

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**KELLY ANDRESSA LIESENFELD**

**VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO  
POTÁVEIS: ESTUDO DE CASO DA UNIPAMPA CAMPUS  
CAÇAPAVA DO SUL-RS**

**Caçapava do Sul  
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

L716v Liesenfeld, Kelly Andressa  
VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO  
POTÁVEIS: ESTUDO DE CASO DA UNIPAMPA CAMPUS CAÇAPAVA DO SUL /  
Kelly Andressa Liesenfeld.

47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade  
Federal do Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2018.  
"Orientação: RAFAEL MATIAS FELTRIN".

1. Aproveitamento de água pluvial. 2. Demanda de água. 3.  
Precipitação. 4. Engenharia Ambiental. I. Título.

**KELLY ANDRESSA LIESENFELD**

**VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO  
POTÁVEIS: ESTUDO DE CASO DA UNIPAMPA CAMPUS  
CAÇAPAVA DO SUL-RS**

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

Orientador: Prof. Dr. Rafael Matias Feltrin

**Caçapava do Sul  
2018**

**KELLY ANDRESSA LIESENFELD**

**VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO  
POTÁVEIS: ESTUDO DE CASO DA UNIPAMPA  
CAMPUS CAÇAPAVA DO SUL-RS**

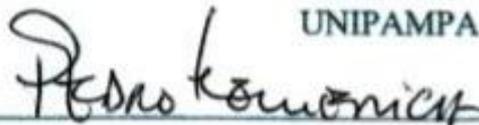
Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária da Universidade Federal  
do Pampa, como requisito parcial para  
obtenção do Título de Bacharel em Engenharia  
Ambiental e Sanitária.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 04/07/2018

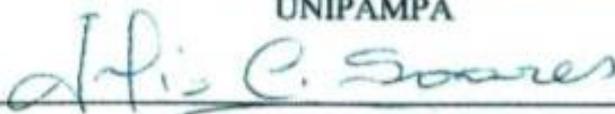
**Banca examinadora:**



**Prof. Dr. Rafael Matias Feltrin**  
Orientador  
UNIPAMPA



**Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich**  
UNIPAMPA



**Prof. Dr. Julio Cesar Mendes Soares**  
UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus familiares e amigos que sempre acreditaram em mim, em especial a minha avó (*in memoriam*).

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus.

À minha família por todo carinho, apoio e compreensão a mim dedicados.

Ao Lucas, por toda paciência e amor.

Minhas amigas Milene e Mayara, pelo companheirismo, paciência e amizade que vivemos nesses anos.

Aos meus professores orientadores Rafael Matias Feltrin e Mateus Guimarães da Silva por toda ajuda e incentivo na elaboração deste trabalho.

À Universidade Federal do Pampa.

Muito obrigada!

## RESUMO

Diante do cenário, cada vez mais comum, de escassez de água potável, demonstra-se a importância de estudos de conservação, preservação e aproveitamento dos recursos hídricos. Um dos métodos de uso sustentável das águas é o seu aproveitamento através da implantação de sistemas de coleta de água de chuvas. Em virtude disso, este trabalho tem como objetivo principal analisar a viabilidade da implantação de um sistema para o aproveitamento de água das chuvas, para uso em atividades de limpeza, nas instalações prediais da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul. Para determinar a viabilidade da implantação do sistema realizou-se um levantamento de dados, que consistiu na aplicação de um questionário aos funcionários do serviço de limpeza, buscando estimar o volume semanal e mensal utilizado. Além disso, foi realizada uma análise das faturas de consumo de água no campus buscando determinar sua média mensal e foram verificadas e calculadas as áreas disponíveis para captação de água e obtidos os dados pluviométricos do município. O cálculo do volume de água pluvial aproveitável mensalmente, foi realizado utilizando equação recomendada pela NBR 15.527/2007, a qual leva em consideração as áreas disponíveis para captação, precipitação média mensal, coeficiente de escoamento superficial da cobertura e fator de captação referente a eficiência do sistema de descarte do volume escoado inicialmente. A área mínima necessária para atender a demanda mensal de água para as atividades de limpeza foi estimada com base no mês com a menor precipitação média. Através dos resultados encontrados, foi possível determinar que a instituição possui viabilidade para a implantação de um sistema de captação de água pluvial para os serviços de limpeza. Se as atividades de limpeza fossem realizadas com água pluvial, ou seja, houvesse essa substituição da água potável, garantir-se-ia uma economia de aproximadamente 25% do total gasto pela instituição, valor que poderia ser investido em outros setores.

Palavras-chave: Demanda de água, captação de água de chuva, precipitação.

## ABSTRACT

Before the scenery, increasingly common, of shortage of drinkable water, there is demonstrated the importance of studies of conservation, preservation and use of the hydric resources. One of the methods of sustainable use of the waters is its utilization through the implantation of rain water collection systems. Owing to that, this work has like main objective there analyses the viability of their utilization of a system for the water reuse of the rains, for use in activities of cleaning, in the real estate installations of the Universidad Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul. To determine the viability of system deployment, there happened a lifting data that consisted of the application of a questionnaire to the officials of the service of cleaning, seeking to determine which monthly and weekly volume used. In addition, an analysis of the invoices of water consumption on campus was carried out in order to determine their monthly average and forums verified and calculated as areas available for the capture of water and obtained the rainfall data of the municipality. The calculation of the volume of usable pluvial water monthly, it was carried out 15.527/2007 using equation recommended by NBR, which takes into account the areas available for the collection of, monthly average rainfall, superficial runoff and capture factor. The minimum area required to meet a monthly demand for water for how cleaning activities was estimated based on the month with the lowest average precipitation. Through the results found, it was possible to determine that the teaching institution of Caçapava do Sul, it has viability for the implantation of a water capture system for the cleaning services. If the cleaning activities were carried out with pluvial water, in other words, there was this substitution of the drinkable water, there would be guaranteed an economy of approximately 25 % of the spent total, value that might be invested in other sectors.

Keywords: Demand of water, rain water catchment, precipitation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de aproveitamento de água de chuva. ....	19
Figura 2 - Áreas de coleta: (a) Telhados (b) Pátios e telhados. ....	22
Figura 3 - Dispositivo de descarte da água de limpeza do telhado. ....	23
Figura 4 - Grades sobre a calha. ....	24
Figura 5 - Filtro VF1. ....	25
Figura 6 - Localização do município de Caçapava do Sul .....	27
Figura 7 - Mapa de localização da Universidade Federal do Pampa- Caçapava do Sul .....	29
Figura 8 - Prédio acadêmico da Universidade Federal do Pampa- Caçapava do Sul.....	31
Figura 9 - Áreas disponíveis para captação pluvial .....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recursos hídricos do Brasil.....	15
Tabela 2 - Disponibilidade de água nas cinco regiões brasileiras. ....	15
Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis. ....	21
Tabela 4 - Frequência de Manutenção.....	21
Tabela 5 - Dados de Precipitação do Município de Caçapava do Sul.....	30
Tabela 6 - Modelo de questionário aplicado aos funcionários do setor de limpeza. ....	32
Tabela 7 - Coeficientes de <i>runoff</i> .....	33
Tabela 8 - Dados da precipitação total anual, mínima e máxima obtidas da tabela 5. ....	36
Tabela 9 - Estimativa do consumo de água para as atividades de limpeza. ....	37
Tabela 10 - Áreas de possível captação pluvial.....	38
Tabela 11-Consumo médio total de água potável no prédio acadêmico .....	39
Tabela 12- Resultado dos cálculos de volume de água aproveitável mensalmente e áreas mínimas necessárias para atender a demanda mensal .....	40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Objetivo geral.....	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Justificativa .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1 Panorama atual dos recursos hídricos.....	14
2.2 Conservação de água.....	16
2.3 Aproveitamento de água pluvial .....	17
2.4 Sistemas de captação de águas pluviais.....	18
2.4.1 <i>Qualidade da água pluvial</i> .....	20
2.4.2 <i>Área de captação</i> .....	22
2.4.3 <i>Dispositivos de descarte do fluxo inicial de água pluvial</i> .....	22
2.4.4 <i>Transporte de água pluvial</i> .....	23
2.4.5 <i>Grades, telas e filtros</i> .....	24
2.4.6 <i>Reservatório de água pluvial</i> .....	25
2.4.7 <i>Normatização para captação de água da chuva</i> .....	26
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
3.1 Área de estudo.....	26
3.1.1 <i>Clima</i> .....	28
3.1.2 <i>Objeto de estudo</i> .....	28
3.2 Levantamento de dados .....	30
3.2.1 <i>Dados pluviométricos</i> .....	30
3.2.2 <i>Levantamento das áreas de captação</i> .....	31
3.2.3 <i>Estimativa do consumo de água nas atividades de limpeza do campus</i> .....	31
3.2.4 <i>Consumo de água tratada no prédio acadêmico</i> .....	32
3.2.5 <i>Cálculo do volume de água de chuva aproveitável</i> .....	33
3.2.6 <i>Área mínima para captação</i> .....	34
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
4.1 Análise da precipitação em Caçapava do Sul .....	34
4.2 Consumo de água para serviços de limpeza.....	37
4.3 Áreas disponíveis para captação .....	37

<b>4.4 Consumo de água potável no campus Caçapava do Sul .....</b>	<b>38</b>
<b>4.5 Cálculo do volume de água de chuva aproveitável.....</b>	<b>39</b>
<b>4.6 Área mínima necessária .....</b>	<b>40</b>
<b>4.7 Viabilidade Econômica .....</b>	<b>41</b>
<b>4.8 Viabilidade Ambiental .....</b>	<b>41</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>6 RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>42</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso limitado fundamental para a sobrevivência da vida no planeta. Estima-se que 70% da superfície terrestre esteja coberta por água, mas apenas 2,5% é água doce, sendo própria para o consumo humano (BARROS; AMIN, 2008).

Gradativamente a água potável está se tornando cada vez mais escassa, visto que não há um equilíbrio entre o uso e a disponibilidade dos recursos hídricos. As fontes geradoras não conseguem acompanhar a demanda necessária, devido principalmente ao crescimento populacional e industrial, poluição, desperdício e o uso desordenado (MAY, 2004).

A Organização das Nações Unidas (ONU, 2018) estima que a demanda por água tenha um aumento de quase um terço até 2050, pois a população mundial deverá aumentar de 7,7 bilhões para entre 9,4 e 10,2 bilhões, com dois terços desta vivendo em cidades, o que poderá gerar uma crescente degradação do meio ambiente, conflitos relacionados ao uso da água e impacto nas mudanças climáticas.

No Brasil, o conceito de abundância de água ainda é muito forte, pois é um dos países que mais dispõe deste recurso, contendo aproximadamente 13% de toda a água doce do planeta (NURENE, 2008). Porém, situações de escassez hídrica já são comuns em vários países, os quais provavelmente terão de lidar com uma menor disponibilidade de águas superficiais a partir de 2050 (ONU, 2018).

O aproveitamento de água de chuva tem se mostrado uma técnica muito importante, tanto do ponto de vista econômico como ambiental. Estudos de implantação de sistemas para aproveitamento de água de chuva, são cada vez mais comuns, principalmente em regiões onde há falta e racionamento de água.

Segundo May (2004), países como Estados Unidos, Alemanha, Japão, entre outros já utilizam o sistema de aproveitamento de água de chuva há alguns anos. No Brasil, o sistema é uma medida não convencional, sendo utilizado principalmente em algumas cidades do Nordeste como fonte de suprimento de água. A água coletada pode ser reaproveitada para diversos fins e usos não potáveis, como em vasos sanitários, lavagem de roupas, calçadas e automóveis, irrigação de jardins e hortas e etc.

A viabilidade desta técnica é dada pela diminuição da demanda de água fornecida pelas companhias de abastecimento, diminuindo os custos e reduzindo os riscos de enchentes e alagamentos (MARINOSKI, 2008). Além disso, segundo Tomaz (2010), com a utilização de água de chuva alcança-se uma economia de até 30% de água potável.

Segundo Scherer (2003), os edifícios escolares são fontes potenciais para a implantação

de sistemas prediais de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, pois estes geralmente apresentam grandes áreas de telhados e outras coberturas. O aproveitamento de águas pluviais em edificações é uma opção que demonstra vários benefícios e tem como intuito a inserção de padrões de consumo sustentáveis, com a substituição de fontes obtidas através das concessionárias por fontes secundárias (ASSUNÇÃO *et al.*, 2016). Além disso, em edificações públicas, como escolas e universidades, existe uma tendência de maior desperdício de água, pois o usuário não é responsável diretamente pelo pagamento da fatura de abastecimento de água (MARINOSKI, 2007).

As universidades atendem um grande número de pessoas, constituindo-se desta forma um meio de divulgação dos benefícios de utilizar técnicas sustentáveis, como o aproveitamento de água pluvial, pois proporcionará uma familiarização de futuros usuários com tais sistemas (WERNECK & BASTOS, 2006).

Tendo em vista que a Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul, possui área de captação suficientemente grande e considerando que a disponibilidade de água potável está cada vez mais limitada, este trabalho tem como objetivo principal analisar a viabilidade da implantação de um sistema para coleta de água pluvial nas instalações prediais do Campus Caçapava do Sul, para utilização em atividades de limpeza.

## **1.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo principal analisar a viabilidade da implantação de um sistema para o aproveitamento de água pluvial, para usos não potáveis, nas instalações prediais da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul-RS.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Determinar o volume de água de chuva aproveitável no campus Caçapava do Sul;
- Estimar a área de captação mínima necessária para suprir a demanda de água pluvial para as atividades de limpeza do campus Caçapava do Sul;
- Estimar a viabilidade econômica e ambiental do reaproveitamento de água pluvial no campus.

### **1.3 Justificativa**

A disponibilidade de água de boa qualidade está cada vez menor, principalmente em razão da falta de um equilíbrio entre seu uso e demanda. Com isso, este estudo busca demonstrar a importância do uso sustentável dos recursos hídricos, evitando seu desperdício, através do estudo da viabilidade da implantação de um sistema para captação de água pluvial, para fins não potáveis, na Universidade Federal do Pampa em Caçapava do Sul, buscando uma contribuição ao meio ambiente e o melhor aproveitamento dos recursos financeiros destinados à instituição.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Panorama atual dos recursos hídricos**

Segundo Marinoski (2007), a disponibilidade de recursos hídricos compreende todas as fontes de água, tanto superficiais quanto subterrâneas, de determinada região ou bacia hidrográfica e qualquer tipo de uso.

Grande parte da superfície terrestre é composta por água, tornando-a um dos recursos mais abundantes do planeta. Porém, apenas uma pequena parte, 2,5% referente à água doce, pode ser usada no consumo humano. Do total de água doce, somente 0,3% se encontram em lugares de fácil acesso, como rios, lagos e atmosfera, o restante se encontra em lugares de difícil acesso ou torna-se cara a extração, como em geleiras e aquíferos, respectivamente. Os 97,5% de água restante são encontrados nos oceanos, na forma de água salgada (BARROS; AMIN, 2008).

Do mundo todo, a Austrália e a Tasmânia são as regiões que menos dispõem de água, seguida da Oceania, Antártida, Europa, África e América do Norte, enquanto a Ásia e América Latina destacam-se como as regiões com maior potencial hídrico do planeta (TOMAZ, 2003). Entretanto, apesar da disponibilidade existente na América do Sul a quantidade de água disponível tem decaído de forma rápida, o que se comprova através de um comparativo demonstrado pelo autor que no ano de 1950 a América do Sul possuía 105.000 m<sup>3</sup> e no ano de 2000 essa disponibilidade caiu para, apenas, 28.300 m<sup>3</sup> caracterizando drástica perda deste recurso (BARROS; AMIN, 2008).

O Aquífero Guarani um dos maiores reservatórios de água doce subterrânea do mundo localiza-se na América do Sul com uma extensão de quase 1,2 milhões de km<sup>2</sup>, dos quais 840

mil km<sup>2</sup> estão no Brasil. Localizado em território Brasileiro (70%), Paraguai (6%), Uruguai (5%) e Argentino (19%), esse aquífero representa uma das principais reservas de água subterrânea do mundo, com um volume estimado em 46 mil km<sup>3</sup> (AQUIFERO GUARANI, 2018).

Conforme tabela 1, os rios brasileiros (água doce superficial) apresentam uma vazão média anual de 179.000 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a 5.660 km<sup>3</sup>/ano. Considerando que a disponibilidade mundial de recursos hídricos de água doce superficial é de 1,5 milhões de m<sup>3</sup>/s (44.000 km<sup>3</sup> /ano), infere-se que o Brasil possui, aproximadamente, 13% da disponibilidade hídrica mundial. Ademais, se consideradas as vazões de territórios estrangeiros que entram no país, como a Amazônica 86.321m<sup>3</sup>/s, Uruguai 878m<sup>3</sup>/s e Paraguai 595m<sup>3</sup>/s, essa disponibilidade hídrica atinge 18% da disponibilidade mundial (BRASIL, 2006).

Tabela 1 - Recursos hídricos do Brasil

<b>Região</b>	<b>Vazão média anual de rios (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Produção hídrica (km<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% em relação ao mundo</b>
<b>Brasil</b>	179.000	5.660	13%
<b>Mundo</b>	1.500.000	44.000	100%

Fonte: Brasil (2006).

Em termos globais, o Brasil ganha destaque pela grande disponibilidade de água que possui, mas a distribuição natural desse recurso não é homogênea. A região Norte, por exemplo, representa aproximadamente 7% da população brasileira e concentra aproximadamente 70% da quantidade de água disponível, enquanto a região Sudeste possui mais de 40% da população, porém, apenas 6% dos recursos hídricos disponíveis no país (ANA, 2018). A tabela 2 apresenta a proporção entre população, área territorial e a disponibilidade de água para todas as regiões brasileiras:

Tabela 2 - Disponibilidade de água nas cinco regiões brasileiras.

<b>REGIÃO</b>	<b>ÁREA (%)</b>	<b>DISPONIBILIDADE DE ÁGUA (%)</b>	<b>POPULAÇÃO (%)</b>
Norte	45	68,5	7,4
Nordeste	18	3,3	28,23
Sudeste	11	6,0	42,61
Sul	7	6,5	14,91
Centro-Oeste	19	15,7	6,85

Fonte: Tomaz (2010).

O estado do Rio Grande do Sul, localizado na região extremo sul do Brasil, apresenta três regiões hidrográficas, que são agrupadas para fins de gerenciamento. A região da bacia do rio Uruguai, a região do Guaíba e a região do Litoral. A região hidrográfica do Guaíba ocupa a porção centro-leste do estado, com uma área aproximada de 84.555 km<sup>2</sup>, em torno de 30% do território gaúcho. Já a região das bacias litorâneas localiza-se na porção leste e extremo sul do estado e ocupa uma superfície de aproximadamente 57.085 km<sup>2</sup>, correspondendo a 20% do território gaúcho. E a região hidrográfica do Uruguai abrange a porção norte, noroeste e oeste do estado, com área de aproximadamente 126.440 km<sup>2</sup>, equivalente a 45% da área do Rio Grande do Sul (DRH/SEMA, 2007).

## **2.2 Conservação de água**

Cada dia mais, se faz necessário o estabelecimento de normas e técnicas que permitam a conservação e o uso sustentável da água. Ou seja, identificar, captar e administrar os recursos de maneira racional, de forma a cobrir a demanda atual e as perspectivas futuras (TINÔCO; LOPES, 2016).

Com base na Constituição de 1988, foi elaborada a Política Nacional de Recursos Hídricos-PNRH, lei nº 9.433 de 1997, que define a água como um bem de domínio público, dotado de valor econômico. Ela estabelece diretrizes para o melhor aproveitamento e uso racional dos recursos hídricos (SAMPAIO, 2013). Ademais, o governo federal criou através do Ministério do Planejamento e Orçamento, em abril de 1997, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, que tem como objetivo estimular o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício do saneamento ambiental e da saúde pública. O programa busca definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais para uma verdadeira economia dos volumes de água para consumo nas áreas urbanas (PPMS, 2015).

Programas de conservação da água constituem-se de medidas e incentivos, onde as medidas podem ser definidas como as tecnologias e mudanças no comportamento (práticas), buscando o uso mais eficiente da água. Já os incentivos na conservação da água são as campanhas, educação pública, as estruturas tarifárias e os regulamentos que motivam a adoção de medidas específicas (VICKERS, 2001).

Conservar a água já é prática realizada na América do Norte, Europa e Japão. Como exemplo, cita-se o uso de bacias sanitárias de baixo consumo, seis litros por descarga; torneiras e chuveiros mais eficientes na economia da água; controle das perdas de água nos

sistemas públicos; reciclagem e reuso da água. Além disso, existem tecnologias não convencionais muito usadas na Alemanha e Califórnia, tais como o reuso de águas cinzas claras (águas residuárias de chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupas) e a captação de água de chuva (TOMAZ, 2010).

Palmier (2001) destaca que a necessidade de atender a demanda industrial, doméstica e de produzir alimentos e energia resulta em maior busca de recursos hídricos. Como solução, o autor sugere que governantes tenham uma visão mais ampla da gestão desses recursos considerando as fazes de oferta e demanda, com usos mais eficientes e uma maior proteção da qualidade de água.

### **2.3 Aproveitamento de água pluvial**

Nos últimos anos, tem-se tornado cada vez mais comum o desenvolvimento de tecnologias referentes ao manejo de recursos hídricos, principalmente no uso de técnicas de aproveitamento de água de chuva, como uma alternativa para diminuir o grave problema da escassez de água (PETRY e BOERIU, 2000). Esse aproveitamento se insere no conceito de sistemas de saneamento descentralizado, pois depende de condições locais e visa seu aproveitamento no local de captação e, além disso, sua gestão é compartilhada com o usuário (PROSAB, 2006).

O aproveitamento de água pluvial é considerado uma prática comum ao longo da história da humanidade, entretanto seu uso teve um decaimento frente ao fornecimento de água tratada a partir do século XX. Mas, em função da conscientização da escassez em muitas regiões nas últimas décadas, tornou-se novamente objeto de estudo, principalmente em países desenvolvidos (SZAWARSKI, 2013).

Segundo May (2004), na Roma Antiga existiam modernos sistemas de coleta e armazenamento de água de chuva, no México esses sistemas são datados da época dos Astecas e Maias, no deserto de Negev existem há mais de 4000 anos. Na Península de Iucatã, no México, existem reservatórios que datam de antes da chegada de Cristóvão Colombo à América, e que estão ainda em uso (TOMAZ, 2010). No Brasil, o sistema mais antigo é datado de 1943 localizado na ilha de Fernando de Noronha (MAY, 2004).

Atualmente, em muitas regiões do mundo é realizado o aproveitamento de água pluvial. O Estado do Texas, nos Estados Unidos, destaca-se pelo grande incentivo ao uso de água pluvial, a cidade de San Antonio oferece cerca de US\$ 200 para quem economizar aproximadamente 1.230m<sup>3</sup> de água da rede pública usando água de chuva durante o período

de 10 anos. Já a cidade de Austin fornece US\$ 500 a quem instalar sistema de captação de água de chuva. Na Austrália, 13% das casas são adeptas as cisternas como fonte de abastecimento de água para beber. Segundo dados da Environmental Protection Agency (EPA) – Serviço de Proteção Ambiental, nos Estados Unidos existem mais de 200 mil reservatórios para aproveitamento de água de chuva e em Jerusalém existe um reservatório com capacidade de 2,7 milhões de litros (TOMAZ, 2010).

No cenário nacional no que diz respeito ao abastecimento de água, o semiárido brasileiro apresenta uma situação bastante crítica e, dessa maneira, métodos alternativos de captação e manejo da água de chuva se mostraram viáveis, onde se tem buscado constante aperfeiçoamento do processo de armazenamento e manutenção da qualidade da água reservada (RODRIGUES, 2007). Ainda, segundo o autor, com o apoio e financiamento de órgãos governamentais, como o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), o governo federal criou o Programa 1 Milhão de Cisternas, construindo 100 mil cisternas na região do semiárido até o ano de 2005.

A água coletada pode ser utilizada para diversos fins domésticos, como lavagem de automóveis, calçadas, vasos sanitários e também na irrigação de jardins. No setor industrial ela pode ser aproveitada para resfriamento de máquinas, lava jatos e lavanderias industriais. Na agricultura vem sendo empregada principalmente na irrigação de plantações (MAY & PRADO, 2004). Segundo Simione *et al.*, (2004), existem outras vantagens importantes do aproveitamento de água pluvial, como seu baixo impacto ambiental, poder servir como complemento para o sistema convencional, além de armazenar água para situações de emergência.

Para determinar a viabilidade da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial existem três fatores principais que precisam ser analisados, como a precipitação, área de captação e demanda de água. Ademais, para projetar esse sistema devem-se considerar as condições ambientais locais, fatores econômicos, clima, e usos da água (MARINOSKI, 2007).

## **2.4 Sistemas de captação de águas pluviais**

Antes da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, deve ser realizado um estudo buscando selecionar a opção que apresente melhor eficiência e durabilidade, além de custos mais baixos (BELO & NASCIMENTO, 2010). Segundo Szawarski (2013), sua utilização torna-se viável principalmente em regiões onde há escassez de abastecimento e elevadas precipitações.

Basicamente, esses sistemas possuem a seguinte ordem de funcionamento: captação, transporte, armazenamento e utilização (CARDOSO, 2013). O processo inicia na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes de edificações, sendo conduzida até um local de armazenamento por meio de calhas e condutores horizontais e verticais, passando antes por uma filtragem e descarte de impurezas. Usualmente a água coletada é armazenada em cisternas (reservatórios enterrados) e bombeada para um reservatório elevado, do qual as tubulações de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável (MARINOSKI, 2007). Algumas técnicas são importantes para o bom funcionamento do sistema, como a drenagem do excesso da água em eventos de chuvas intensas e a retirada da água da chuva inicial, que possui o primeiro contato e acaba lavando os telhados carregando suas impurezas (FENDRISH; OLIYNICH, 2002).

A Figura 1 apresenta um esquema usual de funcionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva.



Fonte: Bella Calha (2018).

De acordo com Szawarski (2013):

O custo de implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva é relativamente baixo quando comparado com o custo total de construção da edificação, principalmente em edifícios residenciais e comerciais, e a manutenção é similar ao sistema de água potável. O retorno do investimento ocorrerá em curto prazo, principalmente quando instalado em local de grande precipitação atmosférica,

sem considerar os benefícios ambientais e sobre a drenagem urbana (SZAWARSKI,2013, p. 45).

#### *2.4.1 Qualidade da água pluvial*

Segundo Tsutiya (2004), a água destinada ao consumo humano precisa atender alguns critérios de qualidade, chamados padrões de potabilidade e, portanto, não deve conter elementos que sejam nocivos à saúde, como substâncias tóxicas e organismos patogênicos, e nem possuir sabor, odor ou aparência desagradável.

Apesar de ser potável, a água pluvial torna-se imprópria para consumo quando entra em contato com a área de coleta e durante a precipitação quando faz a limpeza da atmosfera, razão pela qual é necessário tratamento (SZAWARSKI, 2013). O tratamento ideal a ser aplicado irá depender da qualidade da água pluvial coletada e o uso final requerido. Se a água for destinada para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação, entretanto um determinado grau de filtração é aplicado. Em tratamentos e uso simples, são usados processos de sedimentação natural, filtração simples e cloração. Já se a água coletada for para o consumo humano, é recomendado realizar tratamentos mais complexos, como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa (MAY & PRADO, 2004). A desinfecção da água de chuva pode ser realizada através de métodos simples, desde que esse processo seja feito de forma segura e que não inviabilize economicamente o sistema (MAY, 2004).

A qualidade da água pluvial pode ser diferenciada em etapas. A primeira etapa é a característica da água da chuva antes de precipitar no solo, na segunda etapa é a qualidade da chuva depois de se atingir o telhado ou área impermeabilizada; a terceira etapa é quando a água pluvial armazenada em reservatório tem a sua qualidade alterada, depositam-se sólidos no fundo do mesmo; na quarta etapa a água esta pronta para consumo, como por exemplo, na irrigação de jardins (TOMAZ, 2010).

A NBR 15.527:2007 apresenta os parâmetros de qualidade da água de chuva para usos não potáveis (Tabela 3) e a frequência de manutenção necessária (Tabela 4). Segundo Tomaz (2010), vale ressaltar que a realização das indicações das tabelas é de decisão do profissional, ou seja, ele deverá decidir se irá realiza-las de acordo com a utilização prevista da água (ABNT, 2007).

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis.

<b>Parâmetro</b>	<b>Análise</b>	<b>Valor</b>
<b>Coliformes Totais</b>	Semestral	Ausência em 100ml
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	Semestral	Ausência em 100ml
<b>Cloro Residual Livre</b>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
<b>Turbidez</b>	Mensal	< 2,0 uT <sup>a</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
<b>Cor Aparente*</b>	Mensal	<15 uH <sup>c</sup>
<b>Ajuste de pH*</b>	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

Fonte: ABNT- NBR 15.527/2007, pág. 4.

**NOTA:** Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

Cor Aparente\*: Caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da utilização.

Ajuste de pH\*: Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição.

**a** No caso de serem usados compostos de cloro para desinfecção.

**uT<sup>a</sup>** é a unidade de turbidez.

**uH<sup>c</sup>** é a unidade de Hanzen.

Tabela 4 - 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
Reservatórios	Limpeza e Desinfecção anual

Fonte: ABNT- NBR 15.527/2007, pág. 5.

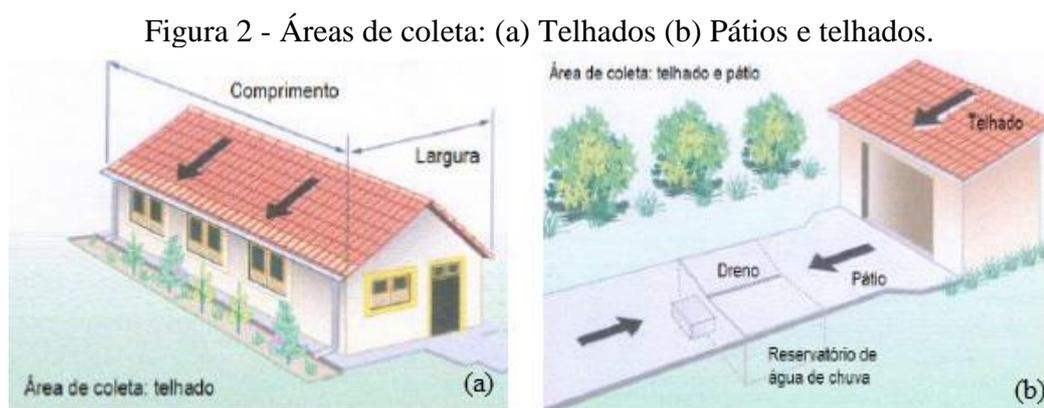
Utilizar a água da chuva exige que sejam implantados sistemas de gestão que envolvam qualidade e quantidade, evitando comprometer a saúde dos usuários e a vida útil dos sistemas

envolvidos (ANA, 2005).

#### 2.4.2 Área de captação

Segundo a NBR 15527:2007 a área de captação é definida como a área projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada, em metros quadrados (ABNT, 2007).

Para definir matematicamente a área de coleta, multiplica-se o comprimento da edificação pela largura da mesma, conforme Figura 2 (a), desta forma desconsidera-se a inclinação do telhado. Se a coleta ocorrer no nível do solo, o mesmo deverá apresentar inclinação para que a água possa escoar, além disso, é importante adotar o uso de canais para direcionar o escoamento, conforme demonstrado na figura 2 (b) (MAY, 2004).



Fonte: May (2004).

A captação de água pluvial normalmente é realizada em telhados e coberturas, os quais podem ser de telhas cerâmicas, de fibrocimento, ferro galvanizado, concreto armado, telhas de plásticos entre outros materiais (TOMAZ, 2010). Pátios, calçadas e estacionamentos também podem ser utilizados para captação de água pluvial, desde que nessas áreas seja realizado tratamento preliminar adequado para a retirada de, principalmente, detritos, óleos e graxas, evitando que ocorram danos no sistema de coleta e tratamento dessas águas (MARINOSKI *et al.*, 2004).

#### 2.4.3 Dispositivos de descarte do fluxo inicial de água pluvial

Segundo Marinoski (2007), o fluxo inicial de água de chuva é impróprio para ser

aproveitado, em razão de poder conter folhas, poeira, fezes de animais, insetos e outros resíduos e poluentes transportados por via aérea. Para determinar o volume inicial de água a ser descartado, podem-se levar em consideração alguns fatores como, a quantidade de poeira depositada sobre as superfícies de captação, a inclinação dessas superfícies, o número de dias secos, a região em que se localiza, estação do ano e etc. Porém, ressalta-se que em razão do grande número de variáveis a serem consideradas não há nenhum cálculo específico para determinar essa quantidade. A NBR 15527:2007 recomenda que quando utilizado o dispositivo de descarte de água, o mesmo deve ser dimensionado pelo projetista e na falta de informações e dados, recomenda-se o descarte de 2 mm da precipitação inicial (ABNT, 2007).

Em alguns países já existem dispositivos de descarte das águas das primeiras chuvas que possuem acionamento automático, sendo programados para desprezar um determinado volume de água, as águas destinadas a lavagem do telhado, resultando assim em uma melhor qualidade a água armazenada (MARINOSKI, 2007).

A figura 3 apresenta um sistema simples de descarte da primeira água de chuva utilizado na Austrália (MAY, 2004).

Figura 3 - Dispositivo de descarte da água de limpeza do telhado.



Fonte: May (2004).

#### 2.4.4 Transporte de água pluvial

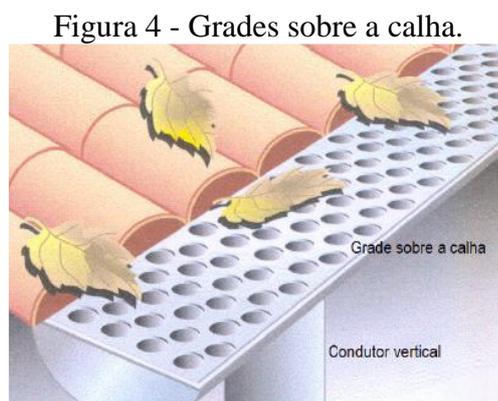
Segundo Macomber (2001), é necessária a instalação de calhas e condutores verticais e horizontais para conduzir a água pluvial captada até o reservatório, os quais devem ser fabricados com materiais inertes para evitar que partículas tóxicas provenientes destes

dispositivos venham a ser conduzidas para os tanques de armazenamento.

Segundo a NBR 15527:2007 as calhas e condutores devem atender os requisitos exigidos pela NBR 10844/1989 (ABNT, 2007).

#### 2.4.5 Grades, telas e filtros

As telas e grades são utilizadas para proteger os sistemas de folhas, galhos e areia que venham a se depositar nas calhas, evitando o bloqueio da passagem de água nos condutores e mantendo a água mais limpa (figura 4). É possível também a instalação de grelha ou tela à saída da tubulação antes de chegar ao reservatório (FRENDRISH e OLIYNIK, 2002). Segundo a NBR 15527:2007, esses dispositivos devem atender as exigências da NBR 12213 (ABNT, 2007).



Fonte: May (2004).

Segundo May (2004), além das grades e telas pode ser necessária a instalação de filtros para melhorar ainda mais a qualidade da água pluvial armazenada. São dois os tipos mais comuns de filtros que podem ser utilizados, o filtro de areia e o filtro FV1.

O filtro de areia nada mais é que uma camada de areia e pedregulho que fica instalada nos condutores, entre a entrada e saída de água, servindo como um material filtrante. 3Ptechnik (2001) *apud* May (2004), descrevem que o filtro VF1 (Figura 5), possui o mesmo propósito do filtro de areia, realizar a retirada de detritos que estejam presentes nas águas coletadas antes que elas cheguem ao reservatório, entretanto, além disso, apresenta um sistema flutuante de sucção que faz com a água seja bombeada para a distribuição.

Figura 5 - Filtro VF1.



Fonte: 3Ptechnik (2001) *apud* May (2004).

#### 2.4.6 Reservatório de água pluvial

Segundo Tinôco e Lopes (2016):

O armazenamento da água de chuva é feito, normalmente, em reservatórios que podem ser enterrados, semienterrado, apoiados sobre o solo ou elevados, sendo que poderá ser feito de diferentes tipos de materiais, tais como concreto armado, alvenaria, fibra de vidro, aço, polietileno, entre outros. Se a área de captação for conhecida, assim como a precipitação na região, é possível calcular o volume mínimo do reservatório (TINÔCO; LOPES, 2016, p. 28).

Soares (2000), relata que o reservatório de armazenamento é o componente mais caro do sistema de aproveitamento de água pluvial, portanto para não tornar a implantação do sistema inviável deve-se ter cuidado para um correto dimensionamento. Como sugestão para evitar esse problema o autor sugere dimensionar o sistema somente para suprir a demanda por um determinado período.

A NBR 15527:2007 dispõe de vários métodos para o cálculo do dimensionamento de reservatórios para armazenamento de água da chuva, entre eles: método de Rippl, método da simulação, método Azevedo Neto, método prático Alemão, método prático Australiano e método prático Inglês. Além do cálculo para o dimensionamento de reservatórios, a norma também apresenta o cálculo para determinar qual o volume de água aproveitável (ABNT, 2007).

Dependendo do volume obtido no cálculo e das condições do local, o armazenamento

da água de chuva poderá ser realizado para atender a demanda em períodos curtos, médios ou longos de estiagem (MAY *et al.*, 2004).

#### 2.4.7 *Normatização para captação de água da chuva*

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) fornece parâmetros e critérios para as instalações prediais de sistemas de aproveitamento de água pluvial, através de duas NBR's. A NBR 15527:2007 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos e NBR 10844:1989 – Instalação predial de águas pluviais.

A NBR 15527:2007 fornece os requisitos para o aproveitamento de água pluvial de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (ABNT, 2007). Já a NBR 10844:1989 tem como objetivo fixar exigências e critérios aos projetos de instalações de drenagem de águas pluviais em coberturas e demais áreas associadas aos edifícios como pátios e quintais (ABNT, 1989).

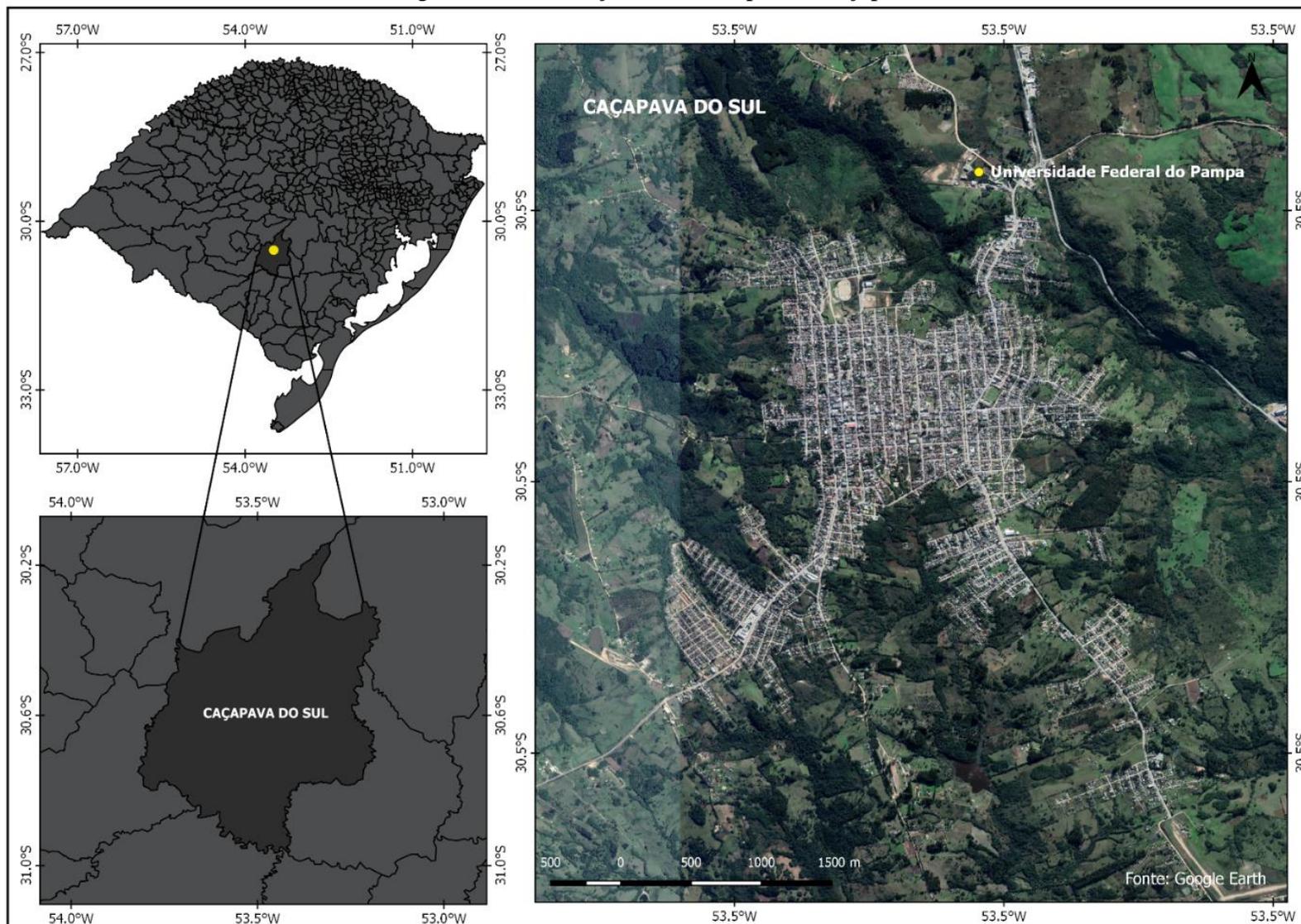
No Brasil ainda não existe legislação que regulamente e crie diretrizes para o aproveitamento de água de chuva, o que existe é um projeto de lei (PL nº 7.818/2014) em nível federal para criação da Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais, cujos objetivos são a conservação e o uso racional da água, a promoção da qualidade ambiental e do manejo adequado das águas pluviais e o estímulo econômico para captação, armazenamento e aproveitamento das águas pluviais (INTRANET, 2018).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Área de estudo**

O município de Caçapava do Sul localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 6), na latitude 30°30'44" S e longitude 53°29'29" O, com altitude média de 450 metros acima do nível médio do mar. Conta com uma população estimada em 34.690 pessoas e área de 3.047,113 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).

Figura 6 - Localização do município de Caçapava do Sul



Fonte: autora (2018).

### 3.1.1 *Clima*

Os dados climáticos utilizados para a classificação climática da região são referentes à estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), código 83964, localizada no município de Encruzilhada do Sul, em razão deste município apresentar uma série de dados climatológicos relativamente longa, possuir características físicas semelhantes e estar localizado próximo ao município de Caçapava do Sul.

Os dados registrados correspondem as normais climatológicas observadas entre os anos de 1981 a 2010, onde a precipitação média mensal registrada é de 139,1 mm. No mês de julho ocorrem os maiores índices pluviométricos (172,8 mm), e no mês de abril são registradas as menores precipitações (98,1 mm). A temperatura máxima registrada ocorre no mês de janeiro (28,9 °C) e a mínima no mês de julho (8,4 °C), sendo a temperatura média anual de 17,3 °C.

De acordo com a classificação de Köppen, a qual se baseia nas características térmicas e na distribuição sazonal da precipitação, o município de Caçapava do Sul apresenta clima subtropical com verões quentes, do tipo Cfa, onde a distribuição pluviométrica é regular durante o ano todo (ALCARDE *et al*, 2013).

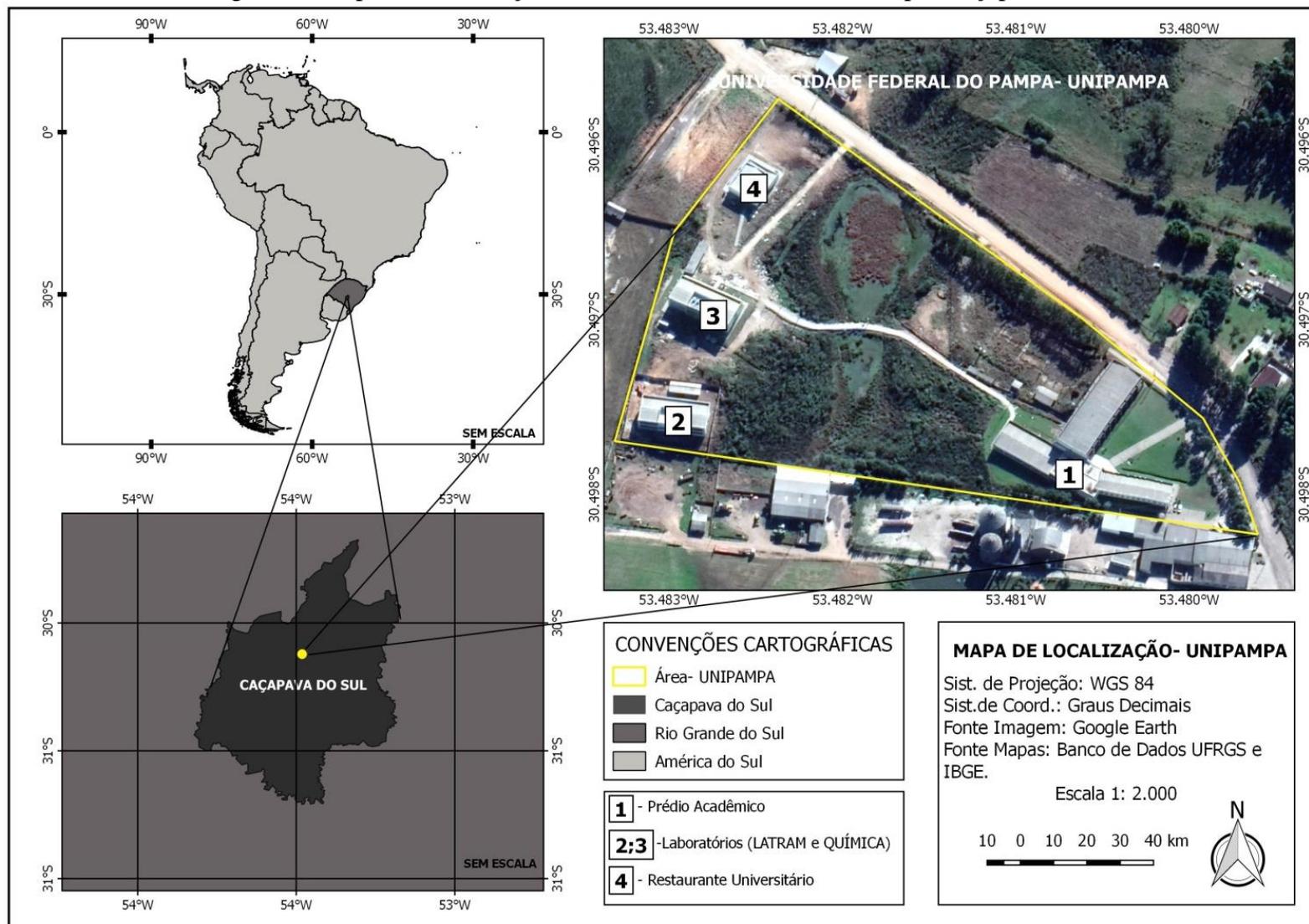
### 3.1.2 *Objeto de estudo*

A Universidade Federal do Pampa- UNIPAMPA, conta com 10 campi espalhados na região do Pampa Gaúcho, onde um deles, nosso objeto de estudo, localiza-se na cidade de Caçapava do Sul, na Avenida Pedro Anunciação, número 111, Vila Batista.

O campus Caçapava do Sul disponibiliza quatro cursos de graduação (Engenharia Ambiental e Sanitária, Geologia, Geofísica e Ciências Exatas) e um tecnólogo (Tecnólogo em Mineração), sendo a instituição de grande importância econômica para o município.

Conforme figura 7, a instituição possui quatro prédios distribuídos em sua área. O prédio de número 1, corresponde ao prédio acadêmico. Os prédios identificados como 2 e 3 são laboratórios em fase de finalização (Laboratório de Lavra, Planejamento e Tratamento de Minérios (LATRAM) e laboratório de Química, respectivamente), e o prédio identificado como 4 refere-se ao restaurante universitário.

Figura 7 - Mapa de Localização da Universidade Federal do Pampa- Caçapava do Sul



Fonte: autora (2018).

### 3.2 Levantamento de dados

Para a análise da viabilidade da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para o setor de limpeza da Universidade Federal do Pampa UNIPAMPA- Campus Caçapava do Sul, foi realizado um levantamento de dados de consumo, que consistiu em entrevistas com funcionários de setores administrativos e de limpeza, análise de faturas de consumo de água no campus, verificação das áreas de captação e obtenção de dados pluviométricos do município.

#### 3.2.1 Dados pluviométricos

Os dados de precipitação (mm) dos últimos 16 anos para o município de Caçapava do Sul, foram obtidos a partir de registros da estação de monitoramento da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), código 0305-302203, situada na Estação de Tratamento de Água (CORSAN), do município, localizada a uma distância aproximada de 4 km do local objeto de estudo.

A tabela 5 apresenta os dados mensais registrados entre os anos 2000 e 2015 e a precipitação média mensal dos 16 anos de dados coletados.

Tabela 5 - Dados de Precipitação do Município de Caçapava do Sul

ANO	Precipitação Mensal (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	90	122,1	169,3	144,3	265,2	101,9	64	57	275,8	112,7	170,8	145
2001	264,7	177,2	121,5	309	80,6	144,8	175	41,8	287,7	229,5	115,3	101,4
2002	143,9	148,8	239,8	174,2	191,4	195,9	160,4	212,1	268	329	160	386,9
2003	84,4	208,4	171,8	165	132,4	258,8	200,2	68	52,9	201,8	198	211,5
2004	63,5	99,8	23,4	128,8	111,8	84,2	145,6	103,3	187	121,6	105,2	109,5
2005	60,4	51,2	60	257,2	182,2	93,2	80,7	129,3	293,7	289,1	45,7	47,1
2006	110,1	93,1	99,7	70,8	122,3	65,5	116,8	149,6	147,5	130,6	185,5	118,5
2007	138,3	205,4	201,4	75,6	81,2	219,4	116,1	269,5	178,8	142,3	101,3	82,1
2008	55,7	147,3	86,7	142,3	146,4	179,5	276	185,8	129,9	173	17,6	29,4
2009	143,9	273,4	67,6	7,3	92,9	69,2	55,8	177,1	292,7	89,9	428,5	163,8
2010	239,9	227,7	50,2	86,1	162,7	111,7	250,7	55,5	226,4	56,5	36,7	136,1
2011	148,7	184,3	47,6	241,8	26,1	118,5	195,9	147,4	57,2	154,4	65,2	25,3
2012	30	101,5	51,3	83	22,5	15,2	93,5	114,2	241,4	218,4	53,2	230,6
2013	62,3	73,1	104,2	157,4	134,4	63,9	50,7	137,3	65,6	154,8	188,5	23,5
2014	172,3	251,6	212,8	58,4	106,7	208,8	309,5	90,9	189,7	229,5	66,8	202,2
2015	178,5	96,4	64,2	59,3	195,8	146,2	272,9	98,6	172,9	367,2	145,4	384,1
<b>Média</b>	<b>124,1</b>	<b>153,8</b>	<b>110,7</b>	<b>135,0</b>	<b>128,4</b>	<b>129,7</b>	<b>160,2</b>	<b>127,3</b>	<b>191,7</b>	<b>187,5</b>	<b>130,2</b>	<b>149,8</b>

Fonte: autora (2018).

### 3.2.2 Levantamento das áreas de captação

As áreas disponíveis para captação pluvial foram obtidas através das plantas arquitetônicas das edificações, as quais foram fornecidas pela UNIPAMPA. Vale mencionar que este projeto está sendo focado na captação de água pluvial somente do prédio acadêmico (Figura 8), visto que este possui maior área de captação, melhores condições estruturais e atualmente é o prédio em maior utilização. O prédio dispõe de três pavimentos que abrigam laboratórios, sala de professores, funcionários e alunos, banheiros, salão de entrada, biblioteca e auditório.

Figura 8 - Prédio acadêmico da Universidade Federal do Pampa- Caçapava do Sul



Fonte: autora (2018)

### 3.2.3 Estimativa do consumo de água nas atividades de limpeza do campus

O volume de água utilizado para as atividades de limpeza do campus foi estimado com base em um questionário aplicado aos funcionários deste setor (Tabela 6). Conforme mencionado anteriormente, o prédio acadêmico conta com três pavimentos, e dispõe de dois funcionários para a limpeza de cada um deles. Sendo assim, aplicou-se um questionário para

estimava do consumo de água no setor de limpeza durante uma semana, já que a rotina semanal é sempre a mesma. Foi solicitado que os funcionários registrassem o número de baldes e carrinhos utilizados durante cada dia, buscando facilitar a atividade para os mesmos. Cada carrinho possui o volume de 30 litros e cada balde 14 litros, ao final da coleta dos dados os mesmos foram convertidos para estimar o volume em metros cúbicos.

Tabela 6 - Modelo de questionário aplicado aos funcionários do setor de limpeza.

Pavimento:		Data:
<b>Dia da Semana</b>	<b>Número de Baldes</b>	<b>Número de Carrinhos</b>
Segunda-feira		
Terça-feira		
Quarta-feira		
Quinta-feira		
Sexta-feira		

Fonte: autora (2018).

O fato da demanda oscilar em determinados produtos ou serviços não é satisfatório, mas ter conhecimento da taxa de variação é essencial para o planejamento do negócio (SLACK, 2009, pg. 171).

#### 3.2.4 *Consumo de água tratada no prédio acadêmico*

Os dados de consumo total de água potável pelo campus, fornecidos pela companhia de abastecimento do município (CORSAN), são necessários para estimar o potencial de economia que poderá ser gerado, substituindo a utilização de água potável por água pluvial para os serviços de limpeza. Os valores de consumo total de água potável no prédio acadêmico foram determinados através das faturas mensais disponibilizadas pela UNIPAMPA. Já os valores de consumo de água potável utilizados na limpeza do prédio, foram estimados com base no questionário aplicado aos funcionários do serviço de limpeza. Ao final, os dados de volume consumido nas atividades de limpeza foram subtraídos do volume total consumido no prédio acadêmico.

### 3.2.5 Cálculo do volume de água de chuva aproveitável

Para determinar o volume de água de chuva aproveitável mensalmente no campus Caçapava do Sul, foi utilizada a equação 1, recomendada pela NBR 15527/2007, que leva em consideração a precipitação média mensal, área de coleta, coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como a eficiência do sistema de descarte do volume escoado inicialmente (ABNT, 2007).

$$V: P \times A \times C \times \eta \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

**V** é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

**P** é a precipitação média anual, mensal ou diária;

**A** é a área de coleta (m<sup>2</sup>);

**C** é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

**$\eta$  fator de captação** corresponde 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.

O coeficiente de escoamento superficial da cobertura, também chamado de coeficiente de *runoff*, indica o percentual de água de chuva que poderá ser armazenada considerando a água que será perdida, devido à limpeza do telhado, evaporação e outros fatores (TOMAZ, 2003).

A tabela 7 apresenta os coeficientes de runoff em função do tipo de material dos telhados.

Tabela 7 - Coeficientes de <i>runoff</i>	
Material	Coefficiente de Runoff
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 (2003).

O fator de captação  $\eta$  determina o percentual da primeira água coletada que deverá ser descartada, em função de poeira, folhas e detritos que venham a se depositar nos telhados.

### 3.2.6 Área mínima para captação

A área mínima necessária para atender a demanda de água pluvial para as atividades de limpeza do campus Caçapava do Sul, em todos os meses do ano, foi determinada considerando o volume mensal necessário para as atividades de limpeza, área total disponível para captação e o volume de água pluvial captado em cada um dos meses, conforme equação 2.

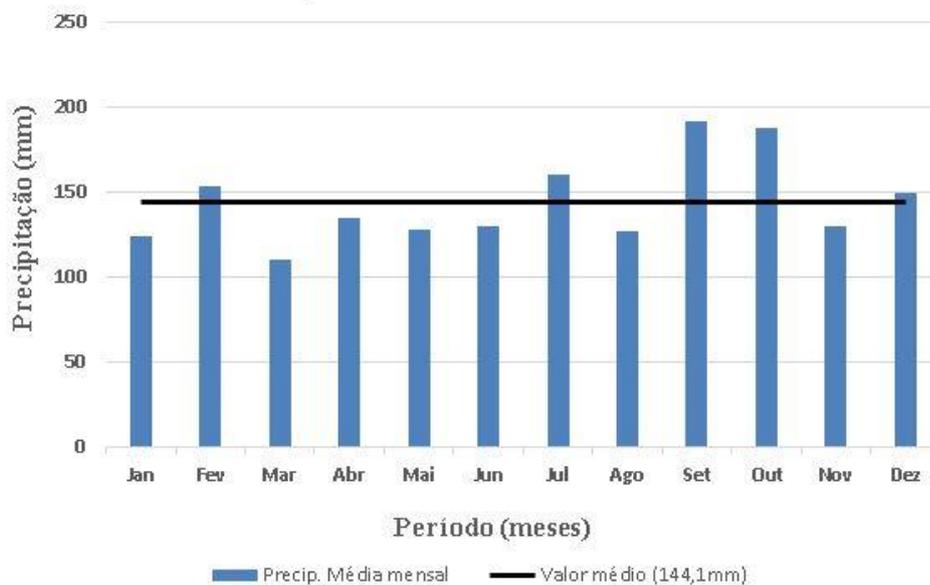
$$A_{\min} = \frac{\text{Volume necessário (m}^3\text{)} \times \text{Área total disponível (m}^2\text{)}}{\text{Volume captado (m}^3\text{)}} \quad (\text{Equação 2})$$

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análise da precipitação em Caçapava do Sul

O gráfico 1 apresenta as médias mensais de precipitação para o município de Caçapava do Sul, as quais foram obtidas utilizando uma série de dados de 16 anos de observação (Tabela 5). A precipitação média anual correspondente é 144,1 mm. Através da análise do gráfico pode-se observar que o município apresenta um bom índice pluviométrico, visto que todos os meses apresentam valores de precipitação superiores a 100 mm.

Gráfico 1 - Precipitação média mensal  
Precipitação média mensal (2000-2015)



Fonte: autora (2018).

Os meses de setembro e outubro são os meses com as maiores médias de precipitações (191,7mm e 187,5 mm, respectivamente), enquanto os meses de janeiro e março apresentam os menores índices pluviométricos (124,1mm e 110,7mm, respectivamente). Esse resultado pode ser considerado positivo, visto que durante os meses de menores precipitações não há grande fluxo de pessoas no prédio em função das férias escolares.

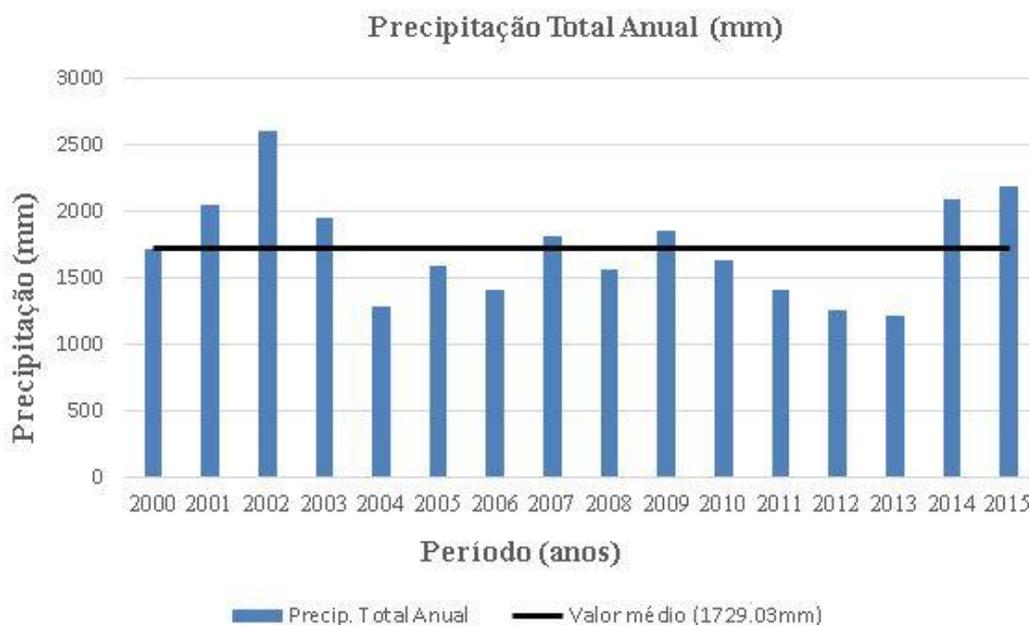
A tabela 8 apresenta a precipitação mínima e máxima mensal e as suas respectivas médias. O gráfico 2, apresenta a precipitação total anual, a qual possui valor médio de 1729,03mm.

Tabela 8 - Dados da precipitação mínima e máxima obtidas da tabela 5.

<b>Ano</b>	<b>Mínima mensal</b>	<b>Máxima mensal</b>
<b>2000</b>	57,0	265,2
<b>2001</b>	41,8	309,0
<b>2002</b>	143,9	386,9
<b>2003</b>	52,9	258,8
<b>2004</b>	23,4	187,0
<b>2005</b>	45,7	293,7
<b>2006</b>	65,5	185,5
<b>2007</b>	75,6	269,5
<b>2008</b>	17,6	276,0
<b>2009</b>	7,3	428,5
<b>2010</b>	36,7	250,6
<b>2011</b>	25,3	241,8
<b>2012</b>	15,2	241,4
<b>2013</b>	23,5	188,5
<b>2014</b>	58,4	309,5
<b>2015</b>	59,3	384,1
<b>Média</b>	<b>46,81</b>	<b>279,75</b>

Fonte: autora (2018).

Gráfico 2 - Precipitação total anual



Fonte: autora (2018).

Em razão dos dados apresentados, julga-se que o município possui uma distribuição pluviométrica regular, com características favoráveis para o aproveitamento de água pluvial.

## 4.2 Consumo de água para serviços de limpeza

Através do questionário aplicado aos funcionários do setor de limpeza foi possível estimar o volume necessário para suprir a demanda de água pluvial para as suas atividades. A tabela 9 apresenta esses valores nos diferentes pavimentos do prédio e também em diferentes períodos, consumo semanal e mensal.

Tabela 9 - Estimativa do consumo de água para as atividades de limpeza.

Pavimento	Consumo(m <sup>3</sup> /semana)	Consumo (m <sup>3</sup> /mês)
Térreo	1,5	6
Primeiro andar	3,1	12,4
Segundo andar	2,1	8,4
<b>Total</b>	<b>6,7</b>	<b>26,8</b>

Fonte: autora (2018).

O consumo total semanal é de, aproximadamente, 6,7 m<sup>3</sup> e o consumo mensal 26,8 m<sup>3</sup>, para todo o prédio acadêmico. Vale ressaltar que nesta pesquisa foram adotados valores fixos de consumo para todos os meses, porém acredita-se que estes valores sofrem variação em alguns períodos do ano, em função de alguns fatores, como férias escolares e períodos mais chuvosos, onde conseqüentemente ocorre um maior ou menor consumo. Além disso, adotou-se que o mês possui exatamente 4 semanas.

Para efeito de comparação, buscando valores mais aproximados, foi considerado o volume que Tomaz

## 4.3 Áreas disponíveis para captação

A figura 9 demonstra o prédio acadêmico dividido em blocos, dos quais, através das plantas arquitetônicas fornecidas pela UNIPAMPA, foi possível obter as áreas de possível captação pluvial, conforme tabela 10.

Tabela 10 - Áreas de possível captação pluvial

Local	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Bloco A	62	18,45	1143,9
Bloco B	34,41	18,18	625,6
Bloco C	37,74	13,1	494,4
<b>Área Total</b>	-	-	<b>2.263,9</b>

Fonte: autora (2018).

Figura 9 - Áreas disponíveis para captação pluvial



Fonte: autora (2018).

#### 4.4 Consumo de água potável no campus Caçapava do Sul

As faturas de consumo de água do campus Caçapava do Sul, foram disponibilizadas pelo setor administrativo da instituição. Os resultados encontrados estão na tabela 11, onde obteve-se os valores de consumo médio mensal e anual, de um período de 3 anos e 5 meses (2015, 2016, 2017 e os 5 primeiros meses de 2018).

Observa-se que os meses que apresentaram as maiores médias de consumo foram os meses de julho (146 m<sup>3</sup>), setembro (128,3 m<sup>3</sup>) e outubro (111 m<sup>3</sup>) e os meses com menor

consumo são janeiro (73,2 m<sup>3</sup>), fevereiro (76,7 m<sup>3</sup>) e março (69 m<sup>3</sup>), esses valores menores são encontrados nesse período em virtude de serem os meses de férias escolares. O consumo médio anual é de 107,3 m<sup>3</sup>.

Tabela 11-Consumo médio mensal e anual de água potável no prédio acadêmico

Mês	Consumo (m <sup>3</sup> )				Média mensal
	2015	2016	2017	2018	
Janeiro	96	67	62	68	<b>73,2</b>
Fevereiro	94	72	79	62	<b>76,7</b>
Março	88	67	60	61	<b>69</b>
Abril	131	135	133	87	<b>121,5</b>
Maio	145	115	92	110	<b>115,5</b>
Junho	119	76	90	-	<b>95</b>
Julho	141	151	-	-	<b>146</b>
Agosto	89	115	85	-	<b>96,3</b>
Setembro	124	96	165	-	<b>128,3</b>
Outubro	145	125	111	-	<b>127</b>
Novembro	191	105	87	-	<b>127,6</b>
Dezembro	135	111	90	-	<b>112</b>
<b>Média anual</b>	124,8	102,9	95,8	77,6	<b>107,3</b>

Fonte: autora (2018).

#### 4.5 Cálculo do volume de água de chuva aproveitável

O volume de água de chuva aproveitável mensalmente foi calculado através da equação 1, considerando as precipitações médias mensais (tabela 5), e a área total disponível para captação no prédio acadêmico (bloco A + bloco B + bloco C). O coeficiente de escoamento superficial foi adotado com base nas características dos telhados do prédio acadêmico, que são telhas do tipo corrugadas de metal. Este material possui coeficiente que varia entre 0,8 e 0,9 onde optou-se por utilizar um valor médio de C igual a 0,85. O fator de captação adotado é  $\eta = 0,9$ , conforme recomenda Tomaz (2003).

Os resultados encontrados estão dispostos na tabela 12. Analisando-os, permite-se concluir que todos os meses apresentam um volume de chuva aproveitável captado muito superior ao requerido para as atividades de limpeza (26,8 m<sup>3</sup>), conferindo grande potencial

para captação de água pluvial.

Tabela 12- Resultado dos cálculos de volume de água aproveitável mensalmente e áreas mínimas necessárias para atender a demanda mensal

Período (mês)	Precipitação média (mm)	Área total Disponível (m <sup>2</sup> )	Demanda mensal necessária (m <sup>3</sup> )	Volume captado (m <sup>3</sup> )	Área Mínima Necessária (m <sup>2</sup> )
Janeiro	124,1	2263,9	26,8	214,92	282,29
Fevereiro	153,8	2263,9	26,8	266,36	227,78
<b>Março</b>	<b>110,7</b>	<b>2263,9</b>	<b>26,8</b>	<b>191,71</b>	<b>316,40</b>
Abril	135,00	2263,9	26,8	233,80	259,50
Maiο	128,4	2263,9	26,8	222,37	272,84
Junho	129,7	2263,9	26,8	224,62	270,10
Julho	160,2	2263,9	26,8	277,44	218,68
Agosto	127,3	2263,9	26,8	220,46	275,19
Setembro	191,7	2263,9	26,8	332,00	182,74
Outubro	187,5	2263,9	26,8	324,72	186,84
Novembro	130,2	2263,9	26,8	225,49	269,06
Dezembro	149,8	2263,9	26,8	259,43	233,86

Fonte: autora (2018).

#### 4.6 Área mínima necessária

Através dos cálculos realizados, por meio da equação 2, foram estimadas as áreas mínimas necessárias para atender a demanda mensal de água pluvial para as atividades de limpeza.

Analisando os resultados, a área mínima necessária para a captação (316,4 m<sup>2</sup>) foi determinada. com base no mês que apresenta a menor precipitação (março 110,7 mm), visto que dessa forma a demanda de todos os meses será atendida.

Se considerar a área total disponível para captação 2.2639,9 m<sup>2</sup> e a área mínima necessária para atender a demanda mensal, conclui-se que são necessários apenas, 13,9% da área disponível no campus Caçapava do Sul, reforçando a viabilidade da implantação do sistema. A definição de qual bloco será usado para captar a água pluvial deverá ser determinada com base em critérios técnicos e estruturais.

#### **4.7 Viabilidade Econômica**

Considerando a implantação do sistema para captação de água pluvial para as atividades de limpeza da instituição de Caçapava do Sul, foram realizados os cálculos para determinar a viabilidade econômica, ou seja, quanto poderia ser economizado.

O metro cúbico (m<sup>3</sup>) de água potável distribuído pela companhia de abastecimento do município (CORSAN), possui atualmente o custo de R\$ 5,10 reais. O prédio possui uma média de consumo de 107,33 m<sup>3</sup>, o que gera em torno de R\$547,23 reais mensais e R\$ 6.566,76 reais ao ano (ressalta-se que esse valor corresponde somente ao valor cobrado pela água, sem outros encargos que são emitidos juntos a fatura). Com a limpeza do prédio são consumidos, aproximadamente, 26,8 m<sup>3</sup> por mês o que representa R\$ 136,68 reais mensais e R\$ 1.640,16 reais anuais gastos.

Se as atividades de limpeza fossem realizadas com água pluvial, ou seja, houvesse essa substituição da água potável, garantir-se-ia uma economia de aproximadamente 25% do total gasto, valor que poderia ser investido em outros setores.

#### **4.8 Viabilidade Ambiental**

Além das vantagens econômicas, devem ser consideradas as contribuições ao meio ambiente, em virtude do grande problema de escassez de água que vem sendo enfrentado em várias partes do mundo. O aproveitamento de água pluvial traz consigo diversos benefícios ao meio ambiente, evita enchentes e alagamentos e incentiva o uso racional dos recursos hídricos.

### **5 CONCLUSÃO**

Através dos resultados obtidos a partir do estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva na Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul, conclui-se que a instituição possui características favoráveis para a implantação desses sistemas.

Ainda analisando os resultados, pode-se inferir que além de atender à demanda mensal necessária para a limpeza da instituição, há a possibilidade de aproveitar a água captada para outros fins, como uso em descargas sanitárias em função do grande volume que pode ser captado mensalmente.

Além disso, ressaltada a necessidade da conservação da água é preciso buscar alternativas, medidas e soluções sustentáveis que contribuam com seu uso racional. Estudos que visam o aproveitamento de água pluvial ganham destaque pois a economia financeira e os ganhos ambientais dessa técnica mostram-se bastante expressivos.

## **6 RECOMENDAÇÕES**

Recomenda-se que em estudos futuros seja realizado um levantamento mais detalhado sobre a variabilidade temporal do consumo de água nas atividades de limpeza. Além de um estudo mais aprofundado da distribuição pluviométrica do município.

Sugere-se ainda, que a definição final de qual bloco será aproveitado para a captação da água pluvial deve ser decidida pelo projetista, considerando os custos da implantação, condições de suprimento da concessionária em caso de falta de água e condições estruturais do prédio.

## 7 REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANA – **Agência Nacional de Águas. Panorama das Águas.** Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/>>. Acessado em 14 de abril de 2018.

**AQUÍFERO GUARANI.** Disponível em: <http://www.oaquiferoguarani.com.br>. Acessado em: abril de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS– ABNT. NBR 15527: **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** Rio de Janeiro, 2007. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

ASSUNÇÃO, L. V. *et al.* **Estudo dos benefícios gerado pelo aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no residencial Pontal das Brisas.** Blucher Engineering Proceedings. v. 3 n.2, p. 416-423, 2016.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 4, n. 1, 2008.

BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente. Programas nacionais e metas. Brasília, 2006a. (Volume 4). Disponível em:< [http://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao03032011025031.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011025031.pdf) >.Acessado em: 16 de abril de 2018.

BELLA CALHA. Disponível em: <http://www.bellacalha.com.br>. Acessado em 01 de maio de 2018.

BELO, Juliana de Souza; NASCIMENTO, Thiago Lopes dos Santos. **Aproveitamento a água de chuva para fins não potáveis no Condomínio Vista Santana – Um estudo de caso.** 2010. 77 f. Tese (Graduando em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Guaratinguetá. 2010.

CARDOSO, Carlos Eduardo Nascimento. **Aproveitamento de Água de Chuva Para Fins Não Potável.** 2013. 74 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

DRH/SEMA - Departamento de Recursos Hídricos/Secretaria de Meio Ambiente. **Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul.** Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br>>. Acessado em 24 de abril de 2008.

FENDRICH, Roberto; OLIYNIK, Rogério. **Manual de utilização das águas pluviais (100 Maneiras práticas)**. Curitiba: Livraria do Chain editora, 2002.

IBGE- **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cacapava-do-sul/panorama>>. Acessado em 01 de maio de 2018.

INTRANET- **Aproveitamento de água pluvial conceitos e informações gerais**. Disponível em:<[http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO\\_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA\\_AGUA\\_DA\\_CHUVA\\_INTRANET.pdf](http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf)>. Acessado em 27 de maio de 2018.

MACOMBER, P.S.H. **Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii**. **Department of Natural Resources and Environmental Management**. College of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii at Manoa, 2001.

MARINOSKI, Ana Kelly; GHISI, Enedir. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis–SC**. *Ambiente construído*, v. 8, n. 2, p. 67-84, 2008.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis – SC**. 2007. 107f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MAY, Simone; PRADO, Racine TA. **Estudo da qualidade da água de chuva para consumo não potável em edificações**. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. 2004.

NURENE – Núcleo Regional Nordeste. **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Salvador: ReCESA, 2008. 139p. Disponível em : <[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/livros/gerenciamento\\_perdas/livro\\_gerenciamento\\_perdas.pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/livros/gerenciamento_perdas/livro_gerenciamento_perdas.pdf)> Acessado em: 20 de maio de 2018.

PALMIER, L. R. **A necessidade das bacias experimentais para a avaliação da eficiência de técnicas alternativas de captação de água na região semi-árida do Brasil**. 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO - Paraíba, 2001.

PRADO, G. S., MULLER, M. S. K. **Sistema de aproveitamento de água para edifícios**. *Revista Técnica*, Editora PINI, São Paulo, SP, p.77-80, 01 nov. 2007. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/128/artigo66612-4.asp>> Acessado em: 30/08/2013.

PETRY, B.; BOERIU, P. **Environmental Impact Assessment. Water Quality**

**Management Strategies for Sustainable Use of Water Resources** 2000. International Institute for Infrastructure, Hydraulic and Environmental Engineering. 2000.

PPMS- **Programa de Modernização do Setor de Saneamento- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**, 2015. Disponível em: <<http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/programa-nacional-combate-ao-desperdicio-agua-pncda>>. Acessado em 03 de maio de 2018.

PROSAB, **Uso Racional da Água em Edificações** / Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Rio de Janeiro. ABES, 2006.

RODRIGUES, Herbert Kohl *et al.* **Dispositivo automático de descarte da primeira água de chuva**. Publicação 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Belo Horizonte, 2007.

SAMPAIO, F. E. de O. V. **Análise da Viabilidade de Implantação e Pré Dimensionamento de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial em Centros Urbanos**, 2013. 184f. Dissertação de Mestrado – UnB, Brasília – Distrito Federal, 2013.

SIMIONI, Wagner Isidoro; GHISI, Enedir; GÓMEZ, Luis Alberto. **Potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais em postos de combustíveis: estudos de caso**. In: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. 2004.

SCHERER, F. A. **Uso Racional da Água em Escolas Públicas: Diretrizes Para Secretarias de Educação**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SZAWARSKI, Acácio *et al.* **Uso da água da chuva em um edifício residencial**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade Federal de Santa Catarina, p. 91, 2013.

TINÔCO SEGUNDO, Marcus Antônio Lopes. **Dimensionamento e proposta de um reservatório para o aproveitamento de água de chuva para a sede e para os laboratórios da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto**. 2016. 105 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

TSUTIYA, Nilton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. 1ªed. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2004.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2010.

VICKERS, AMY. **Handbook of Water use and conservation**. Water flow press, 2001, 446 páginas, ISBN 1-931579-07-5

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para a gestão da água**. Paris, UNESCO, 2018".

**WERNECK, GAM; BASTOS, LEG. A Água da Chuva Como Fonte de Recursos Hídricos para as Escolas de Barra do Pirai e os Reflexos Para o Sistema Municipal de Abastecimento.** In: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável.

**WEIERBACHER, Leonardo. Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na indústria moveleira Bento Móveis de Alvorada-RS.** Monografia de graduação, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2008.