



**BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**RODRIGO DE AZAMBUJA LINCK**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA - Dimensionamento de um reservatório  
em residência multifamiliar**

Porto Alegre  
Dezembro de 2022

**RODRIGO DE AZAMBUJA LINCK**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA - Dimensionamento de um reservatório  
em residência multifamiliar**

Projeto de Pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Ritter dos Reis, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

**Orientador:** José Antônio Colvara Oliveira

Porto Alegre  
Dezembro de 2022

## RESUMO

Visando a utilização de um recurso natural que a natureza nos proporciona, a precipitação de chuvas é um recurso que não podemos desperdiçar. A cidade de Porto Alegre tem uma grande média pluviométrica, tais com indices superiores a 116 mm de chuva. E por isso esse Trabalho permeará em dimensionar os reservatórios necessários para a demandas de consumo em áreas comuns, em um condomínio familiar de 11 prédios com foco em águas não potáveis. Entretanto ao logo do período de coleta de dados foi identificado um volume médio levantado de 424 m<sup>3</sup> e custo repassado aos moradores do condomínio com valores de em torno de R\$ 14,00 reais mês, deliberadamente alto, considerando a pouca necessidade vivenciada no condomínio. Contudo a implantação do sistema de captação de água da chuva, trará grande economia quando instalado, onde a utilização de caixas d'água em cada prédio terá uma rotina de aproximadamente 6 ciclos, entre encher e esvaziar conforme o consumo nas dependências do empreendimento.

Palavras-chave: captação de água. aproveitamento de água. volume de chuva. custo.

## ABSTRACT

Aiming at the use of a natural resource that nature provides us, rainfall is a resource that we cannot waste. The city of Porto Alegre has a large rainfall average, with indices exceeding 116 mm of rain. And that's why this work will permeate the size of the reservoirs necessary for the demands of consumption in common areas, in a family condominium of 11 buildings with a focus on non-potable waters. However, at the end of the data collection period, an average volume of 424 m<sup>3</sup> was identified and a cost passed on to the residents of the condominium with values of around R\$ 14.00 reais per month, deliberately high, considering the low need experienced in the condominium. However, the implementation of the rainwater collection system will bring great savings when installed, where the use of water boxes in each building will have a routine of approximately 6 cycles, between filling and emptying according to consumption in the premises of the enterprise.

Keywords: water catchment. water use. volume of rain. cost.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	6
1.2	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	7
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA	7
1.3.1	<b>Objetivo geral</b>	7
1.3.2	<b>Objetivos específicos</b>	7
1.4	JUSTIFICATIVA	8
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>19</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	19
3.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS	20
3.2.1	<b>Definição operacional das variáveis</b>	20
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>22</b>
4.1	METODO DE RIPPL	22
4.2	LEVANTAMENTO DE CONSUMO	25
4.3	CROQUI DA LOCAÇÃO DO RESERVATÓRIO	28
4.4	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	29
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>31</b>

**APÊNDICES**

**ANEXOS**

# 1 INTRODUÇÃO

A água é um dos principais recursos que a natureza nos disponibiliza. A importância para o ser humano é incontestável, assim como para animais. É também de suma importância para o crescimento das atividades industriais, agrícolas e sociais, podendo assim, influenciar diretamente em impactos na economia.

Podemos compreender que uma das formas em que temos acesso a água, se dá pelas chuvas. Esta forma é um artifício existente que pode se tornar uma possível solução, mas desde que seja bem praticada. Essa água pode ser aproveitada com o intuito de melhorar a sustentabilidade ambiental.

Desta forma a temática deste Trabalho se conecta com a relevância do assunto do reaproveitamento de água da chuva e sua forma de armazenamento.

No decorrer desta monografia será elaborado um estudo de instalação de sistema de armazenamento de água da chuva de um condomínio residencial multifamiliar, que tem 11 prédios. Com isso pretende-se realizar o cálculo do volume do reservatório necessário para o atendimento das áreas de coleta de chuva, da mesma maneira que trazer referências dos índices pluviométricos de Porto Alegre.

O levantamento das vazões das tubulações será aferido, bem como, será realizada a apresentação das vantagens no uso da água da chuva nas dependências do condomínio, assim como as vantagens econômicas deste sistema sendo instalado no local.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante da escassez e do desperdício deliberado de água potável no mundo, a sobrevivência da espécie humana pode ser afetada.

No Brasil, mesmo com uma das maiores bacias hídricas do mundo, não se torna diferente. Segundo Tomaz (2010), o aproveitamento pode se dar em larga ou pequena escala.

Este Trabalho se propõe a realizar esse reaproveitamento de água da chuva numa dimensão considerada como pequena escala, buscando por respostas para a seguinte questão de pesquisa: Qual o dimensionamento de um reservatório, para o aproveitamento da água da chuva, com fins não potáveis, em um condomínio multifamiliar de 11 edifícios de 5 andares, situado na cidade de Porto Alegre/RS?

## 1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este Trabalho se delimita no dimensionamento de um reservatório, para o aproveitamento da água da chuva, em um condomínio na zona sul de Porto Alegre/RS, localizado na Rua Joaquim de Carvalho 650.

## 1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos do presente trabalho foram divididos em objetivo geral e objetivos específicos, os quais são apresentados a seguir.

### 1.3.1 Objetivo geral

Este Trabalho tem como objetivo principal dimensionar um reservatório de água da chuva não potável, para o seu aproveitamento em um condomínio multifamiliar.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Levantar área de cobertura de todos os 11 edifícios do condomínio.

Medir a vazão já existente do sistema de drenagem do telhado até a rede pluvial.

Observar as incidências do volume de chuvas na região de Porto Alegre.

Dimensionar reservatório para absorver a demanda do volume de água da chuva.

Demonstrar o que poderia ser feito com o reaproveitamento da água da chuva.

Proporcionar levantamento de custos para a implantação do sistema.

Verificar as vantagens econômicas já do sistema instalado ao condomínio.

## 1.4JUSTIFICATIVA

A água é um dos elementos primordiais para a existência da raça humana e hoje vemos a falta de cuidado que temos em desperdiçá-la ou de não realizarmos o seu reaproveitamento.

Sendo assim, esse Trabalho tratará de apresentar as vantagens da instalação de sistema de reaproveitamento de água da chuva em um condomínio multifamiliar, com o devido dimensionamento de um reservatório capaz de suprir a demanda de armazenamento.

Tende em vista que a motivação desta monografia é focar na implantação do sistema de captação em um condomínio de 11 prédios e uma grande área de telhados, onde os volumes de coleta de água da chuva serão significativos.

A utilização do sistema de reaproveitamento da água da chuva, certamente impactará financeiramente na conta de água do condomínio, visto que, mesmo que a água captada e armazenada pelo sistema não seja para fins potáveis, a mesma terá inúmeras utilizações na jardinagem, limpeza dos prédios, limpeza das áreas comuns e afins.

De acordo com Tomaz (2010), existem registros de que seres humanos construíram reservatórios escavados para o armazenamento da água da chuva, datados de 830 aC, com isso, replicarmos uma prática tão valiosa em um condomínio, adaptando-a as normas da engenharia moderna, fazendo o reaproveitamento de um dos recursos mais importantes que temos.

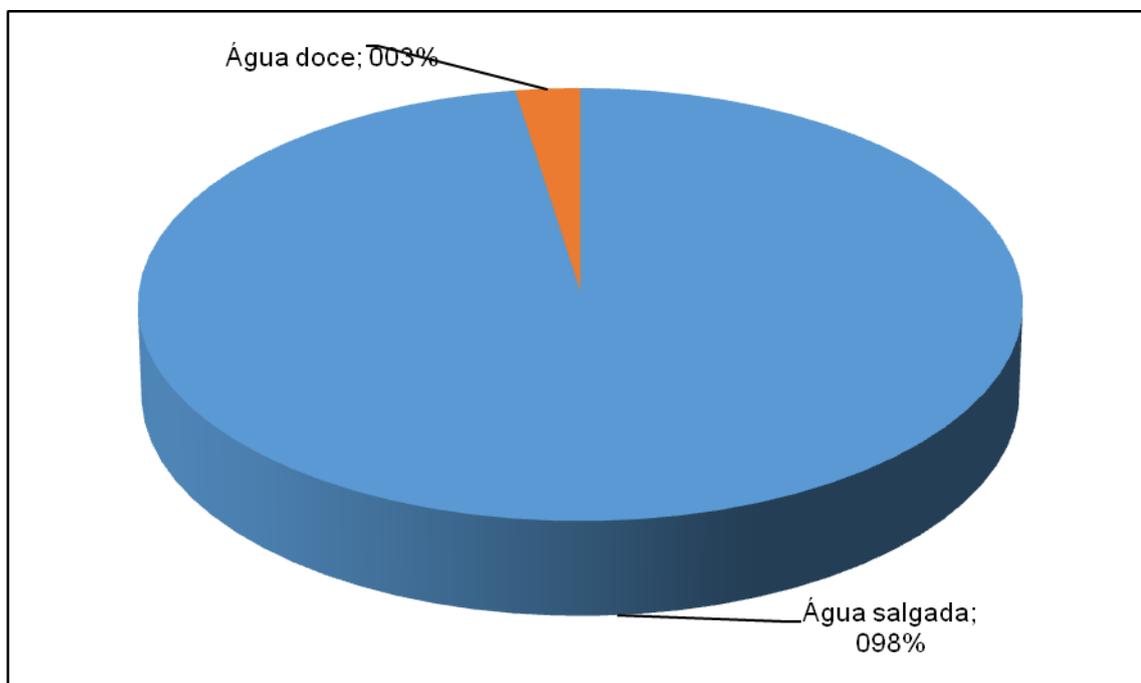
## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A importância que a água tem em nossas vidas é vasta, assim como para todos os seres vivos. Na economia a utilização deste recurso também tem seus impactos. Todavia na realidade a humanidade desperdiça deliberadamente esse recurso natural. Conforme Goldenfum (2006), cerca de 75% da superfície terrestre é composta por água, entretanto, apenas uma modesta parcela é potável, pois com 97,7% da água existente no planeta Terra é salgada, aproximadamente 2% é gelo e neve, restando somente 0,67% de água doce. Devido a esses limitantes, a consequência é que água doce hoje, segundo o autor, trata-se de um recurso finito de forma renovável e de bem econômico.

Em Tomaz (2010), encontra-se o esclarecimento que no mundo 97,5% da água é salgada. A água doce somente corresponde aos 2,5% restantes.

Porém 68,9% da água doce estão congelados nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas.

Gráfico 1. Volume total de água no mundo



Fonte: Tomaz (2010)

Em nosso planeta, as águas subterrâneas contemplam 29,9% de toda a reserva de água doce. Com isso, somente 0,266% se encontra na superfície.

A América do Sul detém de cerca de 23,1% da vazão média do mundo.

Conforme se pode depreender da Tabela 1, as vazões médias, tomando-se como uma amostra global, podem ser sintetizadas de maneira que, se considerarmos a vazão da América do Sul, corresponde a praticamente  $\frac{1}{4}$  da parcela mundial, com 23,1%, porém a Ásia é a detentora do maior volume médio no mundo com 31,1% da produção hídrica.

Tabela 1. Produção hídrica no mundo por região

Região do Mundo	Vazão Média (m <sup>3</sup> /s)	Porcentagem (%)
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártida	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
Total	1.448.000	100,0%

Fonte: Thomaz (2010)

Assim também citado por Feitosa, Yada e Soares (2018), embora no mundo tenha uma grande quantidade de água, a água é um recurso que não está distribuído de maneira igualitária pela superfície do planeta Terra, porém, 70% do planeta é composto de água, a maior parte, cerca de 97,5%, está concentrada nos oceanos e mares e o restante, que corresponde a 2,5%, está concentrado em icebergs e geleiras, e apenas 0,007% compõem os rios, lagos e reservatórios da superfície do planeta.

Lamentavelmente hoje temos mais de um bilhão de pessoas espalhadas pelo mundo sem a disponibilidade de água tratada para beber e manipular alimentos e sua higiene. Com 1,8 bilhão de pessoas que não desfrutam do saneamento básico e isso considerando áreas urbanas e esses números tendem a crescer juntamente com o crescimento populacional. A falta de água é uma carência que atinge muitos países. Países estes que tem o problema potencializado com a escassez da precipitação de chuva e poluição das reservas aquíferas WHO (2003).

Conforme citado por Hespanhol(2002), a água se constitui em um recurso renovável, podendo ser reciclada através de recursos naturais, tornando-se limpa e segura. Logo, uma vez que é poluída, a água pode ser recuperada e reusada para fins diversos, como limpeza e jardinagem. Porém as probabilidades e modelos potenciais de reutilização da água depende de características, condições e fatores locais.

A água é essencial para qualquer tipo de vida. No Brasil há uma grande quantidade de água na superfície e no subsolo, sendo de suma importância preservar esse recurso

natural. O desenvolvimento de técnicas é de extrema importância para o reaproveitamento das águas. A coleta de água da chuva colabora de forma significativa para a diminuição da escassez ou desperdício da água, segundo Zerbinatti (2011).

Podemos verificar que no Brasil as regiões com maior população são justamente as que possuem menor disponibilidade de água, porém, onde há muita água, ocorre baixo índice de pessoas que vivem nessas áreas. Pode-se citar a Região Sudeste do Brasil, com um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, porém conta com 43% do total de indivíduos do país, enquanto isso a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira, conforme afirma Ghisi (2006).

A fim de maior entendimento, a autora acima compara a proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil.

Região do Brasil	Área Territorial (%)	Disponibilidade de Água (%)	População (%)
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	6	43
Sul	7	6	15
Centro-Oeste	19	15	7

Fonte: Ghisi (2006)

As afirmações também são apontadas por Campos e Azevedo (2013) conforme dados de ONU (2012):

1,7 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável equivalente a 18% da população mundial; 2,2 milhões morrem a cada ano por causa de doenças de veiculação hídrica; Até 2025, se for mantido padrão de consumo e os altos índices de poluição, dois terços da população do planeta poderá sofrer escassez moderada ou grave de água; A previsão para 2050 é que apenas um quarto da humanidade terá água para satisfazer suas necessidades básicas. (ONU, 2012, *apud* CAMPOS e AZEVEDO, 2013, p. 26).

Com isso os autores apontam que o aproveitamento de águas pluviais aparece como um importante instrumento de gestão, que adotado juntamente com políticas públicas de preservação dos recursos naturais e controle da contaminação dos mesmos,

poderão atender à crescente necessidade por água nos grandes centros urbanos e também abrandar os problemas de falta de água em regiões mais áridas e da ineficiência de abastecimento.

Nosso país possui 12 regiões hidrográficas, que devido a diversas condições, tem a dificuldade de se manterem com disponibilidade e qualidade de água necessárias. Segundo mapeamento feito pelo governo brasileiro, nas bacias que abrangem a região norte do país, o impacto existe principalmente da expansão das usinas hidrelétricas, na região centro-oeste. Ampliação da fronteira agrícola, por sua vez, sobrecarrega e dificulta a conservação dos recursos hídricos. No que tange a região sul, local onde localiza-se este Trabalho e nordeste enfrentam deficiência hídrica e a região sudeste apresenta também o problema da poluição hídrica. Com isso o alerta foi dado por especialistas, que garantem que se não houver sérias intervenções e medidas enérgicas, as próximas gerações terão sérios riscos em redução dos recursos hídricos do país Brito (2018).

A autora ainda salienta que:

... uma das principais causas para a crise hídrica é o uso inadequado do solo. No Centro-Oeste, por exemplo, estão concentradas as nascentes de rios importantes do país, devido a sua localização no Planalto Central. Conhecida como berço das águas, a região tem vegetação de Cerrado, bioma que ocupa mais de 20% do território e atualmente é um dos principais pontos de expansão da agropecuária, atividade que usa cerca de 70% da água consumida no país. (BRITO, 2018, p. 98).

Conforme citado por May (2004), a instalação de sistemas que utilizam água de chuva é considerada uma eficiente medida para preservação do recurso hídrico, visando à sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

A autora também aponta o ciclo hidrológico do planeta Terra. Esse sistema funciona somente porque mais água evapora dos oceanos do que verdadeiramente retorna, logo, a diferença precipita na terra em forma de chuva ou neve, tornando a vida possível, pois a água que precipita em forma de chuva é doce.

Como podemos ver na Figura 1, o Sol tem fundamental papel no ciclo hidrográfico, pois devido a suas radiações solares faz com que haja a evaporação de rios, dos lagos, dos oceanos e de todos os seres vivos. Essa evaporação forma nuvens, logo, ocorre a precipitação da água acumulada, trazendo para o solo e aos seres vivos, substâncias fundamentais para o seu desenvolvimento. (VILLIERS, 2002).

Figura 1: Ciclo hidrológico



Fonte: CPRM (2022)

Então, devemos ressaltar dois importantes motivos para utilizar o sistema de captação e de reaproveitamento de água da chuva, tais como, locais de grande pluviosidade (precaução para diminuição de cheias) e locais onde existe carência de água, onde o propósito é conservar a água das épocas de grandes chuvas para certificar a sobrevivência no período de estiagem. (COLLA, 2008).

O aproveitamento da água da chuva, traz outras vantagens, como:

...aproveitamento de uma nova fonte de água, esta, livre de cobrança, com um consumo energético muito menor; aumento da segurança hídrica descentralizada e da autossuficiência local, encorajando, ao mesmo tempo, a operação e manutenção nas famílias e comunidade. (VIOLA *et al.*, 2007, *apud* MINIKOWSKI e MAIA, 2009, p. 182).

Para executar a captação da água da chuva, utilizamos normalmente grandes áreas construídas, geralmente nos telhados das edificações, por meio de um sistema que conduza a água até um reservatório. Tal sistema nos últimos anos vem sendo largamente discutido mediante o temor da falta desse recurso fundamental para o ser humano.

A captura da água da chuva nas coberturas das edificações, residências e indústrias, constitui um importante instrumento de gestão dos recursos hídricos, capaz de controlar cheias urbanas, represando a água que seria lançada na rede pluvial, reduzindo

os custos com captação e tratamento de água pelas empresas de saneamento. (TORDO, 2004).

Os elementos que podem fazer a captação da chuva nas coberturas são constituídos por telhas cerâmicas, de fibrocimento, de zinco ou alumínio e até mesmo impermeabilizadas com manta asfáltica, em casos de coberturas sem. As calhas e os coletores podem ser de PVC ou metálicos, dimensionados de acordo com os valores de precipitação de cada região e dimensões do telhado ou laje. Estes componentes são utilizados para separar a água de chuva inicial que contém excessivas concentrações de matéria orgânica e sólidos dissolvidos, depositados pelo vento, pássaros e insetos, assim dito por Tomaz (2003).

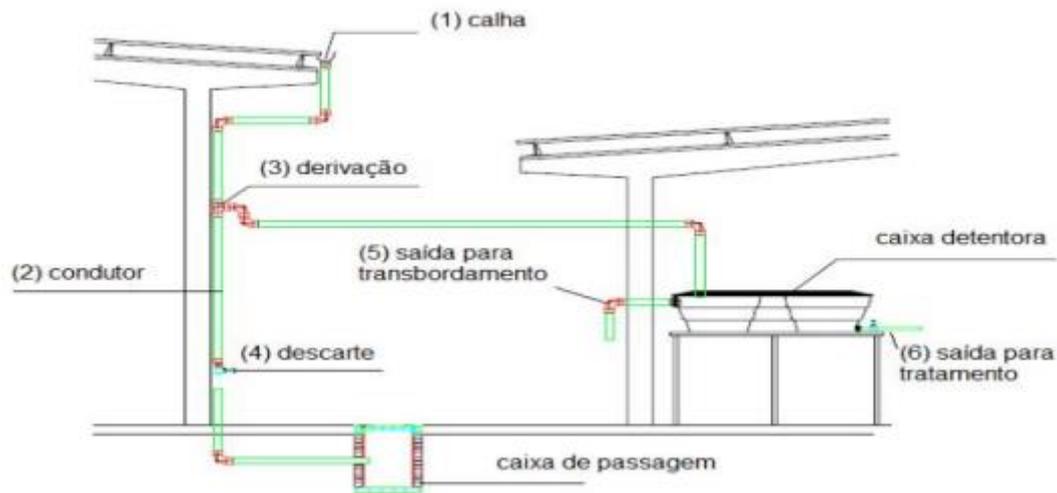
Logo, outros equipamentos são essenciais para a eficiência da coleta de água de chuva. Entre estes, temos as peneiras com tela de 0,2mm a 1,0mm utilizadas para remover sólidos em suspensão e sifões para decantação. Elas não retêm micróbios e contaminantes químicos, mas removem sólidos grosseiros, impedindo maiores contaminações.

Conforme a alusão de Tomaz (2003):

...o reservatório deverá ter um extravasor mínimo de 200mm. O tubo da descarga do reservatório destinado à limpeza deverá ser no mínimo de 100mm". Alguns cuidados com a tampa e os equipamentos de bombeamento usados no reservatório também devem ser aplicados: a tampa, por exemplo, deverá ter 600mm e ficar 200mm acima da superfície superior do reservatório. (TOMAZ, 2003, p. 180).

Sistemicamente descrevendo, a água é conduzida até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), como exemplo da Figura 2, e bombeada a um segundo reservatório normalmente sobre a edificação, do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável, como a utilização de áreas comuns e jardinagem, como exemplo.

Figura 2: Sistema de coleta de água de chuva



Fonte: Tordo (2004)

No Brasil, a NBR 15.527 (2007) estabelece considerações para aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas e para fins não potáveis.

Algo que deve ser ressaltado é a qualidade da água da chuva que será armazenada. Segundo Tomaz (2009), essa qualidade pode se dar em quatro etapas:

- 1) Antes de cair no solo;
- 2) Após escorrer pelo telhado;
- 3) Dentro do reservatório;
- 4) No ponto de uso.

A primeira etapa é a quantidade de água da chuva que vai atingir o solo. Na segunda, é a qualidade da água quando precipita sobre o telhado ou área de coleta de chuva.

A terceira etapa já é quando a água está armazenada no reservatório e sua qualidade é alterada devido a elementos sólidos decantados no fundo do mesmo com a água pronta para a utilização. Quarta e última etapa, é a água pronta para o consumo, como a utilização em descargas e bacias sanitárias.

Assim também citado pelo autor, a água da chuva não é recomendada para lavagem de roupa devido a provável presença do protozoário *Cryptosporidium*, cujos esporocistos podem se depositar em roupas lavadas e através das mãos podem ter

contato com a boca, gerando uma contaminação, mesmo que ainda embrionária, de vermes trematódeos.

Para a utilização da água da chuva em lavagem de roupas ou até mesmo em piscinas, haverá a necessidade da instalação de filtro lento de areia ou do próprio filtro da piscina.

Logo, devemos novamente considerar as afirmações de Tomaz (2009), que nos apresenta detalhadamente as etapas que devemos analisar referentes a qualidade da água da chuva, pois sua composição varia de acordo com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.), com a presença ou não de vegetação e também com a presença de carga poluente.

Quando próximos do oceano, a água de chuva apresenta elementos como sódio, potássio, magnésio, cloro e cálcio em concentrações proporcionais às encontradas na água do mar. Distante da costa, os elementos presentes são de origem terrestre, isso é, partículas de solo que podem conter sílica, alumínio e ferro, entre outros, e elementos cuja emissão é de origem biológica, como o nitrogênio, fósforo e enxofre. Nos centros urbanos e em regiões industriais a situação se altera, pois, passam a ser encontradas alterações nas concentrações naturais da água da chuva devido a poluentes do ar, como o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) ou ainda chumbo, zinco e outros. Tomaz (2009) afirma que:

A reação de certos gases na atmosfera, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), com a chuva forma ácidos que diminuem o pH da água da chuva. Se tivermos água destilada, o pH é de 5,6. Pode-se dizer, portanto, que o pH da chuva é sempre ácido, e o que se verifica é que, mesmo em regiões inalteradas, encontra-se pH ao redor de 5,0. Em regiões poluídas, pode-se chegar a valores como 3,5 quando há o fenômeno da "chuva ácida". (TOMAZ, 2009, p. 102).

Na capital do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, o pH da água da chuva já foi relatado com índice inferior a 4,0.

A orientação da NBR 10844 (1989), onde a determinação da intensidade pluviométrica "I", para fins de projeto, deve ser feita a partir da fixação de valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno. O período de retorno (T) para captação de águas de telhado deve ser fixado em 5 anos, para coberturas e/ou terraços, conforme a norma.

Em forma orientativa, a Tabela 3 apresentada, traz trecho dos valores de intensidade pluviométrica para algumas cidades brasileiras:

Tabela 3 - Chuvas intensas no Brasil (Duração – 5 min)

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
54 - Ponta Grossa/PR	120	126	148
55 - Porto Alegre/RS	118	146	167 (21)
56 - Porto Velho/RO	130	167	184 (10)

Fonte: adaptado de ABNT NBR 10844(1989).

Para a captação através de telhados, deve-se observar o material no qual o mesmo foi fabricado, como exemplo o fibrocimento ou a tinta usada no revestimento do telhado, e é claro, contaminantes como fezes de passarinhos, pombas, fezes de ratos, morcegos e outros animais, bem como poeiras, folhas de árvores. Tais contaminações podem trazer problemas de existência de bactérias e de parasitas gastrointestinais. Logo por este motivo, é aconselhável que a água de lavagem dos telhados, isto é, a primeira água, seja desprezada e jogada fora. O metal pesado, chumbo e arsênio, também pode ser encontrado na água de chuva.

Entende-se que a utilização da água da chuva é ótima para os processos industriais, além disso para a jardinagem, irrigação e demais formas de limpeza. (TOMAZ, 2009).

O autor ainda segue destacando que, quando a água da chuva é armazenada no reservatório, a probabilidade é grande de que a água traga materiais pesados que ficarão depositados no fundo do reservatório, onde observamos uma lama no fundo do mesmo. Todos os organismos vivos microscópicos que vivem no telhado, durante uma chuva são transportados para o reservatório, onde se multiplicam, trazendo riscos àqueles que usarão a água.

A fim de evitar tais danos, recomenda-se limpeza pelo mesmo uma vez ao ano, bem como evitar-se a entrada da luz do sol no reservatório devido ao crescimento de algas. A tampa de inspeção deve ser hermeticamente fechada. A saída do extravasor (ladrão) deverá conter grade para que não entrem animais pequenos. Lamentavelmente, essas particularidades geram medo e resistência na implantação de projetos que realizem o aproveitamento de águas pluviais para consumo direto, por isso neste Trabalho se

propõe a utilização da água de chuva somente para descargas sanitárias, lavagem de calçadas e irrigação.

Outro ponto de relevância é o coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente de *runoff*. Este coeficiente representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado variando conforme a superfície, de acordo com a NBR 15527 (2019).

Conforme Tomaz (2010), o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que o precipitado, logo, para o cálculo deve-se usar o coeficiente de *runoff*, que é o quociente entre a água que escoa superficialmente, pelo total da água precipitada. Com isso, a perda de água de chuva que será considerada no coeficiente está relacionada com a limpeza do telhado, perda por evaporação, perdas na autolimpeza e outras.

Abaixo segue Tabela 4, que exemplifica os valores do coeficiente, relacionado ao tipo de material implantado na edificação.

Tabela 4 - Coeficientes de *runoff* médios

Material	Coeficiente de <i>runoff</i>
Telha cerâmica	0,8 a 0,9
Telha esmaltada	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, (2010)

Como orientado pelo autor, o valor melhor adotado para o coeficiente de *runoff* é  $C=0,95$ .

A NBR 10844 (1989) traz a base de cálculos para o dimensionamento das superfícies, considerando geometria básica e cálculos de dimensionamento dos condutores, das calhas, onde sugere o uso da fórmula de Manning-Strickler, ou qualquer outra fórmula equivalente.

A fórmula de Manning-Strickler é representada da seguinte forma:

$$Q = K \frac{S}{n} R_H^{2/3} i^{1/2}$$

Onde  $K$  = coeficiente de *runoff*

$S$  = declividade da superfície (m/m)

$n$  = coeficiente de rugosidade

$R_h$  = raio hidráulico (m)

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As técnicas utilizadas para a coleta de dados, limita-se em visita no local, levantamento de dados do telhado, medições das vazões do sistema de drenagem, planilhas de acompanhamento pluviométricos, demonstras as formas de utilização desse recurso e proporcionar as vantagens econômicas do sistema. Encerra-se o capítulo elencando as variáveis que serão observadas para a execução do Trabalho.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Quanto a área do conhecimento, conforme definidas pelo CNPq (2020), este Trabalho se situa na grande área das engenharias denominada engenharia dentro da subárea Engenharia Civil, no ramo da Construção Civil, especificamente na área de Instalações prediais.

Quanto à finalidade, o Trabalho classifica-se como sendo uma pesquisa aplicada, uma vez que, conforme Gil (2010), o tipo de pesquisa assim denominado pretende “resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem” (GIL, 2010, p. 27). Ora, na medida em que se pretendem apresentar soluções para a utilização da água que normalmente se destina ao escoamento pluvial, considera-se que se está resolvendo um problema que envolve toda a sociedade.

Quanto aos métodos empregados, classifica-se a mesma, ainda conforme a subdivisão estabelecida por Gil (2010), referente a natureza dos dados, como uma pesquisa quantitativa, uma vez que nos interessa neste Trabalho as quantidades que serão medidas. Quanto ao ambiente em que os dados serão coletados, o trabalho será quantitativo, pois trata-se de pesquisa onde as quantidades que serão medidas. O Trabalho será realizada parte em visitas em campo, devido as medidas a serem feitas em vários telhados e em laboratório para a resolução de cálculos hidráulicos. Quanto ao grau de controle das variáveis, será uma pesquisa quantitativa, a qual, conforme Gil (2010) é conceituada como “as quantidades que serão medidas” (GIL, 2010, p. 28), pois os métodos empregados, qualifica a pesquisa como não experimental e sim acadêmicas, uma vez que a mesma se desenvolve sobre formulações já existentes.

Quanto aos objetivos, enquadra-se esta pesquisa dentro do tipo denominado pesquisa exploratória, pois, tendo em vista o que afirma o mesmo autor, este é o tipo em que “maioria das pesquisas realizadas com propósitos acadêmicos, pelo menos num primeiro momento.” (GIL, 2010, p. 27), o que está em sintonia com o que pretende este Trabalho, uma vez que o levantamento bibliográfico e levantamento de dados, os quais estão descritos na seção 3.3.1. Para o levantamento de dados será realizada também uma pesquisa de campo, conforme conceituada por. Ainda dentro desta subdivisão, a coleta de dados se dará através de Levantamento de campo, que é descrito por Martins Junior (2008), como “levantamento bibliográfico e levantamento de dados, os quais estão descritos na seção 3.3.1. Para o levantamento de dados será realizada também uma pesquisa de campo, conforme conceituada por” (MARTINS JUNIOR, 2008, p. 59).

### 3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS

Para a aplicação das técnicas e instrumentos de coletas de dados, deverão ser observadas as dimensões dos telhados do condomínio, logo dimensionar a sua vazão, quanto ao seu sistema de drenagem, isso sendo observado e medido. Com essa visita realizada nas coberturas e as medidas coletadas, passaremos para delimitação da forma de modalidade ou projeto mais adequado e sua técnica de registro. Os critérios científicos deverão ser apoiados na bibliografia sobre o dimensionamento de reservatórios. Finalizando com a tarefa de construir o *layout* ou esboço para expor o sistema final realizado.

#### 3.2.1 Definição operacional das variáveis

Listam-se, abaixo, as diversas variáveis e a maneira como as mesmas serão computadas e como atuarão no conceito geral do dimensionamento do reservatório.

-Área de cobertura dos telhados – Para esta variável será confeccionada uma pequena tabela onde serão anotadas as medidas horizontais e verticais bem como a declividade, onde se calculará a área do referido telhado.

-O sistema de drenagem do telhado será descrito utilizando-se embasamento teórico.

- Para parametrizar planilhas pluviométricas na região de Porto Alegre, serão considerados volumes de chuvas registrados na cidade.

- Para o cálculo do reservatório com base no volume de água da chuva de Porto Alegre, será levado em conta caixas de água com volumes comerciais, com a utilização de uma margem de segurança afim de evitar um transbordo.

- Para a demonstração do reaproveitamento da água da chuva no condomínio, será avaliado, com base em volumes reais gastos, a quantidade utilizada nas dependências do condomínio, com intuito comparativo.

- A cotação e custos para a implantação do sistema de captação, serão baseadas em valores de mercado.

- A viabilidade econômica do sistema a ser instalado no condomínio, será com base no levantamento de custos, *versus* o tempo de retorno.

## 4 RESULTADOS

Na sequência são descritos o Método de Rippl, o consumo estimado e o croqui da instalação.

### 4.1 MÉTODO DE RIPPL

Para iniciarmos os cálculos do dimensionamento do aproveitamento da água da chuva, segundo Tomaz (2011), para se verificar e apresentar esses dimensionamentos existem diversos autores internacionais que têm essa expertise. Entretanto, o método de Rippl nos dá conhecimentos mais simplificados e absolutos.

Esse método apresenta valores extremos do volume do reservatório, mesmo em localidades com grande variação de precipitação média de chuvas mensais. Com isso se visualiza também seu volume máximo.

A série histórica utilizada neste Trabalho é referente aos índices pluviométricos de Porto Alegre, de 1961 a 2019, obtidos no site da Agência Nacional de Águas, dentro desse período de 58 anos de medições. Desta forma, foram obtidos resultados que claramente apontam os meses mais chuvosos e os mais secos, setembro e abril respectivamente.

Devemos levar em consideração que o mais adequado é que sejam levantados dados com períodos acima de 20 anos de observação.

O método de Rippl possui duas formas de utilização: uma é a forma de método analítico e a outra o método gráfico, ambas considerando chuvas mensais e demandas constantes *per capita*.

Com isso podem-se listar algumas formas de análise que Rippl nos traz:

- Uma delas leva em consideração o percentual de precipitações, ou seja, a média e as probabilidades, com uma escala de 75%, 85% e 95%. Porém devemos lembrar que a precipitação média não oferece confiabilidade, pois é de cerca de 40%, o que é muito baixo.
- Uma outra forma apresenta diagrama de Rippl através de variáveis entre Volume de Chuva acumulada, Demanda acumulada e Diferença entre Volume de chuva e demanda.

- Já numa outra maneira, o método traz a utilização do Microsoft Excel, para que se possa gerar uma curva em um gráfico considerando volumes de chuvas e a demanda constante representada por uma reta.
- O primeiro caso encontra-se representado na planilha abaixo, onde se considera o reservatório, assim como a demanda de consumo médio de Porto Alegre, que segundo ANA (2022), tivemos em média uma precipitação de 6671mm em 58 anos de acompanhamento.
- Conforme DMAE (2022), temos o consumo de 6m<sup>3</sup> mensal, considerando que cada habitante consuma cerca de 200 litros/dia. A área de captação foi levantada *in loco* no condomínio, aonde chegamos ao valor de uma área total de 2625m<sup>2</sup>.

Logo, levando em consideração esses valores, como principalmente o cálculo de Rippl, conforme Tabela 5, abaixo, chegamos a extravasar o volume de reservatório, diretamente ligado a grande incidência de chuvas na cidade de Porto Alegre.

Tabela 5 - Índice Pluviométrico em Porto Alegre de 1961 a 2019 segundo método de Rippl

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda constante mensal (não potável) (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal(m <sup>3</sup> )	Dif. Vol. demanda vol. Chuva(m <sup>3</sup> )	Dif. acum.(m <sup>3</sup> )	Dif. acum.
Coluna 1	Coluna2	Coluna3	Coluna4	Coluna5	Coluna6	Coluna7	Coluna8
Janeiro	108	1687	2625	256	1431	1438	Subindo
Fevereiro	109	1720	2625	257	1464	2902	Subindo
Março	104	1419	2625	245	1174	4076	Subindo
Abril	97	1688	2625	230	1458	5534	Subindo
Mai	103	1740	2625	243	1497	7031	Subindo
Junho	133	1655	2625	314	1341	8372	Subindo
Julho	133	1751	2625	315	1436	9808	Subindo
Agosto	132	1969	2625	313	1656	11464	Subindo
Setembro	141	1907	2625	333	1574	13038	Subindo
Outubro	131	1730	2625	308	1422	14460	Subindo
Novembro	103	2229	2625	243	1986	16446	Subindo
Dezembro	104	2613	2625	246	2367	18813	Subindo
Totais	1398	22108		3302			

Fonte: Tomaz (2011)

Para um melhor entendimento, a Tabela 5 teve seu desenvolvimento de cálculos respeitando a seguinte ordem:

- Coluna 1: foi relacionado o período de tempo anual, abrangendo de janeiro a dezembro;

- Coluna 2: para a obtenção dos dados de Chuva média mensal, foi realizado o levantamento do histórico de precipitação em Porto Alegre de 1961 a 2019;
- Coluna 3: Demanda constante mensal, obtida com base no levantamento dos volumes consumidos pelo condomínio nas áreas comuns, extraídos das faturas de cobrança do mesmo e seus detalhamentos seguem na Tabela 7;
- Coluna 4: para a obtenção da Área de captação, foi feita a medição dos telhados das 11 torres, a captação feita por telhado de cimento amianto e abaixo encontra-se a forma de obtenção dos dados de área dos telhados

Tabela 6 – Levantamento de áreas de telhado.

Identificação no condomínio	Nº de Torres	Comprimento	Largura	Área (m <sup>2</sup> )
4 e 5	2	38	12,5	475
6 e 7	2	38	12,5	475
1, 2 e 3	3	58	12,5	725
8, 9, 10 e 11	4	76	12,5	950
			Total	2625

Fonte: O autor (2022).

para chegar nos 2625 m<sup>2</sup> de área total de captação na Tabela 6:

- Coluna 5: para chegarmos no resultado mensal de Volume de chuva mensal, foi realizada a multiplicação entre a coluna 2 e a coluna 4, respeitando as unidades, fazendo a divisão por 1000 e ambas multiplicadas pelo coeficiente de *runoff*, que, considerando a aplicação de telhado de cimento amianto, o valor constante foi 0,90.

Assim, foi respeitada a linha de cálculo de cada mês e representada no exemplo abaixo do mês de dezembro:

$$(5943\text{mm} / 1000) \times 2625 \text{ m}^2 \times 0,90 = 14041 \text{ m}^3$$

- Coluna 6: nessa coluna, basicamente, estão as diferenças entre os volumes da demanda e os volumes de chuva mensais, onde se orienta a diminuição entre os valores da coluna 3, menos a coluna 5. O resultado positivo mostra o volume da demanda do condomínio, logo, o volume de água supera o disponível.

- Coluna 7: para resultados positivos na diferença acumulada da coluna 6 e considerando que o reservatório esteja cheio, com isso o volume máximo obtido, segundo o método empregado é de 18813 m<sup>3</sup>.
- Coluna 8: para a indicação do resultado na coluna 8, se utiliza letra E, D e S, sendo Extravasando, Diminuindo e Subindo respectivamente. Com a proposta de termos a instalação de 11 reservatórios, totalizando 55000litros de capacidade conforme Tabela 7, identificamos que teremos uma média de 6 ciclos nos reservatórios por mês.

Tabela 7 – Levantamento de volume das caixas d'água com relação ao volume de chuva.

	Torre 1	Torre 2	Torre 3	Torre 4	Torre 5	Torre 6	Torre 7	Torre 8	Torre 9	Torre 10	Torre 11
Vol. médio chuva mensal (litros)	Caixa d'água 5000 L										
	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000
Janeiro	284392	57	28	19	14	11	9	8	7	6	5
Fevereiro	285220	57	29	19	14	11	10	8	7	6	5
Março	272371	54	27	18	14	11	9	8	7	6	5
Abril	255164	51	26	17	13	10	9	7	6	6	5
Mai	269546	54	27	18	13	11	9	8	7	6	5
Junho	349242	70	35	23	17	14	12	10	9	8	7
Julho	350091	70	35	23	18	14	12	10	9	8	7
Agosto	347444	69	35	23	17	14	12	10	9	8	7
Setembro	369457	74	37	25	18	15	12	11	9	8	7
Outubro	342639	69	34	23	17	14	11	10	9	8	7
Novembro	269551	54	27	18	13	11	9	8	7	6	5
Dezembro	273695	55	27	18	14	11	9	8	7	6	5
Totais	3668812										

Fonte: O autor (2022).

## 4.2 LEVANTAMENTO DE CONSUMO

O condomínio alvo desde Trabalho tem seu abastecimento realizado pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos (Dmae), em Porto Alegre.

Com base no histórico de consumo total de água, podemos evidenciar os resultados na Tabela 8, abaixo:

Tabela 8–Histórico de consumo do condomínio

Série histórica	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22
Volume em m <sup>3</sup>	1687	1720	1419	1688	1740	1655	1751	1969	1907	0	2229	4343	1702	1639

Fonte: O autor (2022).

No entanto, o volume considerado de consumo nas áreas comuns do condomínio de cerca de 3m<sup>3</sup> por unidade familiar, por mês, logo considerando as 220 unidades totais, chegamos no valor de aproximadamente 660m<sup>3</sup> mensais de consumo de água médio.

Para a identificação dos valores de consumo no condomínio, a Tabela 9 abaixo, exemplifica os dados obtidos através do levantamento de registros nas faturas dos condôminos, onde os valores encontrados são exatamente iguais para cada unidade.

Tabela 9–Levantamento de dados registados nas faturas dos condôminos

	Valor do consumo de água total (R\$)	Consumo em m <sup>3</sup>	Consumo áreas comuns por apart. (R\$)	Nº de unidades pagantes	Consumo áreas comuns por apart. (m <sup>3</sup> )	Total do consumo nas áreas comuns (m <sup>3</sup> )	Consumo médio da máq. De água (m <sup>3</sup> )	Consumo médio de água lavagem dos prédios (m <sup>3</sup> )	Consumo de água do jardim m <sup>3</sup> (A= 985m <sup>2</sup> )	Limpeza das lixeiras m <sup>3</sup> (aprox. 250/dia)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
jul/21	12414	1687	14	220	2	409	33	9	24	2
ago/21	12663	1720	14	220	2	410	33	9	24	2
set/21	10443	1419	11	220	1	322	33	9	24	2
out/21	12422	1688	4	220	1	124	33	9	24	2
nov/21	12806	1740	6	220	1	185	33	9	24	2
dez/21	12184	1655	7	220	1	205	33	9	24	2
jan/22	12891	1751	10	220	1	292	33	9	24	2
fev/22	14488	1969	16	220	2	491	33	9	24	2
mar/22	14032	1907	15	220	2	437	33	9	24	2
abr/22	12736	1730	22	220	3	645	33	9	24	2
mai/22	16405	2229	12	220	2	353	33	9	24	2
jun/22	19232	2613	27	220	4	799	33	9	24	2
jul/22	12530	1702	24	220	3	713	33	9	24	2
ago/22	12066	1639	22	220	3	660	33	9	24	2
Média	13379	1697	14	220	2	424	33	9	24	2

Fonte: O autor (2022).

Para um melhor entendimento, a Tabela 9 teve seu desenvolvimento de cálculos respeitando a seguinte ordem:

- Coluna 1: foi relacionado o período de junho de 2021 a agosto de 2022, totalizando uma coleta de dados de 15 meses;
- Coluna 2: valores em reais, cobrados pelo DMAE, descrito em cada fatura dos meses relacionados;
- Coluna 3: valores em m<sup>3</sup> do consumo total do condomínio, utilizando por métrica o valor de R\$ 7,36;
- Coluna 4: valor cobrado para cada unidade, mensalmente, com base no descrito nas faturas de cada unidade, valor esse igual para todos os 220 apartamentos;
- Coluna 5: número de unidades sujeitas a cobrança, totalizando 220 apartamentos;

- Coluna 6: consumo, em m<sup>3</sup> cobrado, de cada unidade, utilizando a multiplicação de R\$ 7,36 X coluna 4;
- Coluna 7: total do consumo nas áreas comuns em m<sup>3</sup> por mês;
- Coluna 8: cálculo aproximado do consumo da máquina de água mineral instalada no condomínio de acesso livre aos moradores, utilizando a seguinte fórmula:

$$5 \text{ litros} \times 30 \text{ dias} \times 220 \text{ unidades} / 1000 = 33 \text{ m}^3/\text{mês}$$

- Coluna 9: cálculo aproximado do consumo médio de água de limpeza dos prédios. Para essa fórmula, se utilizou relatos das diaristas que realizam a limpeza, onde foi apontado que são necessários 2 baldes com 14 litros cada de água para a limpeza de cada prédio, com isso a fórmula fica desta forma:

$$14 \text{ litros} \times 2 \text{ baldes} \times 220 \text{ unidades} \times 30 \text{ dias} / 1000 = 9 \text{ m}^3/\text{mês}$$

- Coluna 10: com base na área total de jardim que o condomínio possui, que é de cerca de 985 m<sup>2</sup>. Segundo Tomaz (2009), utilizam-se 2 litros/dia/m<sup>2</sup> e ainda sendo a frequência de lavagem de 12 (doze) vezes por mês ou seja 0,40 vezes/mês teremos:

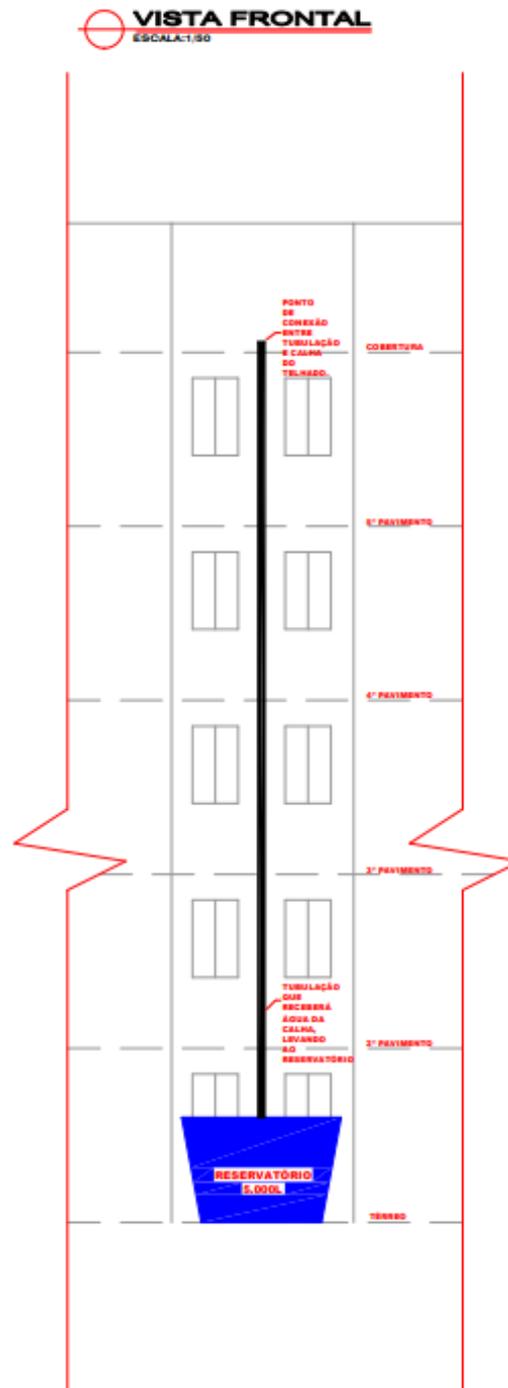
$$985 \text{ m}^2 \times 2 \text{ litros} \times 0,40 \times 30 \text{ dias} / 1000 = 24 \text{ m}^3$$

- Coluna 11: volume aproximado do consumo de água na limpeza das lixeiras do condomínio, considerando um uso de 250 litros e duas lavagens por semana. Com os valores acima tabelados, chega-se ao volume total médio de água utilizado de 1697 m<sup>3</sup> mensais, os quais foram obtidos através de levantamento das faturas e detalhamentos de cobrança do condomínio.

### 4.3 CROQUI DA LOCAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Afim de ilustrar a localização do reservatório nas extremidades de cada conjunto de prédios que temos no condomínio, se utilizou o seguinte croqui:

Figura 3: Croqui da posição da caixa d'água no recuo do prédio



Fonte: O Autor (2022).

#### 4.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Visando o reaproveitamento da água da chuva para o uso não potáveis dependências do condomínio, se propõem a utilização de caixa de água, uma por prédio, totalizando 11 unidades, com capacidade de 5000 litros cada, conectadas ao sistema de calha dos telhados, através de tubos de 100 mm.

Cada caixa d'água deve conter um dreno, a fim de extravasar quando o volume captado for superior ao da demanda, com dimensão 32 mm, ligado à rede de esgoto pluvial que há no local. Podemos observar que, segundo a série histórica, todos os meses extravasaremos.

Juntamente com o sistema de dreno, deve haver uma saída de água, para o fim ao qual esse Trabalho se propõe, com a utilização de um registro de esfera de 32 mm para a utilização em diversos fins, como os quais já citados nesse Trabalho.

Entretanto, durante essa análise, evidenciou-se um consumo em áreas comuns efetivamente alto, com custos aos moradores elevado mensalmente, e com isso, esse sistema vem colaborar com a economia e sustentabilidade do condomínio.

## 5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Entendemos a grande necessidade de suprimos as demandas de consumo de água em um condomínio familiar com 11 prédios e isso gera custos financeiros aos moradores e impactos ao meio ambiente, considerando que utilizamos a água tratada para realizar atividades como limpeza ou irrigação de jardins.

Também observamos que a cidade de Porto Alegre nos proporciona um clima muito favorável, referindo-se aos volumes de chuvas que aqui precipitam mensalmente. Visto que temos médias de em torno de 116 mm de chuva. E isso não pode ser desperdiçado ou não poderia deixar de ser reaproveitado.

O sistema de captação de água da chuva, localizado em cada uma das 11 torres do condomínio, com capacidade de 5000 litros cada, dará, caso implantado, uma significativa economia de água no condomínio, que tem volumes mensais médios em áreas comuns de 424 m<sup>3</sup>.

Porém, este Trabalho acabou levantando serias dúvidas quanto ao real consumo de água nas áreas comuns do condomínio, visto que 424 m<sup>3</sup> médios de consumo somente nestas áreas é altíssimo e há um reflexo direto nas faturas dos condôminos, com média de R\$ 14,00 reais, dentro do período avaliado.

Afim de entender os números consumidos, foi feito contato com a administradora e com o síndico do condomínio, para que houvesse uma explicação plausível referente as cobranças, porém lamentavelmente até a presente data, os mesmos não se pronunciaram sobre o assunto.

Com isso deixa-seem aberto o tema para uma continuidade em uma nova pesquisa no sentido de entender os custos e volumes de água elevados e é claro, a efetiva implantação no condomínio do sistema de captação de água da chuva para uso não potável.

## REFERÊNCIAS

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

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

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – Séries Históricas de Estações. Disponível em <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em 22 ago. 2022.

BRITO, Debora. **A água no Brasil: da abundância à escassez**. Agência Brasil, ano 2018. Disponível em: <[agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-da-abundancia-escassez](http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-da-abundancia-escassez)> Acesso em 27abr. 2022.

CAMPOS, Mônica Maria; AZEVEDO, Flávio Rocha. **Aproveitamento de águas pluviais para consumo humano direto**. In: Jornal Eletrônico das Faculdades Integradas Vianna Júnior. Edição I, p. 23-42, mai. 2013.

COLLA, Lizzi Lemos. **Sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia Ambiental) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Sorocaba, 2008.

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/engenharias>. Acesso em 01 jun. 2022.

CPRM. Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. **O Ciclo da água**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/Coisas-que-Voce-Deve-Saber-sobre-a-Agua-1084.html>. Acesso em 27 abr. 2022.

FEITOSA, Everton; YADA, Marcela; SOARES, Nathalia. **Uso de cisternas na captação da água da chuva para uso animal**. Revista Interface Tecnológica, São Paulo, p. 305-314, 2018.

GHISI, E. **A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares**. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006. Florianópolis, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, Atlas, 2010.

GOLDENFUM, Joel. **Reaproveitamento de águas pluviais**. 14 f. Artigo científico (Pesquisa) – Instituto de Pesquisas Hídricas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Passo Fundo, 2006.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 7, n. 4, out./dez. 2002.

MARTINS JUNIOR, Joaquim. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso**. Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes, 2008.

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.

MINIKOWSKI, M.; MAIA, A. G. **Sistemas de aproveitamento de água de chuva no município de Irati (PR)**. In: Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 7, n. 2, p. 181-188, abr./jun. 2009.

Programa Cidades Sustentáveis – Consumo total de água – Porto Alegre, RS. Disponível em: <https://2013-2016-indicadores.cidadessustentaveis.org.br/br/RS/porto-alegre/consumo-total-de-agua>. Acesso em 22 ago. 2022.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. capítulo 0, Guarulhos, SP. ed. Plínio Tomaz: 2010.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**: capítulo 1, São Paulo, SP. Ed. Navegar Editora, 2003. 180 p.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. capítulo 2, Guarulhos, SP. ed. Plínio Tomaz: 2009.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. capítulo 5, Guarulhos, SP. ed. Plínio Tomaz: 2009.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. capítulo 9, Guarulhos, SP. ed. Plínio Tomaz: 2011.

TORDO, O. C. **Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Tecnológicas e Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2004.

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

ZERBINATTI, Oberdan et. al. **Qualidade da água proveniente da chuva coletada em diferentes tipos de telhado**. Espírito Santo do Pinhal, p. 19- 037, jul./set. 2011.