

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**PAULO HENRIQUE KOUPAK SANCHES**

**PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE  
ÁGUA DE CHUVA NO CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO**

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2022**

**PAULO HENRIQUE KOUPAK SANCHES**

**PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE  
ÁGUA DE CHUVA NO CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO**

**Proposal for the implementation of a rain water capture system in the francisco  
beltrão campus**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Química da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Juan Carlos Pokrywiecki.

Coorientadora: Iredé Angela Lucini Dalmolin.

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**PAULO HENRIQUE KOUPAK SANCHES**

**PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE  
ÁGUA DE CHUVA NO CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Química da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 22/Junho/2022

---

Juan Carlos Pokrywiecki  
Doutorado em Engenharia Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Francisco Beltrão

---

Irede Angela Lucini Dalmolin  
Doutorado em Engenharia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Francisco Beltrão

---

Ticiane Sauer Pokrywiecki  
Doutorado em Engenharia Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Francisco Beltrão

“A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Queria agradecer primeiramente aos meus pais Viviane Sanches e Paulo Luis Sanches, que me incentivaram ao estudo, me apoiaram e passaram todas as dificuldades junto comigo, sem eles eu não poderia ter feito nada disso. A meus irmãos, que contribuíram com total apoio e companheirismo.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Juan Carlos Pokrywiecki, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, agradecer também à minha Coorientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irede Dalmolin.

Gostaria de agradecer a mim, que não desisti nos momentos difíceis e procurei sempre levantar a cabeça e seguir em frente.

Agradecer à minha companheira e parceira Taís, que esteve comigo em todos os momentos, me apoiou e me fez ter forças.

Agradecer a Deus, que me fez crer que era possível tal resultado, que eu teria total capacidade para concluir o curso e não me fazer desistir em nenhum momento apesar das turbulências.

Agradecimento especial a amiga Camila Guimarães, que elaborou as imagens do projeto, ajudando e muito na finalização do projeto.

Por fim, agradecer a TODOS, que puderam fazer parte deste processo, e contribuir com a minha formação, não só profissional, mas de caráter, formação humana e social, onde tenho certeza que sem eles não teria conseguido.

## RESUMO

A água é um dos bens mais preciosos existentes no planeta, por isso tratar da economia deste recurso é algo tão importante. A captação de água da chuva, se torna um ponto crucial para tal objetivo, e com isso, entra a UTFPR câmpus Francisco Beltrão, onde se fez um estudo para a implementação desse sistema, visando economia monetária, sustentabilidade e foco na educação ambiental. O presente trabalho teve como resultados obtidos, uma pluviosidade expressiva de 1895 mm no ano, e previsão de captação ótima para a característica do sistema, mostrando que é possível a implementação de um sistema de captação de água da chuva no câmpus Francisco Beltrão da UTFPR. O método de coleta de dados e área de captação empregado apresentou viabilidade técnica e econômica.

Palavras-chave: água da chuva; captação; dimensionamento.

## **ABSTRACT**

Water is one of the most precious goods on the planet, which is why dealing with the economy of this resource is so important. The capture of rainwater becomes a crucial point for this objective, and with that, enters the UTFPR-Francisco Beltrão, where a study is carried out for the implementation of this system, aiming at monetary savings, sustainability and focus on environmental education. The present work had as results, an expressive rainfall as 1895 mm, and optimal capture forecast for the characteristic of the system, showing that it is possible to implement a rainwater capture in the Francisco Beltrao campus of UTFPR. The data collection method and catchment area used presented technical and economic feasibility.

Keywords: rainwater; capture, sizing.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	OBJETIVO GERAL .....	9
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
3.1	ÁGUA DA CHUVA .....	10
3.2	CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA .....	11
3.3	AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	14
3.4	CÂMPUS .....	15
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	16
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1	DIMENSIONAMENTO .....	19
5.2	ORÇAMENTO .....	24
5.3	IMPLEMENTAÇÃO .....	24
6	CONCLUSÕES.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um dos bens mais preciosos existentes no planeta. Em residências ou indústrias de vários portes ela é utilizada para grande parte das funções. O ser humano utiliza-se da água para o seu cuidado e higiene, e principalmente no consumo por ingestão.

Atualmente existem várias questões a serem resolvidas para a falta de água. É um problema nítido que várias regiões no mundo enfrentam. A água é um bem utilizado todos os dias e a falta dela pode não estar sendo tão sentida em locais com mais estrutura e planejamento, porém se o uso inconsciente continuar, as gerações futuras sofrerão.

Os meios de obtenção de água potável hoje, são unicamente, aquíferos, porém de difícil acesso, como rios e mares, sendo que através do mar o processo ainda se torna caro.

Pensando nisso, que o dimensionamento técnico e econômico entra para verificar a viabilidade de tal implementação. O processo de obtenção de água da chuva pode suprir uma futura escassez de água no campus, e muito além da economia, é um viés para que outros *campi* possam ter a mesma iniciativa.

De acordo com Perdigão (2021), o consumo de água doce aumentou em 6 vezes no último século e continua a avançar a uma taxa de 1% ao ano, fruto do crescimento populacional, do desenvolvimento econômico e das alterações nos padrões de consumo. A qualidade do bem diminuiu exponencialmente e o estresse hídrico, mensurado essencialmente pela disponibilidade em função do suprimento já afeta mais de 2 bilhões de pessoas. Muitas regiões enfrentam a chamada escassez econômica da água: ela está fisicamente disponível, mas não há a infraestrutura necessária para o acesso. E isso em um horizonte cuja previsão de crescimento no consumo é de quase 25% até 2030.

Todos os contextos citados, levam a uma nova forma de pensamento; o reaproveitamento da água. Existem hoje diversas maneiras de tratá-la novamente após o seu consumo. Levando em conta a questão econômica, o reuso da mesma é vantajoso. A captação da água das chuvas para utilização de fins não potáveis, vem a somar no âmbito de um uso sustentável da água.

De acordo com a SABESP (2014), a água de reuso é feita nas estações de tratamento de esgoto, podendo ser utilizada para diversos fins, limpeza de ruas/



praças, geração de energia, para descargas, refrigeração de equipamentos e aproveitamento nos processos industriais. As empresas que adotarem essa prática de reutilização, contribuirão com a economia de água potável designado ao abastecimento público. O uso consciente precisa ser entendido e praticado em todo o mundo. Logo uma maneira competente e capaz de sustentar as gerações futuras para que tenham acesso ao recurso tão importante e essencial a vida; a água potável.

Projetos de reaproveitamento da água, reuso, uso da captação de água das chuvas, devem servir de exemplo para uma nova visão de conscientização nas escolas e instituições de ensino. A educação do uso racional, é necessária para que se crie o hábito da economia e uso correto da água.

Conforme citado em CETESB (2013), a administração brasileira encara a água da chuva como esgoto, pois ela é encarregada de carregar todo tipo de impureza dos telhados e pisos até as bocas de lobo, atuando como “solvente universal”, diluindo impurezas, até desbocar em córregos e posteriormente em um rio que vão acabar suprindo a captação de tratamento de água potável. Mas segundo uma pesquisa da Universidade da Malásia (CETESB, 2013) evidenciou que após o início da chuva somente as primeiras águas carregam ácidos, micro-organismos e outros poluentes, e pouco tempo depois a mesma já adquire características de água destilada, que podem ser coletadas em reservatórios fechados e assim aproveitadas.

Conforme Scherer (2003) os edifícios escolares são uma fonte potencial para a implantação de sistemas prediais de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, pois geralmente apresentam grandes áreas de telhados e outras coberturas. Deste modo, para a implantação desses sistemas, são necessários estudos de viabilidade técnica e econômica, verificando o potencial de economia de água potável e determinando a relação entre custo e benefício.

Faz-se necessário também incluir políticas de educação e treinamento sobre o assunto – utilizar a água reaproveitada de forma correta, sem desperdício, fazer com que as pessoas e funcionários do câmpus criem o hábito de utilizar a água de captação contribuindo com a economia do recurso na universidade.

De acordo com o exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade técnica e econômica de um sistema de captação da água de chuva na Universidade Tecnológica Federal do Paraná no câmpus Francisco Beltrão.

## **2 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho tem como objetivo dimensionar, técnica e economicamente, um sistema de captação da água de chuva no câmpus Francisco Beltrão da UTFPR.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Avaliar tecnicamente a implementação do sistema no câmpus;
- Avaliar economicamente a viabilidade do sistema, *payback*, custos de instalação, geração de economia;
- Dimensionar um projeto para possível futura implementação do sistema.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Água da chuva

Segundo Santos (2021), para entender realmente em que se caracteriza o processo de captação de água das chuvas, pode-se citar de forma breve o Ciclo da água. Também conhecido como Ciclo hidrológico, este descreve o movimento contínuo que a água faz passando pelo meio físico, ou seja, o caminho que ela percorre pela atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, fazendo com que este recurso sempre exista no ambiente.

O conhecimento do ciclo da água é de fundamental importância para projetos das diversas áreas da Engenharia, principalmente quando se trata de tomadas de decisões para o planejamento estratégico urbano, gestão e monitoramento ambiental, além de outros mecanismos que se pode relacionar com o ciclo hidrológico (KOGA, L.; ZAMBRANO DOS SANTOS, B.; PAOLA SILVA FUCHS, J.; LARISSA ALVES MARTINS, A.; LUÍSA LUSTOSA PASCOAL, M.; DA SILVA SANTOS, M, 2020).

Nas nuvens, que são uma grande quantidade de gotículas de água, ocorrem as chuvas, ou a precipitação das gotículas, que é influenciada apenas pela ação da gravidade, caindo então novamente nos rios, lagos e oceanos, sendo absorvida pela vegetação ou caindo diretamente no solo (SANTOS, 2021).

Para se ter ideia, por quantos processos a água passa em seu ciclo, de acordo com o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, em Inglês), pode-se identificar algumas partes importantes no ciclo da água (SANTOS, 2021):

- Armazenamento da água nos oceanos (maior reservatório de água no planeta);
- Evaporação (mudança da água do estado líquido para o gasoso);
- Condensação (passagem da água do estado de vapor para o líquido);
- Precipitação (chuva);
- Corrente dos rios (água que flui para rios, córregos ou riachos);
- Armazenamento de água doce existente sobre a superfície da Terra;
- Armazenamento no lençol freático;
- Fontes (local onde a água subterrânea é descarregada para a superfície do solo).

### 3.2 Captação da água da chuva

A reutilização, reuso de água ou o uso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância (CETESB, 2022).

Analisando índices de precipitação e áreas de chuvas, pode-se fazer com que a água seja aproveitada, usando um sistema de filtração, percurso e reaproveitamento, usufruindo de modo sustentável. É onde analisa-se o projeto em questão no campus Francisco Beltrão.

O uso destes sistemas além de proporcionar o aumento da oferta de água para as edificações reduzindo o consumo de água potável se apresenta como uma boa alternativa no combate às enchentes, funcionando como uma medida não estrutural no sistema de drenagem urbana. Existem, portanto, dois motivos para a utilização de água de chuva em áreas urbanas: a redução do consumo de água potável e a melhor distribuição da carga de águas pluviais imposta ao sistema de drenagem urbana. A principal desvantagem é a diminuição do volume de água coletado em períodos de estiagem (CALHEIROS *et al.*, 2014).

Os sistemas de aproveitamento das águas de chuva são formados basicamente pela área de captação, geralmente coberturas ou telhados; os componentes de transporte, calhas e condutores verticais; filtros e o reservatório (BEZERRA *et al.*, 2010; COHIM; OLIVEIRA, 2009; COHIM *et al.*, 2008; MIERZWA *et al.*, 2007; MAY, 2004; MARTINSON; THOMAS, 2009).

Segundo NBR-15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS), a seguinte norma para a captação de águas pluviais e o uso não potável foi empregada (BRASIL, 2019):

- Inelegibilidade de métodos de dimensionamento do reservatório, ficando a critério do projetista a definição das condições técnicas, ambientais e econômicas;
- A área de cobertura passa a integrar o sistema de aproveitamento de águas pluviais como área de captação com potencial de presença de contaminantes;

- A definição do uso de água não potável, tipo: sistemas de resfriamento, descargas sanitárias; lavagem de veículos, lavagem de pisos, reserva técnicas de incêndio, uso ornamental e irrigação para fins paisagísticos;
- Os parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis estabelecidos são: *Escherichia coli*, turbidez, pH e cloro residual;
- Acrescido inspeção semestral e/ou quando necessário, na área de captação e condutores.

Inicialmente, em uso residencial, segundo NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) a água da chuva só deve ser coletada dos telhados ou superfícies elevadas, pois estas costumam ser mais limpas do que o chão, especialmente onde há trânsito de veículos, animais e outros contaminantes não presentes em telhados, como combustível por exemplo. Esses tipos de poluentes encaminhados à cisterna poderiam comprometer todo o volume. Além disso, é imprescindível a instalação de um filtro na entrada da cisterna para eliminar folhas, galhos, pedras e outros detritos que possam vir dos telhados e se degradarem dentro da cisterna.

O sistema de captação de água das chuvas, portanto é composto por um sistema de coleta, sejam eles telhados, lajes ou galpões; um reservatório de descarte para a eliminação das primeiras águas depois da limpeza; um reservatório de acumulação para armazenar a água coletada; inclusive ainda se ressalta que, conforme NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) – Instalação predial de água fria, reservatórios de água potável não podem receber águas de características diferentes, inclusive águas pluviais:

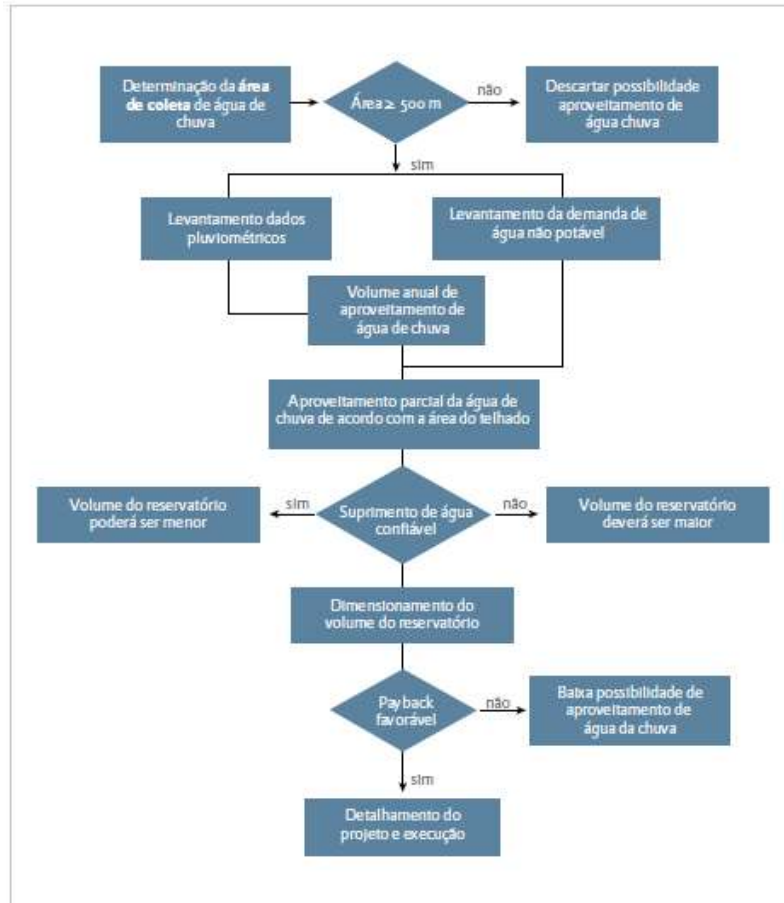
- Sistema de pressurização a abastecimento direto dos pontos de consumo ou sistema de recalque.
- Peneiras ou “filtros de descida” para retirada de folhas, galhos ou material grosseiro;
- Sistema de tratamento adequado.
- Tubos e conexões (rede exclusiva).
- Conexão para entrada de água de outra fonte para eventual suprimento do sistema quando não houver disponibilidade de águas pluviais.

Para ser viável a implementação de um projeto de águas pluviais, é necessário que as áreas de cobertura tenham pelo menos 500 metros quadrados, pois se

inferiores, o volume de água armazenada não é compatível com os custos de tubulação, sistemas de tratamento e reservatórios (CNI, 2017).

Na Figura 1, há um esquema de diagrama de decisão para a viabilidade de um sistema pluvial, mostrando quais passos devem ser seguidos e quais os meios mais viáveis para a implementação de tal sistema.

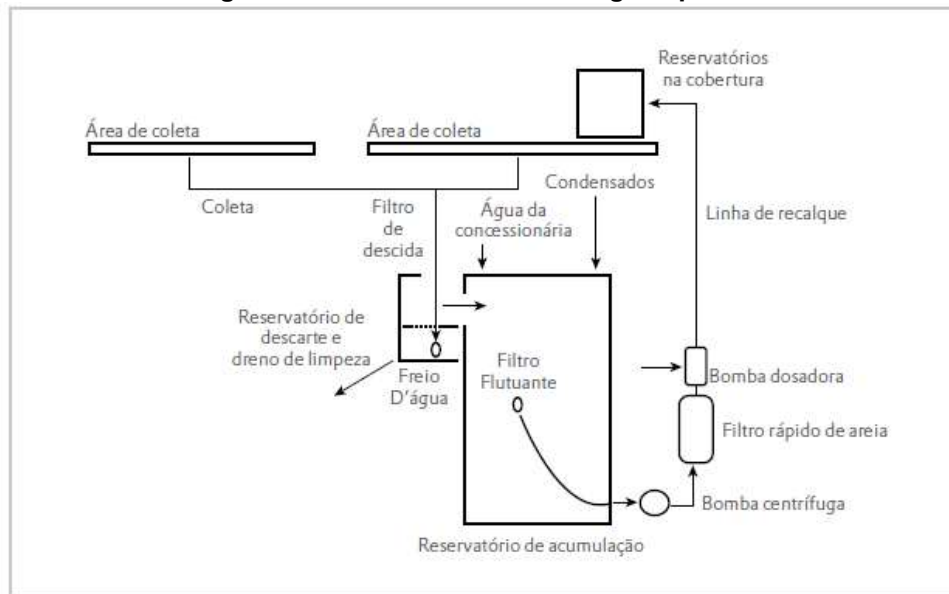
**Figura 1 - Diagrama de decisão para a viabilidade de um sistema pluvial**



Fonte: Hespanhol (2014)

Como citado anteriormente, se a área de cobertura for inferior a 500 m<sup>2</sup>, o projeto é descartado por não ser viável a sua implementação.

**Figura 3 - Sistema de coleta de águas pluviais**



Fonte: Cirra (2013)

A área de coleta armazena a água das chuvas, fazendo com que passe pela filtração da água, chegando aos reservatórios através de bombeamento.

### 3.3 Avaliação econômica

A avaliação de custo do sistema é feita a partir de um estudo de *payback*, sendo analisado como forma de pré-projeto, para que seja ou não iniciada a sua implementação. O *payback* mede o tempo que o investimento inicial será reposto, avaliando assim se é ou não viável a sua implementação, como mostrado no exemplo a seguir (TOMAZ, 2011):

- Reservatório de concreto: 1.000 m<sup>3</sup>.
- Demanda anual de água não potável: 18.552 m<sup>3</sup>.
- Custo de construção: US\$ 150/ m<sup>3</sup>.
- Custo do reservatório: 1.000 m<sup>3</sup> x 150/m<sup>3</sup> x R\$ 2,30/m<sup>3</sup> = R\$ 345.000,00
- Tarifas públicas estimadas: R\$ 8,75/m<sup>3</sup> (água) + R\$ 8,75/m<sup>3</sup> (esgoto) = R\$ 7,5/m<sup>3</sup>.
- Economia proporcionada pelo sistema: 18.552 m<sup>3</sup>/ano x R\$ 17,5/m<sup>3</sup> =R\$ 324.660,00/ano.
- *Payback*: custo do reservatório/custo da água economizada por ano R\$ 345.000,00 / R\$ 324.660/ano = 1,063 anos = 13 meses.

### **3.4 Câmpus**

Para a parte técnica, o câmpus tem ótimo potencial para agregar tal sistema, com provável redução no uso da água proveniente de abastecimento público, gerando assim uma provável economia na tarifa mensal. Com o objetivo de dar exemplo em sustentabilidade, e promover mais ações ambientais, o câmpus foi escolhido para uma futura implementação do sistema, com várias áreas de potencial para captação e o intuito de dar importância a um assunto tão presente.

Em alguns anos de convivência na universidade, não teria como escolher outro lugar, além da possibilidade de deixar um legado e exemplo para outros acadêmicos, que possam também contribuir com o conhecimento adquirido em suas caminhadas.

Porém, um detalhe deve ser bem destacado, a captação de água das chuvas, em um intuito inicial deve contribuir para um ambiente mais sustentável e voltado para a economia da própria água, visto que é o problema principal e objetivo do presente projeto, a economia na tarifa de abastecimento, será uma consequência, pois o uso cobrado será menor, e a contribuição da captação não será então apenas ambiental, mas também uma contribuição econômica ao câmpus.



#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa e levantamento de dados foi realizada em específico na Universidade Tecnológica Federal do Paraná câmpus Francisco Beltrão (UTFPR-FB). Realizou-se a medição da cobertura de acesso entre os blocos Q e R, a escolha dos componentes do sistema, se deu pelo objetivo de ser econômico e com o intuito de deixar o método mais prático, não possuindo bombas de transporte ou necessidade de energia externa.

O índice de pluviosidade, ou (CONCEITO, 2015) “índice pluviométrico” é a medição em milímetros da quantidade de chuva, neve e outros num determinado local, um exemplo: quando fala-se que choveu 15 milímetros, então isso quer dizer que essa seria a altura média que esse elemento alcançaria a partir do chão na área total de uma determinada cidade e num dado período de tempo.

Este, é medido através de um pluviômetro na maioria dos casos, onde este dispõe de uma abertura por onde entra a chuva, que cai através de um funil num recipiente marcado com uma régua. Ao observar nesta régua até onde chega a água, é possível saber quantos milímetros de chuva caíram desde que se começou a colheita até se realizar a observação (CONCEITO, 2015).

A Figura 2 mostra uma vista superior da disposição física dos pavimentos do câmpus:

**Figura 2 - Vista superior do câmpus UTFPR-FB**



**Fonte: Tassia (2019)**

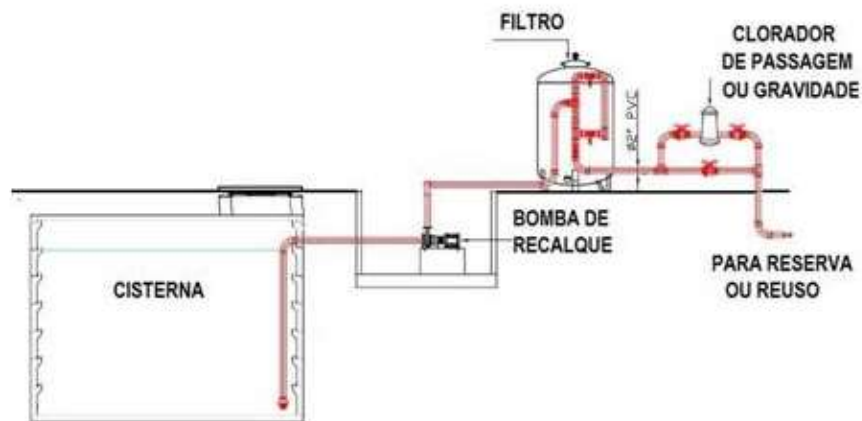
Seguindo o diagrama da Figura 1, para verificar se o câmpus da UTFPR-FB possui os requisitos para a implementação do sistema, verifica-se que em apenas em 3 blocos (Q, G e R), a área é de 1914,49 m<sup>2</sup> (TASSIA, 2019), que são superfícies com

potencial para instalação de calhas coletoras. Portanto, o requisito de no mínimo 500 m<sup>2</sup> de coberturas é atendido.

O esquema de um sistema de coleta de águas pluviais é ilustrado na Figura 3, para que se tenha maior visão sobre o projeto e descrever como ele é formado.

O esquema na Figura 4, detalha um sistema de captação feito através de uma cisterna.

**Figura 4 – Esquema de captação de chuvas**



Fonte: Snatural (2021)

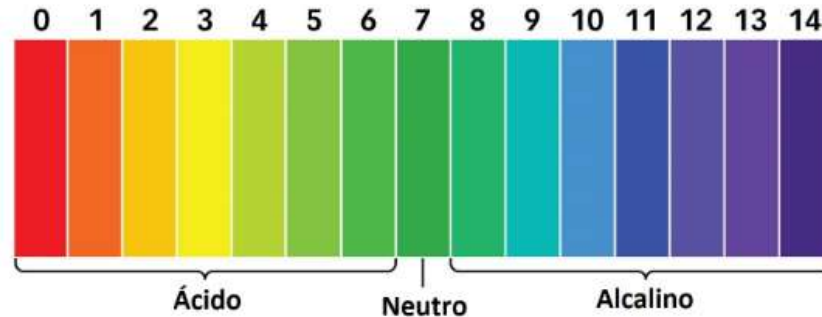
No clorador, a água passa pelo processo de desinfecção. Podem ser usadas pastilhas de cloro, para reduzir a manutenção no sistema.

Em alguns casos, é possível economizar até 50% o consumo de água. Outra observação é quanto ao custo relativamente baixo para a implantação, considerando o *payback* em curto período, principalmente em estabelecimentos com grande área de cobertura para a captação da chuva (MAPA DA OBRA, 2016).

Ainda em relação à economia, os custos da implementação do sistema são basicamente, materiais e equipamentos (tubulação, suportes e bombas), o custo da energia elétrica devido ao bombeamento e por fim os custos relacionados a mão de obra, é um sistema relativamente barato, levando em conta a questão de que não precisa haver nenhuma reforma para o sistema ser implementado. O procedimento de análise realizado foi apenas o de pH, com uma coleta de água da chuva em Francisco Beltrão, e analisado seu resultado. O pH é uma medida que determina se a água é ácida ou alcalina (Figura 5). É um parâmetro que deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões ou

entupimentos. Esse fator não traz riscos sanitários e a faixa recomendada de pH na água distribuída é de 6,0 a 9,5.

**Figura 5 – Escala de valores de pH**



**Fonte: Acqua Nativa (2018)**

O cloro é um agente bactericida. É adicionado durante o tratamento, com o objetivo de eliminar bactérias e outros micro-organismos que podem estar presentes na água. O produto entregue ao consumidor deve conter, de acordo com o Ministério da Saúde, uma concentração mínima de 0,2 mg/l (miligramas por litro) de cloro residual.

Esses foram os parâmetros de qualidade para analisar a água de chuva que será utilizada através da captação, o processo em si, é conforme já descrito; captação pelas coberturas, transporte por calhas coletoras, filtração e armazenamento. Por fim por um trajeto movido por gravidade, a água será armazenada até o seu uso dentro das dependências do câmpus.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Dimensionamento

Para o inicial dimensionamento do sistema é preciso considerar o volume de água gerado em metros cúbicos por mês na área de cobertura, ainda é possível se basear no cálculo de consumo, que considera a destinação desta água, vasos sanitários, irrigação, lavagens de pisos e usos em laboratório (MAPA DA OBRA, 2016).

Verificou-se o possível uso da cisterna do câmpus, porém, como é de difícil acesso, descartou-se a possibilidade.

O sistema a ser implementado, deverá conter os seguintes componentes:

- Duas caixas d'água de 500 litros cada;
- Tubulação em canos PVC;
- Uma bombona, servindo para a filtragem da água;
- Duas torneiras, uma para cada caixa;
- Tubulação menor para a transferência de água entre as caixas;
- Uma calha para direcionamento da água para a tubulação;
- Joelhos e curvas para encaixe na tubulação.

O sistema se encontrará no térreo do bloco R na universidade; local de fácil acesso, focando nos funcionários que efetuam a limpeza do câmpus e que, portanto, usarão a água de forma frequente. Ainda, o elevador facilitará o trajeto à busca do recurso. Todo o sistema converge por ação da própria gravidade, portanto bombas não são necessárias.

Figura 8. Esquema do sistema em foto realizada no câmpus



Fonte: Autor (2022)

A localização da calha mostrada na Figura 8, pode ser melhor visualizada na imagem seguinte (Figura 9), em destaque na cor vermelha, a qual ficará na extremidade da cobertura da passarela que fica entre os blocos Q e R.

Inicialmente, a água da chuva percorrerá através de uma calha instalada na cobertura da passarela de acesso ao Bloco R, até o cano principal do sistema. O cano levará a água para o primeiro estágio. Entre as caixas, estará a bombona, (Figura 6), possuindo as respectivas dimensões:

**Figura 6 - Bombona de 200 litros**



**Fonte: Elastobor (2022a)**

- Altura: 90 centímetros;
- Diâmetro: 59 centímetros;
- Diâmetro externo do bocal: 44 centímetros;
- Material: Plástico.

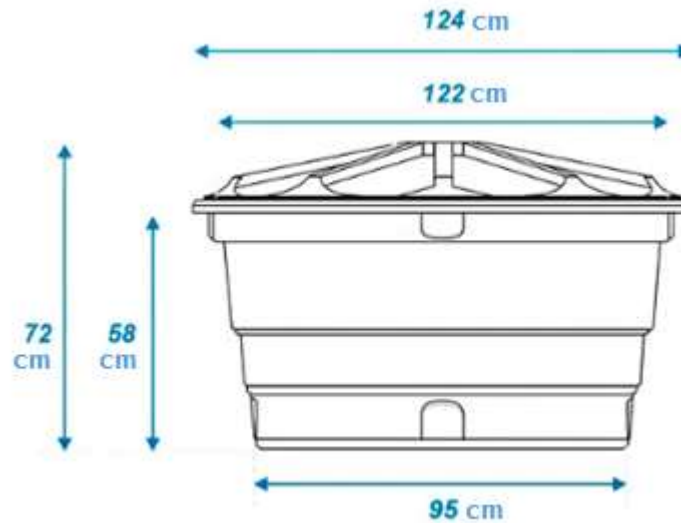
No interior desta bombona, comumente chamada, estará o filtro gravitacional, o qual recebe tal denominação pois quase no topo do recipiente, há um cano de transferência para a primeira caixa d'água, com isso, a deposição de impurezas, substâncias, folhas, insetos, estará no fundo da mesma, um processo natural de decantação, onde a substância mais densa se deposita no fundo. Portanto, na fase superior, só haverá água, que será transferida para a primeira caixa d'água com o enchimento da bombona.

Ainda citando o filtro, ao fundo, em sua parte frontal, haverá uma válvula globo, para que seja retirada a água com fase mais "suja", assim fazendo a manutenção do mesmo e com o objetivo de manter o primeiro estágio da captação sempre limpo.

Saindo do filtro, a água passará por uma tubulação menor, tendo seu caminho ligado a primeira caixa d'água. As duas caixas d'água terão uma conexão através da tubulação, para que quando a primeira estiver cheia, a água siga o caminho para a segunda, de maneira natural e automática.

As caixas d'água possuem dimensões de acordo com o ilustrado na Figura 7 e características descritas abaixo.

**Figura 7. Caixa d'água do projeto**



**Fonte: Adaptado de Casashow (2022)**

- Material: Plástico Polietileno;
- Altura com tampa: 72 cm;
- Altura sem tampa: 58 cm;
- Diâmetro com a tampa: 1,24 m;
- Diâmetro sem a tampa: 1,22m;
- Diâmetro da Base: 95 cm;
- Capacidade: 500 litros cada.

Já na segunda caixa, tendo em vista que aproximadamente 1.000 litros estão suficientes para o sistema, um esquema de drenagem servirá para a água não transbordar, assim, a água em excesso pode ter seu destino ao chão, ou até mesmo para a grama.

O esquema de drenagem do excesso de água, é um cano que estará do lado oposto à entrada da água. Este será acoplado a caixa, fazendo que, quando a água elevar seu nível perto da altura da boca, a mesma deságue, havendo funcionamento normal do sistema, sem necessitar de manutenção durante o enchimento. Ainda, um joelho, peça curva de 90°, será colocada na extremidade final do cano, para que não impeça a criação de larvas do mosquito da dengue, ou seja, para que não exista água parada ao ar livre no sistema.

Nas duas extremidades frontais das caixas, na parte inferior, serão acopladas duas torneiras, onde a qualquer momento, pode-se retirar água do armazenamento e

usá-la, para uso não potável, ao lavar os pisos dos blocos, rega de plantas e grama, lavar os banheiros, entre outros usos dentro da universidade. Esquema de localização dos componentes do sistema, feito com uma fotografia realizada no câmpus da UTFPR Francisco Beltrão encontra-se na Figura 8.

**Figura 9. Localização da calha, sobre a cobertura da passarela entre o bloco R e Q**



**Fonte: Autor (2022)**

Percebe-se que a cobertura, possui uma leve inclinação em direção a calha, isso é um fator facilitador para que a água percorra o caminho, por gravidade, até seu destino final. O projeto visa não utilizar bombas para transporte da água, por dois fatores; um dos objetivos do sistema é o mínimo de gasto possível, e máxima economia, portanto, sem gastar energia, o outro fator é porque a gravidade faz com que todo o sistema funcione de forma automática, desde a inclinação da cobertura, os canos, até o sistema de drenagem.



## 5.2 Orçamento

O projeto de captação de água de chuva, sendo implementado na UTFPR, câmpus Francisco Beltrão, tem seu custo representado na Tabela 1 a seguir:

**Tabela 1 – Orçamento para implantação da captação da água da chuva na UTFPR-FB**

COMPONENTES	VALOR (REAIS) <sup>a</sup>	QUANTIDADE/COMPRIMENTO	CAPACIDADE
Caixa d'água	249,00	2 unidades	500 litros
Bombona	274,90	1 unidade	200 litros
Kit Calha	450,50	1 unidade / 8 metros	-
Canos PVC	198,00	2 unidades com 6 metros cada	-
Torneiras	35,00	2 unidades	-
Registro (abre/fecha)	36,94	1 unidade	-
Tubo soldável PVC	10,68	3 metros / 25 milímetros	-
<b>Total</b>	<b>1729,38</b>	-	-

<sup>a</sup> Valores cotados em junho de 2022.

**Fonte: Balaroti (2022), Amazon(2022), Elastobor(2022b), Balaroti(2022b), Madeiramadeira(2022)**

A estimativa é que seja gasto em torno de \$ 1.729,38 reais com o projeto todo. Em média, de \$ 1.500,00 a \$ 2.000,00 se gasta para a montagem de um projeto como este, considerando variabilidade do comércio em geral.

## 5.3 Implementação

Os resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto, avaliação técnica e econômica, e seu dimensionamento na universidade, foram que, com um custo de em média \$ 1.750,00 reais para implementação, o objetivo do estudo terá êxito, pois, o projeto tinha como base ser barato, e possuir custo-benefício, além da sustentabilidade.

Em relação a dimensionamento, a universidade possui estrutura cabível e sustentável ao projeto, com espaço livre e disponível para a estrutura que se necessita, a inclinação da cobertura da passagem entre os blocos Q e R, se torna fundamental para que outro objetivo do sistema seja alcançado, o custo-benefício, onde nenhuma bomba ou força motriz é necessária para que a água chegue ao

recipiente de armazenamento. A gravidade foi um fator essencial no sistema, pois, faz com que ele fique muito mais barato, do que se precisasse de bombas ou um esquema elétrico.

O projeto tem sucesso alcançado também, pelos dados pluviométricos levantados de Francisco Beltrão, segundo o Climate-Data (2019a) a pluviosidade na cidade é de excelente desempenho para que o sistema funcione, como é possível observar os dados da Tabela 2 da média do clima entre 1999 e 2019:

**Tabela 2 - Média geral do clima na cidade de Francisco Beltrão**

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	22.9	22.7	21.8	19.7	15.9	14.8	14.2	16	17.9	20.1	20.9	22.4
Temperatura mínima (°C)	19.1	19	17.9	15.6	12.2	11	10	11.3	13.3	15.9	16.6	18.3
Temperatura máxima (°C)	27.3	27	26.3	24.3	20.4	19.4	19.3	21.7	23.4	25	25.6	26.9
Chuva (mm)	174	158	134	136	153	155	125	104	185	223	164	184
Umidade(%)	79%	80%	79%	78%	79%	82%	79%	74%	73%	77%	75%	77%
Dias chuvosos (d)	14	12	10	8	7	7	7	5	8	11	10	12
Horas de sol (h)	9.1	8.6	8.4	8.1	6.8	6.8	7.7	8.4	8.5	8.6	9.2	9.3

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

**Fonte: Climate-Data (2019a)**

O índice pluviométrico prévio foi coletado através de fontes via *internet*, para que existisse o discernimento, entre iniciar ou não o projeto na área determinada. Obteve-se sucesso na busca de dados, e por isso o projeto teve continuidade. Realizando um levantamento de dados pluviométricos do município de Francisco Beltrão, a sua pluviosidade média anual é de 1.895 mm. Ainda, foi verificado que mesmo no mês que tem menor intensidade de chuvas, agosto, com 104 mm, o índice ainda é elevado (CLIMATE-DATA, 2019b). Portanto, favorece a implementação do sistema. Ainda segundo o Climate-Data (2019b), o mês que possui mais intensidade de chuvas é o mês de outubro, que vem a compensar a falta de chuvas de agosto.

Realizando o cálculo para que as duas caixas d'água se encham, em um mês inteiro sendo a menor precipitação (agosto, com 104 mm) e a maior como 223 mm em outubro, tomando como a área da cobertura do acesso entre os blocos Q e R como

25 m<sup>2</sup> aproximadamente, basta multiplicar a área de captação pela precipitação, como na equação 1 a seguir (ECORESPONSE, 2022).

$$25 \text{ m}^2 \times 104 \text{ mm (chuva)} = 2600 \text{ litros} \quad (1)$$

O resultado de 2.600 litros no mês inteiro mostra que a eficiência do sistema é ótima, já incluindo variáveis como, toda a água não ir em direção a calha, haver obstrução da água devido algum galho ou folhas, já prevendo o pior dos cenários, no mínimo as duas caixas d'água iriam se encher, pois só necessitam de 1.000 litros para isso, além de que este é o cálculo para o mês com menor precipitação. Vejamos agora para a maior pluviosidade, em outubro, através da Equação 2.

$$25 \text{ m}^2 \times 223 \text{ mm (chuva)} = 5575 \text{ litros} \quad (2)$$

São 5.575 litros que serão abastecidos no período, resultando em um ótimo índice para que a água possa ser usada abundantemente sem preocupação de escassez do sistema. A tabela a seguir (3), mostra a relação do índice pluviométrico, com o aproveitamento em cada mês:

**Tabela 3 – Índice pluviométrico e aproveitamento no período de um ano**

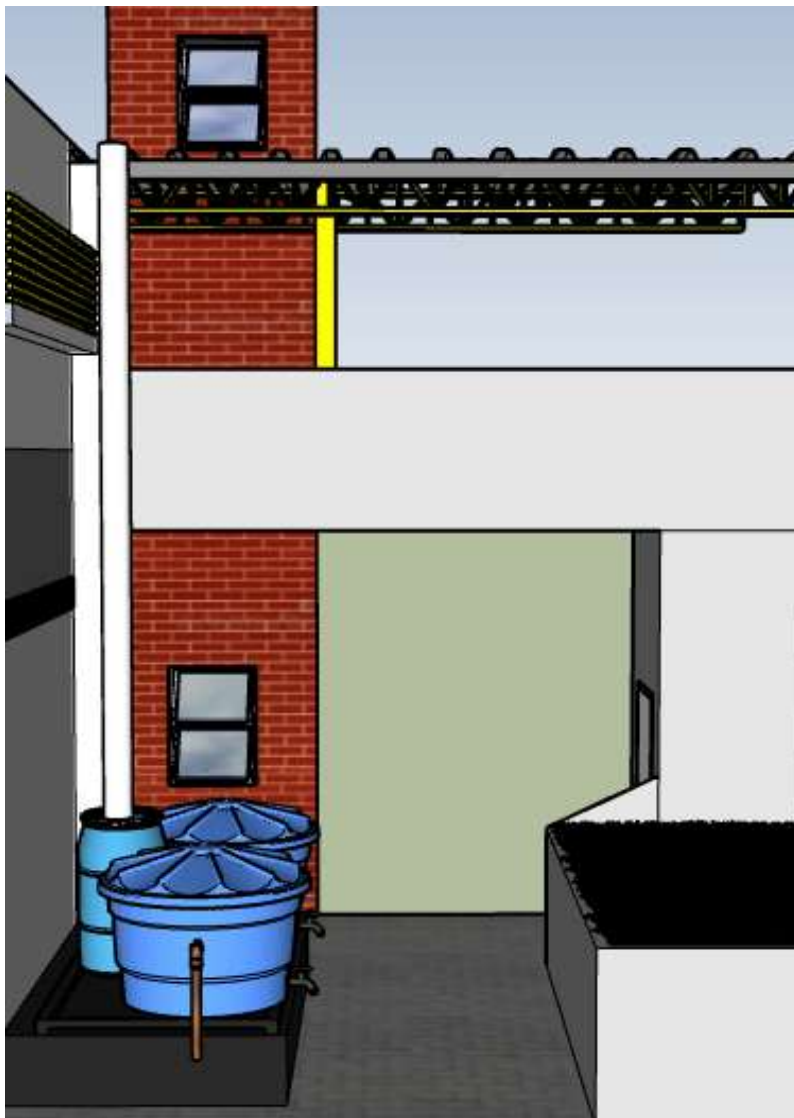
Meses	Pluviosidade (mm)	Aproveitamento (litros)
Janeiro	174	4350
Fevereiro	158	3950
Março	134	3350
Abril	136	3400
Maio	153	3825
Junho	155	3875
Julho	125	3125
Agosto	104	2600
Setembro	185	4625
Outubro	223	5575
Novembro	164	4100
Dezembro	184	4600
<b>Total</b>	<b>1895</b>	<b>47375</b>

Fonte: Autor (2022)

O total de água captada em um ano de implementação, seria de 47.375 litros, é um número expressivo e satisfatório, tendo em vista que a economia de água é um fator ambiental importantíssimo e um dos focos do projeto.

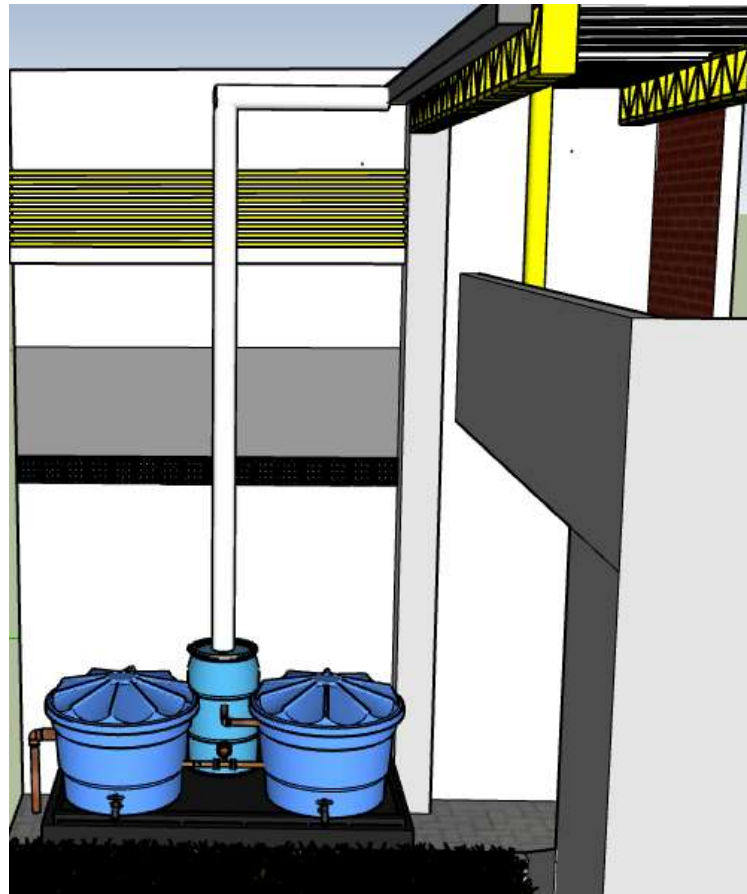
Para que o projeto pudesse ser melhor visualizado, se efetivamente colocado em prática, fez-se um esquema de como ele seria no câmpus, com vista frontal, vista lateral e mais duas perspectivas, para melhor visão de onde o projeto se instalaria na universidade (Figuras 11, 12 e 13):

**Figura 11. Perspectiva lateral do projeto**



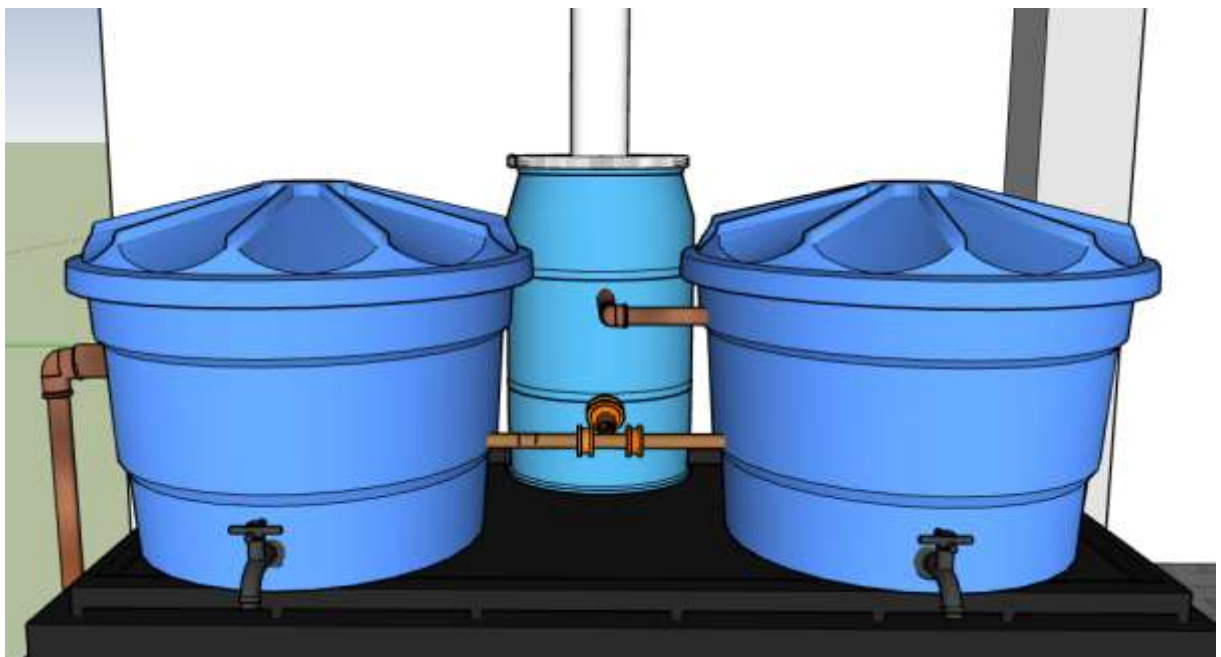
**Fonte: Autoria própria (2022)**

Figura 12. Perspectiva frontal ampla



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 13. Perspectiva frontal



Fonte: Autoria própria (2022)

Citando (REVISTA DO CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS - UFSM, 2016), um artigo realizado pela revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental de Santa Maria no Rio Grande do Sul, que realizou um estudo sobre “Aproveitamento da água de chuva para lavagem de máquinas agrícolas e veículos: Estudo de caso do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria”, pode ser feito um comparativo entre o sistema e resultados.

O estudo foi feito no período de março de 2011 a fevereiro de 2013, mostra-se que, os valores pluviométricos da região são parecidos, no artigo (REVISTA DO CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS - UFSM, 2016), os meses com maiores precipitações foram outubro de 2011, setembro, outubro e dezembro de 2012, com médias superiores a 227 milímetros, sendo os meses de outubro e dezembro de 2012 com as maiores precipitações. Já o mês de dezembro de 2011 apresentou menor precipitação, seguido pelos meses de junho de 2012 e novembro de 2011, precipitações estas abaixo da média de 116,66 milímetros no período analisado.

O sistema citado no artigo, possui dimensões maiores, como por exemplo um armazenamento com uma caixa d'água de 7.000 litros e possui um custo total de R\$ 12.058,67 reais (REVISTA DO CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS - UFSM, 2016).

Com este comparativo, prova-se que sistemas de captação da chuva são eficientes quando se fala sobre sustentabilidade e economia de água. O artigo ainda conclui (REVISTA DO CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS – UFSM, 2016), dizendo que “O sistema de aproveitamento da água de chuva é uma das alternativas para a diminuição do consumo de água de outras fontes. Com o projeto foi deixado de utilizar a água do subsolo. Esta alternativa é modelo de conservação existente entre o ser humano e a natureza para atingir a sustentabilidade. ”

## 6 CONCLUSÕES

Através do método e projeto realizados, tem um sucesso demonstrado com dados, tanto economicamente, como tecnicamente. O mesmo, teve como objetivo custo-benefício e sustentabilidade, tendo em conclusão que a gravidade, o sistema em vista com valor de mercado relativamente baixo em relação a sua economia, e sem precisar usar energia alguma.

Por fim, mostra-se com resultados, que o projeto é válido, desde a sua montagem, respeitando a questão ambiental, tendo custo de funcionamento zero, apenas possuindo uma manutenção quando necessário, em casos de entupimento, o que não será frequente, devido a não existência de um número grande de árvores ou galhos perto do sistema.

Através dos cálculos apresentados nos resultados, pode-se concluir que a água captada, possui sobra no período de 1 mês, o que não apresenta escassez gerada pelo sistema, e com o uso frequente, o projeto pode ser implementado e utilizado lembrando a consciência ambiental de economia deste recurso tão precioso, a água.

Comparar com projetos semelhantes mostra a ênfase que se deve ter com a economia de água, e releva, que estes, podem ser feitos com vários modelos e para diferentes funções, porém com um objetivo, preservar este recurso indispensável para o ser humano.

## REFERÊNCIAS

ACQUA NATIVA, 2018, disponível em: <https://www.acquanativa.com.br/aplicacoes/medidor-de-ph.html>. Acesso em 19 de agosto de 2021.

AMAZON, 2022, disponível em: [https://www.amazon.com.br/THOMPSON-1389-TORNEIRA-ESFERA-2X1/dp/B077V3M4GJ/ref=asc\\_df\\_B077V3M4GJ/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379712965665&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=2815984347763993182&hvppone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1001635&hvtargid=pla-1651745191160&pssc=1](https://www.amazon.com.br/THOMPSON-1389-TORNEIRA-ESFERA-2X1/dp/B077V3M4GJ/ref=asc_df_B077V3M4GJ/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379712965665&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=2815984347763993182&hvppone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1001635&hvtargid=pla-1651745191160&pssc=1). Acesso em 10 de junho de 2022.

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

BALAROTI, 2022, disponível em: [https://www.balaroti.com.br/caixa-d-agua-polietileno-500l-72x124cm-c-tpa-simples-67903/p?idsku=67903&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx-RYT0JnggPCkW-HAd6SzvZCYdgmldsBJqqMUz9qtLiNmT7Dsptd5hoCcgkQAvD\\_BwE](https://www.balaroti.com.br/caixa-d-agua-polietileno-500l-72x124cm-c-tpa-simples-67903/p?idsku=67903&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx-RYT0JnggPCkW-HAd6SzvZCYdgmldsBJqqMUz9qtLiNmT7Dsptd5hoCcgkQAvD_BwE). Acesso em 10 de junho de 2022.

BALAROTI, 2022a, disponível em: [https://www.balaroti.com.br/tubo-100mm-esgoto-6m-7430/p?idsku=7430&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYxw\\_Z622-QrOni7zgSJs942tSIELOnkkeuzRMJoe3dte0nwZkSjs5qxoCIN4QAvD\\_BwE](https://www.balaroti.com.br/tubo-100mm-esgoto-6m-7430/p?idsku=7430&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYxw_Z622-QrOni7zgSJs942tSIELOnkkeuzRMJoe3dte0nwZkSjs5qxoCIN4QAvD_BwE). Acesso em 10 de junho de 2022.

BALAROTI, 2022b, disponível em: [https://www.balaroti.com.br/registro-esfera-pvc-25mm-vs-2847/p?idsku=2847&gclid=CjwKCAjwquWVBhBrEiwAt1KmwiqwWQmLnrCtXzk6R2MiiYDuDZIASxi16-cW0HBREuuVn7dtKtdXsRoCRDcQAvD\\_BwE](https://www.balaroti.com.br/registro-esfera-pvc-25mm-vs-2847/p?idsku=2847&gclid=CjwKCAjwquWVBhBrEiwAt1KmwiqwWQmLnrCtXzk6R2MiiYDuDZIASxi16-cW0HBREuuVn7dtKtdXsRoCRDcQAvD_BwE). Acesso em 27 de junho de 2022.

BEZERRA, S. M. C.; CHRISTAN, P.; TEIXEIRA, C. A.; FARAHAHAKHSH, K. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. *Ambiente Construído*, v. 10, n. 4, p. 219-231, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212010000400015>.

CALHEIROS, H. C.; GOMES, M. R.; ESTRELLA, P. M. A. Calidad de las aguas meteóricas em la ciudad de Itajubá, Minas Gerais, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 9, n. 2, p. 336-346, 2014. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1329>.

CASASHOW, 2022, disponível em: <https://www.casashow.com.br/caixa-d-agua-polietileno-500l---fortlev/p>. Acesso em 10 de junho de 2022.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), 2022, disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>.



CLIMATE-DATA, 2019a, disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/francisco-beltrao-43618/#climate-graph>. Acesso em 19 de agosto de 2021.

CLIMATE-DATA, 2019b, disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/francisco-beltrao-43618/t/agosto-8/>. Acesso em 10 de junho de 2022.

CNI, 2017, O uso racional da água no setor industrial. / Confederação Nacional da Indústria, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. – 2. ed. -- Brasília: CNI, 2017.

CONCEITO, 2015, Equipe editorial de Conceito.de. (28 de Abril de 2015). *Conceito de pluviômetro*. Conceito.de. Disponível em: <https://conceito.de/pluviometro>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Avanços da Indústria Brasileira rumo ao desenvolvimento sustentável: síntese dos fascículos setoriais. Brasília: CNI, 2012. 51 p.

ECORESPONSE, 2022, disponível em: <https://www.ecoresponse.com.br/blog/noticia-interna/captacao-chuva-193>. Acesso em 10 de junho de 2022.

ELASTOBOR, 2022a, disponível em: [https://www.elastobor.com.br/bombona-plastica-tampa-rosqueavel-elastobor-azul-200l/p?idsku=51086002&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYxy4JUH5LX0NLSZFgeH4cd49DxVn0nyZCvc4rTCvv5L02AHm6dj5ihoC6S0QAvD\\_BwE](https://www.elastobor.com.br/bombona-plastica-tampa-rosqueavel-elastobor-azul-200l/p?idsku=51086002&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYxy4JUH5LX0NLSZFgeH4cd49DxVn0nyZCvc4rTCvv5L02AHm6dj5ihoC6S0QAvD_BwE). Acesso em 10 de junho de 2022.

ELASTOBOR, 2022b, disponível em: [https://www.elastobor.com.br/bombona-plastica-tampa-rosqueavel-elastobor-azul-200l/p?idsku=51086002&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx9mObHfKqV-muHcrl\\_zKZ7FYEjOWnyh2NoA1VFhIC7nsgdfvCSQ22hoCDz0QAvD\\_BwE](https://www.elastobor.com.br/bombona-plastica-tampa-rosqueavel-elastobor-azul-200l/p?idsku=51086002&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx9mObHfKqV-muHcrl_zKZ7FYEjOWnyh2NoA1VFhIC7nsgdfvCSQ22hoCDz0QAvD_BwE). Acesso em 10 de junho de 2022.

KOGA, L.; ZAMBRANO DOS SANTOS, B.; PAOLA SILVA FUCHS, J.; LARISSA ALVES MARTINS, A.; LUÍSA LUSTOSA PASCOAL, M.; DA SILVA SANTOS, M. REFLEXÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA DO CICLO HIDROLÓGICO. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 3 mar. 2020.

MADEIRAMADEIRA, 2022, disponível em: [https://www.madeiramadeira.com.br/kit-calha-telhado-beiral-8-metros-calha-galvanizada-4088267.html?origem=pla-4088267&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_content=vedacao-para-calhas-1386&utm\\_term=&utm\\_id=2056071102&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx16cqBPMONYJDDohvk2Rnk22jeAIPiHUPXH6H0HmfuwCoLQGBnub\\_hoCqnYQAvD\\_BwE](https://www.madeiramadeira.com.br/kit-calha-telhado-beiral-8-metros-calha-galvanizada-4088267.html?origem=pla-4088267&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=vedacao-para-calhas-1386&utm_term=&utm_id=2056071102&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx16cqBPMONYJDDohvk2Rnk22jeAIPiHUPXH6H0HmfuwCoLQGBnub_hoCqnYQAvD_BwE). Acesso em 10 de junho de 2022.

MAPA DA OBRA, 2016, disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/negocios/aproveitamento-da-agua-de-chuva-economiza-consumo-e-reduz-enchentes/>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

PERDIGÃO, T., o “*Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água; fatos e dados*”, completo, pode ser acessado em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por), adaptado por EcoDebate, ISSN 2446-9394, 24/03/2021. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/03/24/relatorio-da-onu-sobre-o-desenvolvimento-dos-recursos-hidricos-2021/>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

REVISTA DO CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS - UFSM, 2016, Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 20, n. 1, jan.-abr. 2016, p. 325–333 Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM.

RODRIGUES, Maria José, da Agência CNI de notícias (23/03/2018). Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/listas/como-a-industria-contribui-com-o-uso-eficiente-de-agua/>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Reutilize e contribua com a preservação dos recursos naturais. Água de reuso, São Paulo (SP), (2014). Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=131>; Acesso em: 12/08/2021.

SANTOS, V. S.. "Ciclo da água"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ciclo-agua.htm>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

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.

SNATURAL, 2021, disponível em: <https://www.snatural.com.br/agua-chuva-reuso/>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

TASSIA, 2019, disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/cursos/coordenacoes/graduacao/francisco-beltrao/fb-engenharia-quimica/area-academica/infraestrutura>. Acesso em 19 de agosto de 2021.