2018	0,00	01/10/2019	0,00
02/10/2017	0,00	02/10/2018	0,00	02/10/2019	0,00
03/10/2017	0,00	03/10/2018	2,00	03/10/2019	0,00
04/10/2017	0,00	04/10/2018	40,00	04/10/2019	0,00
05/10/2017	0,00	05/10/2018	10,00	05/10/2019	20,00
06/10/2017	100,00	06/10/2018	3,00	06/10/2019	10,00
07/10/2017	6,00	07/10/2018	12,00	07/10/2019	0,00
08/10/2017	0,00	08/10/2018	10,00	08/10/2019	0,00
09/10/2017	2,00	09/10/2018	8,00	09/10/2019	0,00
10/10/2017	1,00	10/10/2018	10,00	10/10/2019	0,00
11/10/2017	0,00	11/10/2018	15,00	11/10/2019	30,00
12/10/2017	0,00	12/10/2018	2,00	12/10/2019	5,00
13/10/2017	0,00	13/10/2018	1,00	13/10/2019	0,00
14/10/2017	144,00	14/10/2018	7,00	14/10/2019	0,00
15/10/2017	0,00	15/10/2018	45,00	15/10/2019	20,00
16/10/2017	0,00	16/10/2018	3,00	16/10/2019	0,00
17/10/2017	0,00	17/10/2018	32,00	17/10/2019	15,00
18/10/2017	185,00	18/10/2018	0,00	18/10/2019	10,00
19/10/2017	0,00	19/10/2018	0,00	19/10/2019	5,00
20/10/2017	0,00	20/10/2018	0,00	20/10/2019	0,00
21/10/2017	0,00	21/10/2018	0,00	21/10/2019	0,00
22/10/2017	0,00	22/10/2018	0,00	22/10/2019	0,00
23/10/2017	0,00	23/10/2018	20,00	23/10/2019	0,00
24/10/2017	1,00	24/10/2018	30,00	24/10/2019	0,00
25/10/2017	2,00	25/10/2018	34,00	25/10/2019	0,00
26/10/2017	0,00	26/10/2018	20,00	26/10/2019	0,00
27/10/2017	0,00	27/10/2018	5,00	27/10/2019	0,00
28/10/2017	2,00	28/10/2018	0,00	28/10/2019	10,00
29/10/2017	0,00	29/10/2018	0,00	29/10/2019	0,00
30/10/2017	0,00	30/10/2018	5,00	30/10/2019	0,00
31/10/2017	0,00	31/10/2018	2,00	31/10/2019	0,00
01/11/2017	0,00	01/11/2018	20,00	01/11/2019	0,00
02/11/2017	0,00	02/11/2018	5,00	02/11/2019	0,00
03/11/2017	0,00	03/11/2018	5,00	03/11/2019	5,00
04/11/2017	22,00	04/11/2018	0,00	04/11/2019	15,00
05/11/2017	0,00	05/11/2018	20,00	05/11/2019	5,00



06/11/2017	0,00	06/11/2018	2,00	06/11/2019	5,00
07/11/2017	59,00	07/11/2018	0,00	07/11/2019	10,00
08/11/2017	4,00	08/11/2018	10,00	08/11/2019	0,00
09/11/2017	44,00	09/11/2018	0,00	09/11/2019	20,00
10/11/2017	20,00	10/11/2018	0,00	10/11/2019	10,00
11/11/2017	20,00	11/11/2018	0,00	11/11/2019	60,00
12/11/2017	0,00	12/11/2018	0,00	12/11/2019	26,00
13/11/2017	0,00	13/11/2018	0,00	13/11/2019	10,00
14/11/2017	0,00	14/11/2018	0,00	14/11/2019	3,00
15/11/2017	0,00	15/11/2018	0,00	15/11/2019	0,00
16/11/2017	0,00	16/11/2018	0,00	16/11/2019	0,00
17/11/2017	235,00	17/11/2018	0,00	17/11/2019	75,00
18/11/2017	27,00	18/11/2018	2,00	18/11/2019	0,00
19/11/2017	30,00	19/11/2018	1,00	19/11/2019	0,00
20/11/2017	0,00	20/11/2018	0,00	20/11/2019	0,00
21/11/2017	4,00	21/11/2018	11,00	21/11/2019	0,00
22/11/2017	3,00	22/11/2018	0,00	22/11/2019	10,00
23/11/2017	14,00	23/11/2018	0,00	23/11/2019	2,00
24/11/2017	0,00	24/11/2018	0,00	24/11/2019	0,00
25/11/2017	0,00	25/11/2018	0,00	25/11/2019	0,00
26/11/2017	0,00	26/11/2018	1,00	26/11/2019	20,00
27/11/2017	0,00	27/11/2018	2,00	27/11/2019	25,00
28/11/2017	0,00	28/11/2018	0,00	28/11/2019	5,00
29/11/2017	0,00	29/11/2018	0,00	29/11/2019	0,00
30/11/2017	0,00	30/11/2018	39,00	30/11/2019	0,00
01/12/2017	0,00	01/12/2018	0,00	01/12/2019	0,00
02/12/2017	0,00	02/12/2018	7,00	02/12/2019	10,00
03/12/2017	0,00	03/12/2018	4,00	03/12/2019	5,00
04/12/2017	0,00	04/12/2018	3,00	04/12/2019	0,00
05/12/2017	0,00	05/12/2018	5,00	05/12/2019	20,00
06/12/2017	0,00	06/12/2018	2,00	06/12/2019	15,00
07/12/2017	0,00	07/12/2018	10,00	07/12/2019	0,00
08/12/2017	0,00	08/12/2018	3,00	08/12/2019	0,00
09/12/2017	0,00	09/12/2018	5,00	09/12/2019	0,00
10/12/2017	0,00	10/12/2018	2,00	10/12/2019	25,00
11/12/2017	0,00	11/12/2018	12,00	11/12/2019	5,00
12/12/2017	0,00	12/12/2018	5,00	12/12/2019	0,00
13/12/2017	0,00	13/12/2018	0,00	13/12/2019	0,00
14/12/2017	0,00	14/12/2018	0,00	14/12/2019	0,00
15/12/2017	0,00	15/12/2018	0,00	15/12/2019	20,00
16/12/2017	0,00	16/12/2018	8,00	16/12/2019	10,00
17/12/2017	0,00	17/12/2018	3,00	17/12/2019	0,00
18/12/2017	68,00	18/12/2018	10,00	18/12/2019	0,00
19/12/2017	6,00	19/12/2018	5,00	19/12/2019	5,00
20/12/2017	0,00	20/12/2018	4,00	20/12/2019	0,00

21/12/2017	0,00	21/12/2018	5,00	21/12/2019	0,00
22/12/2017	0,00	22/12/2018	60,00	22/12/2019	0,00
23/12/2017	0,00	23/12/2018	5,00	23/12/2019	0,00
24/12/2017	20,00	24/12/2018	1,00	24/12/2019	0,00
25/12/2017	140,00	25/12/2018	20,00	25/12/2019	0,00
26/12/2017	1,00	26/12/2018	0,00	26/12/2019	0,00
27/12/2017	0,00	27/12/2018	0,00	27/12/2019	0,00
28/12/2017	8,00	28/12/2018	0,00	28/12/2019	0,00
29/12/2017	2,00	29/12/2018	0,00	29/12/2019	0,00
30/12/2017	1,00	30/12/2018	0,00	30/12/2019	0,00
31/12/2017	2,00	31/12/2018	0,00	31/12/2019	0,00
<b>Total (dias)</b>	65,00	<b>Total (dias)</b>	61,00	<b>Total (dias)</b>	77,00

Fonte: Adaptado de ANA (2020).

# ANEXO B – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO UDESC - CAMPUS CCT

ESCALA: SEM ESCALA



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

DATA: 01/03/2021

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CCT

ESCALA: SEM ESCALA

FONTE: ADAPTADO UDESC (2018)