



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Instituto de Ciência e Tecnologia  
Câmpus de Sorocaba

Eduardo Santos Pereira

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA USO NÃO POTÁVEL DE ACORDO  
COM A ABNT NBR 15527:2019**

Sorocaba

2024

Eduardo Santos Pereira

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA USO NÃO POTÁVEL DE ACORDO COM  
A ABNT NBR 15527:2019**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Ambiental  
pelo Instituto de Ciência e Tecnologia de  
Sorocaba – ICTS da Universidade Estadual  
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva

Sorocaba  
2024

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P436e | <p>Pereira, Eduardo Santos</p> <p>Estudo da viabilidade de implementação de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável de acordo com a ABNT NBR 15527:2019 / Eduardo Santos Pereira. -- Sorocaba, 2024</p> <p>57 p. : tabs., fotos, mapas</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba</p> <p>Orientador: Alexandre Marco da Silva</p> <p>1. Águas pluviais. 2. Sustentabilidade. 3. Engenharia ambiental. 4. Abastecimento de água. 5. Engenharia. I. Título.</p> |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

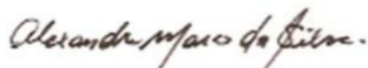
Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

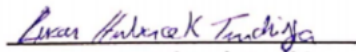
Eduardo Santos Pereira

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA USO NÃO POTÁVEL DE ACORDO COM  
A ABNT NBR 15527:2019**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como parte dos requisitos para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Ambiental pelo Instituto  
de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita  
Filho” – UNESP.



Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva



Engenheiro Ambiental Me. Lucas Hubacek Tsuchiya



Engenheira Ambiental Camila Oliveira Kamimura

Sorocaba, 02 de fevereiro de 2024

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço meus pais, Denilda e Gerson, à minha irmã Letícia e ao meu sobrinho Gustavo por todo apoio e incentivo que me deram desde o início da minha graduação, fornecendo os meios, sejam eles emocionais ou financeiros, para concluir mais uma etapa da minha vida. Somente eles sabem o quão importante esse momento é para mim.

Incluo também meus avós, tias, tios, primas e primos, que sempre me acompanharam nessa jornada.

Agradeço ao Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva, por ter entendido minha ideia inicial e ter aceitado ser meu orientador durante a jornada deste trabalho. Suas experiências, questionamentos e apoio foram fundamentais para a conclusão do projeto.

Agradeço aos meus amigos e amigas que compartilharam todos os momentos da graduação comigo, tanto os bons quanto os ruins, e sempre estiveram ao meu lado e não desistiram de mim.

Agradeço às instituições estudantis que participei – Semana da Engenharia, Semana do Meio Ambiente, Ao Vivo e em Cores e Bateria Universitária “Trombateria”, pois sem a vivência nestes espaços, não seria o mesmo de hoje.

Agradeço a todo o corpo docente do departamento de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciência e Tecnologia – UNESP Sorocaba, bem como todos os servidores técnico-administrativos, pelo conhecimento e apoio durante minha formação acadêmica e vivência universitária.

Por fim, agradeço ao empreendimento alvo deste estudo, em específico à Lucia e ao Jefferson, que contribuíram com as informações para que fosse possível a realização do trabalho, além do apoio e incentivo.

“Água por toda parte nessa sala, num planeta onde água era o mais precioso suco da vida. Água sendo desperdiçada tão escandalosamente, que Jessica sentiu-se profundamente chocada.”

(Frank Herbert)

“Fabiano tomou a cuia, desceu a ladeira, encaminhou-se ao rio seco, achou no bebedouro dos animais um pouco de lama. Cavou a areia com as unhas, esperou que a água marejasse e, debruçando-se no chão, bebeu muito. Saciado, caiu de papo para cima, olhando as estrelas, que vinham nascendo. Uma, duas, três, quatro, havia muitas estrelas, havia mais de cinco estrelas no céu. O poente cobria-se de cirros — e uma alegria doida enchia o coração de Fabiano.”

(Graciliano Ramos)

# **ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA USO NÃO POTÁVEL DE ACORDO COM A ABNT NBR 15527:2019.**

**Candidato:** Eduardo Santos Pereira

**Orientador:** Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva

**RESUMO:** Com o desenvolvimento acelerado do mundo, as questões sustentáveis entraram em foco a partir da Conferência de Estocolmo da ONU em 1972, quando notou-se aumento da emissão de poluentes atmosféricos, da água e do solo, utilização irresponsável dos recursos naturais e elevada degradação ambiental. Em 2015 surgiram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que, até 2030, devem guiar o mundo para um futuro mais sustentável, inclusivo e menos desigual e agressivo, favorecendo as próximas gerações. Este trabalho consiste na elaboração de um estudo acerca da viabilidade de implementação de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável, de acordo com a NBR 15527, de 2019, em uma companhia multinacional com uma unidade fabril no município de Itupeva-SP, que atua no ramo de manutenção de máquinas e equipamentos do ramo industrial e produtos químicos inflamáveis (tintas e solventes). Para que fosse possível o desenvolvimento do projeto, utilizou-se metodologia da própria norma dividida em etapas de tratamento de dados, com auxílio de softwares de manipulação de planilhas e de imagens de satélite. Os resultados obtidos foram categorizados de acordo com as etapas estabelecidas e definiu-se o volume de chuva aproveitável do empreendimento, considerando a área de captação, o volume pluviométrico do município e as características do sistema. Além disso, elaborou-se um balanço hídrico, tomando como base a capacidade do reservatório e a demanda de água não potável da companhia. Com isso, discutiu-se acerca das instalações do empreendimento, bem como dos usos não potáveis e potáveis do local, além dos custos do projeto, de forma qualitativa. Também foi realizado um paralelo entre as questões mais relevantes de sustentabilidade e o projeto, como por exemplo, a relação que existe entre o sistema e os ODS, principalmente o ODS 12, que trata de consumo e produção responsáveis.

**Palavras-chave:** águas pluviais; sustentabilidade; engenharia ambiental; abastecimento de água; engenharia.

# **STUDY OF THE FEASIBILITY OF IMPLEMENTING A RAINWATER HARVESTING SYSTEM FOR NON-POTABLE USE IN ACCORDANCE WITH ABNT NBR 15527:2019.**

**Candidate:** Eduardo Santos Pereira

**Advisor:** Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva

**ABSTRACT:** With the accelerated development of the world, sustainable issues came into focus after the UN Stockholm Conference in 1972, when an increase in the emission of air, water and soil pollutants, irresponsible use of natural resources and high environmental degradation was noted. In 2015, the Sustainable Development Goals emerged which, by 2030, should guide the world towards a more sustainable and inclusive future and less unequal and aggressive, favoring the next generations. This work consists of preparing a study on the feasibility of implementing a rainwater collection system for non-potable use, in accordance with NBR 15527, of 2019, in a multinational company with a manufacturing unit in the municipality of Itupeva-SP , which operates in the maintenance of industrial machinery and equipment and flammable chemical products (paints and solvents). To make the development of the project possible, the standard's own methodology was used, divided into data processing stages, with the help of spreadsheet and satellite image manipulation software. The results obtained were categorized according to the defined steps and resulted in the volume of rain usable for the project, considering the catchment area, the rainfall volume of the municipality and the characteristics of the system. In addition, a water balance was prepared, considering the reservoir volume and the project's demand for non-potable water. With all the results, the project's facilities were discussed, as well as the non-potable and potable uses of the site, in addition to the project costs, in a qualitative way. A parallel was also made between the most relevant sustainability issues and the project, such as the relationship between the system and the SDGs, mainly SDG 12, which deals with responsible consumption and production.

**Keywords:** rainwater; sustainability; environmental engineering; water supply; engineering.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Fluxograma metodológico elaborado a partir de premissas e orientações apresentadas na NBR 15527 (ABNT, 2019) ..... | 30 |
| Figura 2 – Localização do município de Itupeva no estado de São Paulo .....                                                   | 35 |
| Figura 3 – Caracterização das áreas de captação pluvial do empreendimento .....                                               | 36 |
| Figura 4 – Vistas do empreendimento.....                                                                                      | 45 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 – Média da altura de chuva mensal por cada ano analisado em comparação com a média total, em mm ..... | 34 |
| Gráfico 2 – Total da altura de chuva por ano em comparação com a média total anual, em mm .....                 | 34 |
| Gráfico 3 – Quantidade de chuva média mensal do município de Itupeva - SP .....                                 | 34 |
| Gráfico 4 – Consumo de água do empreendimento em 2022 .....                                                     | 37 |
| Gráfico 5 – Volume de água pluvial aproveitável .....                                                           | 40 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Parâmetro mínimos de qualidade para usos não potáveis nesta Norma                                     | 22 |
| Tabela 2 – Dados de captação de água pluvial do empreendimento .....                                             | 37 |
| Tabela 3 – Valores de C baseados nas características detalhadas das diversas superfícies presentes na bacia..... | 39 |
| Tabela 4 – Balanço hídrico do projeto .....                                                                      | 41 |

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|        |                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------|
| ABNT   | Associação Brasileira de Normas Técnicas            |
| ANA    | Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico       |
| CETESB | Companhia Ambiental do Estado de São Paulo          |
| CNRH   | Conselho Nacional de Recursos Hídricos              |
| CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente                  |
| IBGE   | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística     |
| IPCC   | <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>    |
| LGE    | Líquido Gerador de Espuma                           |
| NBR    | Norma Brasileira                                    |
| ODS    | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável            |
| ONU    | Organização das Nações Unidas                       |
| RHN    | Rede Hidrometeorológica Nacional                    |
| SNIRH  | Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                     |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                              | <b>12</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>                                                                                              | <b>14</b> |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL .....                                                                                                | 14        |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                                                          | 14        |
| <b>3</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                                                                  | <b>15</b> |
| 3.1      | PANORAMA DA ÁGUA .....                                                                                              | 15        |
| 3.1.1    | Reuso de Água .....                                                                                                 | 17        |
| 3.1.2    | Potabilidade da Água.....                                                                                           | 18        |
| 3.2      | DIMENSIONAMENTO DE PROJETOS: A NORMA ABNT NBR 15527/2019 ..                                                         | 20        |
| 3.3      | OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....                                                                      | 23        |
| 3.4      | ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis .....                                                                      | 26        |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>                                                                                             | <b>27</b> |
| 4.1      | CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....                                                                              | 27        |
| 4.2      | INSTALAÇÕES DO EMPREENDIMENTO .....                                                                                 | 28        |
| 4.3      | DIMENSIONAMENTO DO PROJETO .....                                                                                    | 29        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS .....</b>                                                                                             | <b>33</b> |
| 5.1      | SÉRIE HISTÓRICA PLUVIOMÉTRICA .....                                                                                 | 33        |
| 5.2      | ÁREA DE CAPTAÇÃO .....                                                                                              | 35        |
| 5.3      | DEMANDA DO USO DA ÁGUA.....                                                                                         | 37        |
| 5.4      | QUANTIDADE POTENCIAL DE CAPTAÇÃO.....                                                                               | 38        |
| 5.5      | BALANÇO HÍDRICO DO PROJETO .....                                                                                    | 40        |
| 5.6      | VOLUME DE RESERVATÓRIO .....                                                                                        | 41        |
| <b>6</b> | <b>DISCUSSÃO.....</b>                                                                                               | <b>42</b> |
| 6.1      | VOLUME DE RESERVATÓRIO E INSTALAÇÕES .....                                                                          | 42        |
| 6.2      | PROPOSTAS DE USO CONFORME AS CONDIÇÕES DE POTABILIDADE..                                                            | 43        |
| 6.3      | CUSTOS DE PROJETO .....                                                                                             | 44        |
| 6.4      | SUSTENTABILIDADE E PROJETO .....                                                                                    | 46        |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                                    | <b>49</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                             | <b>51</b> |
|          | <b>APÊNDICE A – Tabela de dados da ANA referente à estação 2347057 para<br/>construção da série histórica .....</b> | <b>54</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

No avanço da modernidade, um desafio urgente foi dado a sociedade: encontrar subsídios para o desenvolvimento humano, garantindo o futuro das próximas gerações, sem comprometer o meio ambiente e a qualidade dos serviços ambientais e ecossistêmicos (GOMES; FERREIRA, 2018).

Em 1972, vários países que são integrantes da Organização das Nações Unidas (ONU) reuniram-se em Estocolmo, na chamada Conferência para o Ambiente Humano, conhecida também por Conferência de Estocolmo. A necessidade do encontro surgiu a partir do momento no qual foi notado consideráveis aumentos da emissão de poluentes do ar, da água e do solo, massiva utilização dos recursos naturais de forma desenfreada e irresponsável e outras formas de degradação ambiental, ao mesmo tempo que o setor industrial se expandia para atender as demandas da sociedade do consumo (MARQUES, 2020; GOMES; FERREIRA, 2018).

Nesse encontro, foram pontuadas as primeiras preocupações sobre questões ambientais, sendo pautadas em princípios e recomendações associadas ao desenvolvimento humano e social. Estas ideias iniciais foram divididas em grupos, sendo eles: Controle Ambiental, Gestão Ambiental e Medidas de Suporte (MARQUES, 2020).

Após 20 anos de discussão a respeito desses princípios, os países voltaram a se reunir na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, com a finalidade de identificar quais seriam os objetivos da humanidade para o novo século, rescindindo e ressignificando o conceito de desenvolvimento sustentável, de modo a pensar nas gerações futuras (MARQUES, 2020; GOMES; FERREIRA, 2018).

Em 2002, aconteceu a Rio+10 na África do Sul e foi uma conferência para impulsionar as discussões acerca da pauta sustentável. Sendo assim, um dos temas abordados foi a Agenda 21, criada na ECO-92 e que definiu quais ações deveriam ser tomadas para criar um mundo mais sustentável e alavancar o movimento nos países envolvidos, além de servir como premissa para criação do Protocolo de Quioto, assinado em 1997 (MARQUES, 2020; GOMES; FERREIRA, 2018).

Através das iniciativas supracitadas, em 2015 foi criada a Agenda 2030 na Cúpula do Desenvolvimento Sustentável da ONU, que definiu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecendo métodos para tornar estes mais tangíveis com a realidade, levando em consideração as dimensões sociais e os

recursos naturais de cada nação, além de determinar os meios para que eles fossem alcançados (MARQUES, 2020).

A Agenda 2030 também incorporou uma nova preocupação da ONU, que não era uma das pautas durante a ECO-92, trazendo questões como o desenvolvimento da economia verde e solução para erradicação da pobreza, com viés de atentar-se para as comunidades menos favorecidas cercadas pela miséria extrema, além dos tópicos sociais relevantes para a humanidade (GOMES; FERREIRA, 2018).

De forma sucinta, os 17 ODS têm como intuito guiar o planeta a um futuro sustentável, menos desigual e equilibrado. Com este pensamento, a maioria das grandes corporações começaram a entender seu papel e sua influência neste cenário e, diariamente, estão traçando novos projetos, melhorando processos e desenvolvendo o meio social que se encontram, como parte de um compromisso global entre nações, desenvolvimento econômico e meio ambiente.

Com esse viés, o trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade da implementação de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável em uma companhia multinacional, que atua no ramo de comércio e manutenção de máquinas e equipamentos e produtos químicos fracionados para o mercado industrial, com operação em Itupeva – SP.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Estudar a viabilidade de implementação de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável, em uma unidade fabril de uma companhia multinacional que atua no ramo de comércio e manutenção de máquinas, equipamentos e produtos químicos fracionados para o mercado industrial, com operação em Itupeva – SP.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Levantar informações qualitativas e quantitativas sobre o uso de água e geração de efluentes na empresa;
- Desenhar o modelo conceitual do sistema de reuso de água, bem como seu dimensionamento físico e financeiro;
- Desenvolver paralelo analítico entre os benefícios do sistema projetado e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 da Agenda 2030 da ONU, que trata de Consumo e Produção Sustentável.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 PANORAMA DA ÁGUA

Cerca de 70% da superfície terrestre é coberta por água, sendo distribuída em sua maioria na camada superficial do planeta, atingindo um volume estimado de água de 1.386 milhões de km<sup>3</sup>. Entretanto, desse montante, somente 34 milhões são de água doce, representando em torno de 2,5% do total (SILVA; PEREIRA, 2019).

Essa quantidade de água, por sua vez, está armazenada majoritariamente em forma de geleiras, representando cerca de 68,9% do total (aproximadamente 23 milhões de km<sup>3</sup>). As outras formas de armazenamento encontradas são:

- Água subterrânea – 29,9% (10 milhões de km<sup>3</sup> de água);
- Pântanos, solos congelados (*permafrost*) ou em forma de umidade do solo – 0,9% (311 mil km<sup>3</sup> de água);
- Bacias hidrográficas, lagos e reservatórios – 0,3% (103 mil km<sup>3</sup> de água) (SILVA; PEREIRA, 2019).

A água doce disponível ao ser humano integra o ciclo hidrológico da água, ou seja, varia entre os três estados da matéria (líquido, sólido e gasoso), interagindo com água doce e salgada, desde a evaporação das águas dos oceanos até a precipitação dessa água em superfície emersa que, em parte, transporta-se para os oceanos novamente (SILVA; PEREIRA, 2019).

Segundo Silva e Pereira (2019), “a evaporação, a precipitação, a transpiração da vegetação, a percolação<sup>1</sup>, a infiltração e a drenagem constituem-se nos elementos principais do ciclo hidrológico”. As trocas de estados físicos no ciclo ocorrem de forma contínua. Por exemplo, os ventos e a energia solar movem vapores de água de uma região de terra para outra, a gravidade desempenha um papel fundamental, resultando na precipitação e, conseqüentemente, no deslocamento de massas de água em escala global (SILVA; PEREIRA, 2019).

Estima-se que este fenômeno do ciclo hidrológico movimenta cerca de 577 mil km<sup>3</sup> de água anualmente, sendo crucial para garantir a preservação e sobrevivência da fauna e flora global, assim como os bens de consumo e as necessidades que asseguram o bem estar e a qualidade de vida do ser humano (SILVA; PEREIRA, 2019).

---

<sup>1</sup> Percolação é o movimento descendente de água por meio do solo, abaixo da superfície, na zona saturada, no qual a força da gravidade é a única atuante.

O ciclo também afeta diretamente fontes renováveis de água, que através da precipitação, possuem a capacidade de se renovar, podendo ser observados através da vazão de rios e da recarga de aquíferos. Estas se tornam não renováveis quando a taxa de renovação é insignificante na escala de tempo dos seres humanos. Em outras palavras, quando uma fonte não se renova ou se renova pouco a partir da precipitação, considera-se como uma fonte não renovável de água. O Brasil concentra a maior fonte de água doce renovável do mundo (SILVA; PEREIRA, 2019).

A água utilizada pelo homem em suas principais atividades econômicas e sociais, segundo Pereira e Silva (2019) incluem a alimentação, higiene, produção industrial e agroindustrial, geração de energia, navegação, pesca etc.

Dessas atividades, a alimentação e agricultura são as de maior representatividade, consumindo cerca de 70% do total retirado. Em decorrência disso, são os setores que mais sobrecarregam as fontes renováveis de água doce (SILVA; PEREIRA, 2019).

Em relação ao setor industrial, este requer em média cerca de 20% da retirada. Essa quantidade varia de acordo com a industrialização e o desenvolvimento socioeconômico de cada país. Entretanto, é fato que este segmento é impactado com a piora ou escassez de corpos hídricos, visto que eles influenciam diretamente no processo produtivo. A tendência é que este setor utilize água com maior eficiência e tenha maior rentabilidade ao longo do tempo, fazendo com que, mesmo com um aumento do preço pelo recurso, consiga manter suas taxas de vendas, sem aumento do valor do produto final (SILVA; PEREIRA, 2019).

Com as mudanças climáticas, de acordo com relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, em tradução livre, Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas), as regiões secas ou inundadas serão agravadas e levadas ao extremo no futuro, impactando diretamente sobre o ciclo hidrológico atingindo os recursos hídricos, ou seja, a água doce. Vale ressaltar que essas variações climáticas devem intensificar ainda mais a disputa de água entre as principais atividades desenvolvidas pelo ser humano (SILVA; PEREIRA, 2019).

A única parte que o homem não consegue alterar do ciclo hidrológico é a circulação de umidade, porém outros componentes do ciclo são constantemente impactados pelas ações antrópicas, como por exemplo mudança de curso de rios, construção de represas e estruturas para movimentações entre bacias,

impermeabilização e compactação do solo, que alteram as taxas de infiltração e escoamento superficial, entre outros (SILVA; PEREIRA, 2019).

### 3.1.1 Reuso de Água

Após entender o panorama global da água e as problemáticas que a cercam, é imprescindível que a humanidade comece a pensar em soluções para mitigar estes obstáculos. Uma das ideias é a reutilização de água.

Pensando nas atividades de uma residência, na qual a água é utilizada além das questões de sobrevivência humana, como por exemplo limpeza, lavagem de roupas e utensílios, jardinagem e paisagismo, é negligente utilizar-se de água própria para consumo humano, ou seja, potável para desempenhar tais funções (CARDOSO *et al.*, 2020).

Segundo a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), a água doce é aquela que apresenta limite de salinidade de até 0,05% (BRASIL, 2006). De acordo com o Artigo 5º da Resolução N.º 54, de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), são adotadas as seguintes definições para água residuária e água de reuso:

- I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;
- II – reuso de água: utilização de água residuária;
- III - água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- IV – reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- V - produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;
- VI - distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso; e
- VII - usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso. (BRASIL, 2005, p. 91)

Em outras palavras, a água de reuso provém do aproveitamento de efluentes líquidos e da água que normalmente não seria utilizada ou, em algum momento, foi desperdiçada. Tendo em vista esta definição, a água residuária acaba não tendo serventia e em um cenário comum, seria descartada e, por este motivo, a reutilização desse recurso traz ganhos ambientais e econômicos (CARDOSO *et al.*, 2020).

Segundo Cardoso *et al.* (2020, p. 24571), os benefícios do reuso seriam:

- Preservação da água potável;
- Redução do lançamento de efluentes direto no meio ambiente, propiciando o uso sustentável dos recursos hídricos, e consequentemente diminuindo a agressão aos mananciais;
- Estimula o uso inteligente de águas potáveis e de melhor qualidade e aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes.
- Diminuição do consumo de água potável para fins não potáveis como lavagem de calçadas e automóveis, por exemplo.
- Diminuição dos custos com empresa concessionária de água, aderindo ao reuso como método de economia.
- Oferecer uma visão sustentável, para o caso de empresas e indústrias (CARDOSO *et al.*, 2020, p. 24571).

### 3.1.2 Potabilidade da Água

De acordo com o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde, água para consumo humano é a “água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem”, sendo passível de enquadramento, a água pluvial (BRASIL, 2017).

A qualidade da água da chuva depende de diversos fatores, sendo um deles o local no qual será realizada a captação, ou seja, da qualidade do ar, da meteorologia e da vegetação do ponto de captação. Os poluentes atmosféricos, como óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre e óxidos de carbono, reagem com a água e podem torna-la ácida, diminuindo então seu pH (NETO, 2015).

Por outro lado, em locais com alta incidência de vegetação, a contaminação da água pode ser observada através da presença de microrganismos provenientes de material orgânico (folhas, galhos, fezes animais etc.). Em sistemas de captação no solo (cisternas), uma das potenciais contaminações é por vazamentos de produtos químicos, como por exemplo óleo diesel ou combustível, ou comprometimento da estrutura, deixando-a exposta a eventuais contaminantes (NETO, 2015).

Entretanto, mesmo com potenciais contaminações, a água pluvial ainda tende a se manter com condições elevadas de qualidade ou até mesmo potabilidade. Uma das maneiras que estes sistemas garantem estas condições é por meio do descarte da precipitação inicial, em torno de 2 mm de chuva. Essa descarga é chamada de *first flush* (NETO, 2015).

Atualmente, existe grande incidência no uso de águas para consumo humano em fins menos nobres, como por exemplo limpeza e higienização de ambientes e objetos, como carros e motos, descarga sanitária, jardinagem e combate a incêndios, contribuindo ainda mais para o desperdício de água potável (NETO, 2015; CARDOSO *et al.*, 2020).

É importante notar a disparidade da disponibilidade de água potável no Brasil e no mundo. Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), mais de 1 bilhão de pessoas não têm acesso a água tratada no mundo. A falta deste recurso, associada a baixa ou nenhuma condição de saneamento básica mata mais de 10 milhões de pessoas devido a doenças intestinais que são transmitidas pela água (NETO, 2015; CETESB, [20--]).

Os procedimentos de tratamento de potabilidade são definidos com base nas condições da água de acordo com os anexos do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017. São aproximadamente 90 parâmetros entre os aspectos físicos, químicos e biológicos, que devem ser monitorados para que se tenha assertividade na definição das ações e etapas de tratamento, variando de acordo com qual parâmetro apresentou ou não desvio (NETO, 2015).

São etapas intrínsecas do tratamento de água: a filtração, que consiste na remoção de partículas suspensas, coloidais e/ou microrganismos através de um meio filtrante, e a desinfecção, que refere-se a inibição metabólica de microrganismos patogênicos, por meio agentes químicos ou físicos, para que estes não consigam se desenvolver e crescer na água (NETO, 2015).

Um dos agentes de desinfecção com maior abrangência de utilização é o cloro, uma vez que é eficiente contra os microrganismos e possui potencial de residual após sua aplicação, fazendo com que a desinfecção aconteça durante todo o trajeto de distribuição da água, ou seja, por meio das tubulações (NETO, 2015).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) definiu a Norma Brasileira (NBR) nº 15527, que dispõe sobre os requisitos de desenvolvimento de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, que contempla o dimensionamento do reservatório com base na área de captação, adequação de calhas e estruturas prediais, etapas de pré-tratamento, tratamento e manutenções. Sua última atualização ocorreu em 2019.

### 3.2 DIMENSIONAMENTO DE PROJETOS: A NORMA ABNT NBR 15527/2019

Os sistemas de aproveitamento de água da chuva sempre foram observados ao longo da história por diferentes civilizações, que nem tinham contatos umas com as outras. O uso desses sistemas tinha diversas finalidades diferentes, tal como uso coletivo de água, tática de defesa nos tempos medievais de castelos e burgos, uso em edificações individuais, uso na agricultura, entre outros (ZANELLA; ALVES, 2020).

Atualmente, com o avanço da tecnologia na vida moderna, fez-se necessário a padronização de diversos processos e atividades na sociedade, inclusive o de projeção de utilização de água pluvial, pensando sempre na melhoria das integrações sistemáticas e a redução de riscos à saúde, por tratar-se de um recurso primordial a vida (ZANELLA; ALVES, 2020).

Nesse contexto, no Brasil em 2007, surgiu a primeira NBR 15527, com título de “Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”, que trouxe metodologias e recomendações de estruturação para construção de um sistema de reutilização de água da chuva, que fosse funcional e integrado a sistemas prediais (ZANELLA; ALVES, 2020).

A normativa trazia ampla metodologia para dimensionamento de reservatório, que é um dos pontos primordiais na implementação destes tipos de sistema pois, de acordo com Rupp, Munarim e Ghisi (2011, p. 48):

- (a) geralmente, é um dos itens mais caros na implantação do sistema, impactando significativamente o tempo de retorno do investimento; e
- (b) é o principal fator a influenciar na confiabilidade do sistema, ou seja, desempenha um papel importante em evitar ocorrências em que a quantidade de água no reservatório é insuficiente para atender à demanda.

Dessa forma, o correto dimensionamento pode evitar gastos desnecessários, em um cenário de superdimensionamento de reservatório, ou baixa eficiência nos casos de subdimensionamento, adequando o projeto à realidade na qual está inserido. A etapa de dimensionamento, tem significativa importância devido ao entendimento preliminar das condições que o sistema estará inserido e quais dificuldades este pode apresentar, levando em conta todos os cenários passíveis de serem previstos (RUPP; MUNARIM; GHISI, 2011).

Após 12 anos, em 2019, essa mesma norma passou por uma atualização, no qual teve até seu título alterado (“Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos”), porém mantendo a essência e o objetivo da

versão anterior, de uma maneira mais objetiva e menos limitante. Nesta versão, há 21 termos definidos em “3. Termos e definições” e a operacionalização, de uma maneira geral, é dividida em 8 itens, são eles:

- Concepção do sistema de aproveitamento de água da chuva;
- Calhas e condutores;
- Pré-tratamento;
- Reservatórios;
- Instalações prediais;
- Qualidade da água;
- Tratamento; e
- Manutenção (ZANELLA; ALVES, 2020; ABNT, 2019).

Inicialmente, de uma forma abrangente, é especificado todos os requisitos e recomendações que o projeto deverá ter, como por exemplo a inclusão da área de captação, o detalhamento pluviométrico da região, o volume de reservatório, especificação das demandas, enquadramento dos usos não potáveis da água em edificações, entre outros. Importante notar que, para outros usos não citados, deve-se entender os parâmetros necessários e meio de tratamento, quando aplicável (ABNT, 2019).

Um dos pontos importantes tratados em 4.1.6. da norma, refere-se ao cálculo de disponibilidade teórica de água pluvial para captação, que depende da precipitação, área de captação, superfície que será escoada e eficiência do sistema. Este cálculo é umas partes essenciais de projeto, pois a partir desta, é possível estimar o volume de reservatório e a porcentagem de atendimento as demandas do prédio (ABNT, 2019).

Mesmo para uso não potável, a norma traz informações quanto as etapas de pré-tratamento, que trata de filtragem simples e gradeamento, para remoção de sólidos indesejáveis, além do descarte da água captada no início da precipitação, visando maior qualidade do recurso e diminuição de sólidos suspensos e dissolvidos (ABNT, 2019).

O desempenho hidráulico de calhas e condutores horizontais não podem ser afetados pelas etapas de pré-tratamento. Além disso, devem atender a ABNT NBR 10.844, observando tempo de retorno escolhido (recomendado 25 anos), intensidade

pluviométrica e vazão do projeto. Considerando ainda instalações prediais, devem atender ABNT NBR 5.626 (ABNT, 2019).

Referente ao reservatório, a norma retoma que deve atender o volume, calculado conforme 4.1.6. Além disso, especifica-se “o volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas de engenharia”, dando maior liberdade ao projetista no dimensionamento, aquisição e instalação de reservatórios. A versão inicial, em 2007, trazia seis metodologias diferentes para o dimensionamento do reservatório em seu anexo, porém eram interpretadas de forma equivocada como uma obrigatoriedade, entretanto foram empregadas apenas como recomendações para projeto (ZANELLA; ALVES, 2020; ABNT, 2019).

Da qualidade de água, independente do uso não potável, deve atender a parâmetro mínimos e são eles de *Escherichia coli*, turbidez e pH, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetro mínimos de qualidade para usos não potáveis nesta Norma

| Parâmetro               | Valor                     |
|-------------------------|---------------------------|
| <i>Escherichia coli</i> | < 200/100 mL <sup>2</sup> |
| Turbidez                | < 5,0 uT <sup>3</sup>     |
| pH                      | 6,0 a 9,0                 |

Fonte: ABNT (2019).

A qualidade da água para qualquer outro uso não está especificada, porém para consumo humano, ou seja, potável, é necessário atender parâmetros específicos, conforme tratado anteriormente. Em alguns casos, pode ser necessária desinfecção microbiológica. Neste parâmetro, a norma não especifica qual metodologia utilizar, porém traz como exemplos o uso de cloro (respeitando o residual máximo permitido), ozônio e raios ultravioletas (ABNT, 2019).

Todos os parâmetros de qualidade adotados de controle, devem ser monitorados com periodicidade definida pelo projeto, ou seja, a finalidade de uso da água, porém deve-se atender frequência mínima de monitoramento semestral. Em caso de contaminação, o abastecimento deve ser interrompido imediatamente para

<sup>2</sup> O parâmetro é atendido quando apresenta contagem de *E. coli* menor que 200 organismos por 100 mL de amostra.

<sup>3</sup> A unidade de parâmetro turbidez é expressa em Unidade de Turbidez – uT.

novas análises e, se confirmado contaminação, é preciso eliminar a fonte contaminante, para então, reestabelecer a operação do sistema (ABNT, 2019).

Os componentes do projeto devem passar por inspeções e manutenções periódicas, como limpezas no dispositivo de descarte de detritos e do *first flush*, das calhas e dos condutores, da área de captação, do reservatório, entre outros mecanismos do sistema, além das inspeções visuais (ABNT, 2019).

### 3.3 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

No Rio de Janeiro em 2012, na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, também chamada de Rio+20, foi dado o início no processo de criação de uma agenda sustentável para guiar o planeta rumo a um futuro mais sustentável até 2030, uma vez que os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, estabelecidos em 2000, estavam próximos de terminar em 2015 (ROMA, 2019).

Partindo da premissa “O futuro que queremos”, os 193 países-membros da ONU, a partir da conferência, iniciaram coletivamente a construção de objetivos e metas voltadas para o desenvolvimento sustentável. O documento “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” foi lançado em setembro de 2015, que é um plano de ação direcionado para as pessoas, o planeta e a prosperidade. Visando sempre erradicar a pobreza, inclusive a pobreza extrema, e com o lema “não deixar ninguém para trás”, é um dos compromissos assumidos nesta agenda (ROMA, 2019)

Ao todo, nesta nova agenda, somam-se 17 ODS e 169 metas, que se tornaram vigentes a partir de 1º de janeiro de 2016 e tem, de certa forma, um prazo de validade – até 2030 (ROMA, 2019)

Em outubro de 2016, foi instituída a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (CNODS), que iria atuar na governança de implementação dos ODS no Brasil. Inicialmente, a comissão criou um plano de ação em 2017 para atingir, até 2019, a adequação das 169 metas no contexto brasileiro, bem como suas metodologias de medição de conformidade e, conseqüentemente, seus indicadores. Este serviço foi direcionado ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (ROMA, 2019).

Este serviço de adequação considerou os seguintes princípios:

1) aderência às metas globais, com o intuito de não reduzir o seu alcance e magnitude; 2) objetividade, por meio do dimensionamento quantitativo, quando as informações disponíveis o permitissem; 3) respeito aos compromissos, nacionais e internacionais, anteriormente assumidos pelo governo brasileiro; 4) coerência com os planos nacionais aprovados pelo Congresso Nacional (PPA e outros); 5) observância às desigualdades regionais, e 6) observância às desigualdades de gênero, de raça, de etnia, de geração, de condições econômicas, entre outras. (ROMA, 2019)

Ao todo, 167 metas se tornaram pertinentes ao contexto nacional, sendo que 128 delas tiveram que ter seu texto alterado para atender as especificidades do país. Essas mudanças conferiam maior clareza ao objetivo ou apresentavam uma melhor forma de quantificá-los. Neste cenário o Brasil é um dos únicos países-membros das Nações Unidas a dispor de um instrumento consolidado que orienta a territorialização dos objetivos, de forma abrangente e que se comunica com a versão original (ROMA, 2019).

Os ODS são:

- ODS 1 – Erradicação da pobreza: erradicar com a pobreza em todas as suas formas e lugares, sendo um ponto primordial para a estratégia de desenvolvimento sustentável. Um dos principais desafios para o Brasil é estabelecer marcos políticos que atinjam a população com maior vulnerabilidade social e garantir que os sistemas de proteção atinjam estas pessoas;
- ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição, bem como promover a agricultura sustentável. Este objetivo complementa-se com o ODS 1, por conta da associação da pobreza com a fome, porém neste caso, a abordagem é voltada a saúde, através das questões de desnutrição e seus impactos;
- ODS 3 – Saúde e bem estar: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos. Com o viés de saúde populacional, este objetivo visa redução da mortalidade de mães, bebês e crianças, combates a doenças como AIDS e malária, por exemplo, mortes no trânsito, entre outros;
- ODS 4 – Educação de qualidade: assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, assim como promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- ODS 5 – Igualdade de gênero: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas. Este objetivo promove o fim da

discriminação e da violência de mulheres e meninas, bem como a busca da equidade econômica entre gêneros;

- ODS 6 – Água potável e saneamento: garantir a disponibilidade e manejo sustentável da água para todos. O objetivo preocupa-se com a existência de água para o futuro e, além disso, observa a disponibilidade de recursos para saneamento e higiene e traz o aspecto social da água em pauta;

- ODS 7 – Energia acessível e limpa: garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos;

- ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico: promover o crescimento econômico, de forma inclusiva e sustentável e, garantir emprego pleno e produtivo e decente para todos;

- ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura: fomentar a inovação, construir infraestrutura resiliente, e promover a industrialização inclusiva e sustentável. Este objetivo aborda o desenvolvimento industrial, por meio da inovação e geração de valor, sendo a infraestrutura uma questão básica de suporte para aumento da produtividade;

- ODS 10 – Redução das desigualdades: reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles. O objetivo 10 dialoga com o ODS 1, 2 e 5, pois trata também da inclusão social e política para redução da pobreza e da desigualdade;

- ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis: tornar as cidades e os assentamentos humanos sustentáveis, inclusivos, resilientes e seguros. Conhecido como ODS das cidades, o objetivo busca por cidades que sejam mais inclusivas, resilientes a eventos adversos, seguras e sustentáveis;

- ODS 12 – Produção e consumo responsável: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;

- ODS 13 – Ações contra a mudança global do clima: tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos;

- ODS 14 – Vida na água: conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e dos recursos marinhos por meio da redução da poluição aquática, da acidificação dos mares e do controle da pesca desenfreada;

- ODS 15 – Vida terrestre: promover, proteger e recuperar o uso sustentável dos ecossistemas terrestres e as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e a perda de biodiversidade;

- ODS 16 – Paz, justiça e instituições eficazes: Promover sociedades pacíficas e inclusivas, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes em todos os níveis;
- ODS 17 – Parcerias e meios de implementação: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável (IPEA, 2019).

### 3.4 ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis

Como esperado, a ODS 12 trata de mudanças nos padrões de consumo e de produção, visando um modelo de desenvolvimento econômico e social sustentável. As metas atreladas a este objetivo visam promover a eficiência de recursos naturais e energéticos e o desenvolvimento de infraestruturas de produção sustentável, bem como do acesso a serviços básicos para todos, por meio da gestão de informações, transparências nas decisões e educação sobre consumo (IPEA, 2019; MMA, [20--]).

No contexto nacional, das 11 metas do ODS 12, apenas 4 mantiveram-se sem alteração, ou seja, já são adequadas para o cenário do país. Observa-se na meta 12.5 o avanço do Brasil nas questões de produção e consumo responsável, quando altera a meta original introduzindo o conceito de Economia Circular visando a redução da geração de resíduos de forma substancial, atrelando-se às ações de não geração, redução, reciclagem e reuso de resíduos (IPEA, 2019; MMA, [20--]).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A empresa, que serviu como base para este estudo, é uma corporação multinacional, que possui unidades administrativas e produtivas em diversos países, incluindo o Brasil, sendo uma de suas unidades localizada no município de Itupeva no interior do estado de São Paulo, que teve início na operação em 2017. A cidade possui pouco mais de 70 mil habitantes, de acordo com o Censo Demográfico de 2022 do IBGE (IBGE, 2023).

A região de instalação do empreendimento é visivelmente classificada como zona rural e o terreno é cercado por pastos voltados à bovinocultura em pequena escala, onde o acesso é realizado por meio de via pavimentada de duplo sentido com faixa simples.

Neste local trabalham cerca de 35 funcionários fixos (próprios e terceiros), com variação de, aproximadamente, 5 pessoas em dias úteis e desconsiderando eventuais visitantes. O horário de funcionamento é das 08h às 17h, ou seja, em turno único, e não há operação em finais de semana (sábado e domingo), que podem ser dedicados à atividades administrativas pontuais ou de manutenção predial e industrial, quando se é necessária ausência de colaboradores para mitigação de riscos ocupacionais e/ou ambientais.

A operação da companhia é voltada para o comércio e manutenção de máquinas, equipamentos e produtos químicos fracionados para uso industrial. Seu fluxo operacional envolve dois grandes segmentos de atividades:

1- O comércio de máquinas e equipamentos, bem como seu eventual reparo e configuração, funcionando como uma espécie de assistência técnica. É importante notar que toda fabricação desses aparelhos e peças provém do exterior, especificamente de unidades da companhia localizadas na Europa, América do Norte e Ásia;

2- O comércio de produtos químicos, que são utilizados nas máquinas da marca.

Esses itens consumíveis, por sua vez, possuem duas origens diferentes: podem ser importados em embalagens diversas (tambores, bombonas plásticas ou cartuchos) ou a granel de fontes nacionais. Neste último, o armazenamento é realizado em 2 tanques em aço inox, com capacidade de armazenamento de 30 m<sup>3</sup>

cada um. Além disso, a maioria da comercialização desses produtos ao consumidor final é realizada através de embalagens de cartuchos de 1L, aproximadamente. Portanto, uma das atividades fundamentais da empresa, que é realizada por empresa terceirizada, é o envase desse químico.

De maneira geral, pode-se considerar que a operação é majoritariamente logística, visto tamanha movimentação de estoque e matéria prima para o produto acabado.

Aprofundando ainda mais, os produtos químicos que a empresa trabalha são, em sua maioria, químicos inflamáveis (solventes e tintas industriais). Por conta do risco de armazenamento desse material e eventuais manipulações destes durante o processo de manutenção e envase dos cartuchos, há elevado risco de incêndio nas instalações.

Com base nisso, a empresa conta com robusto sistema de combate a incêndio, conforme legislações vigentes e normas internas, e farto suprimento de água para uso emergencial, que é armazenada em um tanque metálico com capacidade de 180 m<sup>3</sup>.

Toda a água utilizada no empreendimento, incluindo para uso emergencial, é obtida através da compra e recebimento via caminhão-tanque. O valor do consumo interno é quantificado mensalmente, por meio de hidrômetros calibrados. Nota-se que grande parte da água é destinada para uso não potável, sendo utilizada principalmente na reserva de combate a incêndio, descargas sanitárias, limpeza e jardinagem.

#### 4.2 INSTALAÇÕES DO EMPREENDIMENTO

Toda a estrutura física da operação do empreendimento é alugada e mantida por empresa terceira, no qual é a mesma que realiza o envase do produto, conforme citado anteriormente.

Essa mantedora do prédio, é parte essencial do funcionamento da empresa alvo de estudo, porém além de atuar nesta operação, também possui outras unidades, no qual atua no ramo de solventes industriais, em um processo muito semelhante de envase de cartuchos, porém com diversos destinos e usos distintos.

Fica na responsabilidade da empresa alvo a renovação das licenças e autorizações legais de funcionamento do local, como Alvará Municipal, Auto de

Vistoria do Corpo de Bombeiros, licenças ambientais, licenças de uso de produtos controlados etc.

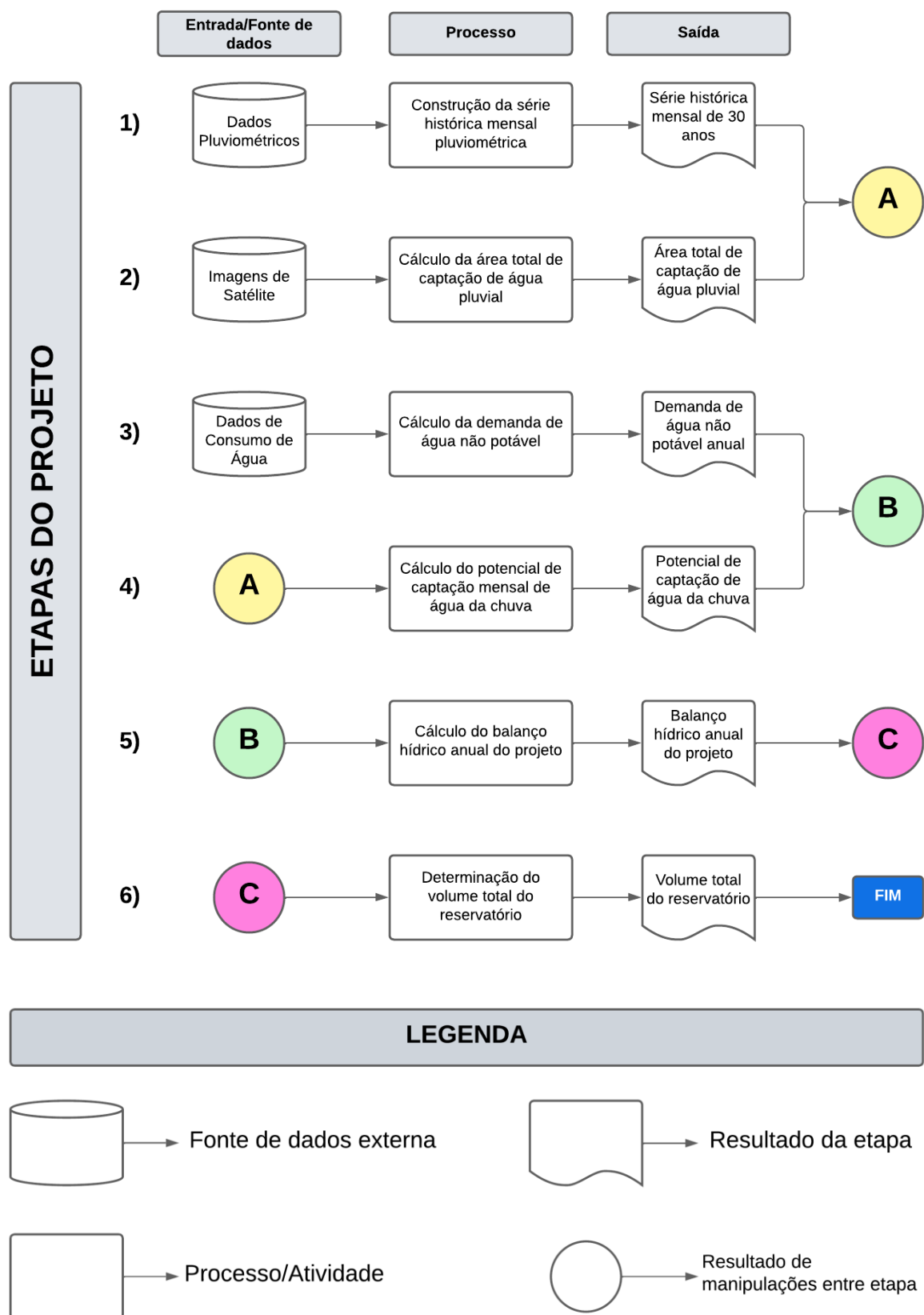
Além disso, as questões patrimoniais de uma maneira geral, ficam na responsabilidade do proprietário, como por exemplo a equipe de limpeza e de controle de acesso e vigias, bem como de qualquer outro serviço que houver necessidade de intervenção predial, como construções, reformas, melhorias na estrutura, entre outras.

#### 4.3 DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

Analisando os principais usos da água no empreendimento, observa-se que eles são abrangidos na NBR 15527 (ABNT, 2019), especificamente no item 4.1.7., atestando a possibilidade de execução do trabalho.

Sendo assim, o dimensionamento do projeto deve adotar a estrutura conforme Figura 1, para desenvolvimento metodológico.

Figura 1 – Fluxograma metodológico elaborado a partir de premissas e orientações apresentadas na NBR 15527 (ABNT, 2019)



Fonte: Autoria própria.

Detalhando, as etapas do processo do projeto são:

**1)** Obtenção e análise dos dados pluviométricos, para visualização da série histórica mensal de chuva da região de Itupeva dos últimos 30 anos – no mínimo, segundo recomendação para análise climática da Organização Mundial de Meteorologia (INPE, [20--]), coletada a partir da base de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e tratados com software de criação e manipulação de planilhas - *Google Planilhas*, para criação de tabelas e gráficos;

**2)** Cálculo da área de captação de água pluvial utilizando software de processamento de imagens (QGIS 3.16.4-Hannover) a partir de imagens de satélite para então, demarcar as áreas do empreendimento e demarcar as áreas passíveis de captação de água pluvial (telhados), utilizando também do *Google Planilhas* para geração de eventuais tabelas;

**3)** Cálculo estimado da demanda total de água não potável do empreendimento, através de medição do consumo por meio dos hidrômetros instalados na companhia e análise de cada uso citado anteriormente, conjuntamente com a administração da empresa e criação de possíveis tabelas e gráficos para visualização dos dados, utilizando *Google Planilhas*;

**4)** Cálculo do potencial de captação de água de chuva aproveitável (mensal e anual), a partir da série histórica e área de captação, conforme NBR 15527 (ABNT, 2019), uma vez que a partir da média de chuva mensal em mm, é possível estimar a quantidade de chuva que incide nos telhados da companhia, ou seja, a área passível de captação, considerando os coeficientes adequados e criando tabelas e gráficos (*Google Planilhas*);

**5)** Balanço hídrico anual do projeto, considerando a demanda total e o volume de água pluvial aproveitável no mesmo período, portanto, balancear a quantidade de água que entra no sistema e a que sai, por meio do consumo, utilizando gráficos e tabelas para evidenciar as entradas e as saídas de água por meio do *Google Planilhas*;

**6)** Determinação do volume do reservatório necessário para o projeto, considerando o balanço hídrico anual do sistema.

Além disso, a norma cita a análise de alguns tópicos para a estruturação do sistema conforme sinalizados a seguir:

- Captação em calhas e condutores;

- Etapas de pré-tratamento;
- Requisitos mínimos para reservatório;
- Análise das condições prediais;
- Qualidade da água;
- Tratamento e;
- Manutenção.

Após, discutiu-se a viabilidade de implementação do projeto, considerando sua aplicabilidade para o empreendimento, em questões de suprimento da demanda, além do custo e tempo de retorno do investimento, realizados de forma qualitativa.

Em paralelo a estas etapas, construiu-se uma análise dos benefícios da instalação do projeto com o ODS 12 (Consumo e Produção Sustentável) e, consequentemente, com o desenvolvimento sustentável do empreendimento e seu impacto social no município de Itupeva, com base em bibliografias recentes e pertinentes ao tema.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 SÉRIE HISTÓRICA PLUVIOMÉTRICA

Por meio do portal HidroWeb, uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH), obteve-se gratuitamente as informações hidrometeorológicas necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

A estação mais próxima do empreendimento que se deseja estudar a série histórica pluvial, é de responsabilidade da ANA e foi identificada a partir do código **2347057**. A bacia da região é a do Rio Paraná e suas coordenadas geográficas em UTM são 289458,83 m e 7438347,23 m (zona 23S) e localiza-se a 659 m de altitude (ANA, [ca. 2019]).

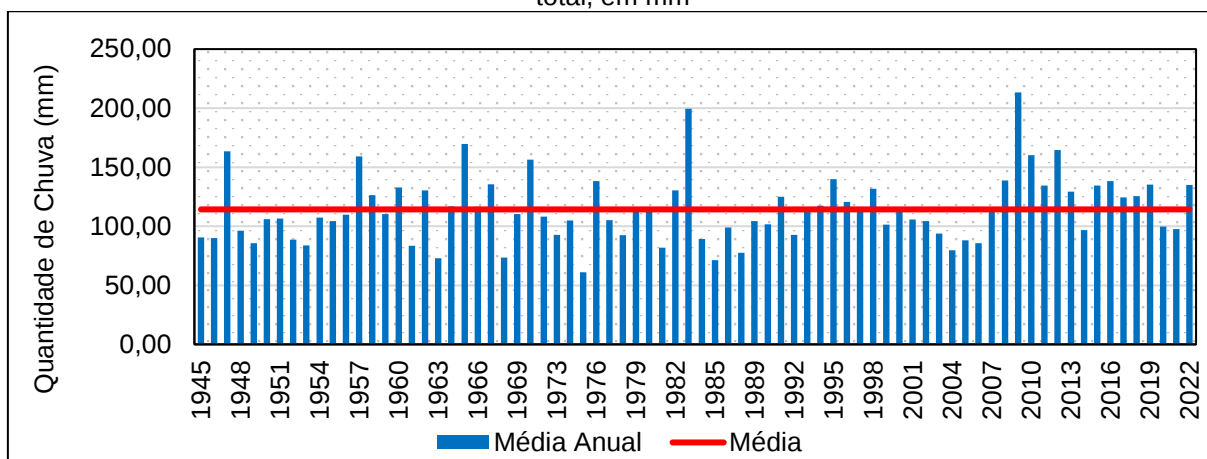
Foram utilizados dados brutos, que datam de março de 1944 até abril de 2023, conforme Apêndice A, que reúne o total de chuva por mês, em milímetro de chuva (mm), por cada ano registrado.

Alguns meses não possuem leitura e, dessa forma, o método adotado para completar as informações, foi realizar a média dos anos anteriores daquele mesmo mês.

Os anos 1972, 1988 e 2023 por estarem com faltas de dados mensais, foram desconsiderados, assim como 1944, que por ser o primeiro ano de leitura e apresentar ausência de dados, impossibilitou realizar a média mensal do período anterior. Importante ressaltar que essas exclusões não impactam de maneira significativa a análise, uma vez que a série histórica remanescente atende à recomendação da Organização Mundial de Meteorologia, que sugere um mínimo de 30 anos de dados para análises desse tipo.

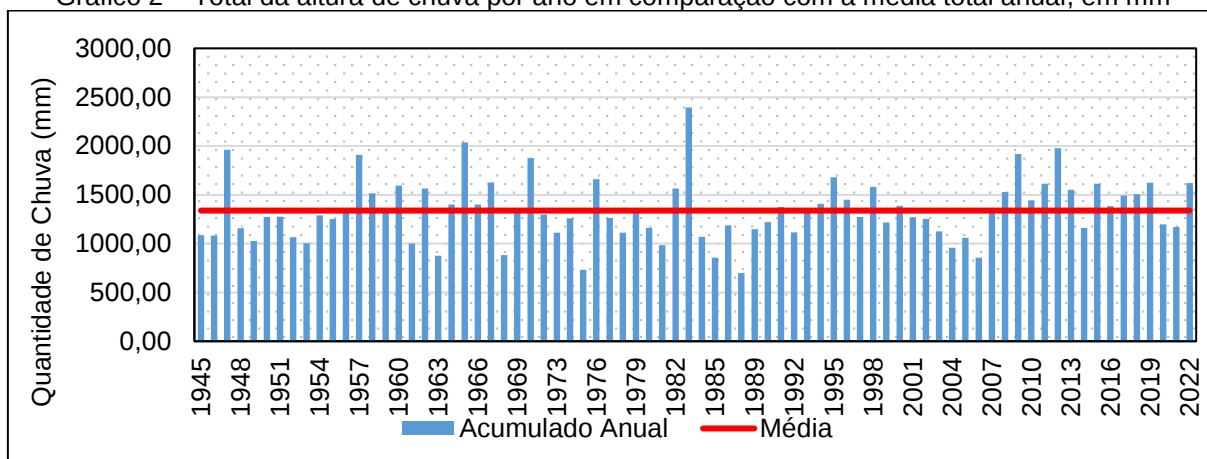
Foram analisadas leituras mensais ao longo de um período abrangente de 76 anos, proporcionando uma margem substancial de dados. Durante esse extenso período e com o objetivo de visualizar as informações de maneira mais clara, foram criados três gráficos: Gráfico 1, Gráfico 2 e Gráfico 3 os quais representam, respectivamente, a altura mensal de chuva por ano, a precipitação total anual e a média mensal da precipitação pluviométrica no município.

Gráfico 1 – Média da altura de chuva mensal por cada ano analisado em comparação com a média total, em mm



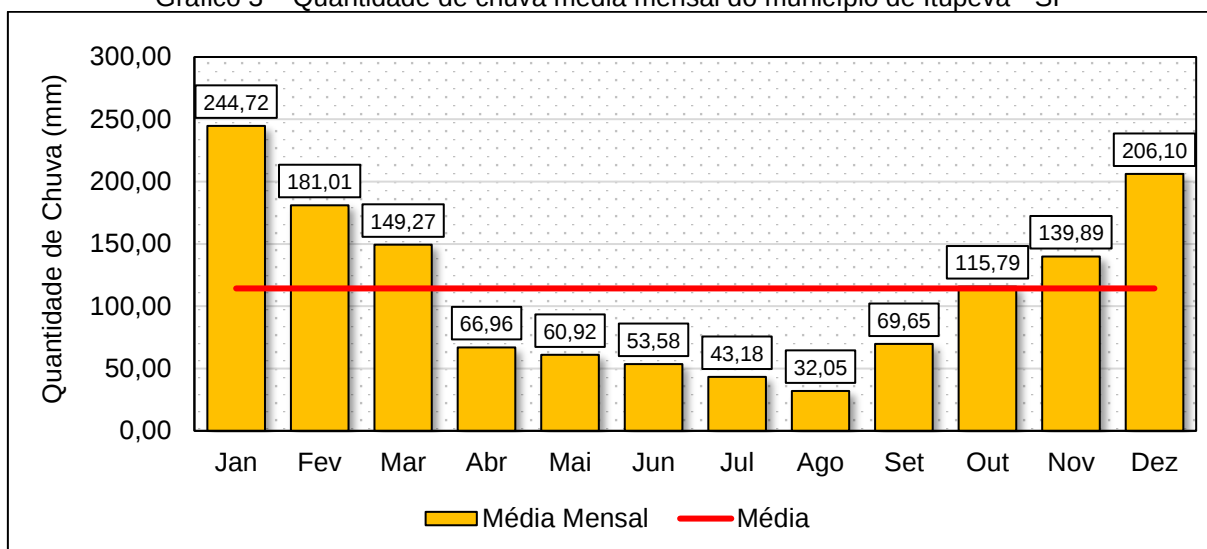
Fonte: Autoria própria.

Gráfico 2 – Total da altura de chuva por ano em comparação com a média total anual, em mm



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 3 – Quantidade de chuva média mensal do município de Itupeva - SP



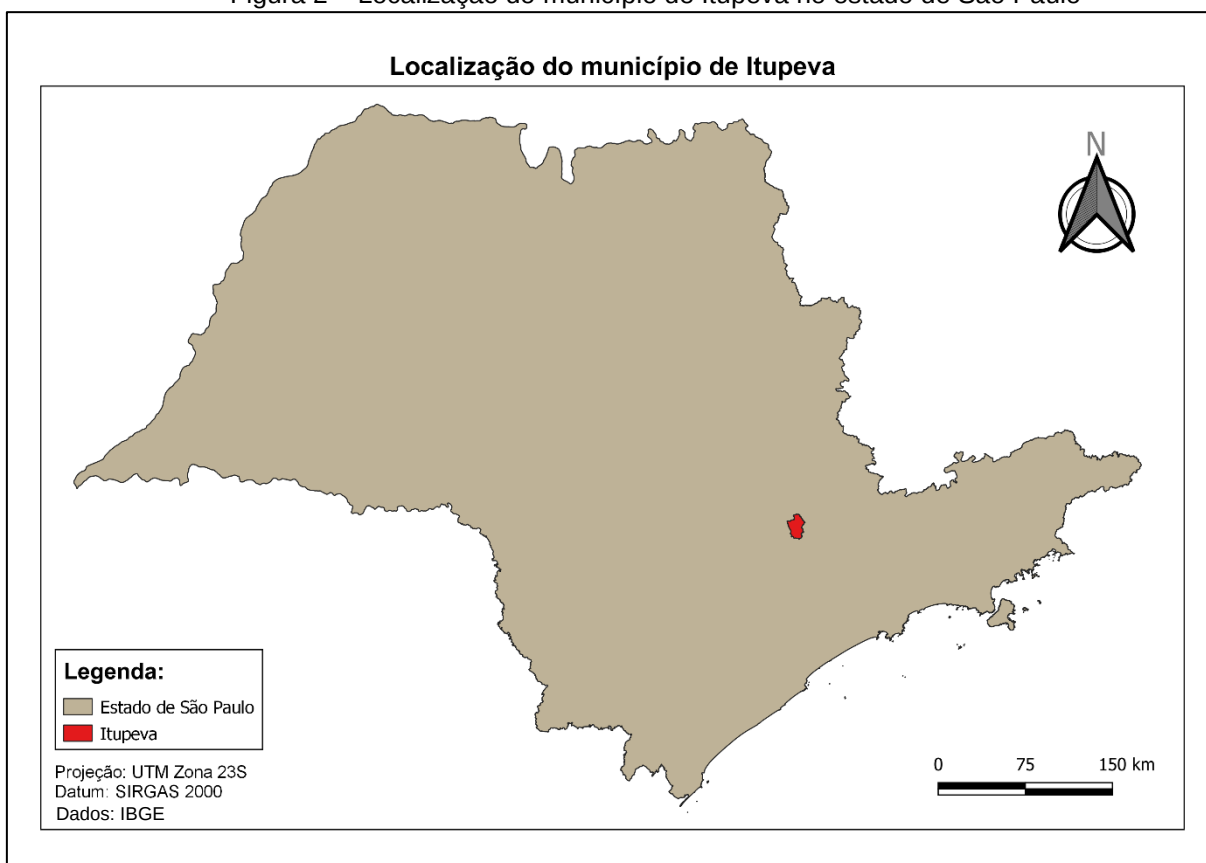
Fonte: Autoria própria.

É perceptível que na região de Itupeva o ano hídrico tem início em setembro, marcando o começo do período chuvoso, imediatamente após o mês que registra a menor média de precipitação. Em outras palavras, o término do período seco, que corresponde ao mês de agosto, antecede o início do ano hídrico, caracterizado pelo início do aumento significativo das chuvas (KICH; MELATI; MARCUZZO, 2015).

## 5.2 ÁREA DE CAPTAÇÃO

Com o auxílio dos mapas disponíveis no portal de mapas do INPE, foi possível identificar a localização do município de Itupeva no estado de São Paulo e, de forma visual, comparar a sua escala em relação ao estado quando realizamos análises de áreas. A Figura 2 representa o mapa gerado, que utiliza como referência a projeção UTM Zona 23S - SIRGAS 2000.

Figura 2 – Localização do município de Itupeva no estado de São Paulo



Fonte: Autoria própria.

Com a ajuda do plugin *QuickMapServices* no QGIS, foi possível acessar imagens de satélite de alta resolução provenientes da base de dados da *Google Inc.* Isso nos possibilitou identificar o empreendimento, delimitar sua área e identificar as superfícies com potencial para a captação de água pluvial aproveitável, especialmente

os telhados, como claramente representado na Figura 3. Além disso, essa ferramenta permitiu visualizar as áreas circundantes do empreendimento, incluindo suas características relacionadas à agricultura.

Figura 3 – Caracterização das áreas de captação pluvial do empreendimento



Fonte: Autoria própria.

Conforme mencionado anteriormente, as áreas circundantes são dedicadas à agricultura, e o terreno adjacente ao empreendimento está atualmente em processo de construção. Além disso, a própria empresa está passando por uma fase de expansão, o que pode resultar em um aumento na área disponível para captação de água pluvial.

A Tabela 2 apresenta a área de captação e o perímetro desses polígonos, calculados automaticamente utilizando o software QGIS e as projeções geográficas aplicadas, que são as mesmas utilizadas na Figura 2.

Tabela 2 – Dados de captação de água pluvial do empreendimento

| Área de Captação (m <sup>2</sup> ) | Perímetro de Captação (m) |
|------------------------------------|---------------------------|
| 2.357,68                           | 328,99                    |

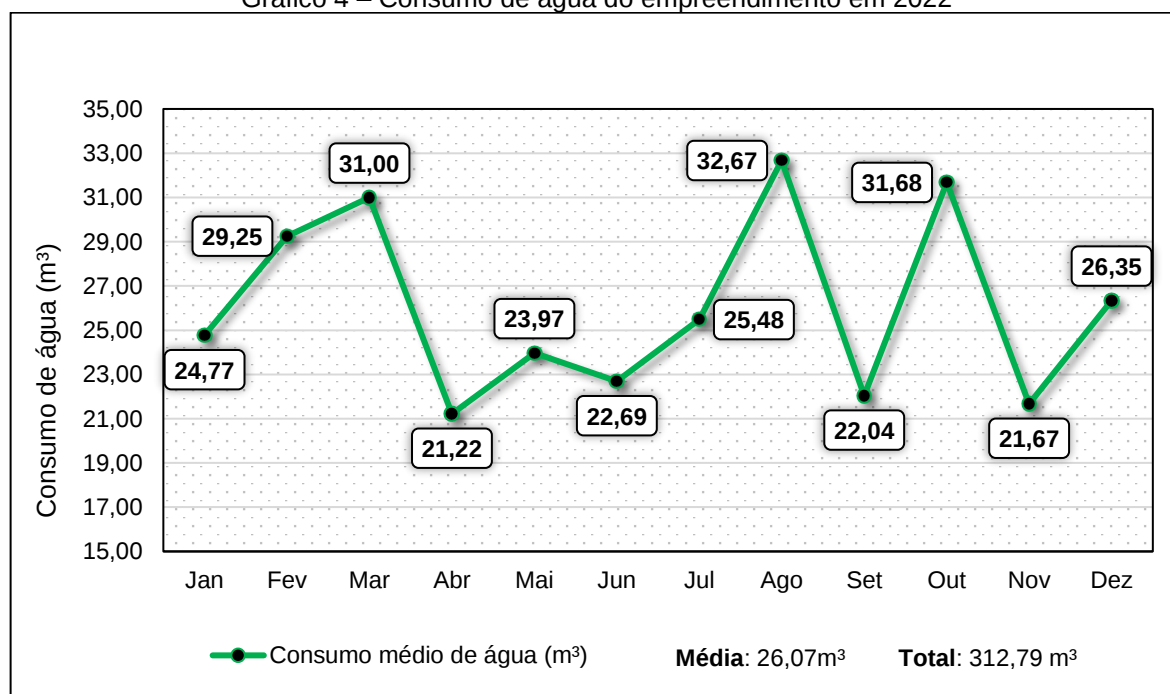
Fonte: Autoria própria.

### 5.3 DEMANDA DO USO DA ÁGUA

Majoritariamente, o consumo de água na companhia é de caráter não potável, uma vez que usos potáveis são apenas referentes ao consumo humano através do bebedouro e para uso sanitário, como por exemplo nos lavatórios de mãos nos banheiros, nas pias da copa e do refeitório e nos chuveiros dos vestiários que possuem baixa ou nenhuma frequência de uso.

Desta forma, o consumo de água da empresa no ano de 2022, ilustrado no Gráfico 4, será considerado como o valor absoluto do consumo de água não potável que o empreendimento demanda, sendo este um cenário de extrapolação da quantidade real de água utilizada para as finalidades não potáveis já especificadas anteriormente.

Gráfico 4 – Consumo de água do empreendimento em 2022



Fonte: Autoria própria.

#### 5.4 QUANTIDADE POTENCIAL DE CAPTAÇÃO

Segundo a ABNT (2019), “a disponibilidade teórica de água de chuva para captação depende da precipitação, da área de captação, do coeficiente de escoamento superficial da cobertura e da eficiência do sistema de tratamento” (ABNT, 2019).

Dessa forma, o volume mensal de captação de água da chuva é realizado a partir da Equação 1:

$$Q(t) = \frac{P(t) \cdot A \cdot C \cdot \eta}{1000} \quad (1)$$

Onde:

- $Q(t)$ : volume de chuva aproveitável no tempo  $t$  – [ $\text{m}^3/\text{t}$ ];
- $P(t)$ : precipitação no mês  $t$  – [ $\text{mm} \cdot \text{t}^{-1}$ ];
- $A$ : área de captação do telhado [ $\text{m}^2$ ];
- $C$ : coeficiente de escoamento superficial de cobertura;
- $\eta$ : eficiência do sistema de captação. (ABNT, 2019)

O coeficiente de escoamento superficial de cobertura ( $C$ ) será determinado com base na Tabela 4. No contexto deste projeto, optou-se por adotar o valor de 0,8. Essa escolha se justifica pela natureza da superfície de captação, que consiste em um telhado perfeito em alumínio, isento de qualquer possibilidade de vazamentos ou imperfeições que poderiam afetar o processo de escoamento.

Seguindo a recomendação da ABNT NBR 15527, devido à falta de informações detalhadas, será adotado a eficiência do sistema ( $\eta$ ) como sendo igual a 0,85 (ABNT, 2019).

Tabela 3 – Valores de C baseados nas características detalhadas das diversas superfícies presentes na bacia

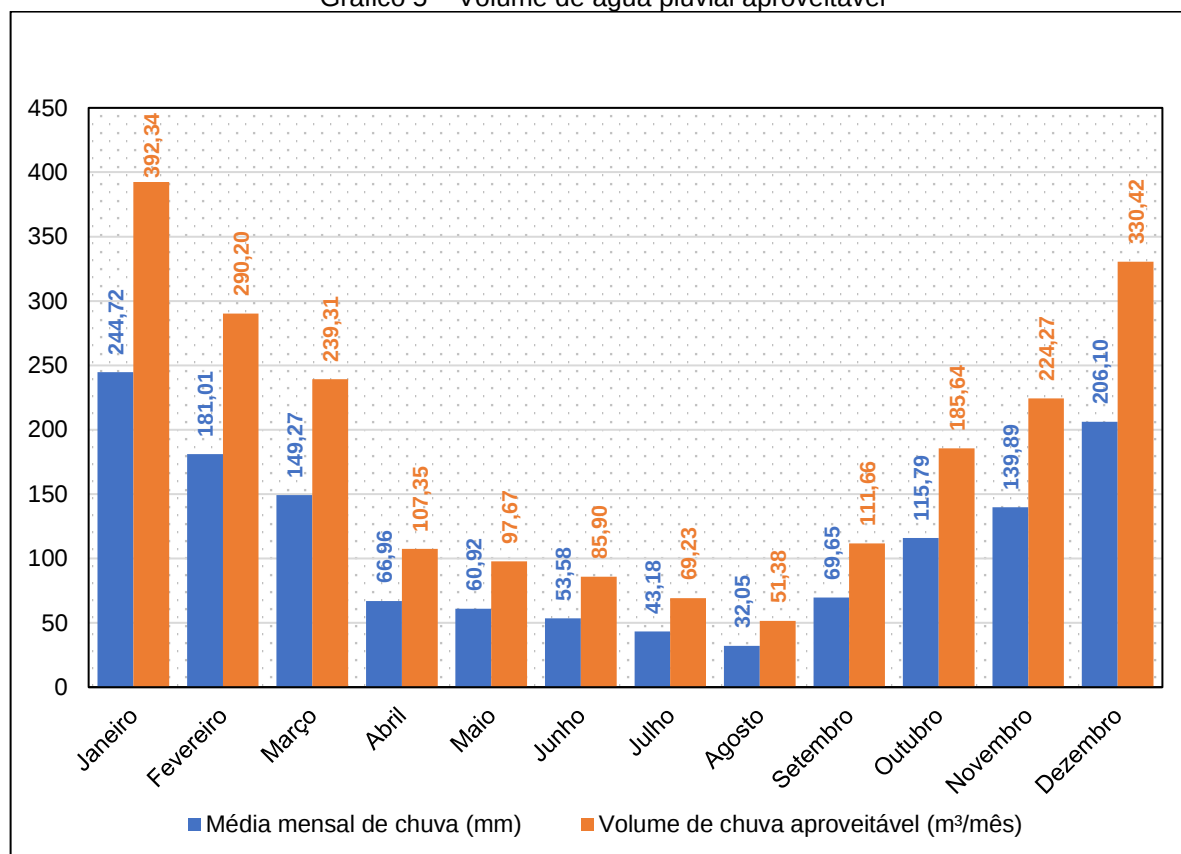
|                                                                                                                             |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Telhados perfeitos sem fuga                                                                                                 | 0,70 a 0,95 |
| Superfícies asfaltadas em bom estado                                                                                        | 0,85 a 0,90 |
| Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas                                      | 0,70 a 0,85 |
| Para superfícies anteriores sem as juntas tomadas                                                                           | 0,50 a 0,70 |
| Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas                                                                     | 0,40 a 0,50 |
| Estradas macadamizadas                                                                                                      | 0,25 a 0,60 |
| Estradas e passeios de pedregulho                                                                                           | 0,15 a 0,30 |
| Superfícies não-revestidas, pátios de estradas de ferro e terrenos descampados, parques, jardins, dependendo da declividade | 0,10 a 0,30 |
| Do solo na natureza e do subsolo                                                                                            | 0,01 a 0,20 |

Fonte: Garotti e Barbassa (2010) apud Villela e Matos (1980).

A média anual da quantidade de chuva acumulada é de 1.363,12 mm, conforme demonstrado no Apêndice A. Utilizando a Equação 1 e considerando uma área total de captação de 2.357,68 m<sup>2</sup>, estima-se que o empreendimento poderá captar 2.185,38 m<sup>3</sup>/ano de água da chuva pluvial aproveitável, portanto, a estimativa considera as potenciais perdas no sistema.

O Gráfico 5 ilustra o volume de chuva aproveitável.

Gráfico 5 – Volume de água pluvial aproveitável



Fonte: Autoria própria.

## 5.5 BALANÇO HÍDRICO DO PROJETO

Com base no potencial de captação mensal e na demanda do uso de água não potável do empreendimento, foi construído o balanço hídrico do projeto, ou seja, analisou-se a entrada e a saída de água do sistema mês a mês. Entretanto, hipoteticamente, foi simulado que o reservatório já existente na companhia (180 m³) seja utilizando para armazenamento de água não pluvial e que este esteja inicialmente com volume de 30 m³.

Para o balanço hídrico, foi utilizado a relação do Método de Simulação Mensal, evidenciada na Equação 2:

$$S(t) = Q(t) + S(t - 1) - D(t) \quad (2)$$

Onde:

- $S(t)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$  – [m³];
- $D(t)$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$  – [m³];
- $S(t-1)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t-1$  – [m³];

- $Q(t)$  é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$  – [m<sup>3</sup>] (BRANDÃO; MARCON, 2018).

Desta forma, os dados disponíveis do balanço estão disponíveis na Tabela 4.

Tabela 4 – Balanço hídrico do projeto

| <b>t</b> | <b>Q(t) (m<sup>3</sup>)</b> | <b>S(t-1) (m<sup>3</sup>)</b> | <b>D(t) (m<sup>3</sup>)</b> | <b>S(t) (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Descarte (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Descarte<sup>4</sup>(%)</b> |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1        | 392,34                      | 30,00                         | 24,77                       | 397,57                      | 217,57                          | 55,5%                          |
| 2        | 290,20                      | 180,00                        | 29,25                       | 440,95                      | 260,95                          | 89,9%                          |
| 3        | 239,31                      | 180,00                        | 31,00                       | 388,31                      | 208,31                          | 87,0%                          |
| 4        | 107,35                      | 180,00                        | 21,22                       | 266,13                      | 86,13                           | 80,2%                          |
| 5        | 97,67                       | 180,00                        | 23,97                       | 253,70                      | 73,70                           | 75,5%                          |
| 6        | 85,90                       | 180,00                        | 22,69                       | 243,21                      | 63,21                           | 73,6%                          |
| 7        | 69,23                       | 180,00                        | 25,48                       | 223,75                      | 43,75                           | 63,2%                          |
| 8        | 51,38                       | 180,00                        | 32,67                       | 198,71                      | 18,71                           | 36,4%                          |
| 9        | 111,66                      | 180,00                        | 22,04                       | 269,62                      | 89,62                           | 80,3%                          |
| 10       | 185,64                      | 180,00                        | 31,68                       | 333,96                      | 153,96                          | 82,9%                          |
| 11       | 224,27                      | 180,00                        | 21,67                       | 382,60                      | 202,60                          | 90,3%                          |
| 12       | 330,42                      | 180,00                        | 26,35                       | 484,08                      | 304,08                          | 92,0%                          |

Fonte: Autoria própria.

## 5.6 VOLUME DE RESERVATÓRIO

Nota-se que, para o reservatório com capacidade de armazenamento de 180 m<sup>3</sup> e para a atual demanda estipulada de água não potável, sempre haverá o descarte de água pluvial captada para a rede de drenagem, uma vez que há mais precipitação do que o consumo, fazendo com que o reservatório permaneça o tempo todo cheio. Em outras palavras, a oferta de água é maior do que a demanda.

Em suma, por conta de alguns fatores do projeto como por exemplo: grande oferta pluvial na região, grande área de captação (telhados) e baixa demanda de água não potável, entende-se que o reservatório já existente no empreendimento seria suficiente para o escopo do projeto.

<sup>4</sup> Descarte percentual em relação ao volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ,  $Q(t)$ .

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 VOLUME DE RESERVATÓRIO E INSTALAÇÕES

A partir do dimensionamento do reservatório, constatou-se que algumas instalações já existentes no empreendimento, são suficientes para armazenar a água pluvial captada. Desta forma, o custo do projeto se torna menor, visto que a aquisição de um reservatório, por exemplo, demanda um investimento muito elevado, a depender da sua capacidade, material no qual é fabricado, local de instalação etc. (MIERZWA *et al.*, 2007).

A redução deste custo atrelado ao abastecimento constante corrobora para a autonomia do sistema, principalmente nos meses de menor intensidade pluviométrica, atendendo todas as necessidades, inclusive as emergências. Isso pode ser visto pelo mês de agosto ( $t=8$ ), no qual esperava-se recorrer a fontes externas de abastecimento. Porém pelo fato de ser um sistema operante e com baixas perdas, ainda haveria descarte de 36,4% do volume em relação ao volume pluvial aproveitável.

Além disso, conforme ilustrado na Figura 3, a construção de um novo galpão expande as operações da empresa proprietária do prédio, incorporando parte de suas atividades para o mesmo terreno. A manipulação de produtos químicos combustíveis e inflamáveis constitui parte das atividades da unidade fabril. Devido a este fato, será necessário estudar a oferta de água em cenários de emergências, como por exemplo, o tempo máximo de combate a incêndio com linhas de resfriamento (hidrantes) e de abafamento utilizando Líquido Gerador de Espuma (LGE).

Atualmente, todos os galpões de armazenamento de produtos químicos combustíveis e inflamáveis possuem capacidade de mais de 20.000 L por conta do sistema de chuveiros de incêndio automáticos, conhecidos também por *sprinklers*, conforme Instrução Técnico nº 25 de 2018 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (CBPMESP, 2018).

Estes funcionam quando, em rede pressurizada, ocorre o rompimento automático de uma pequena ampola que contém um elemento termo sensível, ou seja, que se expande quando atinge uma certa temperatura. Em seguida, ocorrerá a despressurização da tubulação, que faz com que a bomba de incêndio seja acionada automaticamente, mantendo a pressão na linha e irrigando a área afetada. Os outros

chuveiros só serão ativados caso a temperatura do ambiente rompa as ampolas termo sensíveis (GABE; ZUFFO; EDLER, 2018)

## 6.2 PROPOSTAS DE USO CONFORME AS CONDIÇÕES DE POTABILIDADE

Mesmo considerando a água pluvial para uso majoritariamente não potável, a NBR 15527 define parâmetros mínimos de qualidade e por isso, é necessário estimar os custos para análises laboratoriais de água, nos quais devem ser realizados em intervalos periódicos de, no mínimo, seis meses. Essas análises giram em torno do pH, turbidez e quantificação microbiológica da bactéria *Escherichia coli*. Em casos de contaminação ou não conformidade da qualidade hídrica, seu uso deve ser interrompido imediatamente e o problema tratado por meio de uma investigação de causa raiz e identificação da solução do desvio antes da retomar a utilização do sistema, por exemplo (ABNT, 2019).

Entretanto, é necessário observar que o empreendimento também utiliza água potável nos lavatórios dos banheiros, chuveiros do vestiário e na copa/refeitório, que usa o recurso hídrico no lavatório de uso comum, no bebedouro e na máquina de café, que possuem filtros e sistema de desinfecção próprios. Com a substituição e utilização do sistema atual para uso da água pluvial é fundamental avaliar e encontrar soluções para estes pequenos usos, essenciais no dia a dia da operação.

A água da chuva é limpa e uma vez que não haja grandes contaminações, a não ser o contato com o telhado que pode ou não conter vestígios de fuligem provenientes de composto atmosféricos poluentes e também bactérias e outros microrganismos, pode ser vista como tratável e após, potável (NETO, 2013).

Os tratamentos adequados dependerão das condições físico-químicas da água, por isso será necessário coleta desse fluído para análise previa destes parâmetros, conforme Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Em um cenário de somente desinfecção biológica da água, uma das alternativas seria a desinfecção através da instalação de uma pequena estação de cloração da água, podendo ser automática ou manual, ou até mesmo a utilização de gás ozônio ou raios ultravioletas, de acordo com a norma. Conforme ilustrado no Gráfico 4, o volume total de água utilizado no empreendimento em 2022 foi baixo e a

implementação de um sistema menos complexo é suficiente para atender as necessidades do local.

Por outro lado, para que isso seja realizado, logo após a captação, deve-se projetar quais as etapas de pré-tratamento do sistema. Isso é fundamental, uma vez que este recurso precisa ter baixa quantidade de sólidos totais e os parâmetros de qualidade dentro do especificado na norma. Um dos equipamentos primordiais, são as grades e filtros, que são instalados para retenção de sólidos grosseiros indesejáveis logo após a captação nos telhados. Em sequência, entende-se que o ideal seria a instalação de um equipamento automático que descarta a água captada inicialmente (os primeiros 2 mm de chuva aproximadamente) (ABNT, 2019; NETO, 2013).

### 6.3 CUSTOS DE PROJETO

Por ser um projeto que não necessitará da compra e instalação de um novo reservatório para armazenamento da água, os custos de instalação serão consideravelmente menores, uma vez que a estrutura para captação está parcialmente adequada para o projeto (MIERZWA *et al.*, 2007).

Por conta das variações de mercado, a avaliação do tempo de retorno do investimento (*payback*) será realizada de forma qualitativa. Dessa forma, prevê-se que os maiores recursos aplicados serão direcionados à adequação das estruturas de coleta e distribuição, e aos ajustes necessários para uso potável de água do empreendimento.

Em relação ao primeiro investimento, será necessário a instalação de calhas, canos e canaletas onde ainda não há ou será preciso adequação, como por exemplo o cenário da Figura 4. Além disso, as tubulações devem convergir em direção ao reservatório, que por meio de uma bomba hidráulica, serão bombeadas para dentro do tanque. Em alguma etapa deste percurso, a água deve passar por pré-tratamento, conforme requisito da NBR 15527:2019 já citada anteriormente (ABNT, 2019).

Figura 4 – Vistas do empreendimento



Fonte: Autoria própria.

Após captação, com a ajuda de grades e filtros em sequência para remoção do particulado grosseiro e em suspensão, torna-se a água mais límpida. Esse material retido deve ser retirado com frequência pelos manutentores do sistema, e tratado como resíduo sólido comum, sendo contemplado no gerenciamento de resíduos sólidos da empresa (ABNT, 2019).

Em seguida, os primeiros 2 mm de chuva (2 L por m<sup>2</sup>) sempre deverão ser descartados (*first flush*), conforme orientação normativa, por meio de um sistema automático que por sua vez, deve facilitar a manutenção do sistema projetado. Esse descarte não precisa ser captado e tratado, ou seja, pode ser diretamente lançado superficialmente em ralos de drenagem pluvial do empreendimento (ABNT, 2019).

Além disso, é importante a implementação de um medidor de nível e uma válvula de escape em caso de excesso de chuva e, conseqüentemente, potencial de extrapolção do limite de reservatório. Estes devem ser instalados diretamente no tanque e, em ocorrência de descartes, também devem ser lançadas superficialmente em ralos de drenagem pluvial (ABNT, 2019).

Para a adequação do uso de água potável na empresa e para facilitar o tratamento, esta deve provir diretamente do reservatório, uma vez que já houve a etapa de pré-tratamento, simplificando o projeto.

As manutenções do sistema, de acordo com a NBR 15527, devem ser periódicas, bem como suas inspeções. Na escala de abrangência deve ser considerado todo o sistema. Entretanto, a norma não qualifica qual o nível de detalhamento de tais inspeções e nem o grau de instrução necessária para realizá-las. Sendo assim, os custos envolvidos nesta etapa giram em torno apenas da manutenção, a não ser que na equipe do empreendimento possua mão de obra apta e capacitada para realizar as manutenções hidráulicas necessárias, como por exemplo manutentores (ABNT, 2019).

#### 6.4 SUSTENTABILIDADE E PROJETO

O projeto de captação de água pluvial no empreendimento para uso não potável pode auxiliar no cumprimento de 7 das 17 ODS, entre elas:

- 6: Água Potável e Saneamento;
- 8: Trabalho Decente e Crescimento Econômico;
- 9: Indústria, Inovação e Estrutura;
- 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis;
- 12: Consumo e Produção Responsáveis;
- 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima;
- 15: Vida Terrestre.

O ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), tem por missão assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis e, com este foco, o projeto conecta-se diretamente com a meta 12.2, que fala sobre gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais, sendo que para o empreendimento, prevê-se que é uma das iniciativas com maior relevância para o empreendimento (IPEA, 2019).

Para a empresa torna-se o ponto de partida para um crescimento sustentável, tanto na ótica operacional quanto econômica e financeira, além de impactar positivamente a comunidade na qual está inserida. Isso pode ser observado pelos resultados a serem obtidos com esse projeto, associando-se diretamente ao objetivo sustentável, que também trata de desperdício de alimentos, manejo adequado dos

produtos químicos e resíduos, desenvolvimento e capacitação da sociedade e adoção de práticas sustentáveis.

Além disso, considerando o retorno do investimento aplicado (*payback*) a partir da economia da compra de água, estes recursos podem ser direcionados a novos negócios e a na transformação de uma sociedade mais sustentável e economicamente crescente, que se utiliza dos recursos naturais e dos serviços sociais e ecossistêmicos de forma consciente e eficiente, atingindo o principal objetivo das metas estabelecidas pela ONU até 2030.

Vale ressaltar que o projeto vai de encontro as questões da construção e adequações de estruturas e negócios sustentáveis, promovidos pela ODS 8, 9 e 11 e eficiência do uso dos recursos hídricos, da ODS 6, 12, 13 e 15 (IPEA, 2019).

Um exemplo prático é o financiamento e propagação de educação socioambiental em empresas de pequeno porte ou comunidades carentes, uma vez que a ideia base parte em reduzir o uso de água potável para atividades não potáveis, ou seja, o desperdício do recurso nobre, tornando o empreendimento um catalisador sustentável com visão a longo prazo.

Em relação ao cenário climático mundial, a reutilização de recursos hídricos para abastecimento da empresa tem menor impacto negativo quando comparado as emissões atmosféricas, uma vez que não seria necessário a contratação de caminhões a diesel. Em contrapartida, o agravamento do efeito estufa causado pela maior emissão de gases prejudiciais deve afetar diretamente o regime de chuvas, fazendo com que o desenho do projeto se torne obsoleto com o tempo. A luta contra as mudanças climáticas também está alinhada com os objetivos e metas até 2030, sendo primordial o equilíbrio climático para o desenvolvimento do projeto.

Considerando que as missões corporativas referente a meio ambiente estão diretamente relacionadas com os ODS e vai desde iniciativas para divulgação de indicadores ambientais (consumo de água, consumo de energia elétrica, emissões atmosféricas etc.) para consolidação das estratégias de negócio, até a implementação de um sistema de gestão ambiental funcional e certificado.

Fica evidente que a sustentabilidade é um dos principais pilares do projeto, na busca constante de processos mais assertivos, mitigando os impactos ambientais e estabelecendo relações empresariais mais sólidas com as partes interessadas.

Dessa forma, o projeto de captação de água da chuva mostraria resultados positivos tanto na ótica socioambiental - proporcionando maior visibilidade a pauta, por exemplo – quanto na ótica econômica, onde a unidade brasileira se destacaria frente ao meio internacional, além de atrair maiores investimentos, contribuindo no aprimoramento do consumo de energia, no mapeamento e desenho estratégico de emissões de gases do efeito estufa, entre outros projetos de sustentabilidade.

Por fim, é importante salientar que a implementação desse sistema seria uma oportunidade de engajamento socioambiental, por meio de iniciativas de educação ambiental com os próprios colaboradores, por exemplo. Sabe-se que a relação dos adultos e idosos com pautas ambientais é extremamente dificultosa e a possibilidade de implementar ações para o desenvolvimento do tema com uma abordagem mais educacional e dinâmica, pode ser benéfica para os colaboradores, que por sua vez podem transmitir conhecimento a outras pessoas e instituições, tornando-se agentes ativos nesta cadeia transformadora (RÊGO, 2011).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada dia é evidente que o Brasil, assim como o mundo e a sociedade, precisam considerar e praticar um modo de desenvolvimento com rotas alternativas, menos agressivas ao meio ambiente e que colaborem para que exista um futuro para as próximas gerações, atuando principalmente em captação sustentável e consumo responsável de recursos naturais, manutenção da temperatura global, através da diminuição de emissão de GEE, e gestão ambiental, lidando com o ciclo de vida e economia circular dos produtos, geração de resíduos, entre outros.

Os 17 ODS fazem parte da Agenda 2030, ou seja, 17 objetivos e 169 metas associadas que devem guiar as ações dos governos, empresas e comunidades para um futuro sustentável até 2030. Observa-se que no Brasil, o mapeamento desses objetivos foi realizado de forma eficaz e adaptada para a realidade do país, através da Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em 2016.

Mundialmente, após 8 anos da Agenda 2030, ainda se nota baixo ou nenhum engajamento das grandes corporações e órgãos governamentais com o desenvolvimento de ações para alcançar os objetivos. É nesse contexto que se faz necessária a tomada de ações mais sustentáveis, em uma companhia multinacional localizada no interior do estado de São Paulo, como objeto de estudo do trabalho.

Este cenário possibilitou entender como seria a implementação de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável com adaptações para uso potável, de acordo com normas e legislações vigentes, para então entender os custos que o projeto poderia ter, considerando as instalações já existentes, seus impactos ambientais e sociais e como poderia estar alinhado com os ODS.

Por conta do índice pluviométrico e da potencial área de captação pluvial do empreendimento (cerca de 2357,68 m<sup>2</sup>) e, levando em conta os usos da água da companhia, bem como seu histórico de consumo de 2022, a água da chuva que poderia se captada é mais do que suficiente para atender as demandas do local.

Em relação aos custos do projeto, referem-se somente as manutenções periódicas e as adaptações estruturais, as calhas e caneletas, os filtros e grades nas etapas de pré-tratamento, o sistema de descarte automático (*first flush*), bombas hidráulicas elevatórias e medidores de nível e válvulas de escape, uma vez que já existe um reservatório adequado ao projeto (180 m<sup>3</sup>).

Inicialmente, um outro custo de implementação previsível, será a instalação de um sistema de desinfecção de água por meio do cloro, que atenda a norma e as legislações pertinentes. Entretanto, de acordo com as análises físico-químicas laboratoriais da água captada, que devem ser realizadas periodicamente, outros métodos de tratamento podem ser necessários, com a finalidade de tornar a água potável para alguns usos do empreendimento.

O projeto, de uma maneira geral, alinha-se diretamente com as metas globais da companhia, o que pode trazer maiores investimentos para o desenvolvimento de novos projetos nesse âmbito, e também segue as diretrizes de alguns ODS, entre eles o de número 12, que trata de consumo e produção responsável, uma vez que está diretamente ligado com um dos recursos naturais mais importantes para a manutenção da vida na terra, a água. Por outro lado, também respinga diretamente no ODS 6, 8, 9, 11, 13 e 15.

Mesmo que seja um projeto com elevado custo real de implementação, seus ganhos ambientais e sociais são tão importantes e necessários quanto as questões financeiras e econômicas da companhia. O impacto do projeto nas comunidades locais pode levar ao desenvolvimento destas e transformá-las em agentes em prol da sustentabilidade, utilizando artifícios econômicos – impulsão de ideias – e de educação ambiental.

Dessa maneira, é preciso que as empresas brasileiras, e do mundo todo, comecem a atentar-se mais para os impactos negativos que causam no meio ambiente e na sociedade, e a se questionar como devem agir para mitigar as adversidades socioambientais. Por outro lado, é necessário maior pressão e suporte governamental para que este nicho desenvolva ideias, vá ao mercado em busca de soluções ou revisem seus processos e seus impactos, por exemplo.

Os ODS talvez não sejam a solução dos problemas ou que sejam inalcançáveis até 2030, porém é necessário entender que estes devem guiar nossa sociedade a um futuro mais sustentável, mais inclusivo, com menos pobreza e menos agressivo.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos. 14 p. Rio de Janeiro, 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Portal HidroWeb**. [S.], [ca. 2019]. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 30 ago. 2023.

BRANDÃO, J. L. B.; MARCON, P.. **Análise dos métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais sugeridos pela NBR 15527/07 com base na simulação diária**. Eng Sanit Ambient, v. 23, n. 6, p. 1031-1041, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/kCz967pDWf5YKpbKTZyBj5p/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 02 out. 2023.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Ministério da Saúde**, Brasília, DF, 2017. Disponível em: [https://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria\\_Consolidacao\\_5\\_28\\_SETEMBRO\\_2017.pdf](https://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf). Acesso em: 28 nov. 2023.

BRASIL. Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília – DF, n. 47, p. 91-92, 09 mar. 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília – DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005.

CARDOSO, D. K.; FERNANDES, L. V. O.; FERNANDES, C. E.; FERNANDES, L. I. F. A.; ARGOLO, E. D.. **Reutilização de água**: uma alternativa para o desperdício e economia da água em residências. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 5, p. 24566-24581, maio 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/9566/8048>. Acesso em 28 set. 2023.

CBPMESP – CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Líquidos combustíveis e inflamáveis – Instrução Técnica nº 25**. Secretaria do Estado dos Negócios da Segurança Pública. São Paulo, 2018. Disponível em: [http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci\\_publicacoes2/\\_lib/file/doc/it\\_25\\_2018.pdf](http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/it_25_2018.pdf). Acesso em: 01 dez. 2023.

CETESB. **O problema da escassez de água no mundo**. [S. l.], [20--]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/>. Acesso em: 28 nov. 2023.

GABE, L.; ZUFFO, M.; EDLER, M. A. R.. **APLICAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO SISTEMA DE COMBATE À INCÊNDIO COM SPRINKLERS**. XXIII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. Cruz Alta, 2018. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2018/XXIII%20SEMINARIO%20INTERINSTITUCIONAL/Ciencias%20Sociais%20e%20Humanidades/Mostra%20de%20Iniciacao%20Cientifica%20-%20TRABALHO%20COMPLETO/APLICACAO%20DE%20AGUA%20PLUVIAL%20NO%20SISTEMA%20DE%20COMBATE%20A%20INCENDIO%20COM%20SPRINKLERS.pdf>. Acesso em: 01 dez.

GOMES, M. F.; FERREIRA, L. J.. **POLÍTICAS PÚBLICAS E OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**. Direito e Desenvolvimento, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 155-178, ago./dez. 2018. Disponível em:

<https://periodicos.unipe.edu.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/667/560>. Acesso em: 30 dez. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: população e domicílios: primeiros resultados**. 75 p. Rio de Janeiro, 2023.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Perguntas Frequentes**. [S.l.], [20--]. Disponível em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=3>. Acesso em: 21 ago. 2023.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. S.l., 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/index.html>. Acesso em: 06 dez. 2023.

KICH, E. M.; MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N.. **ESTUDO DO REGIME HÍDRICO PLUVIAL E FLUVIAL NA SUB-BACIA 86 VISANDO A DETERMINAÇÃO DO SEU ANO HIDROLÓGICO**. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, 2015. Disponível em: <files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/4/PAP019867.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2023.

MARQUES, M. F. C.. **Agenda 2030: objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU: desafios ao desenvolvimento tecnológico e à inovação empresarial**. 124 p. Trabalho Final de Mestrado (Mestre em Engenharia da Qualidade e Meio Ambiente) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2020.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; SILVA, M. C. C.; RODRIGUES, L. D. B.. **Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado**. REGA, v. 4, n. 1, p. 29-37, jan./jul. 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Mierzwa/publication/284400186\\_Aguas\\_pluviais\\_Metodo\\_de\\_calculo\\_do\\_reservatorio\\_e\\_conceitos\\_para\\_um\\_aproveitamento\\_adequado/links/565df97a08ae1ef929839984/Aguas-pluviais-Metodo-de-calculo-do-reservatorio-e-conceitos-para-um-aproveitamento-adequado.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Mierzwa/publication/284400186_Aguas_pluviais_Metodo_de_calculo_do_reservatorio_e_conceitos_para_um_aproveitamento_adequado/links/565df97a08ae1ef929839984/Aguas-pluviais-Metodo-de-calculo-do-reservatorio-e-conceitos-para-um-aproveitamento-adequado.pdf). Acesso em: 01 dez. 2023.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **AGENDA 2030 – ODS12**. S.l., [20--]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/programas-e-projetos/item/11396-agenda-2030-ods12.html>. Acesso em 06 dez. 2023.

NETO, C. O. A.. **APROVEITAMENTO IMEDIATO DA ÁGUA DE CHUVA**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), v. 1, n. 1, p. 73-86, 2013. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/30370/1/AproveitamentoImediato%3%81guaChuva\\_AndradeNeto\\_2013.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/30370/1/AproveitamentoImediato%3%81guaChuva_AndradeNeto_2013.pdf). Acesso em: 01 dez. 2023.

NETO, S. P.. **ESTUDO DA POTABILIDADE DA ÁGUA DA CHUVA APÓS PROCESSOS DE FILTRAÇÃO E DESINFECÇÃO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Departamento Acadêmico de Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR, 2015. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6952/3/CM\\_COEAM\\_2015\\_2\\_27.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6952/3/CM_COEAM_2015_2_27.pdf). Acesso em: 28 nov. 2023.

RÊGO, A. C. F.. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA ADULTOS**. AMBIENTE & EDUCAÇÃO, v. 16, n. 2, p. 123-133, 2011. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/2159/1401>. Acesso em: 02 dez. 2023.

ROMA, J. C.. **Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável**. Ciência e Cultura, v. 71, n. 1, p. 31-39. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v71n1/v71n1a11.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2023.

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E.. **Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p.47-64, out./dez.

2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/zFtwYstjzKZHDWCjPyQPDMF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 jan. 2024.

SILVA, J. F. A.; PEREIRA, R. G.. **Panorama global da distribuição e uso de água doce**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.10, n.3, p.263-280, 2019. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2019.003.0023>. Acesso em 24 set. 2023.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A.. **Hidrologia aplicada**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda., 1980.

ZANELLI, L.; ALVES, W. C.. **EVOLUÇÃO NORMATIVA BRASILEIRA SOBRE SISTEMAS PREDIAIS PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 18. Porto Alegre, nov. 2020. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1250>. Acesso em: 1 dez. 2023.

**APÊNDICE A – Tabela de dados da ANA referente à estação 2347057 para construção da série histórica**

| <b>Ano/Mês</b> | <b>Jan</b> | <b>Fev</b> | <b>Mar</b> | <b>Abr</b> | <b>Mai</b> | <b>Jun</b> | <b>Jul</b> | <b>Ago</b> | <b>Set</b> | <b>Out</b> | <b>Nov</b> | <b>Dez</b> | <b>Média</b> | <b>Soma</b> |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|
| <b>1945</b>    | 115,00     | 194,70     | 111,70     | 28,60      | 46,70      | 98,00      | 20,00      | 0,60       | 41,10      | 57,40      | 201,10     | 170,70     | 90,47        | 1085,60     |
| <b>1946</b>    | 279,40     | 112,90     | 167,20     | 52,00      | 21,30      | 42,80      | 89,60      | 0,80       | 11,10      | 83,90      | 126,50     | 94,10      | 90,13        | 1081,60     |
| <b>1947</b>    | 463,70     | 246,20     | 239,60     | 49,60      | 65,30      | 0,80       | 69,90      | 38,00      | 162,30     | 129,90     | 130,70     | 364,30     | 163,36       | 1960,30     |
| <b>1948</b>    | 328,80     | 181,40     | 279,50     | 16,50      | 43,00      | 8,20       | 48,40      | 11,30      | 13,00      | 40,80      | 71,40      | 114,00     | 96,36        | 1156,30     |
| <b>1949</b>    | 150,50     | 253,50     | 147,50     | 63,00      | 34,00      | 32,60      | 0,00       | 2,50       | 0,00       | 41,50      | 59,80      | 242,30     | 85,60        | 1027,20     |
| <b>1950</b>    | 154,20     | 164,30     | 167,00     | 150,60     | 0,00       | 18,00      | 30,00      | 0,00       | 24,00      | 233,50     | 201,50     | 129,40     | 106,04       | 1272,50     |
| <b>1951</b>    | 440,50     | 69,30      | 217,40     | 49,60      | 9,50       | 26,60      | 33,80      | 36,20      | 5,40       | 101,00     | 172,00     | 116,00     | 106,44       | 1277,30     |
| <b>1952</b>    | 164,40     | 264,30     | 152,90     | 6,20       | 0,00       | 99,60      | 0,00       | 12,70      | 73,00      | 88,20      | 128,20     | 74,80      | 88,69        | 1064,30     |
| <b>1953</b>    | 102,10     | 188,90     | 53,60      | 49,50      | 23,00      | 17,00      | 10,00      | 38,00      | 100,00     | 115,00     | 185,40     | 121,80     | 83,69        | 1004,30     |
| <b>1954</b>    | 207,00     | 169,00     | 143,00     | 67,10      | 136,50     | 55,60      | 13,10      | 0,00       | 19,80      | 207,70     | 100,60     | 169,00     | 107,37       | 1288,40     |
| <b>1955</b>    | 224,20     | 126,70     | 114,10     | 57,70      | 50,90      | 20,00      | 25,50      | 94,70      | 1,60       | 197,50     | 99,60      | 239,70     | 104,35       | 1252,20     |
| <b>1956</b>    | 73,80      | 236,90     | 148,20     | 100,80     | 118,20     | 155,90     | 68,60      | 62,30      | 75,60      | 93,50      | 54,10      | 129,90     | 109,82       | 1317,80     |
| <b>1957</b>    | 465,00     | 269,20     | 197,70     | 96,80      | 102,50     | 39,80      | 83,90      | 76,50      | 188,10     | 143,30     | 77,20      | 169,00     | 159,08       | 1909,00     |
| <b>1958</b>    | 289,80     | 116,70     | 252,80     | 84,60      | 181,30     | 76,30      | 35,10      | 20,30      | 80,70      | 122,10     | 67,40      | 188,80     | 126,33       | 1515,90     |
| <b>1959</b>    | 221,70     | 194,90     | 185,90     | 64,10      | 30,90      | 7,90       | 4,10       | 67,60      | 17,80      | 100,50     | 169,60     | 257,80     | 110,23       | 1322,80     |
| <b>1960</b>    | 276,80     | 253,20     | 87,10      | 44,70      | 103,70     | 51,90      | 0,10       | 29,20      | 21,40      | 117,80     | 178,70     | 429,30     | 132,83       | 1593,90     |
| <b>1961</b>    | 100,90     | 165,40     | 135,50     | 113,40     | 55,70      | 20,90      | 8,20       | 13,00      | 0,30       | 96,20      | 123,90     | 168,20     | 83,47        | 1001,60     |
| <b>1962</b>    | 187,00     | 243,60     | 304,90     | 17,00      | 39,40      | 38,10      | 36,80      | 63,10      | 62,20      | 188,90     | 92,70      | 291,70     | 130,45       | 1565,40     |
| <b>1963</b>    | 249,90     | 145,90     | 47,90      | 19,80      | 5,10       | 5,70       | 0,00       | 3,10       | 2,40       | 179,30     | 126,60     | 90,20      | 72,99        | 875,90      |
| <b>1964</b>    | 103,80     | 349,10     | 52,00      | 33,90      | 92,40      | 18,70      | 75,40      | 29,30      | 94,50      | 205,00     | 48,20      | 298,10     | 116,70       | 1400,40     |

\* Média dos dados anteriores do mesmo mês por falta de informações.

| Ano/Mês     | Jan    | Fev    | Mar    | Abr    | Mai           | Jun           | Jul    | Ago    | Set    | Out    | Nov            | Dez            | Média  | Soma    |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|----------------|----------------|--------|---------|
| <b>1965</b> | 303,70 | 307,20 | 312,70 | 72,20  | 53,90         | 25,60         | 83,00  | 19,40  | 35,20  | 178,80 | 135,30         | 509,10         | 169,68 | 2036,10 |
| <b>1966</b> | 187,70 | 204,50 | 240,60 | 18,70  | 36,30         | 0,00          | 8,80   | 36,00  | 102,50 | 135,60 | 66,50          | 362,60         | 116,65 | 1399,80 |
| <b>1967</b> | 396,60 | 117,90 | 128,20 | 158,30 | 10,60         | 135,40        | 100,30 | 2,80   | 107,30 | 154,30 | 178,70         | 136,20         | 135,55 | 1626,60 |
| <b>1968</b> | 193,70 | 117,10 | 77,70  | 65,60  | 33,20         | 32,60         | 6,80   | 59,00  | 15,20  | 119,80 | 45,70          | 116,20         | 73,55  | 882,60  |
| <b>1969</b> | 177,50 | 129,00 | 219,40 | 102,70 | 54,80         | 27,60         | 11,20  | 20,50  | 48,10  | 139,40 | 252,20         | 142,10         | 110,38 | 1324,50 |
| <b>1970</b> | 345,10 | 439,00 | 93,60  | 19,60  | 106,00        | 69,40         | 42,40  | 105,10 | 175,40 | 131,90 | 168,70         | 180,60         | 156,40 | 1876,80 |
| <b>1971</b> | 124,30 | 108,80 | 307,20 | 72,20  | 81,10         | 131,30        | 57,20  | 23,60  | 29,00  | 131,40 | 100,70         | 132,40         | 108,27 | 1299,20 |
| <b>1973</b> | 121,20 | 122,20 | 97,60  | 145,20 | 43,80         | 50,40         | 68,00  | 18,60  | 44,40  | 109,00 | 94,20          | 196,40         | 92,58  | 1111,00 |
| <b>1974</b> | 273,40 | 51,80  | 155,20 | 42,80  | 39,60         | 200,60        | 0,00   | 0,00   | 24,20  | 99,60  | 160,40         | 212,60         | 105,02 | 1260,20 |
| <b>1975</b> | 106,00 | 205,40 | 10,60  | 27,60  | 29,50         | 1,20          | 22,40  | 0,00   | 1,10   | 83,80  | 144,40         | 101,00         | 61,08  | 733,00  |
| <b>1976</b> | 133,10 | 238,80 | 123,80 | 299,40 | 110,60        | 70,00         | 144,40 | 130,20 | 163,80 | 104,00 | 65,60          | 75,00          | 138,23 | 1658,70 |
| <b>1977</b> | 241,20 | 28,20  | 105,80 | 114,40 | 5,20          | 33,60         | 0,00   | 22,80  | 115,20 | 64,40  | 162,60         | 368,00         | 105,12 | 1261,40 |
| <b>1978</b> | 76,80  | 56,00  | 93,40  | 0,00   | 66,60         | 61,60         | 117,40 | 0,00   | 31,80  | 122,40 | 316,00         | 168,80         | 92,57  | 1110,80 |
| <b>1979</b> | 28,60  | 214,60 | 130,00 | 58,20  | 74,00         | 0,00          | 54,20  | 93,80  | 125,60 | 135,80 | 173,40         | 262,60         | 112,57 | 1350,80 |
| <b>1980</b> | 92,40  | 101,40 | 115,00 | 176,80 | <b>56,01*</b> | <b>49,22*</b> | 3,60   | 38,60  | 20,60  | 69,00  | 231,00         | 313,00         | 116,14 | 1161,40 |
| <b>1981</b> | 171,30 | 106,90 | 99,80  | 41,60  | 40,30         | 14,30         | 5,80   | 6,40   | 2,00   | 193,20 | 160,00         | 141,10         | 81,89  | 982,70  |
| <b>1982</b> | 271,80 | 160,70 | 62,80  | 86,90  | 86,10         | 224,50        | 36,70  | 22,40  | 13,00  | 86,50  | 161,00         | 352,90         | 130,44 | 1565,30 |
| <b>1983</b> | 317,90 | 301,50 | 254,50 | 196,40 | 262,90        | 263,20        | 12,00  | 14,30  | 317,30 | 123,10 | 190,10         | 141,60         | 199,57 | 2394,80 |
| <b>1984</b> | 227,10 | 20,10  | 79,80  | 87,10  | 31,00         | 0,00          | 2,80   | 127,00 | 133,10 | 35,00  | 116,30         | 210,20         | 89,13  | 1069,50 |
| <b>1985</b> | 130,10 | 50,00  | 246,80 | 16,80  | 31,20         | 3,40          | 0,00   | 4,60   | 76,40  | 20,30  | 140,30         | 134,70         | 71,22  | 854,60  |
| <b>1986</b> | 128,40 | 74,60  | 53,20  | 175,20 | 81,40         | 0,00          | 3,00   | 157,80 | 2,40   | 46,20  | 124,30         | 341,80         | 99,03  | 1188,30 |
| <b>1987</b> | 304,70 | 8,00   | 25,50  | 15,40  | 201,70        | <b>54,47*</b> | 17,00  | 24,70  | 52,70  | 48,60  | <b>136,64*</b> | <b>206,29*</b> | 77,59  | 698,30  |

\* Média dos dados anteriores do mesmo mês por falta de informações.

| Ano/Mês     | Jan            | Fev            | Mar    | Abr    | Mai    | Jun          | Jul          | Ago           | Set           | Out    | Nov            | Dez            | Média  | Soma    |
|-------------|----------------|----------------|--------|--------|--------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------|----------------|----------------|--------|---------|
| <b>1989</b> | 306,80         | <b>169,28*</b> | 25,90  | 55,90  | 9,20   | 30,80        | 170,80       | 51,10         | 52,70         | 49,90  | 175,80         | 218,70         | 104,33 | 1147,60 |
| <b>1990</b> | 263,90         | 144,70         | 80,70  | 52,50  | 52,20  | 15,20        | 144,00       | 27,60         | 55,30         | 77,40  | 48,40          | 258,50         | 101,70 | 1220,40 |
| <b>1991</b> | 323,90         | 175,20         | 362,00 | 168,90 | 5,10   | 71,60        | 44,00        | 0,00          | 51,80         | 110,60 | 60,50          | <b>207,79*</b> | 124,87 | 1373,60 |
| <b>1992</b> | 70,70          | 162,60         | 66,40  | 80,60  | 120,90 | 0,00         | 27,80        | 30,10         | 144,70        | 174,60 | 166,70         | 69,00          | 92,84  | 1114,10 |
| <b>1993</b> | 239,90         | 171,10         | 42,00  | 58,50  | 106,30 | 75,50        | 8,30         | 62,80         | 217,40        | 91,90  | 76,50          | 213,20         | 113,62 | 1363,40 |
| <b>1994</b> | 251,40         | 282,90         | 166,50 | 58,90  | 88,50  | 46,30        | 64,80        | 0,00          | 0,00          | 107,30 | 104,30         | 237,60         | 117,38 | 1408,50 |
| <b>1995</b> | 231,00         | 377,90         | 221,00 | 94,90  | 42,50  | 47,50        | 65,10        | 0,00          | 34,50         | 174,10 | 106,70         | 283,70         | 139,91 | 1678,90 |
| <b>1996</b> | 237,10         | 265,40         | 216,90 | 8,50   | 28,60  | 36,00        | 0,00         | 19,50         | 141,60        | 156,60 | 119,90         | 218,00         | 120,68 | 1448,10 |
| <b>1997</b> | 368,50         | 204,90         | 47,90  | 31,40  | 67,80  | 121,40       | 13,50        | 27,40         | 108,20        | 107,50 | <b>131,86*</b> | 174,70         | 115,75 | 1273,20 |
| <b>1998</b> | 207,10         | 209,00         | 312,30 | 73,90  | 102,20 | 19,70        | 15,40        | 29,40         | 74,90         | 146,90 | 39,00          | 351,60         | 131,78 | 1581,40 |
| <b>1999</b> | 289,50         | 368,00         | 105,00 | 30,40  | 43,50  | 87,20        | 9,20         | 0,00          | 84,90         | 44,40  | 53,70          | 101,60         | 101,45 | 1217,40 |
| <b>2000</b> | 262,40         | 243,70         | 88,30  | 0,00   | 12,20  | 7,50         | 88,90        | 73,70         | 152,00        | 48,30  | 207,20         | 203,90         | 115,68 | 1388,10 |
| <b>2001</b> | 273,90         | 231,00         | 56,00  | 27,50  | 76,40  | 26,20        | 22,60        | 27,90         | 67,70         | 149,70 | 116,30         | 194,40         | 105,80 | 1269,60 |
| <b>2002</b> | 325,90         | 192,00         | 151,10 | 15,20  | 58,10  | 0,00         | 15,20        | 50,20         | 58,70         | 147,10 | 162,90         | 76,80          | 104,43 | 1253,20 |
| <b>2003</b> | 317,10         | 88,30          | 155,80 | 32,50  | 21,40  | 0,00         | 36,00        | 18,60         | 46,30         | 73,00  | 168,40         | 167,50         | 93,74  | 1124,90 |
| <b>2004</b> | 146,10         | 157,50         | 31,50  | 28,00  | 40,50  | 36,60        | 46,30        | 1,50          | 2,00          | 109,50 | 230,10         | 127,20         | 79,73  | 956,80  |
| <b>2005</b> | 330,00         | 69,50          | 107,90 | 5,00   | 10,20  | 36,50        | 18,50        | 6,00          | 57,00         | 153,30 | 58,70          | 205,80         | 88,20  | 1058,40 |
| <b>2006</b> | <b>227,05*</b> | <b>180,23*</b> | 89,10  | 12,40  | 12,30  | 28,30        | 76,40        | 12,20         | 83,80         | 122,10 | 132,30         | 287,50         | 85,64  | 856,40  |
| <b>2007</b> | 409,90         | 76,80          | 146,30 | 55,00  | 77,80  | 40,90        | 200,90       | 0,00          | 2,30          | 59,50  | 157,30         | 138,20         | 113,74 | 1364,90 |
| <b>2008</b> | 279,40         | 194,80         | 124,90 | 85,30  | 82,30  | 52,10        | 0,00         | 72,30         | <b>66,66*</b> | 79,70  | 408,70         | 148,00         | 138,86 | 1527,50 |
| <b>2009</b> | 429,30         | 243,90         | 154,70 | 45,60  | 26,50  | <b>49,3*</b> | <b>40,6*</b> | <b>32,85*</b> | 194,60        | 107,80 | 266,50         | 450,20         | 213,23 | 1919,10 |
| <b>2010</b> | 367,80         | 35,60          | 287,20 | 135,30 | 45,90  | <b>49,3*</b> | <b>40,6*</b> | <b>32,85*</b> | 143,60        | 92,50  | 99,90          | 233,50         | 160,14 | 1441,30 |

\* Média dos dados anteriores do mesmo mês por falta de informações.

| Ano/Mês      | Jan    | Fev    | Mar    | Abr    | Mai    | Jun           | Jul    | Ago           | Set    | Out    | Nov    | Dez    | Média  | Soma    |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>2011</b>  | 481,40 | 235,40 | 89,90  | 109,10 | 8,70   | 26,60         | 2,50   | 30,00         | 15,70  | 193,40 | 198,30 | 223,50 | 134,54 | 1614,50 |
| <b>2012</b>  | 442,80 | 169,30 | 118,60 | 146,00 | 113,00 | 283,70        | 63,50  | 0,00          | 28,30  | 217,80 | 126,60 | 266,40 | 164,67 | 1976,00 |
| <b>2013</b>  | 219,80 | 180,50 | 241,00 | 183,40 | 66,20  | 137,70        | 82,30  | 0,00          | 42,10  | 112,40 | 210,20 | 77,00  | 129,38 | 1552,60 |
| <b>2014</b>  | 157,10 | 97,60  | 260,20 | 0,00   | 36,80  | 0,00          | 44,50  | 15,10         | 102,30 | 14,00  | 199,30 | 235,30 | 96,85  | 1162,20 |
| <b>2015</b>  | 162,70 | 258,70 | 197,30 | 11,30  | 78,30  | 12,30         | 70,20  | 34,10         | 238,50 | 117,80 | 212,00 | 221,50 | 134,56 | 1614,70 |
| <b>2016</b>  | 188,30 | 301,60 | 172,60 | 0,00   | 91,50  | <b>52,59*</b> | 260,50 | <b>31,58*</b> | 23,00  | 162,10 | 71,10  | 111,70 | 138,24 | 1382,40 |
| <b>2017</b>  | 281,20 | 102,50 | 225,80 | 100,60 | 242,60 | 107,30        | 0,00   | 39,30         | 15,30  | 96,70  | 132,50 | 148,80 | 124,38 | 1492,60 |
| <b>2018</b>  | 354,90 | 91,90  | 140,50 | 22,10  | 5,50   | 24,00         | 2,00   | 54,40         | 110,30 | 258,70 | 220,40 | 221,20 | 125,49 | 1505,90 |
| <b>2019</b>  | 323,30 | 341,50 | 146,20 | 118,80 | 47,30  | 90,30         | 134,00 | 0,00          | 61,60  | 68,60  | 172,80 | 119,70 | 135,34 | 1624,10 |
| <b>2020</b>  | 264,70 | 332,40 | 47,10  | 0,00   | 11,10  | 98,00         | 8,90   | 59,80         | 7,00   | 36,30  | 87,50  | 242,80 | 99,63  | 1195,60 |
| <b>2021</b>  | 252,80 | 185,70 | 208,50 | 47,70  | 37,10  | 25,60         | 1,50   | 31,30         | 27,00  | 105,10 | 88,90  | 160,80 | 97,67  | 1172,00 |
| <b>2022</b>  | 342,10 | 93,00  | 218,50 | 35,20  | 61,50  | 40,40         | 8,50   | 38,80         | 148,10 | 158,00 | 70,00  | 404,80 | 134,91 | 1618,90 |
| <b>Média</b> | 244,72 | 181,01 | 149,27 | 66,96  | 60,92  | 53,58         | 43,18  | 32,05         | 69,65  | 115,79 | 139,89 | 206,10 | 114,29 | 1363,12 |

\* Média dos dados anteriores do mesmo mês por falta de informações.