

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ZENILDO DA ROSA

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA  
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA COMO VANTAGEM ECONÔMICA**

CURITIBA

2022

ZENILDO DA ROSA

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA  
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA COMO VANTAGEM ECONÔMICA**

**ANALYSIS OF THE POTENTIAL OF USING RAINWATER IN THE AUTOMOTIVE  
INDUSTRY AS AN ECONOMIC ADVANTAGE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Junior.

CURITIBA

2022



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

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ZENILDO DA ROSA

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA  
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA COMO VANTAGEM ECONÔMICA**

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

Data de aprovação: 09 de junho de 2022

---

Eloy Fassi Casagrande Junior  
Doutorado em Engenharia de Recursos Minerais e Meio Ambiente.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Celimar Azambuja Teixeira  
Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Stella Maris da Cruz Bezerra  
Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CURITIBA  
2022

Dedico este trabalho  
a minha esposa Marcia  
e minhas filhas, Liza e Marcela,  
fonte de amor e inspiraçon  
para um mundo melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus pela oportunidade e pela benção para dias melhores. Agradeço à minha família pelo incentivo e apoio incondicional em toda a minha trajetória, pelo encorajamento e motivação durante esses anos de estudos.

Aos professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná que contribuíram em minha formação acadêmica e profissional, em especial ao professor Dr. Eloy Fassi Casagrande Junior que me inspirou durante suas aulas a buscar a sustentabilidade dentro da ética e a viabilidade econômica, demonstrando que é possível construir respeitando o meio ambiente.

## RESUMO

Em 2019 o estado do Paraná se tornou o segundo maior polo produtivo de veículos automotores, uma vez que a indústria automobilística objetiva o aumento constante de sua capacidade produtiva, o que é possível graças a constante evolução de novas tecnologias voltadas para atender o aumento da demanda do comércio e redução do custo de produção. Resultando no consumo de mais recursos materiais e humanos, um exemplo do primeiro é a água, a qual está presente em toda a instalação física, sendo necessária tanto para o processo produtivo como para o uso de seus funcionários, porém este recurso é limitado e a escassez dos reservatórios de água potável é eminente, podendo se tornar um limitador e um gargalo para o aumento de produção. A partir disto, objetivou-se com este estudo apresentar uma redução no consumo de água potável neste setor industrial, considerando a sua troca pelo uso de águas de chuva, que já é obrigatório pela legislação vigente para novas construções, as quais devem considerar sistemas de coletas e aproveitamento nos sistemas sanitários. Por este motivo algumas empresas já adotam medidas de redução do consumo de água potável, entretanto determinadas atividades do cotidiano das indústrias, ainda consomem esta água, a qual é nobre e assim não deveria ser utilizada para atividades que não envolvem o consumo humano e que não é requisitada obrigatoriamente pelos equipamentos industriais, como lavagem de veículos, higienização de ambientes e instalações sanitárias. Para tanto procedeu-se em determinar um processo de captação de água de chuva, através das superfícies das coberturas e condução por calhas horizontais e condutores verticais até o armazenamento em um reservatório conduzindo até os locais e os pontos onde é possível o seu uso, sendo dimensionado através dos métodos de cálculo que visam a demanda mensal, índice pluviométrico acumulado e a superfície de captação disponível. Com base nos índices pluviométricos na região próxima de Curitiba, no estado do Paraná, foi possível apontar a disponibilidade teórica de chuvas na região, na qual chove em média 127 mm por mês durante o ano, e dimensionar um reservatório coerente com o local de consumo demonstrando sua viabilidade econômica, tendo o seu monitoramento conforme a legislação. Demonstrando através de cálculos que essa quantia supre a demanda com um retorno financeiro abaixo de 10 anos, o que permitiu viabilizar o uso de água de chuva.

Palavras-chave: Água de chuva, águas pluviais, aproveitamento, indústria automobilística, reservatórios.

## ABSTRACT

In 2019, the state of Paraná became the second largest production hub of motor vehicles, since the automotive industry aims to constantly increase its production capacity, which is possible thanks to the constant evolution of innovative technologies aimed at meeting the increase in demand trade and reduced production costs. Resulting in the consumption of more material and human resources, an example of the first is water, which is present throughout the physical installation, being necessary both for the production process and for the use of its employees, but this resource is limited and the scarcity of potable water reservoirs is imminent, which can become a limiting factor and a bottleneck for increased production. From this, the objective of this study was to present a reduction in the consumption of drinking water in this industrial sector, considering its exchange for the use of rainwater, which is already mandatory by the current legislation for new constructions, which must consider systems of collections and use in sanitary installations. For this purpose, some companies already adopt measures to reduce the consumption of drinking water, however certain activities of the daily life of the industries still consume this water, which is noble and therefore should not be used for activities that do not involve human consumption and that do not is required by industrial equipment, such as vehicle washing, cleaning of environments and sanitary facilities. In order to do so, we proceeded to determine a process of capturing rainwater, through the surfaces of the roofs and driving through horizontal gutters and vertical conductors to storage in a reservoir leading to the places and points where its use is possible, being dimensioned through the calculation methods that aim at the monthly demand, accumulated rainfall index and the available catchment surface. Based on the rainfall in the region close to Curitiba, in the state of Paraná, it was possible to point out the theoretical availability of rainfall in the region, in which it rains on average 127 mm per month during the year, and to design a reservoir consistent with the place of consumption. demonstrating its economic viability, having its monitoring according to the legislation. Demonstrating through calculations that this amount meets the demand with a financial return of less than 10 years, which made it possible to use rainwater.

Keywords: Automotive industry, rainwater, rainfall, reservoirs, reuse.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Distribuição de água no mundo .....                             | 15 |
| Figura 2 – Taxas do consumo de água por continentes .....                  | 18 |
| Figura 3 – Autorizações por tipo e uso do recurso hídrico .....            | 19 |
| Figura 4 – Precipitação acumulada (mm) entre 1981 e 2010.....              | 20 |
| Figura 5 – Precipitação acumulada em Curitiba (mm) entre 2016 e 2020 ..... | 20 |
| Figura 6 – Principais usos da água na indústria .....                      | 22 |
| Figura 7 – Representação esquemática fenômeno de osmose reversa .....      | 23 |
| Figura 8 – Representação esquemática troca iônica .....                    | 24 |
| Figura 9 – Área de coleta – cobertura: comprimento x largura .....         | 26 |
| Figura 10 – Área de coleta – laje: comprimento x largura.....              | 26 |
| Figura 11 – Exemplos de grades para remoção de materiais .....             | 28 |
| Figura 12 - Representação de um equipamento lavadora industrial.....       | 35 |
| Figura 13 - Ciclo do fluxo da água potável na indústria.....               | 43 |
| Figura 14 – Precipitação acumulada anual .....                             | 46 |
| Figura 15 – Precipitação média mensal acumulada dos anos 1991 a 2021 ..... | 46 |
| Figura 16 – Precipitação acumulada no ano de 1991, ano menos chuvoso ..... | 47 |
| Figura 17 – Precipitação acumulada no ano de 1998, ano mais chuvoso .....  | 47 |
| Figura 18 – Ciclo de águas pluviais.....                                   | 48 |
| Figura 19 – Reservatório flexível .....                                    | 52 |
| Figura 20 – Representação da ligação reservatório 200 m <sup>3</sup> ..... | 54 |



## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Dados de precipitação.....  | 21 |
| Tabela 2 – Parâmetros de engenharia para estimativa da demanda de água....                           | 36 |
| Tabela 3 – Parâmetros de coeficiente de escoamento superficial .....                                 | 37 |
| Tabela 4 – Parâmetros mínimos de qualidade para aproveitamento de água de chuva .....                | 40 |
| Tabela 5 – Frequência de manutenção .....  | 41 |
| Tabela 6 – Tipos de água utilizada.....  | 43 |
| Tabela 7 – Análise da qualidade da água potável de São Jose dos Pinhais .....                        | 44 |
| Tabela 8 – Análise da qualidade da água de chuva de São Jose dos Pinhais (Anexo B).....              | 44 |
| Tabela 9 – Análise da qualidade da água industrial (Anexo C).....                                    | 45 |
| Tabela 10 – Demanda mensal do setor de Montagem, ano 2021 .....                                      | 49 |
| Tabela 11 – Resumo dimensionamento do reservatório .....   | 50 |
| Tabela 12 – Resumo dimensionamento do reservatório com área de captação de 15500m <sup>2</sup> ..... | 51 |
| Tabela 13 – Cenário 1, planilha orçamentária reservatório 1500m <sup>3</sup> .....                   | 53 |
| Tabela 14 – Bacia de contenção existente no local.....   | 53 |
| Tabela 15 – Cenário 2, planilha orçamentária reservatório 200m <sup>3</sup> .....                    | 54 |
| Tabela 16 – Tarifas SANEPAR para consumo industrial.....   | 55 |
| Tabela 17 – Tarifas SANEPAR para o consumo de 1500 m <sup>3</sup> .....                              | 56 |
| Tabela 18 – Demonstrativo Financeiro Cenário 1 .....   | 56 |
| Tabela 19 – Demonstrativo Financeiro Cenário 2 .....   | 57 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|             |  |
|-------------|--|
| ABNT        | Associação Brasileira de Normas Técnicas                             |
| AEN         | Agência de Notícias do Paraná  |
| AGEPAR      | Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Paraná          |
| AGUASPARANÁ | Instituto das Águas do Paraná  |
| ANFAVEA     | Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores          |
| CNI         | Confederação Nacional da Indústria                                   |
| CONAMA      | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                   |
| COPEL       | Companhia Paranaense de Energia                                      |
| IAT         | Instituto de Água e Terra  |
| IBGE        | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                      |
| INMET       | Instituto Nacional de Meteorologia                                   |
| NBR         | Normas Brasileiras   |
| PVC         | Policloreto de Polivinila  |
| SAE         | Sociedade de Engenheiros da Mobilidade                               |
| SANEPAR     | Companhia de Saneamento do Paraná                                    |
| SINAPI      | Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil |
| UNESCO      | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura |
| UTFPR       | Universidade Tecnológica Federal do Paraná                           |

## SUMÁRIO

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>1.</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>1.1</b>  | <b>Objetivos .....</b>  | <b>14</b> |
| 1.1.1       | Objetivo geral .....  | 14        |
| 1.1.2       | Objetivos específicos .....                                     | 14        |
| <b>1.2</b>  | <b>Justificativa .....</b>                                      | <b>14</b> |
| <b>2.</b>   | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                              | <b>17</b> |
| <b>2.1</b>  | <b>A importância da água .....</b>                              | <b>17</b> |
| <b>2.2</b>  | <b>Escassez de água potável .....</b>                           | <b>17</b> |
| <b>2.3</b>  | <b>Gestão de recursos hídricos .....</b>                        | <b>18</b> |
| <b>2.4</b>  | <b>Águas de chuva.....</b>                                      | <b>19</b> |
| <b>2.5</b>  | <b>Uso de águas em instalações industriais .....</b>            | <b>21</b> |
| <b>2.6</b>  | <b>Água desmineralizada.....</b>                                | <b>23</b> |
| <b>2.7</b>  | <b>Uso de águas de chuva em instalações industriais.....</b>    | <b>25</b> |
| <b>2.8</b>  | <b>Sistema de captação e armazenamento .....</b>                | <b>25</b> |
| <b>2.9</b>  | <b>Reservatórios .....</b>                                      | <b>29</b> |
| <b>2.10</b> | <b>Condições de monitoramento .....</b>                         | <b>29</b> |
| <b>2.11</b> | <b>Políticas de meio ambiente e consumo consciente.....</b>     | <b>30</b> |
| <b>2.12</b> | <b>Comparação entre consumo de água pluvial e potável .....</b> | <b>30</b> |
| <b>3.</b>   | <b>METODOLOGIA .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>3.1</b>  | <b>Pesquisa quantitativa.....</b>                               | <b>32</b> |
| <b>3.2</b>  | <b>Uso de água de chuva em instalações industriais .....</b>    | <b>33</b> |
| <b>3.3</b>  | <b>A indústria automobilística.....</b>                         | <b>33</b> |
| <b>3.4</b>  | <b>Limpeza de pisos industriais.....</b>                        | <b>35</b> |
| <b>3.5</b>  | <b>Aproveitamento de água de chuva .....</b>                    | <b>35</b> |
| <b>3.6</b>  | <b>Disponibilidade teórica de água de chuva .....</b>           | <b>36</b> |
| <b>3.7</b>  | <b>Sistema de captação .....</b>                                | <b>37</b> |
| <b>3.8</b>  | <b>Dimensionamento dos reservatórios.....</b>                   | <b>37</b> |
| 3.8.1       | Método de Rippl .....   | 38        |
| 3.8.2       | Método de Azevedo Neto .....                                    | 39        |
| 3.8.3       | Método Prático Alemão .....                                     | 39        |
| 3.8.4       | Método Prático Inglês .....                                     | 39        |
| 3.8.5       | Método da Simulação .....                                       | 40        |
| <b>3.9</b>  | <b>Monitoramento dos reservatórios.....</b>                     | <b>40</b> |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>4.</b>  | <b>DESENVOLVIMENTO .....</b>  | <b>42</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Levantamento do ciclo da água potável .....</b>  | <b>42</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Qualidade das águas.....</b>   | <b>43</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Precipitação acumulada .....</b>   | <b>45</b> |
| <b>4.4</b> | <b>Ciclo de águas pluviais .....</b>  | <b>48</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Cálculo da demanda mensal .....</b>  | <b>48</b> |
| <b>4.6</b> | <b>Dimensionamento do reservatório.....</b>   | <b>49</b> |
| <b>4.7</b> | <b>Custos de implantação do reservatório.....</b>   | <b>51</b> |
| <b>4.8</b> | <b>Custos com água potável .....</b>  | <b>55</b> |
| <b>4.9</b> | <b>Análise financeira.....</b>  | <b>55</b> |
| <b>5.</b>  | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>59</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>60</b> |
|            | <b>APÊNDICE A - DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS.....</b>   | <b>64</b> |
|            | <b>APÊNDICE B - DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS COM ÁREA DE CAPTAÇÃO DE 15500 M<sup>2</sup>.....</b> | <b>70</b> |
|            | <b>ANEXO A - DADOS PRECIPITAÇÃO EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PR ....</b>                                  | <b>76</b> |
|            | <b>ANEXO B - LAUDO AMOSTRA A – ÁGUA DE CHUVA .....</b>  | <b>77</b> |
|            | <b>ANEXO C - LAUDO AMOSTRA B – ÁGUA DESMINERALIZADA .....</b>   | <b>81</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos elementos essenciais para a sobrevivência da vida na Terra é a água, segundo o filósofo grego Tales de Mileto a água era a matéria base e responsável pela criação, pois observou em seus estudos que ela era a fonte da vida. Por ser de interesse para a sobrevivência da humanidade, o seu uso é tema presente em questões ambientais e nos encontros de discussão a respeito do meio ambiente. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico (Lei 9344/97), pois somente 3% do volume existente na Terra está disponível para o consumo humano (LOPES, 2010), logo seu uso deve ser de forma consciente e responsável.

Com o crescimento da população, o ser humano necessita se deslocar seja para ir até o local do seu trabalho ou para seu lazer, com conforto e segurança muitas vezes optando pelo uso de veículo particular, ao invés do transporte coletivo, desta forma as indústrias automobilísticas elevam a sua capacidade produtiva para atender a demanda da sociedade, aumentando assim a produção de seus produtos e conseqüentemente consumindo mais água neste processo.

Durante a produção de um veículo, é necessário utilizar água desde a produção de retirada de matéria prima e na sua cadeia de produção, seja para refrigeração em processos de solda, seja para lavagem após imersão na pintura, seja para testes em duchas para verificar a infiltração, seja para uso de instalações hidrossanitárias, a água está presente no processo produtivo. Em 2012 a *WaterfootPrint* estimou que para produzir um veículo são necessários 400 mil litros de água, foi apresentado novamente em um outro Estudo da SAE (sigla em inglês para Sociedade de Engenheiros da Mobilidade) em 2012 um valor de 363 mil litros de água consumidos para produzir um veículo e um valor entre 2,3 e 6,8 mil litros somente para o processo produtivo dentro da indústria automobilística (BRAS *et al*, 2012).

Entretanto, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é para o consumo humano e a dessedentação de animais (Lei 9344/97), ocasionando um impasse para este ramo industrial que está em crescimento e inovação constante. Uma solução para minimizar este impacto é propiciar o aproveitamento das águas de chuva, através de reservatórios e de um sistema de distribuição, de modo a possibilitar o seu uso em pontos de consumo em locais onde não é necessário água potável,

como por exemplo em lavagem de veículos, limpeza e manutenção dos prédios e calçadas, assim como em instalações sanitárias (NBR 15527:2019).

De acordo com o INMET (2021), Instituto Nacional de Meteorologia, foi apurado que entre os anos de 1981 e 2010, o volume médio de precipitação em Curitiba, Paraná, foi cerca de 130 mm de precipitação mensal para cada 1 m<sup>2</sup> de superfície, o que pode reduzir o impacto ambiental assim como reduzir os custos para produção de um veículo.

## **1.1 Objetivos**

Com base no tema apresentado anteriormente, será indicado nesta seção os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

### **1.1.1 Objetivo geral**

Demonstrar como o uso das águas de chuva podem reduzir o consumo de água potável na indústria automobilística.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Indicar o uso específico em instalações industriais;

Descrever o sistema de captação, armazenamento e distribuição de água de chuva específico para indústrias;

Traçar um sistema de coleta das águas oriundas de chuva;

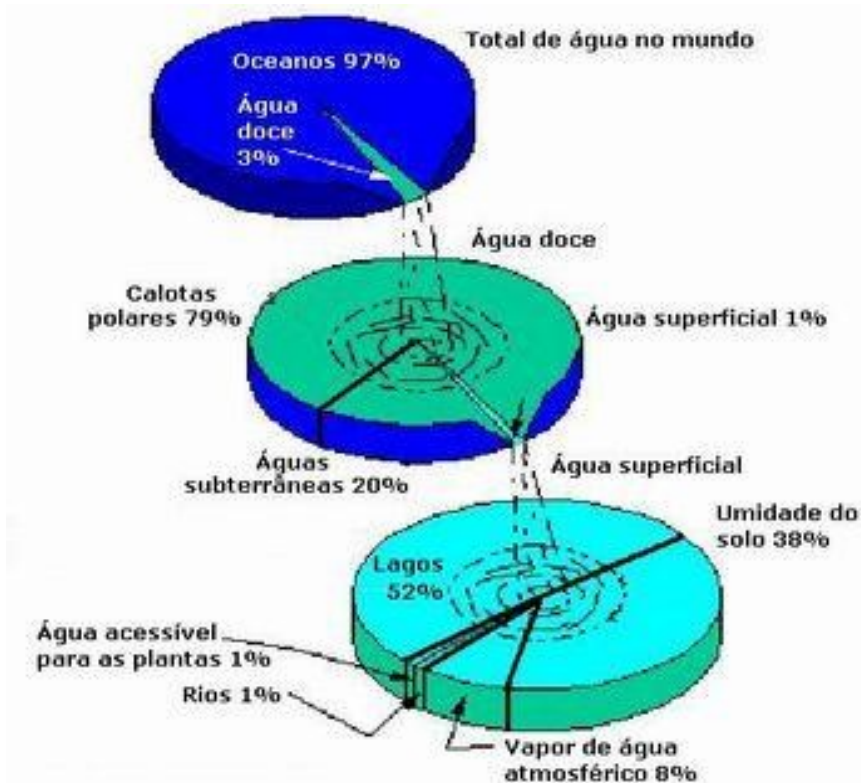
Avaliar formas de monitoramento do consumo;

Comparar o consumo de águas de chuva com o consumo de água potável.

## **1.2 Justificativa**

Apesar do planeta ser composto de cerca de 70% de água, deste valor 97% estão concentradas em oceanos, sendo impróprias para o uso devido às altas taxas de salinidade, restando apenas 3% de água doce, da qual 79% estão na forma de gelo nas calotas polares, sobrando 21% de água potável para uso da população mundial, conforme demonstrado na Figura 1 (LOPES, 2010; SIQUEIRA, 2011).

Figura 1 – Distribuição de água no mundo



Fonte: Lopes (2010).

Além de utilizar a água para o processo produtivo, a indústria utiliza recursos humanos, desde a utilização de mão de obra direta na produção de um veículo como o uso de mão de obra indireta. No Brasil, as indústrias automobilísticas empregam 104 mil pessoas (ANFAVEA, 2021), segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos (2018), cada pessoa necessita de 40 litros de água por dia, considerando população em geral, os brasileiros consomem 200 litros enquanto os norte-americanos consomem acima de 500 litros por pessoa.

Segundo a Agência de Notícias do Paraná (AEN), em 2019 o estado se consolidou como o segundo maior polo de produção de veículos, correspondendo com 14% da produção nacional de veículos, tendo um crescimento de 25,7% no setor. O Paraná abriga montadoras de empresas internacionais, chegando a produzir em 2019 aproximadamente 400 mil veículos, gerando recursos e além de empregos diretos e indiretos.

Por ter uma extensa área de cobertura nas indústrias, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (1997), as águas de chuva coletadas através de coberturas e redes de coletas de águas, não podem ser lançadas diretamente na rede de drenagem públicas, este volume deve ser armazenado em bacias de

contenção e prevenção de enchentes e devem efetuar análise para excluir qualquer possibilidade de contaminação ao lençol freático ou águas subterrâneas antes de ser liberados para rede de drenagem pública.

Porém este volume de água pode ser utilizado para uso em locais onde não seja preciso o uso de água potável, a NBR 15527:2019, estabelece que é possível realizar o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis, em uso para descargas sanitárias e mictórios, irrigação de plantas, lavagens de veículos e uso ornamental, sendo assim o presente estudo pretende demonstrar a viabilidade para o uso de água pluvial dentro de uma ambiente fabril, a fim de reduzir o consumo de água potável e o impacto ambiental.



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A importância da água**

A água é essencial para a manutenção da vida humana e constitui a base para o desenvolvimento em diversos setores do mercado, vale ressaltar que é um recurso de suma importância, sendo vital para que ocorra o desenvolvimento econômico e tecnológico (MARINOSKI; GHISI, 2008).

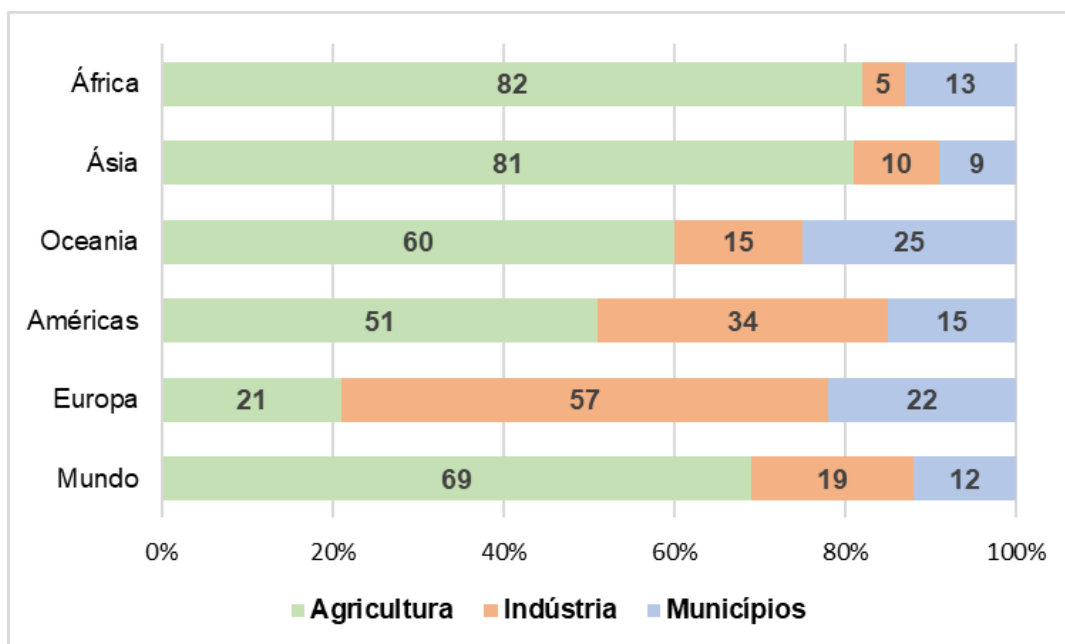
Como é um insumo básico e necessário na cadeia produtiva, a água para muitas empresas é importante durante a produção de bens e produtos, porém ao mesmo tempo os efluentes gerados são prejudiciais ao meio ambiente. Desta forma temos nos últimos anos várias empresas que adotam postura proativas para gestão e uso racional da água, seja por livre iniciativa ou para atender as legislações vigentes, sendo que a gestão e uso ineficiente deste recurso, aumenta os riscos de danos à imagem e a responsabilidade social das empresas, aumentando desta forma os gastos com a produção e o atendimento legal (CNI, 2017).

### **2.2 Escassez de água potável**

Conforme apresentado pela UNESCO (2019) no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos todo ano o uso mundial de água aumenta em torno de 1% devido à crescente demanda dos países em desenvolvimento e das economias emergentes, a qual se continuar assim pode resultar em um aumento de 20% a 30% até 2050, comparado ao nível de seu uso atual, acarretando escassez hídrica e situações graves de estresse hídrico em diversos países por causa do uso demasiado desses recursos impactando consideravelmente a sustentabilidade.

Ademais, vale destacar que 19% do uso anual e mundial de água é realizado pela indústria, a qual constitui o segundo setor que mais consome água no mundo, entretanto pode haver variações conforme o continente (FAO, 2015), como demonstrado na Figura 2. A qual também permite observar que menos de um quinto da taxa de consumo mundial de água é para os municípios e que há continentes em que esse percentual é ainda menor ou não apresenta um aumento significativo, evidenciando o desequilíbrio na distribuição, a qual resulta na escassez de água destinada para a população.

**Figura 2 – Taxas do consumo de água por continentes**



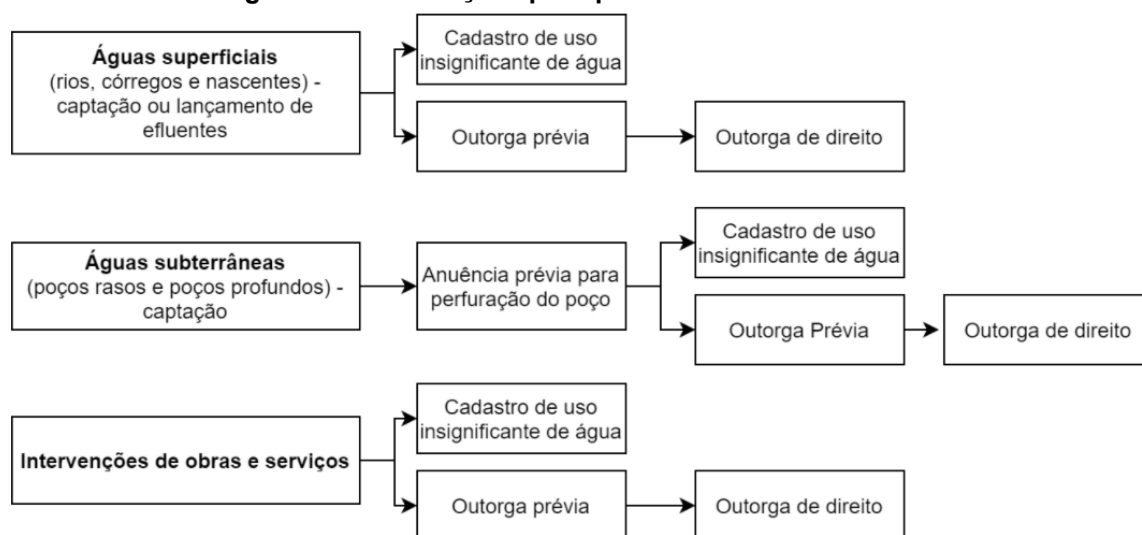
Fonte: Adaptado, FAO (2015).

### 2.3 Gestão de recursos hídricos

Sendo um bem do interesse de todos, cabe as políticas públicas definir regras para preservação, armazenamento e gerenciamento dos recursos hídricos, no caso os bens da União e dos Estados são regrados e estabelecidos pela Constituição Federal, no Paraná a gestão deste recurso é realizado pelo Instituto de Água e Terra (IAT) resultado da junção entre o Instituto de Terras, Cartografia e Geologia e o Instituto de Águas do Paraná, segundo a Lei nº 20.070 de 18 de dezembro de 2019 do Paraná.

Segundo o IAT (2021), a outorga é um ato administrativo que determina a forma e as condições as quais o Poder Público possibilita a utilização dos recursos hídricos durante um prazo definido. Desta forma assegura o controle dos usos da água. Dependendo das características da empresa e a forma de consumo, pode necessitar de uma outorga, ou um cadastro do uso insignificante de água ou ainda autorização para perfuração de poços, conforme apresentado na Figura 3.

**Figura 3 – Autorizações por tipo e uso do recurso hídrico**



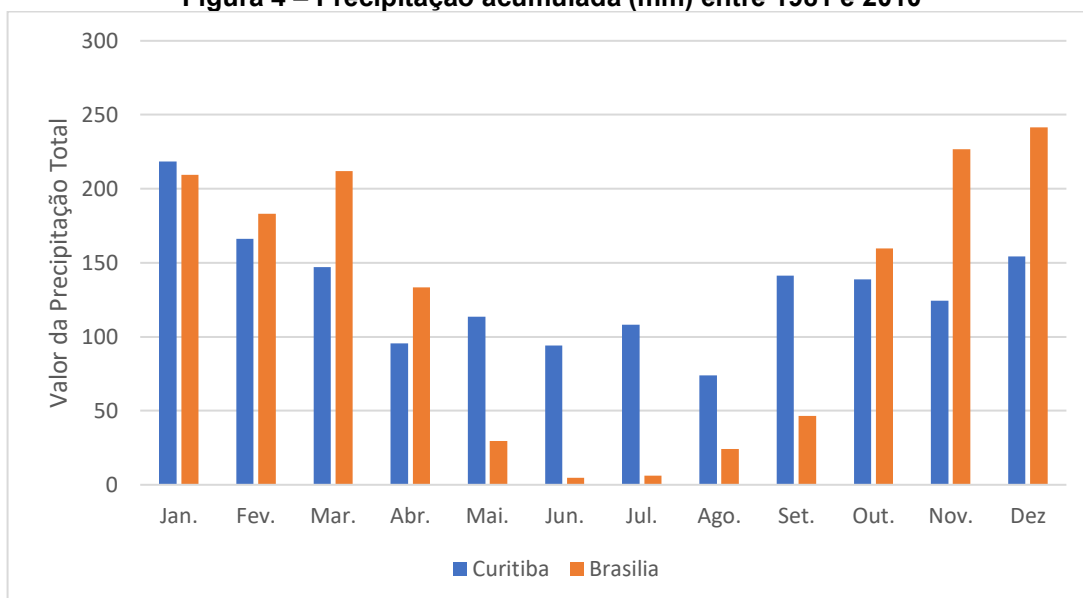
Fonte: Adaptado, IAT (2021).

## 2.4 Águas de chuva

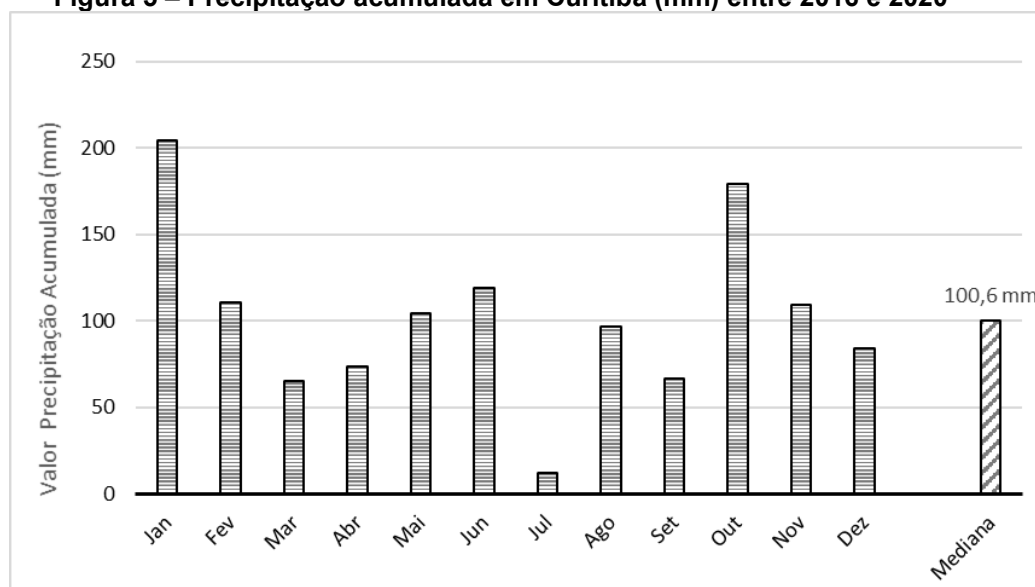
Referente aos destinos da precipitação pluvial cerca de 39% dessa água abastece anualmente os recursos renováveis de água doce, compostos por rios, lagos e aquíferos, ao passo que 5% dessa quantidade é utilizado pela agricultura de sequeiro e os 56% restantes sofrem evapotranspiração pela vegetação (FAO, 2015; MANCUSO *et al*, 2021).

Essa quantidade de precipitação ainda pode variar de acordo com o local em que ocorre, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2021), a cidade de Curitiba apresentou entre 1981 e 2010 um volume médio de precipitação mensal próximo de 130 mm, além disso com base na Figura 4, é perceptível que essa cidade possui um regime de chuva quase constante, visto que não apresenta grandes variações em boa parte do ano, sendo a maior variação de aproximadamente 140 mm, enquanto outras capitais, como Brasília, possuem grandes variações, sendo que a maior tem cerca de 230 mm.

Considerando os valores da estação de meteorologia localizada de Curitiba número A807, localizada nas coordenadas de latitude igual a -25,4333 e longitude -49,266, para os dados entre 2016 e 2020, temos uma mediana de precipitação mensal no valor aproximado de 100,6mm, segundo INMET (2021), conforme apresentado na Figura 5.

**Figura 4 – Precipitação acumulada (mm) entre 1981 e 2010**

Fonte: INMET (2021).

**Figura 5 – Precipitação acumulada em Curitiba (mm) entre 2016 e 2020**

Fonte: INMET (2021).

Considerando os valores da estação de meteorologia Fazendinha, situada em São José dos Pinhais, número 2549017, localizada nas coordenadas de latitude igual a  $-25^{\circ} 31' 09''$  e longitude  $-49^{\circ} 08' 48''$ , para os dados entre 1991 e 2021, temos uma mediana de precipitação mensal no valor aproximado de 100,6 mm, segundo Instituto das Águas do Paraná (AGUASPARANÁ, 2022), conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Dados de precipitação**

| ANO  | Mês (mm) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Total anual |
|------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
|      | JAN      | FEV   | MAR   | ABR   | MAI   | JUN   | JUL   | AGO   | SET   | OUT   | NOV   | DEZ   |             |
| 1991 | 150,8    | 69,6  | 199,8 | 62,4  | 52,4  | 114,6 | 3,0   | 68,0  | 34,4  | 187,0 | 67,4  | 133,2 | 1.143       |
| 1992 | 107,4    | 176,0 | 251,6 | 22,2  | 250,0 | 48,6  | 169,3 | 133,2 | 49,5  | 68,2  | 124,2 | 40,0  | 1.440       |
| 1993 | 264,4    | 145,6 | 139,0 | 58,4  | 152,0 | 86,0  | 119,8 | 21,8  | 304,4 | 112,6 | 60,8  | 106,6 | 1.571       |
| 1994 | 116,0    | 214,8 | 77,8  | 79,0  | 88,0  | 97,0  | 115,4 | 5,8   | 8,0   | 124,0 | 250,8 | 239,4 | 1.416       |
| 1995 | 528,0    | 148,8 | 77,0  | 79,8  | 42,6  | 97,6  | 108,2 | 59,2  | 145,2 | 127,8 | 118,6 | 246,8 | 1.780       |
| 1996 | 281,2    | 183,2 | 215,6 | 61,4  | 5,2   | 99,6  | 94,1  | 86,0  | 180,4 | 148,6 | 128,8 | 325,2 | 1.809       |
| 1997 | 224,2    | 78,4  | 89,2  | 27,4  | 48,8  | 139,2 | 38,8  | 70,6  | 156,7 | 221,6 | 241,9 | 146,6 | 1.483       |
| 1998 | 154,6    | 208,8 | 328,9 | 174,0 | 36,2  | 90,8  | 134,2 | 238,5 | 319,8 | 215,2 | 27,2  | 108,0 | 2.036       |
| 1999 | 319,3    | 313,4 | 105,4 | 64,0  | 68,8  | 79,2  | 132,0 | 12,6  | 104,8 | 98,4  | 64,0  | 112,6 | 1.475       |
| 2000 | 114,2    | 181,2 | 73,0  | 4,6   | 13,8  | 134,5 | 72,8  | 83,8  | 214,6 | 133,0 | 82,8  | 151,9 | 1.260       |
| 2001 | 154,0    | 213,8 | 139,6 | 79,0  | 184,0 | 157,0 | 205,4 | 53,6  | 65,0  | 183,6 | 142,4 | 137,0 | 1.714       |
| 2002 | 320,4    | 147,0 | 97,6  | 60,0  | 134,7 | 29,4  | 32,8  | 135,0 | 166,8 | 128,9 | 137,7 | 161,4 | 1.552       |
| 2003 | 178,8    | 214,0 | 168,8 | 53,6  | 25,8  | 87,0  | 130,5 | 17,6  | 155,0 | 71,4  | 159,2 | 215,6 | 1.477       |
| 2004 | 195,4    | 79,0  | 164,4 | 174,2 | 145,7 | 96,4  | 132,0 | 19,4  | 66,6  | 172,6 | 115,2 | 259,6 | 1.621       |
| 2005 | 132,4    | 59,2  | 81,2  | 121,6 | 117,4 | 81,4  | 117,4 | 175,4 | 277,4 | 222,6 | 96,6  | 74,4  | 1.557       |
| 2006 | 121,0    | 149,0 | 169,8 | 24,2  | 19,6  | 28,8  | 49,4  | 44,2  | 224,2 | 63,8  | 166,4 | 118,6 | 1.179       |
| 2007 | 288,0    | 130,8 | 155,6 | 86,4  | 182,2 | 16,2  | 121,8 | 13,0  | 92,2  | 90,2  | 132,4 | 265,2 | 1.574       |
| 2008 | 188,2    | 107,0 | 85,0  | 137,0 | 60,6  | 142,6 | 28,4  | 139,0 | 57,2  | 265,4 | 77,4  | 64,6  | 1.352       |
| 2009 | 204,4    | 111,4 | 100,0 | 18,2  | 41,0  | 70,8  | 262,4 | 53,8  | 346,0 | 164,4 | 213,2 | 212,0 | 1.798       |
| 2010 | 284,2    | 252,0 | 199,0 | 217,8 | 95,4  | 96,4  | 100,4 | 37,6  | 61,4  | 131,6 | 160,6 | 257,8 | 1.894       |
| 2011 | 406,4    | 299,3 | 92,8  | 30,4  | 35,2  | 88,6  | 147,4 | 236,1 | 58,8  | 186,5 | 75,0  | 138,2 | 1.795       |
| 2012 | 147,2    | 147,0 | 49,2  | 220,8 | 55,2  | 208,4 | 108,2 | 11,8  | 74,4  | 103,6 | 71,8  | 250,2 | 1.448       |
| 2013 | 40,6     | 210,6 | 183,8 | 41,8  | 56,3  | 264,9 | 153,4 | 31,3  | 182,1 | 91,3  | 75,2  | 33,4  | 1.365       |
| 2014 | 262,5    | 86,5  | 137,0 | 83,1  | 85,7  | 215,1 | 33,6  | 53,2  | 137,0 | 111,2 | 134,4 | 204,8 | 1.544       |
| 2015 | 115,4    | 208,5 | 171,1 | 50,6  | 108,7 | 82,1  | 182,2 | 28,6  | 142,5 | 222,9 | 215,6 | 264,4 | 1.793       |
| 2016 | 185,3    | 332,2 | 88,7  | 67,7  | 149,0 | 132,3 | 119,1 | 176,5 | 78,9  | 161,6 | 87,8  | 115,1 | 1.694       |
| 2017 | 207,4    | 128,7 | 63,6  | 72,5  | 104,2 | 156,2 | 14,2  | 86,9  | 33,8  | 231,5 | 112,4 | 213,4 | 1.425       |
| 2018 | 269,4    | 137,6 | 219,4 | 22,1  | 27,7  | 90,7  | 5,8   | 53,3  | 71,3  | 295,7 | 44,8  | 118,3 | 1.356       |
| 2019 | 198,1    | 231,8 | 48,9  | 162,9 | 194,4 | 136,2 | 13,8  | 3,6   | 115,4 | 146,6 | 127,8 | 57,0  | 1.437       |
| 2020 | 143,8    | 132,2 | 60,4  | 24,8  | 13,4  | 114,6 | 68,0  | 154,8 | 55,8  | 84,0  | 120,8 | 198,6 | 1.171       |
| 2021 | 171,6    | 189,2 | 163,0 | 22,0  | 102,8 | 119,2 | 22,0  | 100,0 | 77,4  | 177,6 | 94,0  | 141,6 | 1.380       |

Fonte: AGUASPARANÁ (2022).

Com os dados acima temos uma mediana de 92,1mm de precipitação, e o mínimo de precipitação acumulada anal de 1143mm entre os anos de 1991 e 2021, conforme dados do AGUASPARANÁ (2022).

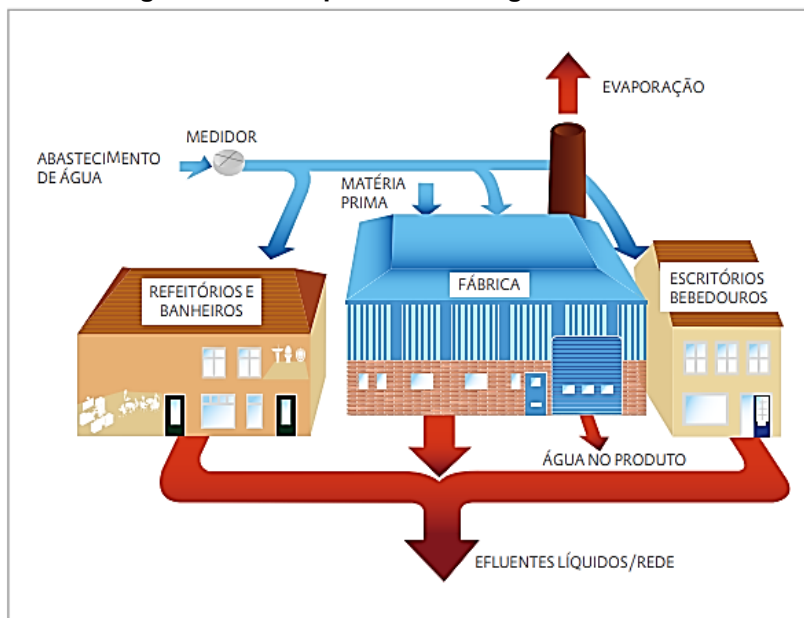
## 2.5 Uso de águas em instalações industriais

Em relação ao uso, tanto a qualidade como a quantidade dependem diretamente do ramo de atividade da indústria, a qual utiliza vários tipos de águas, onde os níveis de qualidade são definidos em função de suas características químicas e físicas. De forma ampla segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), a água na indústria pode ser utilizada como: matéria-prima, fluido auxiliar, para geração de energia, fluido de aquecimento e/ou resfriamento, transporte e assimilação de contaminantes.

De forma genérica é possível dizer que a água possui inúmeras aplicações na indústria, assim como exposto pela Confederação Nacional da Indústria (2017). Uma

vez que seu uso não se restringe ao setor de produção de uma fábrica, mas também em demais instalações, como banheiros, refeitórios, escritórios e bebedouros, como demonstra a Figura 6

**Figura 6 – Principais usos da água na indústria**



Fonte: CNI (2017).

Com isso, são destacadas de forma geral a utilização da água em uma indústria, conforme CNI (2017):

- Sanitário: uso em ambientes sanitários, vestiários, refeitórios, bebedouros, equipamentos de segurança ou em qualquer atividade de limpeza que tenha contato humano direto;
- Matéria-Prima: matéria base para seu produto, como ocorre nas indústrias de cervejas e refrigerantes;
- Fluido Auxiliar: em operações de lavagem ou na preparação de suspensões e soluções químicas;
- Geração de energia: através da energia cinética, potencial ou térmica, acumulada na água e posteriormente utilizada na forma de energia elétrica ou mecânica;
- Fluido de aquecimento e/ou resfriamento: utilizada como fluido de transporte de calor visando o equilíbrio térmico e o controle de temperatura de equipamentos e operações;

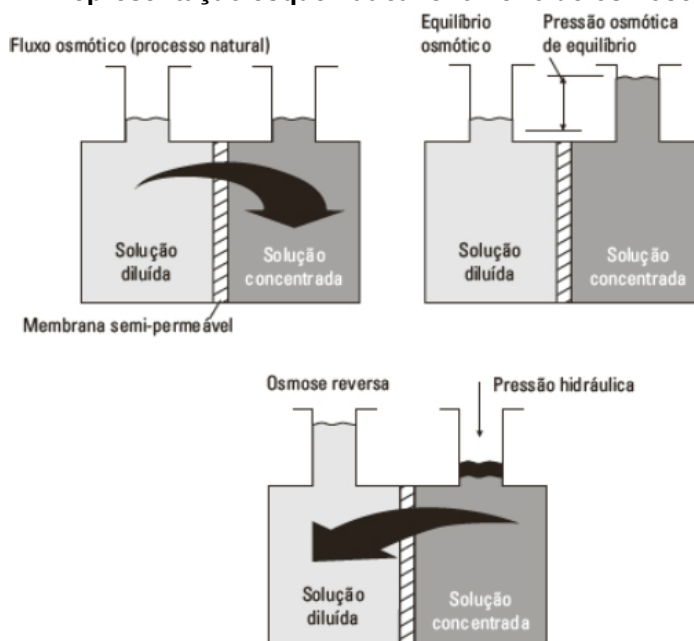
- Outros usos: como prevenção e combate a incêndio, manutenção de áreas verdes ou incorporação em diversos subprodutos obtidos durante o processo industrial, seja no estado sólido, líquido ou gasoso.

## 2.6 Água desmineralizada

O uso de água desmineralizada é utilizado na indústria por não produzir elementos químicos que podem gerar a corrosão ou a formação de incrustações ocasionadas pelo acúmulo de sais, Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005). Também denominada de água deionizada, esta água é nobre para o uso na indústria automobilística, por ter baixos índices de sólidos em suspensão, como por exemplo sais de magnésio, cálcio, óxidos de silício, ferro, sulfato, fosfato, cloreto e outros. Esta água pode ser obtida de diversas formas, entre elas o processo de osmose reversa ou através do processo de troca iônica.

O processo de osmose reversa, tem como fundamento a passagem de água pura através de uma membrana semipermeável de uma solução salina mais diluída para outra mais concentrada, até que se atingir o equilíbrio, resultando na elevação da solução do líquido da solução concentrada, denominada de pressão osmótica de equilíbrio. Se uma pressão hidráulica for superior a pressão natural, a água irá transferir da solução concentrada para a solução diluída, conforme a Figura 7.

**Figura 7 – Representação esquemática fenômeno de osmose reversa**



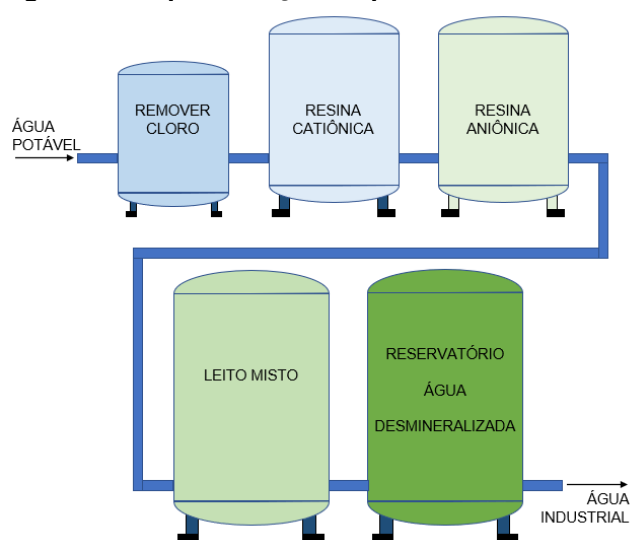
Fonte: Mierzwa e Hespanhol (2005).

Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), o processo de osmose reversa é adequado para o tratamento de águas com concentração de sais dissolvidos com variação entre 5 mg/l até 34.000 mg/l, com uma eficiência de 90% em relação ao volume de entrada. Sendo indicado para o tratamento de efluentes cujos íons dissolvidos são os principais contaminantes e não é adequado para o tratamento de efluentes com material em suspensão.

O processo de troca iônica consiste na remoção dos cátions, gerados pelos sais (cálcio, magnésio, sódio e potássio) assim como os ânions (sulfato, cloretos, nitrato, bicarbonato, dióxido de carbono e a sílica), resultando numa água desmineralizada com características livre de compostos ionizados sendo o ideal para a indústria com condutividade igual ou inferior a 10  $\mu\text{S/cm}$  (Mierzwa e Hespanhol, 2005; HOWE *et al*, 2016).

Para que ocorra a desmineralização, a água passa por um primeiro processo para remover o cloro, fluindo após por uma resina catiônica, com a finalidade de remover os cátions e logo em seguida pela resina aniônica, estas resinas podem estar separadas ou agrupadas em uma única coluna denominada de leito misto, conforme demonstrado na Figura 8. Para um melhor resultado pode ser colocado um reservatório de leito misto e manter um reservatório para armazenamento de água desmineralizada.

**Figura 8 – Representação esquemática troca iônica**



**Fonte: Adaptado, Mierzwa e Hespanhol (2005).**



Na indústria automobilística é utilizado o processo de troca iônica, devido a produção de água estar em coerências com os custos para a obtenção e atende os parâmetros necessários para o processo.

## **2.7 Uso de águas de chuva em instalações industriais**

Tendo o princípio de que a água de chuva não pode ser utilizada para fins potáveis, uma vez que apresenta poluentes que se encontram no ar em sua composição ainda mais em regiões com grandes concentrações de indústrias, não obstante, nessas áreas, essas instalações podem fazer a substituição da água tratada pela precipitada, principalmente para atividades envolvendo limpeza, seja das áreas verdes, ou pátios, ou veículos, além da troca nas descargas de bacias sanitárias (TOMAZ, 2010).

Com ênfase na lavagem de veículos, a Lei nº 10.785 de 18 de setembro de 2003 do Município de Curitiba prevê que:

Art. 7º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como:  
c) lavagem de veículos; (CURITIBA, 2003, p. 1).

Em 22 de março de 2006, o prefeito da cidade de Curitiba da época, emitiu um decreto nº 293, o qual estabeleceu que construções industriais com área computável construída com área igual ou superior a 5000 m<sup>2</sup> (cinco mil metros quadrados), para que seja liberado o licenciamento de uma construção fica obrigatório apresentar um projeto de instalações hidráulicas prevendo o mecanismo de captação de água de chuva a partir das coberturas e sua reutilização (CURITIBA, 2006).

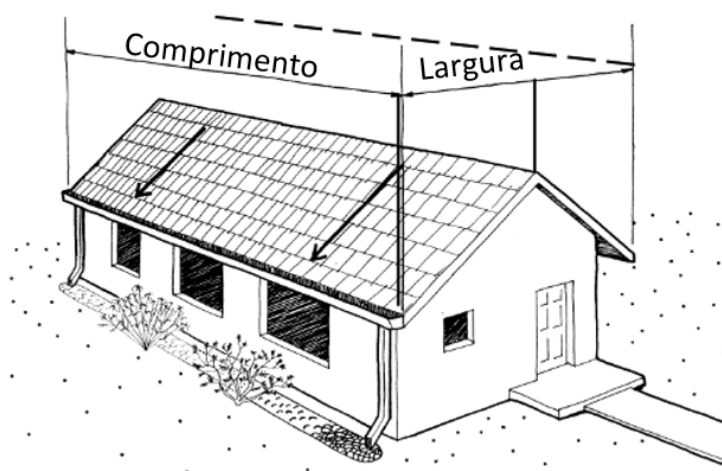
## **2.8 Sistema de captação e armazenamento**

Ao que se refere as águas de chuva, há dois assuntos relacionados ao tema, sendo que um se trata da captação para evitar enchentes e a outra captação para o uso não potável como apresentado por Tomaz (2010), o qual também mostra que na Alemanha houve uma economia de até 15% com o aproveitamento da água de chuva.

A norma da ABNT NBR 15527 de 2019, estabelece em seu escopo os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis, citando seu uso como por exemplo para a lavagem de veículos, pisos e uso

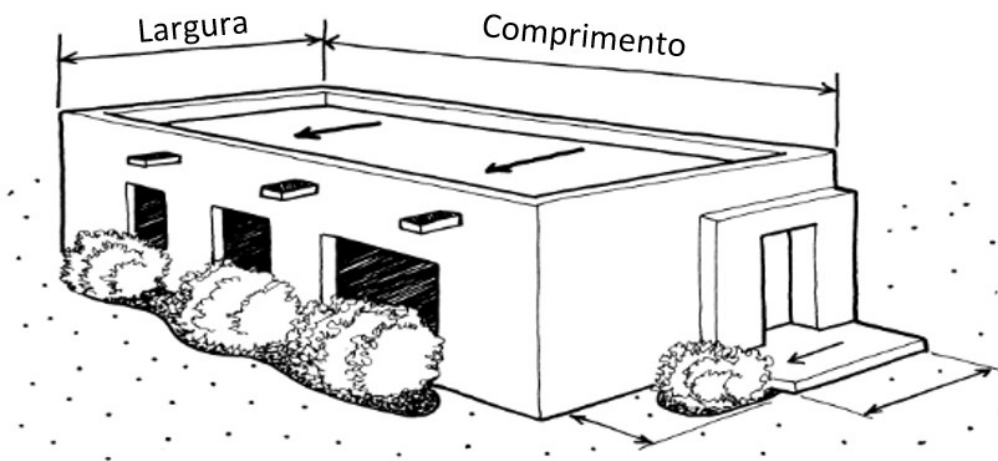
ornamentais como exemplo por chafariz, a norma denomina área de cobertura como sendo a área de captação e que deve verificar possíveis fontes de contaminação durante os estudos de coleta de águas. As águas de chuva são captadas através da cobertura dos edifícios e coletadas através de condutores horizontais, denominados de calhas, sendo direcionados por gravidades para condutores verticais, que transferem o volume de água para a rede de captação, sendo direcionados no caso de residências para a rede pública de drenagem ou no caso de indústrias para bacias de contenção e controle de águas. Nas Figura 9 e Figura 10, segue exemplos relativos à área de coletas em coberturas e lajes.

**Figura 9 – Área de coleta – cobertura: comprimento x largura**



Fonte: May (2004) e Waterfall (2006).

**Figura 10 – Área de coleta – laje: comprimento x largura**



Fonte: May (2004) e Waterfall (2006).

Segundo May (2004), é indicado realizar um estudo de sistema preliminar para o tratamento adequado visando a retirada de detritos, folhas, papéis e plásticos que são encontrados nesses locais assim como a retirada de óleos e graxas oriundos de automóveis, no caso de estacionamento, para que não ocorram danos ao sistema de coleta e reservatórios de água de chuva.

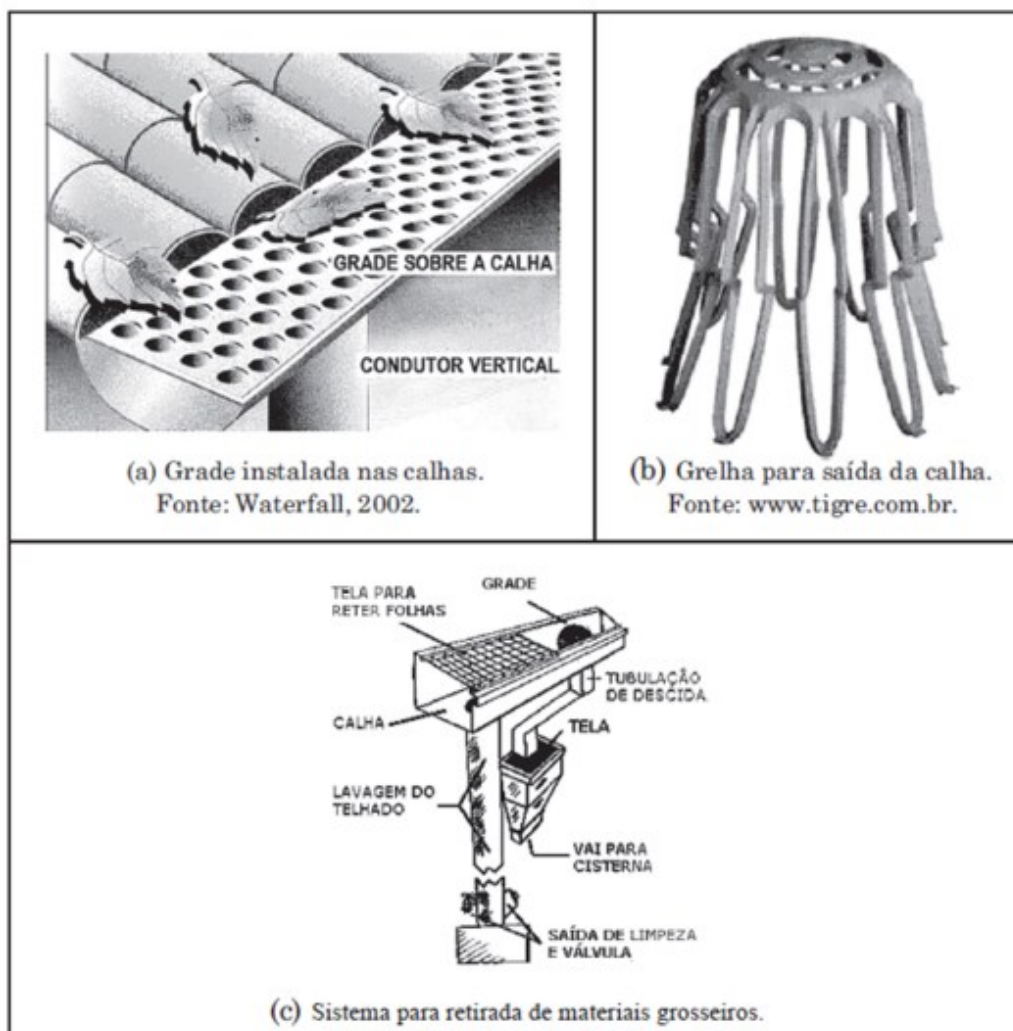
De acordo com Tomaz (2010), a falta de água pode interferir na sobrevivência humana, por isso enfatiza na contribuição de formas para minimizar este impacto, através do aproveitamento de águas para atividades em que não se faz necessário o uso de água potável, reduzindo assim o consumo de águas de boa qualidade além de benefícios de viabilidade econômica, pois reduz o consumo de água fornecida pela companhia de abastecimento. Desta forma é importante destacar as formas de conservação de água:

- Águas azuis: águas provenientes de chuvas captadas pelos telhados;
- Águas cinzas: águas já utilizadas, provenientes de instalações de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinhas e lavanderias;
- Águas amarelas: provenientes de mictórios e bacias sanitárias.

Segundo a NBR 15527 (ABNT, 2019) os reservatórios devem ser dimensionados, conforme a área de captação, regime pluviométrico e a demanda de água não potável a ser atendida, sendo isolado e diferenciado do reservatório de água potável com a finalidade de impedir a mistura entre as águas.

Apesar das instalações industriais normalmente terem uma alta superfície de telhado e calhas dimensionadas para suportar a vazão conforme orientado pela NBR 10844 (ABNT, 1989), segundo Barros Filho e Messany Júnior (2014), independente do sistema a ser dimensionado, deve-se evitar a entrada de folhas, gravetos ou outros materiais grosseiros no reservatório de armazenamento, pois estes materiais no caso de decomposição podem interferir na qualidade da água armazenada. Conforme exemplos da Figura 11.

Figura 11 – Exemplos de grades para remoção de materiais



Fonte: Barros Filho e Messany Júnior (2014).

## 2.9 Reservatórios

Na versão da NBR 15527 de 24 de outubro de 2007, esta versão da norma trazia como informativo diferentes métodos para dimensionamento dos reservatórios, a critério do projetista citando os seguintes métodos como anexo:

- Método de Rippl;
- Método da simulação;
- Método Azevedo Neto;
- Método prático Alemão;
- Método prático inglês;
- Método prático australiano.

A norma atual NBR 15527 de 2019 recomenda que o volume do reservatório seja dimensionado levando em consideração a área disponível para captação, regime pluviométrico e a demanda de água não potável a ser atendida, devendo ser fechado e prever mecanismos que evitem a entrada de insetos, roedores e outros animais. O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, caso o volume não seja suficiente para atender a demanda é possível utilizar fontes alternativas de água para complementar o volume do reservatório, no caso da utilização de água potável, a norma orienta a instalar um dispositivo de separação atmosférica com a finalidade de evitar o refluxo e ou contaminação com água de chuva no sistema de água potável.

## 2.10 Condições de monitoramento

A NBR 13969 (ABNT, 1997), define os parâmetros para o tratamento dos efluentes em coerência com o seu respectivo uso, tornando uma norma regulamentadora para o reúso no Brasil (BARROS FILHO; MESSANY JÚNIOR, 2014), a norma também estabelece uma classificação para os tipos de água de reúso e suas devidas aplicações, definindo como Classe 1 a possibilidade de aplicação para lavagem de veículos, descarga de bacias sanitárias e como Classe 2 para lavagem de pisos, utilização para fins ornamentais e limpeza de roupas, desde que atenda as condições mínimas.

O escoamento de água de chuva, deve-se obrigatoriamente passar por um reservatório de contenção, no qual deve-se verificar qualquer possibilidade de

contaminação ao meio ambiente, antes da sua liberação para rede de coleta de águas pluviais do município.

### **2.11 Políticas de meio ambiente e consumo consciente**

Há diversas políticas, planos e programas com o intuito principal de preservar o meio ambiente, como a Política Nacional do Meio Ambiente, a qual regulamenta atividades envolvidas com o meio ambiente, a fim de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental benéfica para a vida e para o desenvolvimento socioeconômico (BRASIL, 1981). Outra política importante é a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos com a finalidade de:

- I - Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
- IV - Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997).

Além disso, há os planos como o Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis, o qual norteia as ações do governo, do setor produtivo e da sociedade em direção à padrões de produção e consumo que sejam mais sustentáveis, através de políticas e programas, como o da Agenda Ambiental na Administração Pública que incentiva as instituições públicas a se envolverem com práticas proativas voltadas para a sustentabilidade (BRASIL, 2008).

### **2.12 Comparação entre consumo de água pluvial e potável**

A UNESCO (2019) ressaltou em seu relatório a previsão do aumento da demanda hídrica mundial de 55%, devido à crescente demanda dos setores industriais, dos sistemas de geração de energia e dos usos domésticos.

Reservado as diferenças tecnológicas e alternativas do reúso de efluentes tratados, podem representar 23% do potencial do consumo de resultante de água, conforme apresentado no estudo de caso de Miewzwa (2002).

Em seu livro Aproveitamento da água de chuva, Tomaz (2010) cita que em pesquisas realizadas no Japão demonstra que com o uso de água reciclada para fins

não potáveis, conseguiu-se reduzir o consumo em 30% da água potável, além de comentar que em Tokyo de 1984, o governo metropolitano passou a obrigar que construções acima de 30000 m<sup>2</sup> adotem o este sistema de aproveitamento.

Segundo May (2004), em seu estudo demonstrou redução no consumo de água potável, utilizando o consumo de água de chuva, porém devido ao custo de implementação é aconselhável em novas edificações, fato que se comprova com as novas legislações vigentes, no município de Curitiba criou o programa de conservação e uso racional da água nas edificações criado em 2003 (Lei nº 10.785 de 18 de setembro de 2003), definindo o uso para água de chuva como alternativa que não requeiram o uso de água tratada.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Pesquisa quantitativa**

Uma pesquisa quantitativa é um método científico que permite aplicar diferentes técnicas estatísticas de forma a quantificar dados numéricos relacionados a um estudo, com esta pesquisa pretende testar uma hipótese, onde através de cálculos estatísticos obter um valor, que pode verificar a viabilidade da pesquisa (LANDO, 2021).

Segundo LANDO (2021) os objetivos de uma pesquisa quantitativa é extrair o viés do pesquisador dos dados e análise, além de ser fundamentada no raciocínio dedutivo, onde as conclusões serão baseadas nos dados e fatos correlacionados de forma objetiva e expressando o todo através de uma população e amostras definidas. Um dos métodos utilizados na pesquisa quantitativa é a coleta de dados secundários obtidos através do banco de dados, seja oriundo de órgãos públicos como o INMET ou de uma empresa, que após uma obtenção é aplicado uma lógica matemática, com o objetivo de obter informações e apresentar um resultado inerente a pesquisa.

Segundo Baptista e Campos (2018), um dos aspectos importantes a serem observados durante uma pesquisa quantitativa é estabelecer uma escala, de forma a mensurar, de forma a caracterizar os conceitos e classificar de forma lógica, estabelecendo uma descrição mais apurada durante a formulação de hipótese, sendo assim possível medir dados como número de pessoas e quantidade de água durante a chuva.

Para melhor compreender o uso da água na indústria automobilística, convém realizar uma pesquisa quantitativa com pessoas que atuam neste setor, com a finalidade de se obter uma compreensão do uso da água e a consciência em relação ao seu uso. Além de aferir o aceite em utilizar a água de chuva como uma alternativa de redução de água potável em atividades que não se aplicam ao consumo humano.

A fim de testar a hipótese da viabilidade econômica, os dados obtidos a respeito dos possíveis locais de uso serão verificados a partir do volume de água necessário para realizar determinada função, devendo ser tabulados conforme a qualidade desejada da água. De posse dos resultados, será realizado um estudo comparativo do custo de implementação e do tempo de retorno do investimento, para mais adiante determinar o percentual de redução do uso de água potável.



### **3.2 Uso de água de chuva em instalações industriais**

Com as melhorias e automação dos processos e produtos químicos a água teve seu uso reduzido dentro dos processos de industrialização, sendo utilizada como elemento de refrigeração e limpeza de superfície.

Um dos locais onde seu uso é elevado é na Pintura e Montagem, na primeira isso ocorre em um processo denominado cataforese, onde os veículos são submersos e submetidos à tensão elétrica, com a finalidade de atrair as partículas da tinta, criando uma camada que protege a carroceria contra a corrosão, para reduzir o consumo de água, este processo passa por filtros e é novamente reutilizado. Enquanto na montagem é necessário verificar a eficiências dos elementos de vedação de portas e vidros, para isso os veículos são submetidos a jatos de água em diversas direções com a finalidade de assegurar a inexistência de possíveis pontos de infiltração.

Entretanto, em usos industriais, já ocorre o reúso de águas por ser um ciclo fechado, tanto para refrigeração como usos e controles, estes consumos tende a ser mais econômico conforme o nível de tecnologia aplicada, porém existem outros usos em que ocorre variações e que dependem da quantidade de trabalhadores e do porte da edificação que precisam ter a viabilidade verificada, como por exemplo limpeza de pisos em áreas cobertas ou descobertas.

### **3.3 A indústria automobilística**

De uma forma geral toda indústria automobilística, procura produzir seus veículos, visando o conceito de mobilidade, segurança e conforto. Desde o estabelecimento do sistema produtivo estabelecido pela Revolução Industrial, onde passou a produzir veículos em escala, definindo métodos e igualando processos. Hoje as indústrias possuem similaridades em seu fluxo de processos em que podemos listar as principais como: Estamparia, Estruturação, Pintura, Motor, Montagem, Qualidade.

Estamparia, processo que consiste na conformação de chapas em peças metálicas através de prensas mecanizadas, podendo possuir alto índices de automatização e velocidade produtiva, nesta etapa não ocorre o consumo de água.

Estruturação, processo também conhecido no setor automotivo como “body shop”, fase em que as peças metálicas são soldadas e passam a compor a carroceria de um veículo, recebe também os componentes como ferragens e portas, como a

fixação ocorre por solda ponta, a água é utilizada para o resfriamento dos equipamentos utilizados devida a alta temperatura ocorrida durante o processo de soldagem das chapas metálicas.

Pintura, neste processo ocorre banhos químicos que tem como finalidade a limpeza e a preparação da superfície para a recepção de camadas de tintas e vernizes, a água é utilizada para remoção de produtos químicos, para o resfriamento, além de reduzir a quantidade de solventes.

Motor, no Brasil quanto a produção e calibração de motores mecânicos, as grandes montadoras compartilham um mesmo sistema de produção de motores, optando também por produzir o motor dentro de sua própria unidade, o uso de água é mínimo, sendo utilizada para refrigeração e muitas vezes substituída por fluídos de refrigeração e de lubrificação.

Montagem, processo também conhecido no setor automotivo como “*body assembly*”, no qual ocorre a inclusão de peças de diferentes materiais, oriundos de fornecedores da indústria automotiva, e instrumentos eletrônicos, assim como chicotes que irão compor o sistema elétrico do veículo, nesta fase o veículo passa a receber bancos e rodas, além de produtos químicos como combustíveis, fluídos de refrigeração e lubrificação. Nesta fase a água é utilizada para inspeção de qualidade para verificação de infiltração e estanqueidade.

Qualidade, etapa do processo que tem por finalidade assegurar a conformidade dos processos anteriores, visando garantir a comprovação da segurança e funcionalidade do veículo. A água é utilizada para limpeza e para inspeções, além de ser utilizada em pistas de testes, para produzir as condições de uso em diferentes tipos de vias e terreno em que o veículo irá transitar.

Devido a extensa área coberta, há corredores de interligação entre os processos e movimentação de embalagens através de equipamentos industriais, qualquer resíduo de líquido ou poeira, podem causar acidentes durante o abastecimento de peças, por este motivo se faz necessário a limpeza constante utilizando máquinas de limpeza industrial com a finalidade de lavar os pisos internos.

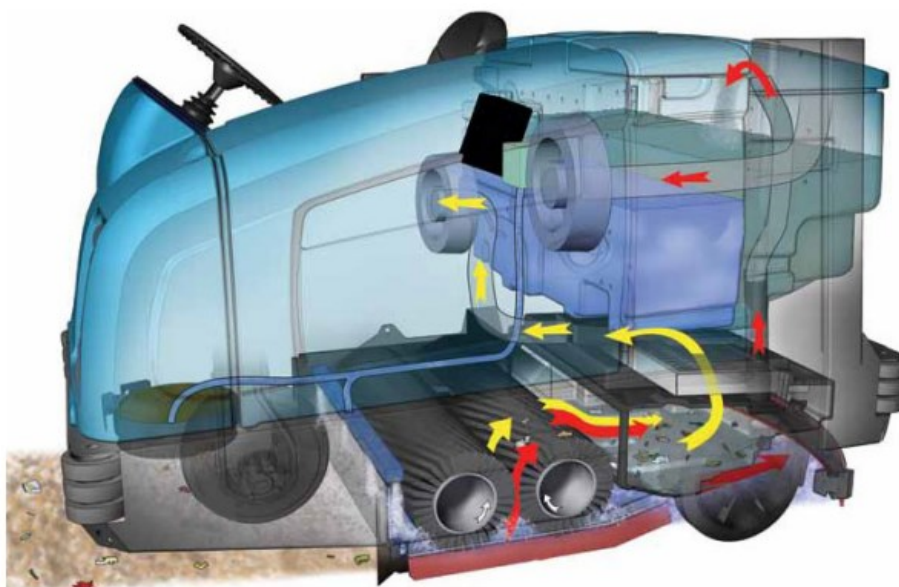
Devido ao layout e disposição de seus equipamentos internos e a necessidade de grandes áreas cobertas os telhados de uma indústria possuem grandes vãos, então é comum termos condutores verticais que estão localizados no interior do edifício, que conduz as águas para redes subterrâneas até as bacias de contenção.

### 3.4 Limpeza de pisos industriais

Na indústria, é compreensível notar um grande acúmulo de sujeiras e manchas no piso, seja devido ao uso de equipamentos como empilhadeiras a combustão por gás liquefeito de petróleo (GLP) que geram partículas de fuligem que com o tempo podem ser notadas nos tetos e pisos, ou através das manchas oriundas de graxas e óleos provenientes do processo de produção. Como a produção não pode ser interrompida é necessário manter periodicamente a limpeza adequada do piso, tanto por questões de segurança para os operadores como para a estética do ambiente.

Os equipamentos industriais utilizados no processo de limpeza, executam atividades atuando como lavadora e recolhimento de resíduos, possuem um tanque de armazenamento de água, que varia conforme o modelo e tipo de tecnologia utilizada, atualmente no mercado, os modelos possuem um tanque de armazenamento de 212 litros de água com solução para limpeza e um outro tanque de 276 litros para recolhimento de água com resíduos.

**Figura 12 - Representação de um equipamento lavadora industrial**



Fonte: Tennant (2019).

### 3.5 Aproveitamento de água de chuva

Existe uma grande dificuldade em se fazer a correta previsão de consumo de água não potável, tanto para fins domésticos como comerciais ou industriais, tal fato é atribuído, de forma geral, a falta de conhecimento pela população e a distinção clara

entre a água potável e não potável, assim como a qualidade percebida e necessária para cada aplicação.

No ambiente industrial, normalmente o nível de qualidade da água a ser exigido é especificado por um profissional habilitado, ou pode ser determinado pelo fornecedor do equipamento industrial. A indústria automobilística possui funcionários que atuam em diversos setores e necessitam de instalações hidrossanitárias, assim como da desinfecção de ambientes para terem boas condições de trabalho.

De acordo com Tomaz (2010), que apresentou em seu estudo uma estimativa da demanda do consumo de água para determinar o aproveitamento da água de chuva de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2 – Parâmetros de engenharia para estimativa da demanda de água**

| Uso                         | Unidade                   | Parâmetros de Consumo<br>Mais Provável |
|-----------------------------|---------------------------|--|
| Descarga na bacia sanitária | Descarga/pessoa/dia       | 4                                      |
| Volume de descarga          | Litros/descarga           | 6,8                                    |
| Rega de gramado ou jardim   | Litros/dia/m <sup>2</sup> | 2                                      |
| Lavagem de veículos         | Litros/Lavagem            | 150                                    |
| Lavagem de calçada          | Litros/dia/m <sup>2</sup> | 2                                      |

**Fonte: Adaptado Tomaz (2010).**

### 3.6 Disponibilidade teórica de água de chuva

Segundo a NBR 15527 (ABNT, 2019), a disponibilidade de água de chuva disponível para captação depende da precipitação, da superfície disponível para captação, do coeficiente de escoamento superficial (*run-off*) e da eficiência do sistema de tratamento, podendo ser estimado pela equação:

$$V_{disp} = P \times A \times C \times \eta \quad (4)$$

Onde:

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

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

$A$  = superfície de coleta, expressa em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

$C$  = coeficiente de escoamento superficial da cobertura (*run-off*);

$\eta$  = eficiência do sistema de captação, considerando o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado. Estes dados

podem ser fornecidos pelo fabricante ou estimados pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o fator de captação de 0,85 (ABNT, 2019).

O Coeficiente de escoamento superficial, chamado de coeficiente de *Run-off*, é quociente entre a água que escoa superficialmente pelo total de água precipitada, variando de 1 que indica ausência de perdas e 0 que indica que todo o fluxo de água é perdido no sistema de captação (Tabela 3) (MAY, 2004).

| <b>Tabela 3 – Parâmetros de coeficiente de escoamento superficial</b> |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>Material</b>   | <b>Coeficiente de <i>Run-off</i></b> |
| Telhas corrugadas de metal  | 0,8 a 0,9                            |
| Telhas de cimento amianto   | 0,8 a 0,9                            |
| Telhas de plástico  | 0,9 a 0,95                           |
| Telhas esmaltadas   | 0,9 a 0,95                           |
| Telhas cerâmicas  | 0,8 a 0,9                            |

**Fonte: Adaptado May (2004).**

### **3.7 Sistema de captação**

Uma das possibilidades a serem exploradas é o aproveitamento do sistema de coleta de águas pluviais existentes, o que pode reduzir o custo de implantação, no caso da indústria automobilística, para atender o seu processo construtivo, os edifícios são construídos com diferentes alturas, está prática visa o melhor aproveitamento da superfície, visando o maior volume de estoque de peças por exemplo, ou ainda no caso de um edifício de pintura, para instalação de tanques de imersão

O reservatório pode utilizar de estruturas existentes, pode ser localizado a uma altura de 6 metros do solo, ficando numa posição intermediária em relação ao sistema de captação horizontal localizado na cobertura. Desta forma o reservatório terá uma pressão necessária para o enchimento dos tanques das lavadoras industriais.

### **3.8 Dimensionamento dos reservatórios**

Na versão da NBR 15527 de 24 de outubro de 2007, esta versão da norma trazia como informativo diferentes métodos para dimensionamento dos reservatórios, a critério do projetista citando os seguintes métodos como anexo:

- Método de Rippl;
- Método da simulação;
- Método Azevedo Neto;

- Método prático Alemão;
- Método prático inglês;
- Método da Simulação.

Porém na versão da NBR 15527 de abril de 2019, estabelece que no dimensionamento do volume do reservatório deve ser considerado a área de captação, regime pluviométrico, a demanda não potável a ser atendida, e ainda, deve ser considerado boas práticas da engenharia.

Neste estudo para a determinação dos resultados obtido, foi considerado as metodologias de cálculo descritas por Thomaz (2003, 2010) e pela NBR 15527/2007 (ABNT, 2007).

### 3.8.1 Método de Rippl

Segundo Thomaz (2010), o método analítico de Rippl apresenta o valor extremo do volume do reservatório, sendo importante para a obtenção do máximo volume a ser calculado.

O valor pode ser obtido através do conhecimento das médias de precipitações, a partir da demanda, considerando a área de captação. Neste método é possível usar as séries mensais ou diárias, segundo a equações abaixo:

$$Q_{(t)} = C \times P_{(t)} \times A \quad (5)$$

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (6)$$

$$V_{(t)} = \sum S_{(t)}, \text{ somente para os valores onde } S_{(t)} > 0 \quad (7)$$

Onde:

$Q_{(t)}$  = volume de chuva aproveitável no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$C$  = coeficiente de escoamento superficial.

$P_{(t)}$  = precipitação da chuva no tempo  $t$  (mm);

$A$  = Área de captação ( $m^2$ );

$S_{(t)}$  = volume de água no reservatório no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$D_{(t)}$  = demanda ou consumo no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$V_{(t)}$  = volume do reservatório no tempo  $t$  ( $m^3$ );

Os dados podem ser dispostos em uma tabela para melhor compreensão do volume de água no reservatório durante o respectivo mês.

### 3.8.2 Método de Azevedo Neto

Também conhecido como Método Prático Brasileiro, este método é recomendado por Thomas (2003) devido a sua praticidade, este método o volume do reservatório de água de chuva é obtido pela equação a seguir:

$$V = 0,042 \times P \times A + T \quad (11)$$

Onde:

V = volume de água aproveitável de chuva e o volume do reservatório (l);

P = valor numérico da precipitação anual (mm);

T = valor numérico referente ao número de meses de pouca chuva ou seca;

A = Área de captação (m<sup>2</sup>).

### 3.8.3 Método Prático Alemão

Método empírico onde se tem o menor valor do volume do reservatório multiplicado por seis por cento do volume anual de consumo ou seis por cento do volume anual de precipitação aproveitável, obtido pela equação a seguir:

$$V_{\text{(adotado)}} = \text{mínimo} (V; D) \times 0,06 \quad (12)$$

Onde:

$V_{\text{(adotado)}}$  = volume de água aproveitável de chuva anual (l);

V = valor numérico referente ao volume aproveitável de água de chuva (l);

D = valor numérico que representa a demanda anual de água não potável (l).

### 3.8.4 Método Prático Inglês

Método empírico do volume de água de chuva é obtido através da equação:

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (13)$$

Onde:

V = valor numérico referente ao volume aproveitável de água de chuva (l);

P = valor numérico da precipitação anual (mm);

A = Área de captação (m<sup>2</sup>).

### 3.8.5 Método da Simulação

Neste método aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito, a fim de ser verificado a situação real em relação à economia de água e a conhecer o excesso que é perdido, convém para este método realizar a simulação com diferentes volumes de forma empírica a fim de definir o volume com maior economia e o mínimo, segundo a equações abaixo:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad (8)$$

$$Q_{(t)} = C \times P_{(t)} \times A \quad (9)$$

$$\text{Sendo que: } 0 \leq S_{(t)} \leq V \quad (10)$$

Onde:

$S_{(t)}$  = volume de água no reservatório no tempo t em (m<sup>3</sup>);

$Q_{(t)}$  = volume de chuva aproveitável no tempo t (m<sup>3</sup>);

$S_{(t-1)}$  = volume de água no reservatório no tempo t -1 em (m<sup>3</sup>);

$D_{(t)}$  = demanda ou consumo no tempo t(m<sup>3</sup>);

C = coeficiente de escoamento superficial;

$P_{(t)}$  = precipitação da chuva no tempo t (mm);

A = Área de captação (m<sup>2</sup>)

V = volume do reservatório fixado (m<sup>3</sup>).

### 3.9 Monitoramento dos reservatórios

Mesmo que a água de chuva seja para fins não potáveis, é necessário verificar a sua qualidade, visto que a NBR 15527 (ABNT, 2019) orienta sobre os parâmetros químicos mínimos para que seja possível a sua utilização para fins não potáveis, conforme os valores da Tabela 4.

**Tabela 4 – Parâmetros mínimos de qualidade para aproveitamento de água de chuva**

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

No caso de uso em sistemas de resfriamento à água, os parâmetros devem ser fornecidos pelo fabricante, pelo responsável pelo produto ou pelo projetista



**Fonte: Adaptado NBR 15527 (2019).**

Para assegurar que as condições do sistema de água assim como a viabilidade do sistema, a NBR 15527 (ABNT, 2019) recomenda a realização de manutenção preditiva em todos os sistemas de água de chuva de acordo com as recomendações da Tabela 5.

| <b>Tabela 5 – Frequência de manutenção</b>                |   |
|---|---|
| <b>Componente</b>   | <b>Frequência de manutenção</b>                 |
| Dispositivo de descarte de detritos                       | Inspeção mensal<br>Limpeza trimestral           |
| Dispositivo de Descarte de escoamento inicial, se existir | Inspeção mensal<br>Limpeza trimestral           |
| Calhas  | Inspeção semestral<br>Limpeza quando necessário |
| Área de captação, condutores verticais e horizontais      | Inspeção semestral<br>Limpeza quando necessário |
| Dispositivos de desinfecção                               | Inspeção mensal                                 |
| Bombas  | Inspeção mensal                                 |
| Reservatório  | Inspeção anual<br>Limpeza quando necessário     |

**Fonte: Adaptado NBR 15527 (2019).**

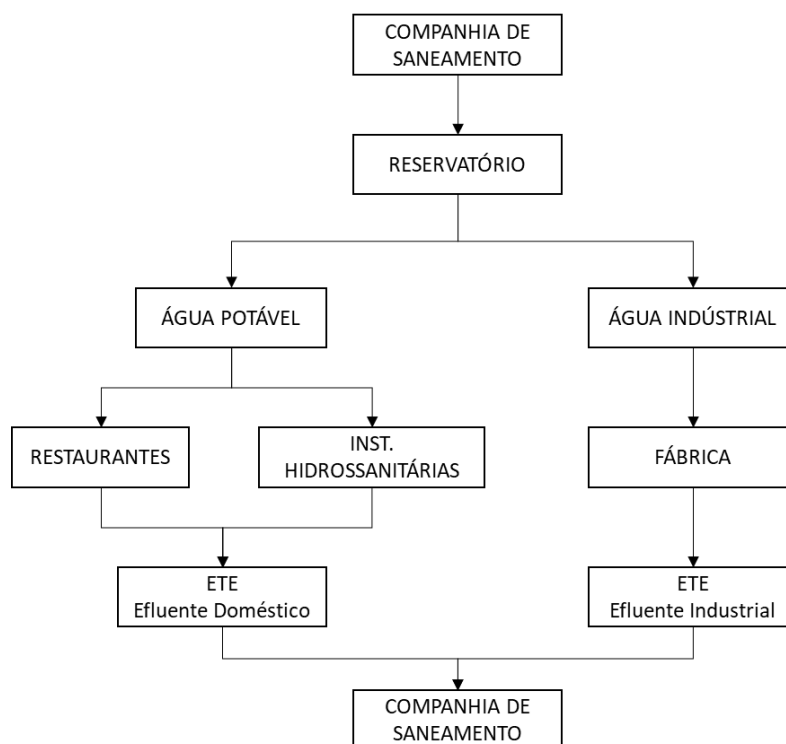
## **4. DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 Levantamento do ciclo da água potável**

Em análise do ciclo da água, para o caso da indústria que utiliza o fornecimento de água potável, a Companhia de Saneamento do Paraná detém a concessão para o fornecimento e orienta a manter um reservatório com a finalidade de um estoque de água necessário para sua produção diária.

Do reservatório ocorre a derivação para os demais segmentos da indústria, dividindo em: uso para o consumo humano, para abastecimento de restaurantes e demais instalações hidrossanitárias, como lavatórios e pias. Os efluentes gerados por este consumo, são destinados a uma estação de tratamento de efluentes domésticos, para receber o tratamento necessário antes de serem destinados a rede de coleta pública de esgotos.

Para o consumo no ambiente de produção é utilizado a água industrial, que tem sua origem a partir do fornecimento de água potável e percorre um caminho diferente, sendo o seu consumo destinado para a produção de água desmineralizada ou para abastecer as perdas de água nas torres de resfriamento, sendo consumido pela fábrica para a produção dos seus produtos, os efluentes gerados, recebem um tratamento diferenciado em relação ao esgoto doméstico, por isso possuem uma estação de tratamento dedicada para este fim, antes do destino final, conforme demonstrado na Figura 13 - Ciclo do fluxo da água potável na indústria.

**Figura 13 - Ciclo do fluxo da água potável na indústria**

Fonte: Adaptado de Mierzwa e Hespanhol (2005).

## 4.2 Qualidade das águas

No departamento de montagem de peças de uma indústria automobilística, são utilizados diversos tipos de águas, na empresa em questão o usual é a utilização de água desmineralizada, também denominada de água industrial, esta água é utilizada para uso em testes de infiltração de água (teste de estanqueidade), abastecimento em baterias de equipamentos elétricos, como empilhadeiras e rebocadores e limpeza de pisos industriais (Tabela 6).

**Tabela 6 – Tipos de água utilizada**

| Local                                 | Tipo            |
|---------------------------------------|-----------------|
| Duchas, teste de infiltração          | Água industrial |
| Baterias de Empilhadeiras/Rebocadores | Água industrial |
| Limpeza de Pisos                      | Água Potável    |
| Instalações Hidrossanitárias          | Água Potável    |
| Tanques de imersão, Pintura           | Água industrial |
| Resfriamento Equipamentos Solda Ponto | Água industrial |

Fonte: Adaptado de Mierzwa e Hespanhol (2005).

A água industrial é obtida através do processo de troca iônica (Figura 8) a partir do fornecimento da empresa de saneamento do Paraná (SANEPAR, 2022), a

água fornecida possui as características demonstrada na Tabela 7. Não houve a presença de coliformes totais ou coliformes termotolerantes, indicando a não presença da bactéria *Escherichia coli*, porém com a presença de cloro (1,40) e de condutividade 63,5  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ .

**Tabela 7 – Análise da qualidade da água potável de São Jose dos Pinhais**

| Características                | Unidade                   | Média dos Últimos 30 Resultados |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Coliformes Termotolerantes     | UFC/100mL                 | Ausente                         |
| Coliformes Totais              | UFC/100mL                 | Ausente                         |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | Mg/L O <sub>2</sub>       | SE                              |
| Demanda Química de Oxigênio    | Mg/L O <sub>2</sub>       | SE                              |
| Dureza Total                   | mg/L                      | <5,0                            |
| Sólidos Totais                 | mg/L                      | <10,0                           |
| Turbidez                       | uT                        | <0,05                           |
| Condutividade                  | $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ | 63,5                            |
| pH                             | U pH                      | 6,5                             |
| Temperatura                    | °C                        | 26,0                            |
| Cloro                          | mg/L                      | 1,40                            |
| Ferro                          | mg/L                      | 0,065                           |

Fonte: Adaptado, SANEPAR (2022)

Como forma de estudar a utilização da água de chuva, foi realizado um ensaio para verificar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, os resultados estão apresentados na Tabela 8, esta amostra foi coletada nas proximidades da indústria, oriunda da captação da cobertura, onde foi descartado os primeiros 10 minutos de chuva, tendo como resultado de condutividade igual a 14,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Tabela 8 – Análise da qualidade da água de chuva de São Jose dos Pinhais (Anexo B)**

| Características                | Unidade                 | Resultados |
|--------------------------------|-------------------------|------------|
| Coliformes Termotolerantes     | mg/L                    | 1          |
| Coliformes Totais              | uT                      | 39,0       |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | U pH                    | <5,0       |
| Demanda Química de Oxigênio    | Mg/L                    | <10,0      |
| Dureza Total                   | Mg/L                    | <5,0       |
| Sólidos Totais                 | mg/L                    | <5,3       |
| Turbidez                       | uT                      | 0,32       |
| Condutividade                  | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 14,50      |
| pH                             | U pH                    | 7,43       |
| Temperatura                    | °C                      | 16,10      |

Fonte: Laudo Amostra A, LATAM (2022).

O setor de Montagem, objeto deste estudo, é o que exige uma água de menor qualidade, sendo a água utilizada para lavagem de veículos, testes de infiltração e abastecimento de baterias, onde a maior quantidade é aspergida sobre o veículo. Porém esta água tem origem do tratamento de água industrial pelo processo de troca

iônica, os resultados obtidos através de uma amostra coletada próximo a um ponto de consumo, conforme apresentado na Tabela 9, sendo a condutividade de 2,20  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ .

Conforme informação do fornecedor de locação de equipamentos (BALOC, 2021), a condutância não pode ultrapassar 30  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ , assim com o pH deve estar entre 6 e 9,5 para o consumo. Evitando assim a degradação da bateria e mantendo a vida útil do equipamento.

**Tabela 9 – Análise da qualidade da água industrial (Anexo C)**

| <b>Características</b>         | <b>Unidade</b>            | <b>Resultados</b> |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Coliformes Termotolerantes     | UFC/100mL                 | <1,0              |
| Coliformes Totais              | UFC/100mL                 | <1,0              |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | Mg/L O <sub>2</sub>       | <5,0              |
| Demanda Química de Oxigênio    | Mg/L O <sub>2</sub>       | <10,0             |
| Dureza Total                   | mg/L                      | <5,0              |
| Sólidos Totais                 | mg/L                      | <5,3              |
| Turbidez                       | uT                        | <0,10             |
| Condutividade                  | $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ | 2,20              |
| pH                             | U pH                      | 6,64              |
| Temperatura                    | °C                        | 11,10             |

**Fonte: Laudo Amostra B, LATAM (2022).**

Os resultados demonstram que as características físico-químicos e microbiológicos da água de chuva atendem às necessidades dos pontos de demanda para uso no setor da montagem de uma indústria automobilística.

### 4.3 Precipitação acumulada

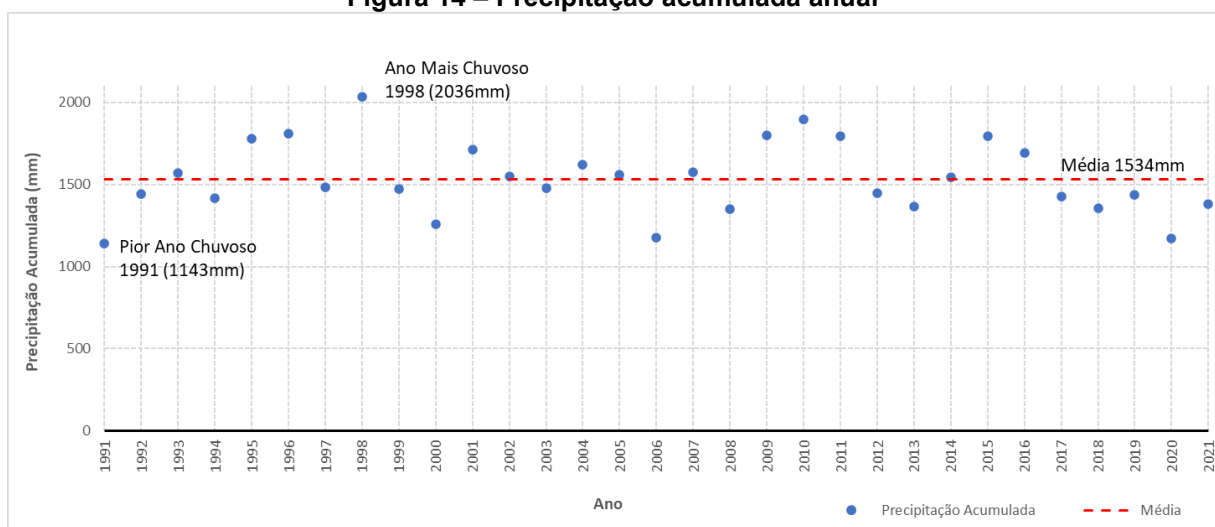
Para a determinação da precipitação média, foi considerado os valores obtidos pela estação Fazendinha, relativo aos anos de 1991 a 2021 e utilizado o valor médio de 127,8 mm de precipitação.

Os dados foram dispostos num gráfico de dispersão para melhor visualização, conforme a Figura 14, onde foi possível extrair os dados relativos ao ano com maior e menor valor de precipitação acumulada anual resultando nos valores de 1143mm para o ano de 1991 e 2036 mm para o ano de 1998 respectivamente, assim como obter a média relativo ao período analisado que resultou numa média de 1534 mm de precipitação acumulado.

O ano de 1991 foi o ano com menor valor de precipitação acumulado, resultando num acumulado de 1143 mm, resultando no valor médio mensal de 95mm aproximadamente, conforme apresentado na Figura 16.

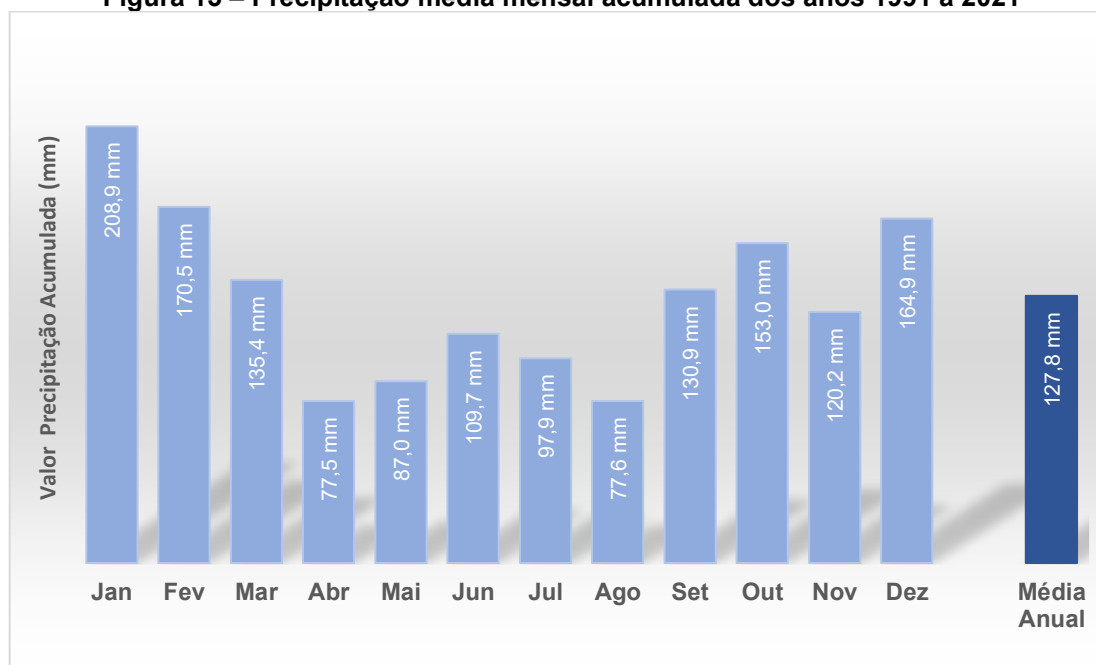
O ano de 1998 foi o ano com maior valor de precipitação, resultando num acumulado de 2036 mm, resultando no valor média mensal de 175 mm aproximadamente, conforme apresentado na Figura 17.

**Figura 14 – Precipitação acumulada anual**

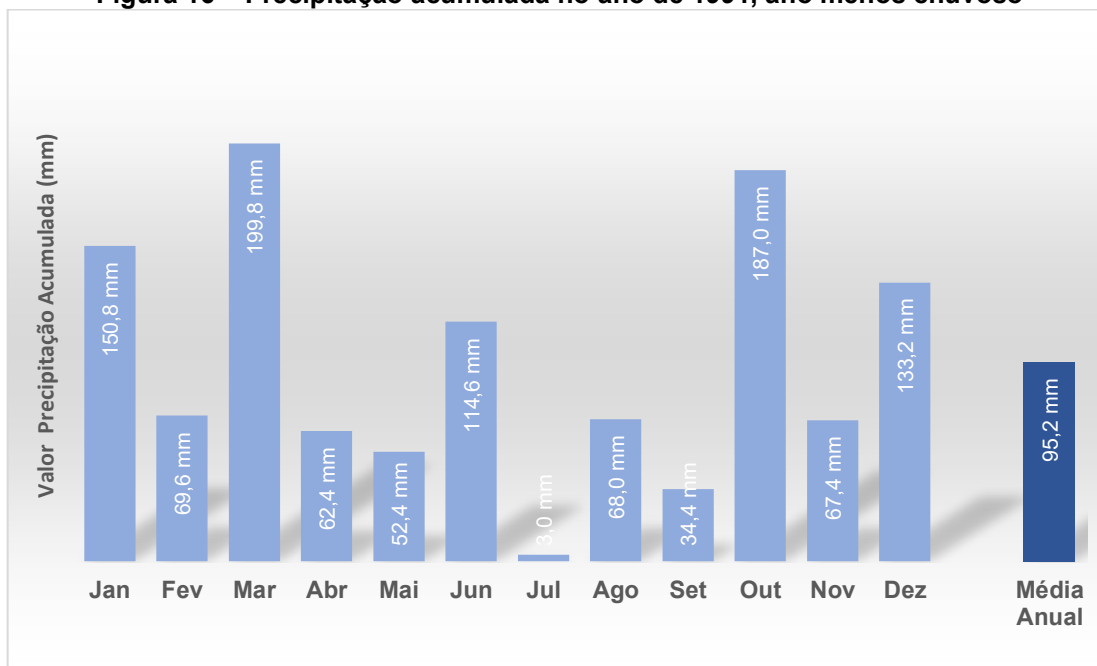


Fonte: AGUASPARANA (2022).

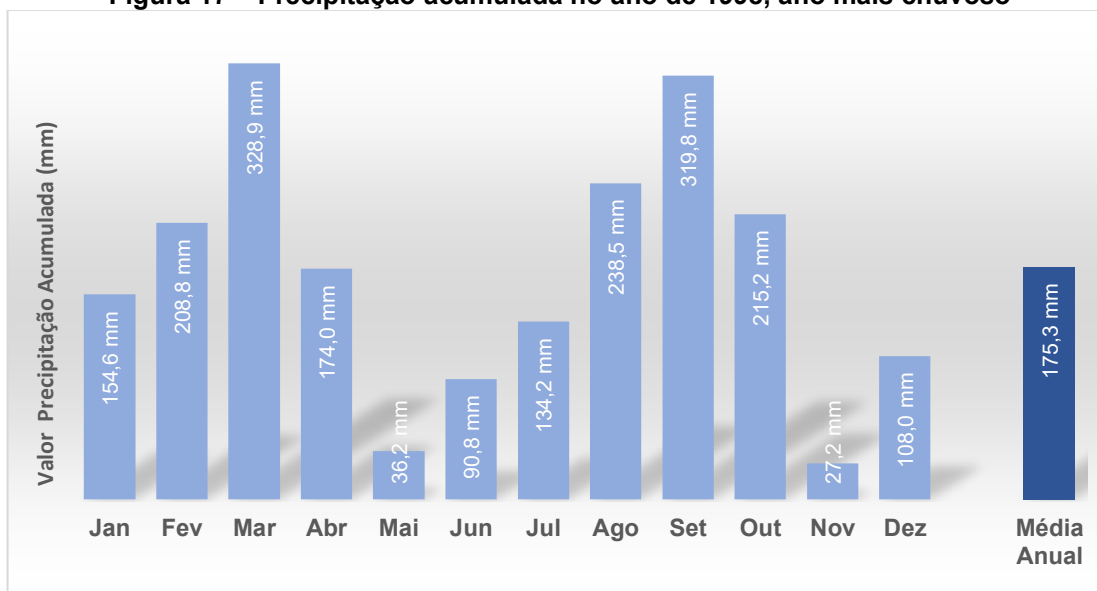
**Figura 15 – Precipitação média mensal acumulada dos anos 1991 a 2021**



Fonte: AGUASPARANA (2022).

**Figura 16 – Precipitação acumulada no ano de 1991, ano menos chuvoso**

Fonte: AGUASPARANA (2022).

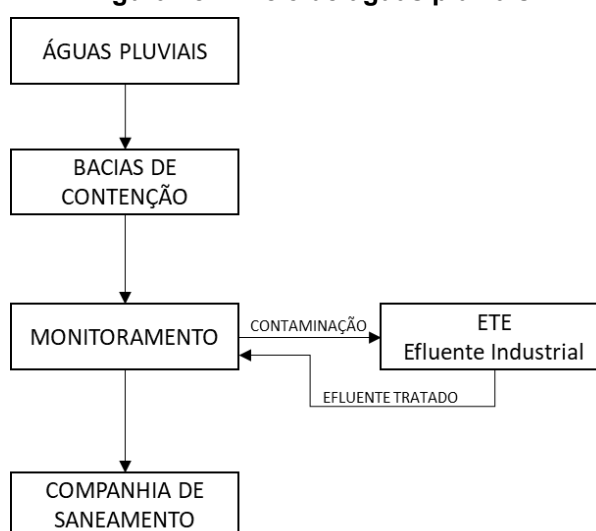
**Figura 17 – Precipitação acumulada no ano de 1998, ano mais chuvoso**

Fonte: AGUASPARANA (2022).

#### 4.4 Ciclo de águas pluviais

Águas de chuva são coletadas através do sistema de escoamento e direcionadas para bacias de contenção instaladas próximo as edificações da indústria, o volume coletado é mantido em reservatórios que possuem proteção contra vazamentos, tendo o volume liberado somente após análise e certificação de exclusão de qualquer possibilidade de contaminação. Em caso de contaminação, este efluente é direcionado para uma estação de tratamento de efluente industrial. Durante estes estudos referente ao ano de 2021, não foram registrados vazamento de efluente, segundo informações da empresa.

**Figura 18 – Ciclo de águas pluviais**



**Fonte: Adaptado IAT (2021).**

#### 4.5 Cálculo da demanda mensal

Para calcular a demanda mensal, primeiramente foram obtidos os dados referentes ao consumo mensal relativo ao ano de 2021, do setor de montagem da Indústria da empresa em questão.

Obtendo a média no valor de 1187 m<sup>3</sup> e o maior valor de consumo de 1298 m<sup>3</sup>, os meses de janeiro e dezembro, representam um valor abaixo da média devido a paradas programadas como férias coletivas, assim como o mês de fevereiro que possui menos dias de produção, conforme apresentado na Tabela 10.



**Tabela 10 – Demanda mensal do setor de Montagem, ano 2021**

| <b>Mês</b>    | <b>Consumo<br/>(m<sup>3</sup>)</b> |
|---------------|------------------------------------|
| Janeiro       | 753                                |
| Fevereiro     | 1036                               |
| Março         | 1295                               |
| Abril         | 1285                               |
| Maio          | 1290                               |
| Junho         | 1280                               |
| Julho         | 1292                               |
| Agosto        | 1298                               |
| Setembro      | 1290                               |
| Outubro       | 1295                               |
| Novembro      | 1293                               |
| Dezembro      | 827                                |
| Média         | 1187 m <sup>3</sup>                |
| Maior demanda | 1298 m <sup>3</sup>                |

**Fonte: Autoria própria, valores estimados pela empresa (2022).**

#### **4.6 Dimensionamento do reservatório**

Na empresa em questão a cobertura dos prédios industriais são construídos com telhas metálicas zipada com pintura esmalte com inclinação mínima em torno de 5%. O escoamento das águas é através de coletores horizontais e verticais.

Para o cálculo do reservatório, utilizou-se o coeficiente de escoamento superficial com o valor de 0,90, referente a telhas esmaltadas de metal, que cobre a superfície da indústria em questão.

Neste estudo foi considerado o consumo relativo ao departamento de Montagem de Veículos, objeto deste estudo, neste local a demanda estimada de acordo com a Tabela 10 – Demanda mensal do setor de Montagem, ano 2021 sendo de 1298 m<sup>3</sup>, neste valor está incluso o consumo de água industrial para a o teste de infiltração e para a reposição em baterias dos equipamentos elétricos, considerado como área de captação o valor de 31000m<sup>2</sup>. Para o método de simulação foi utilizado como parâmetro o volume de 1298 m<sup>3</sup>.

Com as fórmulas para dimensionamento dos reservatórios (seção 3.8) foi possível elaborar uma planilha de cálculo para cada respectivo método, onde os resultados obtidos apresentados no APÊNDICE A - Dimensionamento de reservatórios e apresentados, a partir destes resultados foi elaborado uma tabela na forma de resumo apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Resumo dimensionamento do reservatório

| Método                | Média de 1991 a 2021 (m <sup>3</sup> ) | Melhor Ano 1998 (m <sup>3</sup> ) | Pior Ano 1991 (m <sup>3</sup> ) | Base Ano Médio (m <sup>3</sup> ) |
|-----------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Método de Rippl       | 0,00                                   | 497,00                            | 1.210,00                        | 0,00                             |
| Método Azevedo Neto   | 5.990,00                               | 7.953,00                          | 4.463,00                        | 6.208,00                         |
| Método prático Alemão | 935,00                                 | 935,00                            | 935,00                          | 935,00                           |
| Método prático Inglês | 2.377,00                               | 3.156,00                          | 1.771,00                        | 2.464,00                         |
| Método da simulação   | 1.298,00                               | 1.298,00                          | 1.298,00                        | 1.298,00                         |
| <b>Média</b>          | 2.120,00                               | 2.767,80                          | 1.935,40                        | 2.181,00                         |

Fonte: Autoria própria (2022).

O método Rippl, para dimensionamento do reservatório considera a somatória de diferenças de volumes entre a demanda mensal e o volume de chuva mensal, dentro do período analisado apresentou discrepância onde temos valores abaixo do volume ideal, demonstrando que o reservatório estaria extravasando, devido ao volume de chuva mensal ser acima da demanda mensal.

Segundo Thomaz (2010), o método Azevedo Neto, deveria apresentar valores mínimos, porém para a mostra dos dados entre os períodos de 1991 a 2021, apresentou valores muito acima do esperado para a demanda estipulada.

O Método prático Alemão, que representa um valor percentual entre o menor valor entre a demanda aproveitável de chuva e a demanda anual, resultou no mesmo valor de 935m<sup>3</sup> para os cinco métodos de dimensionamento.

O Método prático Inglês, apresentou para o ano de 1998, ano com maior índice de precipitação acumulado, um volume aproveitável de chuva de 3156 m<sup>3</sup>. Este método empírico visa dimensionar um reservatório a partir de 5% do volume de precipitação anual multiplicado pela área de captação disponível.

O método de simulação, é um método por tentativas e erros, sendo utilizado para verificar e analisar a necessidade de suprimento de água ou de excesso através, apresentou para um reservatório de 1298 m<sup>3</sup> excesso de água (*overflow*), porém sem a necessidade de suprimento de água externo.

Baseado nos dados obtidos apresentados na Tabela 11 e nos resultados obtidos, foi possível determinar que a área de captação resultou num dimensionamento de reservatório superestimado, resultando num reservatório de

2800 m<sup>3</sup> aproximadamente, então foi optado em utilizar a metade da área de captação no valor de 15500 m<sup>2</sup>, tendo os resultados apresentados no APÊNDICE B - Dimensionamento de reservatórios com área de captação de 15500 m<sup>2</sup> e apresentados na forma de resumo na Tabela 12.

**Tabela 12 – Resumo dimensionamento do reservatório com área de captação de 15500m<sup>2</sup>**

| <b>Método</b>                | <b>Média de 1991 a 2021 (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Melhor Ano 1998 (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Pior Ano 1991 (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Base Ano Médio (m<sup>3</sup>)</b> |
|------------------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Método de Rippl</b>       | 174,00                                      | 897,00                                 | 2.858,00                             | 720,00                                |
| <b>Método Azevedo Neto</b>   | 2.995,00                                    | 3.977,00                               | 2.231,00                             | 3.104,00                              |
| <b>Método prático Alemão</b> | 935,00                                      | 935,00                                 | 935,00                               | 935,00                                |
| <b>Método prático Inglês</b> | 1.188,00                                    | 1.578,00                               | 886,00                               | 1.232,00                              |
| <b>Método da simulação</b>   | 1.298,00                                    | 1.298,00                               | 1.298,00                             | 1.298,00                              |
| <b>Média</b>                 | 1.318,00                                    | 1.737,00                               | 1.641,60                             | 1.457,80                              |

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Com base nos valores apresentados e na recomendação da NBR 15527/2019 (NBR 15527:2019), que o reservatório deve ser dimensionado, considerando critérios técnicos, econômicos e ambientais, e as opções existentes no mercado, optou-se por adotar um reservatório no valor de 1500 m<sup>3</sup>, este valor representa ainda uma demanda acima de aproximadamente 13% em relação a demanda mensal de 1298 m<sup>3</sup> e está condizente com os métodos de Simulação, Prático Alemão, Prático Inglês e o Método Rippl, com exceção do cenário pior ano chuvoso e o método Azevedo que apresentou valores superestimados.

#### **4.7 Custos de implantação do reservatório**

Foi feito uma pesquisa de mercado, considerando o fornecimento de um reservatório adequado para o armazenamento de 1500 m<sup>3</sup> de água de chuva, que atenda às necessidades com relação as dimensões de menor superfície em projeção de área e com altura inferior à altura de prédio onde se pretende captar a água de chuva (Tabela 13).

Para atender a demanda mensal de 1500 m<sup>3</sup> do local em questão, foi optado por um reservatório do tipo cisterna flexível (Figura 19) que possui vida útil de 30 anos, tendo a sua construção em poliéster e com revestimento de capa em polímero de policloreto de polivinila (PVC) o que permite ser rapidamente instalado e transportado para outro local.

O custo da cisterna foi obtido através de uma consulta ao endereço eletrônico do fornecedor (MFRURAL, 2022), os demais valores foram obtidos através de uma consulta ao SINAPI (CEF, 2022), tendo como resultado a planilha orçamentária apresentada na Tabela 13 para elaboração do Cenário 1.

Os valores em relação ao consumo de energia elétrica foram definidos com base na potência do equipamento, para uso de 80 horas de uso durante um mês, obtendo o consumo de 88,29 kWh, o valor referente a tarifa de energia elétrica foi de R\$ 27,47 obtido com base nos dados fornecidos pela companhia de fornecimento de energia elétrica (COPEL, 2022).

**Figura 19 – Reservatório flexível**



Fonte: MFRURAL (2022).

**Tabela 13 – Cenário 1, planilha orçamentária reservatório 1500m<sup>3</sup>**

| <b>Descrição</b>                 | <b>Unid.</b> | <b>Quantidade</b> | <b>Custo Unitário</b> | <b>Total</b>            |
|----------------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
|                                  |              | (R\$)             | (R\$)                 | (R\$)                   |
| Reservatório 1500 m <sup>3</sup> | un           | 1,00              | 910.000,00            | 910.000,00              |
| Frete Reservatório               | vb           | 1,00              | 1.800,00              | 1.800,00                |
| Tubo de PVC DN 100mm             | m            | 48                | 90,88                 | 4.362,24                |
| Flange de PVC 100mm              | un           | 2                 | 72,40                 | 144,80                  |
| Joelho 90° DN 100mm              | un           | 10                | 9,02                  | 90,20                   |
| Tê 100x100mm                     | un           | 3,00              | 32,24                 | 96,72                   |
| Bomba Centrífuga 220V 1,48HP     | un           | 2,00              | 2.500,00              | 5.000,00                |
| CAP 100mm                        | un           | 10,00             | 18,99                 | 189,90                  |
| Luva 100 mm                      | un           | 10,00             | 20,77                 | 207,70                  |
| Tê 100 x 50 mm                   | un           | 4,00              | 40,49                 | 161,96                  |
| Luva Redução                     | un           | 4,00              | 53,42                 | 213,68                  |
| Torneira                         | un           | 4,00              | 54,00                 | 216,00                  |
| Locação Plataforma Elevatória    | diária       | 6,00              | 1.000,00              | 6.000,00                |
| Mão de Obra                      | vb           | 1,00              | 4.500,00              | 4.500,00                |
| Consumo Energia Elétrica         | meses        | 120,00            | 2.425,35              | 291.042,06              |
|                                  |              |                   | <b>Total</b>          | <b>R\$ 1.224.025,26</b> |

**Fonte: Autoria própria, 2022.**

Tendo em vista que no local existe uma bacia de contenção de águas pluviais (Tabela 14), foi elaborado um orçamento (Tabela 15) utilizando parcialmente os volumes de águas mantidas nas bacias como fonte para abastecimento e reservatório de 200 m<sup>3</sup> conectado a uma bacia de 1604,78 m<sup>3</sup> (Figura 20), porém existe o risco desta água não atender as propriedades físico-químicos uma vez que ela pode permanecer por um longo período em repouso, necessitando de um tratamento químico ou ainda uma ramificação passando por uma estação de tratamento de efluentes, outra ressalva é que existe o risco de que em um período de estiagem podem necessitar de fornecimento de outra fonte de água.

**Tabela 14 – Bacia de contenção existente no local**

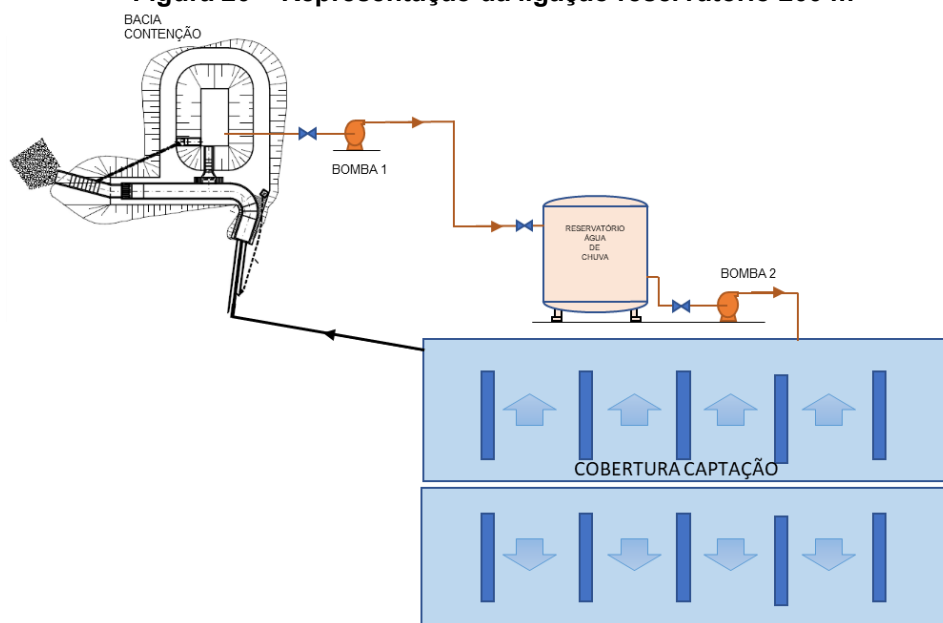
| <b>Descrição</b> | <b>Volume (m<sup>3</sup>)</b> |
|------------------|-------------------------------|
| Bacia 1          | 1.604,78                      |

**Fonte: Autoria própria, valores estimados pela empresa (2022).**

Tabela 15 – Cenário 2, planilha orçamentária reservatório 200m<sup>3</sup>

| Descrição                     | Unid.  | Quantidade<br>(R\$) | Custo<br>Unitário<br>(R\$) | Total<br>(R\$)        |
|-------------------------------|--------|---------------------|----------------------------|-----------------------|
| Reservatório 200.000 litros   | un     | 2,00                | 76.000,00                  | 152.000,00            |
| Frete Reservatório            | vb     | 1,00                | 1.800,00                   | 1.800,00              |
| Tubo de PVC DN 100mm          | m      | 64                  | 90,88                      | 5.816,32              |
| Flange de PVC 100mm           | un     | 2                   | 72,40                      | 144,80                |
| Joelho 90° DN 100mm           | un     | 10                  | 9,02                       | 90,20                 |
| Tê 100x100mm                  | un     | 3,00                | 32,24                      | 96,72                 |
| Bomba Centrífuga 220V 1,48HP, | un     | 4,00                | 2.500,00                   | 10.000,00             |
| CAP 100mm                     | un     | 10,00               | 18,99                      | 189,90                |
| Luva 100 mm                   | un     | 10,00               | 20,77                      | 207,70                |
| Tê 100 x 50 mm                | un     | 4,00                | 40,49                      | 161,96                |
| Luva Redução                  | un     | 4,00                | 53,42                      | 213,68                |
| Torneira                      | un     | 4,00                | 54,00                      | 216,00                |
| Locação Plataforma Elevatória | diária | 6,00                | 1.000,00                   | 6.000,00              |
| Mão de Obra                   | vb     | 1,00                | 4.500,00                   | 4.500,00              |
| Consumo Energia Elétrica      | meses  | 120,00              | 4.850,70                   | 582.084,11            |
|                               |        |                     | <b>Total</b>               | <b>R\$ 763.521,39</b> |

Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 20 – Representação da ligação reservatório 200 m<sup>3</sup>

Fonte: Autoria própria, 2022.

#### 4.8 Custos com água potável

Os valores definidos para o cálculo do potencial econômico, foram baseados nas tarifas cobradas pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), os valores são cobrados conforme faixa de consumo e determinados pelo decreto Publicado no Diário Oficial da AGEPAR nº. 11159 de 19 de abril de 2022, conforme apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16 – Tarifas SANEPAR para consumo industrial**

| Método                     | Água<br>(R\$/m <sup>3</sup> ) | Esgoto<br>(R\$/m <sup>3</sup> ) |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Mínimo até 5m <sup>3</sup> | 81,45                         | 65,16                           |
| De 6 a 10m <sup>3</sup>    | 2,09                          | 1,68                            |
| De 11 a 15m <sup>3</sup>   | 10,00                         | 8,00                            |
| De 16 a 20m <sup>3</sup>   | 10,15                         | 8,12                            |
| De 21 a 30m <sup>3</sup>   | 10,18                         | 8,15                            |
| Acima de 30m <sup>3</sup>  | 10,22                         | 8,18                            |

Fonte: Adaptado Sanepar, 2022.

#### 4.9 Análise financeira

Foi realizado uma análise para obtenção do cálculo de retorno financeiro, assim como verificar o potencial de utilização de água da chuva de uma indústria automobilística com objetivo de substituir a água potável nos processos de produção do setor de montagem, considerado nesta simulação uma taxa hipotética de 12% ao ano e uma taxa de aumento relativo aos custos de economia de 6 % ao representando a inflação e taxa de crescimento, considerado o período de 20 anos como vida útil para os cenários 1 e 2.

Para efeito de comparação foi utilizado como cenário base o custo relativo ao fornecimento da água pela companhia de abastecimento de água, totalizando um valor de R\$ 15.317,85 (quinze mil e trezentos e dezessete reais e oitenta e cinco centavos), apresentados na Tabela 17. Nestes custos não estão incluídos os valores referentes aos efluentes recebidos (esgoto), pois este valor seria comum para todos os cenários devido ao fato de que todos os cenários estariam gerando efluentes proporcionais ao volume de entrada.

**Tabela 17 – Tarifas SANEPAR para o consumo de 1500 m<sup>3</sup>**

| <b>Método</b>                    | <b>Água<br/>(R\$)</b> | <b>Esgoto<br/>(R\$)</b> |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>Mínimo até 5m<sup>3</sup></b> | 81,45                 | 65,16                   |
| <b>De 6 a 10m<sup>3</sup></b>    | 10,45                 | 8,36                    |
| <b>De 11 a 15m<sup>3</sup></b>   | 50,00                 | 40,00                   |
| <b>De 16 a 20m<sup>3</sup></b>   | 50,75                 | 40,60                   |
| <b>De 21 a 30m<sup>3</sup></b>   | 101,80                | 81,44                   |
| <b>Acima de 30m<sup>3</sup></b>  | 15.023,40             | 12.018,72               |
| <b>Total Consumo – Mensal</b>    | 15.317,85             | 12.254,28               |
| <b>Total Consumo – Anual</b>     | <b>183.814,20</b>     | <b>147.051,36</b>       |

**Fonte: Autoria Própria, 2022.**

Para o cenário 1, foi considerado um reservatório do tipo cisterna flexível de 1500 m<sup>3</sup>, considerado a sua instalação em local impermeável existente, considerado o uso de uma bomba centrífuga para elevação da água de chuva até o ponto de consumo, assim como a energia elétrica a ser consumida. Estimado no valor de R\$ 1.224.025,26 (um milhão e duzentos e vinte e quatro mil e vinte e cinco reais e vinte e seis centavos), para o período de construção de 1 ano. Considerado o valor de retorno R\$ 183.810,20 (cento e oitenta e três mil e oitocentos e quatorze reais e vinte centavos) como valor referente a economia pelo não uso do cenário base, resultando no demonstrativo financeiro apresentado na Tabela 18.

**Tabela 18 – Demonstrativo Financeiro Cenário 1**

| <b>Ano</b> | <b>Fluxo de Caixa</b> | <b>Fluxos<br/>Descontados<br/>(R\$)</b> | <b>Payback<br/>(R\$)</b> |
|------------|-----------------------|---|--------------------------|
| <b>0</b>   | - 1.224.025,26        |   |                          |
| <b>1</b>   | 183.814,20            | 164.119,82                              | <b>- 1.059.905,44</b>    |
| <b>2</b>   | 194.843,05            | 155.327,69                              | <b>- 904.577,75</b>      |
| <b>3</b>   | 206.533,64            | 147.006,56                              | <b>- 757.571,19</b>      |
| <b>4</b>   | 218.925,65            | 139.131,21                              | <b>- 618.439,97</b>      |
| <b>5</b>   | 232.061,19            | 131.677,75                              | <b>- 486.762,22</b>      |
| <b>6</b>   | 245.984,86            | 124.623,59                              | <b>- 362.138,63</b>      |
| <b>7</b>   | 260.743,96            | 117.947,32                              | <b>- 244.191,31</b>      |
| <b>8</b>   | 276.388,59            | 111.628,72                              | <b>- 132.562,59</b>      |
| <b>9</b>   | 292.971,91            | 105.648,61                              | <b>- 26.913,99</b>       |
| <b>10</b>  | 310.550,22            | 99.988,86                               | 73.074,87                |
| <b>11</b>  | 329.183,24            | 94.632,31                               | 167.707,19               |
| <b>12</b>  | 348.934,23            | 89.562,73                               | 257.269,91               |
| <b>13</b>  | 369.870,28            | 84.764,72                               | 342.034,64               |
| <b>14</b>  | 392.062,50            | 80.223,76                               | 422.258,39               |
| <b>15</b>  | 415.586,25            | 75.926,05                               | 498.184,45               |



| Ano | Fluxo de Caixa | Fluxos Descontados (R\$) | Payback (R\$) |
|-----|----------------|--------------------------|---------------|
| 16  | 440.521,43     | 71.858,59                | 570.043,04    |
| 17  | 466.952,71     | 68.009,02                | 638.052,06    |
| 18  | 494.969,88     | 64.365,68                | 702.417,73    |
| 19  | 524.668,07     | 60.917,52                | 763.335,25    |
| 20  | 556.148,15     | 57.654,08                | 820.989,33    |

Fonte: Autoria Própria, 2022.

Para o cenário 2, foi considerado um reservatório do tipo cisterna flexível de 200 m<sup>2</sup>, considerado a sua disposição em local impermeável existente, considerado o uso de duas bombas centrífuga para elevação da água de chuva até o ponto de consumo, assim como a energia elétrica a ser consumida. Estimado no valor de R\$ 763.521,39 (setecentos e sessenta e três mil e quinhentos e vinte e um reais e trinta e nove centavos), para o período de construção de 1 ano. Considerado o valor de retorno R\$ 137.860,65 (cento e trinta e sete mil e oitocentos e sessenta reais e sessenta e cinco centavos) como valor referente a economia pelo não uso do cenário base, porém neste cenário a economia gerada pelo não consumo de água potável terá uma redução de três meses, ocasionado pelos períodos de estiagem. Os resultados do demonstrativo financeiro apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 – Demonstrativo Financeiro Cenário 2

| Ano | Fluxo de Caixa | Fluxos Descontados (R\$) | Payback (R\$) |
|-----|----------------|--------------------------|---------------|
| 0   | - 763.521,39   |                          |               |
| 1   | 137.860,65     | 123.089,87               | - 640.431,53  |
| 2   | 146.132,29     | 116.495,77               | - 523.935,76  |
| 3   | 154.900,23     | 110.254,92               | - 413.680,84  |
| 4   | 164.194,24     | 104.348,41               | - 309.332,43  |
| 5   | 174.045,89     | 98.758,31                | - 210.574,12  |
| 6   | 184.488,65     | 93.467,69                | - 117.106,43  |
| 7   | 195.557,97     | 88.460,49                | - 28.645,93   |
| 8   | 207.291,44     | 83.721,54                | 55.075,60     |
| 9   | 219.728,93     | 79.236,46                | 134.312,06    |
| 10  | 232.912,67     | 74.991,65                | 209.303,70    |
| 11  | 246.887,43     | 70.974,24                | 280.277,94    |
| 12  | 261.700,67     | 67.172,04                | 347.449,99    |
| 13  | 277.402,71     | 63.573,54                | 411.023,53    |
| 14  | 294.046,88     | 60.167,82                | 471.191,34    |
| 15  | 311.689,69     | 56.944,54                | 528.135,88    |
| 16  | 330.391,07     | 53.893,94                | 582.029,83    |

| <b>Ano</b> | <b>Fluxo de Caixa</b> | <b>Fluxos Descontados (R\$)</b> | <b>Payback (R\$)</b> |
|------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------|
| <b>17</b>  | 350.214,53            | 51.006,77                       | 633.036,59           |
| <b>18</b>  | 371.227,41            | 48.274,26                       | 681.310,85           |
| <b>19</b>  | 393.501,05            | 45.688,14                       | 726.998,99           |
| <b>20</b>  | 417.111,11            | 43.240,56                       | 770.239,55           |

**Fonte: Autoria Própria, 2022.**

Ambos os cenários apresentados, sendo o cenário 2 atingindo o prazo de retorno do investimento de em 7 anos e no cenário 1 atingindo em 9 anos. Porém no cenário 2 existe o risco de esvaziamento das bacias de contenção durante os períodos de seca, devido a ciclo de evapotranspiração da água, além do fato de que aqui não está incluso os gastos relativos ao tratamento da água, devido a exposição ao longo período em espaço aberto, sofrendo ações de intempéries climáticas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contemplou-se no presente estudo que é possível utilizar a água de chuva na indústria automobilística, especificamente no departamento de montagem de veículos, neste local pode ser utilizado uma água menos nobre comparada com os outros departamentos como pintura e carroceria, onde o controle deve ser mais rigoroso, devido a água estar em contato com a chapa sem proteção de uma película de pintura.

As indústrias de um modo geral possuem uma extensa área coberta e impermeável, neste estudo foi possível evidenciar que o excesso de área de captação pode ocasionar num superdimensionamento de um reservatório, demonstrado que ao optar pela metade da área de captação resultou num reservatório de 1500 m<sup>3</sup>, valor 46% menor em relação a opção de usar toda a superfície de captação disponível.

O volume obtido pela captação pode abranger outros departamentos, pois as características da água de chuva condizem com os padrões necessários para uso das instalações hidrossanitárias e limpeza de pisos.

Apesar de que no estudo o regime pluviométrico na região atende à demanda, é aconselhável manter o suprimento atual de água utilizada atualmente, porém é possível utilizar de outras fontes como por exemplo água de poço raso.

Outra possibilidade para redução do consumo de energia elétrica, utilizada nos equipamentos de bombeamento de água é optar pelo uso da energia solar, tecnologia já disponível no mercado, sendo objeto de um estudo futuro.

Em momentos de escassez hídricas, o fornecimento de água potável pode ser interrompido para as indústrias, o que por si só já viabiliza o investimento em um reservatório de água que possui o seu abastecimento através de chuvas na região.

O estudo de viabilidade indica que o atual sistema de cobrança favorece a economia de água potável na indústria, resultando num período de retorno de investimento de aproximadamente 9 anos.

Nos anos de 1991 e 2020, considerado os anos de menores índices de chuva acumulada, resultando num período de crise hídrica, a indústria ao utilizar de forma sustentável o uso de águas de chuva, demonstra para a sociedade sua preocupação com o meio ambiente, garantindo não só sua estabilidade como também a redução de seu impacto para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **ABNT NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **ABNT NBR 13969**: Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **ABNT NBR 15527**: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **ABNT NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AGUASPARANÁ (Instituto das Águas do Paraná). **Sistema de informações hidrológicas**. Relatório de alturas mensais de precipitação. 2022. Disponível em: <<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores). **Dados estatísticos para download**. 2021. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/site/edicoes-em-excel/>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

BALOC. **Empilhadeira / Reposição de água de bateria**. 2021. Disponível em: <<https://www.baloc.com.br/post/empilhadeira-reposicao-agua-bateria?lang=pt>>. Acesso em 28 mai. 2022.

BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. **Metodologias de pesquisa em ciências: análises quantitativa e qualitativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BARROS FILHO, J. B. P. de; MESSANY JÚNIOR, R. **Viabilidade de reúso de águas residuárias em uma residência unifamiliar no município de Curitiba - Paraná**. 2014. 114 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8319/2/CT\\_EPC\\_2014\\_1\\_13.PDF](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8319/2/CT_EPC_2014_1_13.PDF)>. Acesso em: 29 mai. 2022.

BRAS, B.; *et al.* Quantificação do consumo de água durante o ciclo de vida de um veículo de passageiros. **SAE Technical Paper Series**, Georgia, 2012. Disponível em: <<https://saemobilus.sae.org/content/2012-01-0646/>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 28 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Casa Civil, 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 03 jul. 2021.

BRASIL. **Portaria nº 44, 13 de fevereiro de 2008**. Institui, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, o Comitê Gestor de Produção e Consumo Sustentável - CGPCS composto pelos representantes, titular e suplente, dos órgãos, entidades e organizações não-governamentais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <[https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-44-2008\\_205103.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-44-2008_205103.html)>. Acesso em: 29 mai. 2022.

CEF (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL). **SINAPI**: Relatório de insumos e composições, abr/22, sem desoneração. 2022. Disponível em: <[https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_655](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_655)> Acesso em: 06 mai. 2022.

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

COPEL (Companhia Paranaense de Energia). **Tarifas de energia elétrica**. 2022. Disponível em: <<https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/tarifas-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 06 mai. 2022.

CURITIBA. **Decreto n. 293, de 22 de março de 2006**. Regulamenta a lei nº 10.785/03 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. Curitiba: Câmara Municipal de Curitiba, 2006. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2006/30/293/decreto-n-293-2006-regulamenta-a-lei-n-10785-03-e-dispoe-sobre-os-criterios-do-uso-e-conservacao-racional-da-agua-nas-edificacoes-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

CURITIBA. **Lei n. 10.785, de 18 de setembro de 2003**. Cria no município de Curitiba, o programa de conservação e uso racional da água nas edificações – PURAE. Curitiba: Câmara Municipal de Curitiba, 2003. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2003/1078/10785/lei-ordinaria-n-10785-2003-cria-no-municipio-de-curitiba-o-programa-de-conservacao-e-uso-racional-da-agua-nas-edificacoes-purae>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação). **Usos da Água**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

FERREIRA FILHO, S. S. **Tratamento de água**: concepção, projeto e operação de estações de tratamento. 1. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2017.

HOWE, K. J.; *et al.* **Princípios de Tratamento de Água**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2016. Disponível em:

<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522124084/>>. Acesso em: 06 mai. 2022.

IAT (Instituto Água e Terra). **Outorga de Recursos Hídricos**. Paraná. Disponível em: <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Outorga-de-Recursos-Hidricos>>. Acesso em 25 out. 2021.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Gráficos Climatológicos**. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>>. Acesso em: 03 jul. 2021.

LANDO, F. **Método Quantitativo**: O que é e como fazer. 2021. Disponível em: <<https://www.academicapesquisa.com.br/post/m%C3%A9todo-quantitativo-como-fazer>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

LOPES, L. F. **Água doce**: Escassez anunciada. 2010. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26798>>. Acesso em: 03 jul. 2021.

MANCUSO, P. C. S.; *et al.* **Reúso de água potável como estratégia para a escassez**. São Paulo: Editora Manole, 2021. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555763003/>>. Acesso em: 06 mai. 2022.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis–SC. **Ambiente construído**, v. 8, n. 2, p. 67-84, jun. 2008. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5355/3283>>. Acesso em: 09 mai. 2022.

MAY, S. **Estudo de viabilidade de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/publico/simonemay.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

MFRURAL. **Reservatórios e Cisternas**, 2022. Disponível em: <<https://www.mfrural.com.br/detalhe/369635/reservatorios-cisternas>>. Acesso em 06 mai. 2022.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reúso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

PARANÁ. **Lei Estadual nº 20070, de 18 de dezembro de 2019**. Autoriza a incorporação do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná e do Instituto das Águas do Paraná, pelo Instituto Ambiental do Paraná, e dá outras providências. Paraná: Casa Civil, 2019. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-20070-2019-parana-autoriza-a-incorporacao-do-instituto-de-terras-cartografia-e-geologia-do-parana-e-do-instituto-das-aguas-do-parana-pelo-instituto-ambiental-do-parana-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

SANEPAR. 2022. **Companhia de Saneamento do Paraná**. Paraná. Disponível em: <<https://site.sanepar.com.br>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

SIQUEIRA, L. A. **Água fonte de vida**. 2011. 54 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/21993/2/MD\\_ENSCIE\\_II\\_2011\\_60.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/21993/2/MD_ENSCIE_II_2011_60.pdf)>. Acesso em: 29 mai. 2022.

TENNANT, A. **Lavadora-Varredeira manual do operador Brasil**. São Paulo: Editora Tennant, 2019. Disponível em: <<https://assets.tennantco.com/globalassets/technicalassets/operator%20and%20parts%20manuals/9016283.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2022.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2010. Disponível em: <[https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5\\_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true](https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true)>. Acesso em: 29 mai. 2022.

UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura). **Relatório Mundial Das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019**: Não deixar ninguém para trás, fatos e dados. UNESCO, 2019. Disponível em: <[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_por)>. Acesso em: 29 mai. 2022.

WATERFALL, P. H. **Aproveitamento da água da chuva para uso paisagístico**. 2. ed. Arizona: Cooperativa da Universidade do Arizona, 2006. Disponível em: <<https://wrrc.arizona.edu/sites/wrrc.arizona.edu/files/Harvesting%20Rainwater%20for%20Landscape%20Use.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2021.

## **APÊNDICE A - Dimensionamento de reservatórios**



## Resultado Método de Rippl

|                      | Meses     | Chuva média mensal | Demanda mensal | Área da captação | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada dos valores positivos | Situação do reservatório |
|----------------------|-----------|--------------------|----------------|------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
|                      |           | (mm)               | (m³)           | (m²)             | (m³)                   | (m³)  | (m³)                                      |                          |
| Média de 1991 a 2021 | Janeiro   | 208,9              | 1298           | 31000            | 6152                   | -4854   | 0   | Extravasando             |
|                      | Fevereiro | 170,5              | 1298           | 31000            | 5021                   | -3723   | 0   | Extravasando             |
|                      | Março     | 135,4              | 1298           | 31000            | 3988                   | -2690   | 0   | Extravasando             |
|                      | Abril     | 77,5               | 1298           | 31000            | 2282                   | -984  | 0   | Extravasando             |
|                      | Mai       | 87                 | 1298           | 31000            | 2562                   | -1264   | 0   | Extravasando             |
|                      | Junho     | 109,7              | 1298           | 31000            | 3231                   | -1933   | 0   | Extravasando             |
|                      | Julho     | 97,9               | 1298           | 31000            | 2883                   | -1585   | 0   | Extravasando             |
|                      | Agosto    | 77,6               | 1298           | 31000            | 2285                   | -987  | 0   | Extravasando             |
|                      | Setembro  | 130,9              | 1298           | 31000            | 3855                   | -2557   | 0   | Extravasando             |
|                      | Outubro   | 153                | 1298           | 31000            | 4506                   | -3208   | 0   | Extravasando             |
|                      | Novembro  | 120,2              | 1298           | 31000            | 3540                   | -2242   | 0   | Extravasando             |
|                      | Dezembro  | 164,9              | 1298           | 31000            | 4856                   | -3558   | 0   | Extravasando             |
|                      | Total     | 1533,5             | 15576          |                  | 45161                  | Volume  | 0   |                          |

|                 | Meses     | Chuva média mensal | Demanda mensal | Área de captação | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos | Situação do reservatório |
|-----------------|-----------|--------------------|----------------|------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
|                 |           | (mm)               | (m³)           | (m²)             | (m³)                   | (m³)  | (m³)  |                          |
| Melhor Ano 1998 | Janeiro   | 154,6              | 1298           | 31000            | 4553                   | -3255   | 0   | Extravasando             |
|                 | Fevereiro | 208,8              | 1298           | 31000            | 6149                   | -4851   | 0   | Extravasando             |
|                 | Março     | 328,9              | 1298           | 31000            | 9686                   | -8388   | 0   | Extravasando             |
|                 | Abril     | 174                | 1298           | 31000            | 5124                   | -3826   | 0   | Extravasando             |
|                 | Mai       | 36,2               | 1298           | 31000            | 1066                   | 232   | 232   | Descendo                 |
|                 | Junho     | 90,8               | 1298           | 31000            | 2674                   | -1376   | 0   | Extravasando             |
|                 | Julho     | 134,2              | 1298           | 31000            | 3952                   | -2654   | 0   | Extravasando             |
|                 | Agosto    | 238,5              | 1298           | 31000            | 7024                   | -5726   | 0   | Extravasando             |
|                 | Setembro  | 319,8              | 1298           | 31000            | 9418                   | -8120   | 0   | Extravasando             |
|                 | Outubro   | 215,2              | 1298           | 31000            | 6338                   | -5040   | 0   | Extravasando             |
|                 | Novembro  | 27,2               | 1298           | 31000            | 801                    | 497   | 497   | Descendo                 |
|                 | Dezembro  | 108                | 1298           | 31000            | 3181                   | -1883   | 0   | Extravasando             |
|                 | Total     | 2036,2             | 15576          |                  | 59966                  | Volume  | 497   |                          |

|               | Meses     | Chuva média mensal | Demanda mensal | Área de captação | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos | Situação do reservatório |
|---------------|-----------|--------------------|----------------|------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
|               |           | (mm)               | (m³)           | (m²)             | (m³)                   | (m³)  | (m³)  |                          |
| Pior Ano 1991 | Janeiro   | 150,8              | 1298           | 31000            | 4441                   | -3143   | 0   | Extravasando             |
|               | Fevereiro | 69,6               | 1298           | 31000            | 2050                   | -752  | 0   | Extravasando             |
|               | Março     | 199,8              | 1298           | 31000            | 5884                   | -4586   | 0   | Extravasando             |
|               | Abril     | 62,4               | 1298           | 31000            | 1838                   | -540  | 0   | Extravasando             |
|               | Mai       | 52,4               | 1298           | 31000            | 1543                   | -245  | 0   | Extravasando             |
|               | Junho     | 114,6              | 1298           | 31000            | 3375                   | -2077   | 0   | Extravasando             |
|               | Julho     | 3                  | 1298           | 31000            | 88                     | 1210  | 1210  | Descendo                 |
|               | Agosto    | 68                 | 1298           | 31000            | 2003                   | -705  | 505   | Descendo                 |
|               | Setembro  | 34,4               | 1298           | 31000            | 1013                   | 285   | 790   | Descendo                 |
|               | Outubro   | 187                | 1298           | 31000            | 5507                   | -4209   | 0   | Extravasando             |
|               | Novembro  | 67,4               | 1298           | 31000            | 1985                   | -687  | 0   | Extravasando             |
|               | Dezembro  | 133,2              | 1298           | 31000            | 3923                   | -2625   | 0   | Extravasando             |
|               | Total     | 1142,6             | 15576          |                  | 33650                  | Volume  | 1210  |                          |

|                | Meses     | Chuva média mensal | Demanda mensal | Área de captação | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos | Situação do reservatório |
|----------------|-----------|--------------------|----------------|------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
|                |           | (mm)               | (m³)           | (m²)             | (m³)                   | (m³)  | (m³)  |                          |
| Base Médio Ano | Janeiro   | 152,7              | 1298           | 31000            | 4497                   | -3199   | 0   | Extravasando             |
|                | Fevereiro | 139,2              | 1298           | 31000            | 4099                   | -2801   | 0   | Extravasando             |
|                | Março     | 264,35             | 1298           | 31000            | 7785                   | -6487   | 0   | Extravasando             |
|                | Abril     | 118,2              | 1298           | 31000            | 3481                   | -2183   | 0   | Extravasando             |
|                | Mai       | 44,3               | 1298           | 31000            | 1305                   | -7  | 0   | Extravasando             |
|                | Junho     | 102,7              | 1298           | 31000            | 3025                   | -1727   | 0   | Extravasando             |
|                | Julho     | 68,6               | 1298           | 31000            | 2020                   | -722  | 0   | Extravasando             |
|                | Agosto    | 153,25             | 1298           | 31000            | 4513                   | -3215   | 0   | Extravasando             |
|                | Setembro  | 177,1              | 1298           | 31000            | 5216                   | -3918   | 0   | Extravasando             |
|                | Outubro   | 201,1              | 1298           | 31000            | 5922                   | -4624   | 0   | Extravasando             |
|                | Novembro  | 47,3               | 1298           | 31000            | 1393                   | -95   | 0   | Extravasando             |
|                | Dezembro  | 120,6              | 1298           | 31000            | 3552                   | -2254   | 0   | Extravasando             |
|                | Total     | 1589,4             | 15576          |                  | 46808                  | Volume  | 0   |                          |

## Resultado Método de Azevedo Neto

|                      | Meses        | Chuva média   | Área de |  |  | Precipitação | Meses de | Volume do    | Volume |
|----------------------|--------------|---------------|---------|--|--|--------------|----------|--------------|--------|
|                      |              | mensal        |         |  |  |              |          |              |        |
|                      |              | (mm)          | (m²)    |  |  | (mm)         |          | (l)          |        |
| Média de 1991 a 2021 | Janeiro      | 208,9         | 31000   |  |  | 1.533,50     | 1        | 5.989.851,00 |        |
|                      | Fevereiro    | 170,5         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Março        | 135,4         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Abril        | 77,5          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Maio         | 87            |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Junho        | 109,7         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Julho        | 97,9          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Agosto       | 77,6          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Setembro     | 130,9         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Outubro      | 153           |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Novembro     | 120,2         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Dezembro     | 164,9         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | <b>Total</b> | <b>1533,5</b> |         |  |  |              |          |              |        |
| Melhor Ano 1998      | Janeiro      | 154,6         | 31000   |  |  | 2.036,20     | 1        | 7.953.397,20 |        |
|                      | Fevereiro    | 208,8         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Março        | 328,9         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Abril        | 174           |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Maio         | 36,2          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Junho        | 90,8          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Julho        | 134,2         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Agosto       | 238,5         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Setembro     | 319,8         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Outubro      | 215,2         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Novembro     | 27,2          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Dezembro     | 108           |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | <b>Total</b> | <b>2036,2</b> |         |  |  |              |          |              |        |
| Pior Ano 1991        | Janeiro      | 150,8         | 31000   |  |  | 1.142,60     | 1        | 4.462.995,60 |        |
|                      | Fevereiro    | 69,6          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Março        | 199,8         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Abril        | 62,4          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Maio         | 52,4          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Junho        | 114,6         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Julho        | 3             |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Agosto       | 68            |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Setembro     | 34,4          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Outubro      | 187           |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Novembro     | 67,4          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Dezembro     | 133,2         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | <b>Total</b> | <b>1142,6</b> |         |  |  |              |          |              |        |
| Base Ano Médio       | Janeiro      | 152,7         | 31000   |  |  | 1.589,40     | 1        | 6.208.196,40 |        |
|                      | Fevereiro    | 139,2         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Março        | 264,35        |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Abril        | 118,2         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Maio         | 44,3          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Junho        | 102,7         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Julho        | 68,6          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Agosto       | 153,25        |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Setembro     | 177,1         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Outubro      | 201,1         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Novembro     | 47,3          |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | Dezembro     | 120,6         |         |  |  |              |          |              |        |
|                      | <b>Total</b> | <b>1589,4</b> |         |  |  |              |          |              |        |

## Resultado Prático Alemão

|                      | Meses        | Chuva média   | Demanda      | Área de  | Volume        | Demanda       | Volume Adotado | Volume |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|----------|---------------|---------------|----------------|--------|
|                      |              | mensal        | mensal       |          | de            |               |                |        |
|                      |              | (mm)          | (m³)         | captação | de Chuva      | Anual         | (l)            | (m³)   |
| Média de 1991 a 2021 | Janeiro      | 208,9         | 1298         | 31000    | 47.538.500,00 | 15.576.000,00 | 934.560,00     |        |
|                      | Fevereiro    | 170,5         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Março        | 135,4         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Abril        | 77,5          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Maio         | 87            | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Junho        | 109,7         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Julho        | 97,9          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Agosto       | 77,6          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Setembro     | 130,9         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Outubro      | 153           | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Novembro     | 120,2         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Dezembro     | 164,9         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | <b>Total</b> | <b>1533,5</b> | <b>15576</b> |          |               |               |                |        |
| Melhor Ano 1998      | Janeiro      | 154,6         | 1298         | 31000    | 63.122.200,00 | 15.576.000,00 | 934.560,00     |        |
|                      | Fevereiro    | 208,8         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Março        | 328,9         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Abril        | 174           | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Maio         | 36,2          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Junho        | 90,8          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Julho        | 134,2         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Agosto       | 238,5         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Setembro     | 319,8         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Outubro      | 215,2         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Novembro     | 27,2          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Dezembro     | 108           | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | <b>Total</b> | <b>2036,2</b> | <b>15576</b> |          |               |               |                |        |
| Pior Ano 1991        | Janeiro      | 150,8         | 1298         | 31000    | 35.420.600,00 | 15.576.000,00 | 934.560,00     |        |
|                      | Fevereiro    | 69,6          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Março        | 199,8         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Abril        | 62,4          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Maio         | 52,4          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Junho        | 114,6         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Julho        | 3             | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Agosto       | 68            | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Setembro     | 34,4          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Outubro      | 187           | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Novembro     | 67,4          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Dezembro     | 133,2         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | <b>Total</b> | <b>1142,6</b> | <b>15576</b> |          |               |               |                |        |
| Base Ano Médio       | Janeiro      | 152,7         | 1298         | 31000    | 49.271.400,00 | 15.576.000,00 | 934.560,00     |        |
|                      | Fevereiro    | 139,2         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Março        | 264,35        | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Abril        | 118,2         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Maio         | 44,3          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Junho        | 102,7         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Julho        | 68,6          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Agosto       | 153,25        | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Setembro     | 177,1         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Outubro      | 201,1         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Novembro     | 47,3          | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | Dezembro     | 120,6         | 1298         |          |               |               |                |        |
|                      | <b>Total</b> | <b>1589,4</b> | <b>15576</b> |          |               |               |                |        |

## Resultado Prático Inglês

| Média de 1991 a 2021 | Meses           | Chuva média mensal<br>(mm) | Demanda mensal<br>(m <sup>3</sup> ) | Área de captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume Aproveitável de Chuva<br>(l) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|                      | Janeiro         | 208,90                     | 1.298,00                            | 31.000,00                             | 2.376.925,00                        |                             |
|                      | Fevereiro       | 170,50                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Março           | 135,40                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Abril           | 77,50                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Mai             | 87,00                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Junho           | 109,70                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Julho           | 97,90                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Agosto          | 77,60                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Setembro        | 130,90                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Outubro         | 153,00                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Novembro        | 120,20                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                      | Dezembro        | 164,90                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
| <b>Total</b>         | <b>1.533,50</b> | <b>15.576,00</b>           |                                     | <b>2.376.925,00</b>                   | <b>2.377,00</b>                     |                             |

| Melhor Ano 1998 | Meses           | Chuva média mensal<br>(mm) | Demanda mensal<br>(m <sup>3</sup> ) | Área de captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume Aproveitável de Chuva<br>(l) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|                 | Janeiro         | 154,60                     | 1.298,00                            | 31.000,00                             | 3.156.110,00                        |                             |
|                 | Fevereiro       | 208,80                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Março           | 328,90                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Abril           | 174,00                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Mai             | 36,20                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Junho           | 90,80                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Julho           | 134,20                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Agosto          | 238,50                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Setembro        | 319,80                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Outubro         | 215,20                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Novembro        | 27,20                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                 | Dezembro        | 108,00                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
| <b>Total</b>    | <b>2.036,20</b> | <b>15.576,00</b>           |                                     | <b>3.156.110,00</b>                   | <b>3.156,00</b>                     |                             |

| Pior Ano 1991 | Meses           | Chuva média mensal<br>(mm) | Demanda mensal<br>(m <sup>3</sup> ) | Área de captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume Aproveitável de Chuva<br>(l) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|---------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|               | Janeiro         | 150,80                     | 1.298,00                            | 31.000,00                             | 1.771.030,00                        |                             |
|               | Fevereiro       | 69,60                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Março           | 199,80                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Abril           | 62,40                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Mai             | 52,40                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Junho           | 114,60                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Julho           | 3,00                       | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Agosto          | 68,00                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Setembro        | 34,40                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Outubro         | 187,00                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Novembro        | 67,40                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|               | Dezembro        | 133,20                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
| <b>Total</b>  | <b>1.142,60</b> | <b>15.576,00</b>           |                                     | <b>1.771.030,00</b>                   | <b>1.771,00</b>                     |                             |

| Base Ano Médio | Meses           | Chuva média mensal<br>(mm) | Demanda mensal<br>(m <sup>3</sup> ) | Área de captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume Aproveitável de Chuva<br>(l) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|                | Janeiro         | 152,70                     | 1.298,00                            | 31.000,00                             | 2.463.570,00                        |                             |
|                | Fevereiro       | 139,20                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Março           | 264,35                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Abril           | 118,20                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Mai             | 44,30                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Junho           | 102,70                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Julho           | 68,60                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Agosto          | 153,25                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Setembro        | 177,10                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Outubro         | 201,10                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Novembro        | 47,30                      | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
|                | Dezembro        | 120,60                     | 1.298,00                            |                                       |                                     |                             |
| <b>Total</b>   | <b>1.589,40</b> | <b>15.576,00</b>           |                                     | <b>2.463.570,00</b>                   | <b>2.464,00</b>                     |                             |

## Resultado Método da Simulação

|                      | Meses        | Chuva média   | Demanda      | Área de  |         |      | Volume de    | Volume do    | Volume do       | Volume do       | Overflow | Suprimento de |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|----------|---------|------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|----------|---------------|
|                      |              | mensal        | mensal       | captação |         |      | chuva mensal | reservatório | reservatório no | reservatório no | Overflow | água externo  |
|                      |              | (mm)          | (m³)         | (m²)     |         |      | (m³)         | fixado       | tempo (t-1)     | tempo (t)       | (m³)     | (m³)          |
| Média de 1991 a 2021 | Janeiro      | 208,9         | 1298         | 31000    | 6152,11 | 6152 | 6152         | 1298         | 0               | 1298            | 3556     | 0             |
|                      | Fevereiro    | 170,5         | 1298         | 31000    | 5021,23 | 5021 | 5021         | 1298         | 1298            | 1298            | 3723     | 0             |
|                      | Março        | 135,4         | 1298         | 31000    | 3987,53 | 3987 | 3988         | 1298         | 1298            | 1298            | 2690     | 0             |
|                      | Abril        | 77,5          | 1298         | 31000    | 2282,38 | 2282 | 2282         | 1298         | 1298            | 1298            | 984      | 0             |
|                      | Maió         | 87            | 1298         | 31000    | 2562,15 | 2562 | 2562         | 1298         | 1298            | 1298            | 1264     | 0             |
|                      | Junho        | 109,7         | 1298         | 31000    | 3230,67 | 3230 | 3231         | 1298         | 1298            | 1298            | 1933     | 0             |
|                      | Julho        | 97,9          | 1298         | 31000    | 2883,16 | 2883 | 2883         | 1298         | 1298            | 1298            | 1585     | 0             |
|                      | Agosto       | 77,6          | 1298         | 31000    | 2285,32 | 2285 | 2285         | 1298         | 1298            | 1298            | 987      | 0             |
|                      | Setembro     | 130,9         | 1298         | 31000    | 3855,01 | 3855 | 3855         | 1298         | 1298            | 1298            | 2557     | 0             |
|                      | Outubro      | 153           | 1298         | 31000    | 4505,85 | 4505 | 4506         | 1298         | 1298            | 1298            | 3208     | 0             |
|                      | Novembro     | 120,2         | 1298         | 31000    | 3539,89 | 3539 | 3540         | 1298         | 1298            | 1298            | 2242     | 0             |
|                      | Dezembro     | 164,9         | 1298         | 31000    | 4856,31 | 4856 | 4856         | 1298         | 1298            | 1298            | 3558     | 0             |
|                      | <b>Total</b> | <b>1533,5</b> | <b>15576</b> |          |         |      |              | <b>45161</b> |                 | <b>100%</b>     |          | <b>28287</b>  |
| Melhor Ano 1998      | Janeiro      | 154,6         | 1298         | 31000    | 4552,97 | 4552 | 4553         | 1298         | 0               | 1298            | 1957     | 0             |
|                      | Fevereiro    | 208,8         | 1298         | 31000    | 6149,16 | 6149 | 6149         | 1298         | 1298            | 1298            | 4851     | 0             |
|                      | Março        | 328,9         | 1298         | 31000    | 9686,11 | 9686 | 9686         | 1298         | 1298            | 1298            | 8388     | 0             |
|                      | Abril        | 174           | 1298         | 31000    | 5124,3  | 5124 | 5124         | 1298         | 1298            | 1298            | 3826     | 0             |
|                      | Maió         | 36,2          | 1298         | 31000    | 1066,09 | 1066 | 1066         | 1298         | 1298            | 1066            | 0        | 0             |
|                      | Junho        | 90,8          | 1298         | 31000    | 2674,06 | 2674 | 2674         | 1298         | 1066            | 1298            | 1144     | 0             |
|                      | Julho        | 134,2         | 1298         | 31000    | 3952,19 | 3952 | 3952         | 1298         | 1298            | 1298            | 2654     | 0             |
|                      | Agosto       | 238,5         | 1298         | 31000    | 7023,83 | 7023 | 7024         | 1298         | 1298            | 1298            | 5726     | 0             |
|                      | Setembro     | 319,8         | 1298         | 31000    | 9418,11 | 9418 | 9418         | 1298         | 1298            | 1298            | 8120     | 0             |
|                      | Outubro      | 215,2         | 1298         | 31000    | 6337,64 | 6337 | 6338         | 1298         | 1298            | 1298            | 5040     | 0             |
|                      | Novembro     | 27,2          | 1298         | 31000    | 801,04  | 801  | 801          | 1298         | 1298            | 801             | 0        | 0             |
|                      | Dezembro     | 108           | 1298         | 31000    | 3180,6  | 3180 | 3181         | 1298         | 801             | 1298            | 1386     | 0             |
|                      | <b>Total</b> | <b>2036,2</b> | <b>15576</b> |          |         |      |              | <b>59966</b> |                 | <b>100%</b>     |          | <b>43092</b>  |
| Pior Ano 1991        | Janeiro      | 150,8         | 1298         | 31000    | 4441,06 | 4441 | 4441         | 1298         | 0               | 1298            | 1845     | 0             |
|                      | Fevereiro    | 69,6          | 1298         | 31000    | 2049,72 | 2049 | 2050         | 1298         | 1298            | 1298            | 752      | 0             |
|                      | Março        | 199,8         | 1298         | 31000    | 5884,11 | 5884 | 5884         | 1298         | 1298            | 1298            | 4586     | 0             |
|                      | Abril        | 62,4          | 1298         | 31000    | 1837,68 | 1837 | 1838         | 1298         | 1298            | 1298            | 540      | 0             |
|                      | Maió         | 52,4          | 1298         | 31000    | 1543,18 | 1543 | 1543         | 1298         | 1298            | 1298            | 245      | 0             |
|                      | Junho        | 114,6         | 1298         | 31000    | 3374,97 | 3374 | 3375         | 1298         | 1298            | 1298            | 2077     | 0             |
|                      | Julho        | 3             | 1298         | 31000    | 88,35   | 88   | 88           | 1298         | 1298            | 88              | 0        | 0             |
|                      | Agosto       | 68            | 1298         | 31000    | 2002,6  | 2002 | 2003         | 1298         | 88              | 793             | 0        | 0             |
|                      | Setembro     | 34,4          | 1298         | 31000    | 1013,08 | 1013 | 1013         | 1298         | 793             | 508             | 0        | 0             |
|                      | Outubro      | 187           | 1298         | 31000    | 5507,15 | 5507 | 5507         | 1298         | 508             | 1298            | 3419     | 0             |
|                      | Novembro     | 67,4          | 1298         | 31000    | 1984,93 | 1984 | 1985         | 1298         | 1298            | 1298            | 687      | 0             |
|                      | Dezembro     | 133,2         | 1298         | 31000    | 3922,74 | 3922 | 3923         | 1298         | 1298            | 1298            | 2625     | 0             |
|                      | <b>Total</b> | <b>1142,6</b> | <b>15576</b> |          |         |      |              | <b>33650</b> |                 | <b>100%</b>     |          | <b>16776</b>  |
| Base Ano Médio       | Janeiro      | 152,7         | 1298         | 31000    | 4497,02 | 4497 | 4497         | 1298         | 0               | 1298            | 1901     | 0             |
|                      | Fevereiro    | 139,2         | 1298         | 31000    | 4099,44 | 4099 | 4099         | 1298         | 1298            | 1298            | 2801     | 0             |
|                      | Março        | 264,35        | 1298         | 31000    | 7785,11 | 7785 | 7785         | 1298         | 1298            | 1298            | 6487     | 0             |
|                      | Abril        | 118,2         | 1298         | 31000    | 3480,99 | 3480 | 3481         | 1298         | 1298            | 1298            | 2183     | 0             |
|                      | Maió         | 44,3          | 1298         | 31000    | 1304,64 | 1304 | 1305         | 1298         | 1298            | 1298            | 7        | 0             |
|                      | Junho        | 102,7         | 1298         | 31000    | 3024,52 | 3024 | 3025         | 1298         | 1298            | 1298            | 1727     | 0             |
|                      | Julho        | 68,6          | 1298         | 31000    | 2020,27 | 2020 | 2020         | 1298         | 1298            | 1298            | 722      | 0             |
|                      | Agosto       | 153,25        | 1298         | 31000    | 4513,21 | 4513 | 4513         | 1298         | 1298            | 1298            | 3215     | 0             |
|                      | Setembro     | 177,1         | 1298         | 31000    | 5215,6  | 5215 | 5216         | 1298         | 1298            | 1298            | 3918     | 0             |
|                      | Outubro      | 201,1         | 1298         | 31000    | 5922,4  | 5922 | 5922         | 1298         | 1298            | 1298            | 4624     | 0             |
|                      | Novembro     | 47,3          | 1298         | 31000    | 1392,99 | 1392 | 1393         | 1298         | 1298            | 1298            | 95       | 0             |
|                      | Dezembro     | 120,6         | 1298         | 31000    | 3551,67 | 3551 | 3552         | 1298         | 1298            | 1298            | 2254     | 0             |
|                      | <b>Total</b> | <b>1589,4</b> | <b>15576</b> |          |         |      |              | <b>46808</b> |                 | <b>100%</b>     |          | <b>29934</b>  |

**APÊNDICE B - Dimensionamento de reservatórios com área de captação  
de 15500 m<sup>2</sup>**

Resultado Método de Rippl para uma área de captação de 15500 m<sup>2</sup>

|                      | Meses     | Chuva média mensal | Demanda mensal    | Área da captação  | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada dos valores positivos | Situação do reservatório |
|----------------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
|                      |           | (mm)               | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> )      | (m <sup>3</sup> )                                     | (m <sup>3</sup> )                         |                          |
| Média de 1991 a 2021 | Janeiro   | 208,9              | 1298              | 15500             | 3076                   | -1778   | 0   | Extravasando             |
|                      | Fevereiro | 170,5              | 1298              | 15500             | 2511                   | -1213   | 0   | Extravasando             |
|                      | Março     | 135,4              | 1298              | 15500             | 1994                   | -696  | 0   | Extravasando             |
|                      | Abril     | 77,5               | 1298              | 15500             | 1141                   | 157   | 157                                       | Descendo                 |
|                      | Maió      | 87                 | 1298              | 15500             | 1281                   | 17  | 174                                       | Descendo                 |
|                      | Junho     | 109,7              | 1298              | 15500             | 1615                   | -317  | 0   | Extravasando             |
|                      | Julho     | 97,9               | 1298              | 15500             | 1442                   | -144  | 0   | Extravasando             |
|                      | Agosto    | 77,6               | 1298              | 15500             | 1143                   | 155   | 155                                       | Descendo                 |
|                      | Setembro  | 130,9              | 1298              | 15500             | 1928                   | -630  | 0   | Extravasando             |
|                      | Outubro   | 153                | 1298              | 15500             | 2253                   | -955  | 0   | Extravasando             |
|                      | Novembro  | 120,2              | 1298              | 15500             | 1770                   | -472  | 0   | Extravasando             |
|                      | Dezembro  | 164,9              | 1298              | 15500             | 2428                   | -1130   | 0   | Extravasando             |
| Total                | 1533,5    | 15576              |                   | 22582             | Volume                 | 174   |   |                          |

|                 | Meses     | Chuva média mensal | Demanda mensal    | Área de captação  | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos | Situação do reservatório |
|-----------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
|                 |           | (mm)               | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> )      | (m <sup>3</sup> )                                     | (m <sup>3</sup> )                                     |                          |
| Melhor Ano 1998 | Janeiro   | 154,6              | 1298              | 15500             | 2276                   | -978  | 0   | Extravasando             |
|                 | Fevereiro | 208,8              | 1298              | 15500             | 3075                   | -1777   | 0   | Extravasando             |
|                 | Março     | 328,9              | 1298              | 15500             | 4843                   | -3545   | 0   | Extravasando             |
|                 | Abril     | 174                | 1298              | 15500             | 2562                   | -1264   | 0   | Extravasando             |
|                 | Maió      | 36,2               | 1298              | 15500             | 533                    | 765   | 765   | Descendo                 |
|                 | Junho     | 90,8               | 1298              | 15500             | 1337                   | -39   | 726   | Descendo                 |
|                 | Julho     | 134,2              | 1298              | 15500             | 1976                   | -678  | 48  | Descendo                 |
|                 | Agosto    | 238,5              | 1298              | 15500             | 3512                   | -2214   | 0   | Extravasando             |
|                 | Setembro  | 319,8              | 1298              | 15500             | 4709                   | -3411   | 0   | Extravasando             |
|                 | Outubro   | 215,2              | 1298              | 15500             | 3169                   | -1871   | 0   | Extravasando             |
|                 | Novembro  | 27,2               | 1298              | 15500             | 401                    | 897   | 897   | Descendo                 |
|                 | Dezembro  | 108                | 1298              | 15500             | 1590                   | -292  | 605   | Descendo                 |
| Total           | 2036,2    | 15576              |                   | 29983             | Volume                 | 897   |   |                          |

|               | Meses     | Chuva média mensal | Demanda mensal    | Área de captação  | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos | Situação do reservatório |
|---------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
|               |           | (mm)               | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> )      | (m <sup>3</sup> )                                     | (m <sup>3</sup> )                                     |                          |
| Pior Ano 1991 | Janeiro   | 150,8              | 1298              | 15500             | 2221                   | -923  | 0   | Extravasando             |
|               | Fevereiro | 69,6               | 1298              | 15500             | 1025                   | 273   | 273   | Descendo                 |
|               | Março     | 199,8              | 1298              | 15500             | 2942                   | -1644   | 0   | Extravasando             |
|               | Abril     | 62,4               | 1298              | 15500             | 919                    | 379   | 379   | Descendo                 |
|               | Maió      | 52,4               | 1298              | 15500             | 772                    | 526   | 905   | Descendo                 |
|               | Junho     | 114,6              | 1298              | 15500             | 1687                   | -389  | 516   | Descendo                 |
|               | Julho     | 3                  | 1298              | 15500             | 44                     | 1254  | 1770  | Descendo                 |
|               | Agosto    | 68                 | 1298              | 15500             | 1001                   | 297   | 2067  | Descendo                 |
|               | Setembro  | 34,4               | 1298              | 15500             | 507                    | 791   | 2858  | Descendo                 |
|               | Outubro   | 187                | 1298              | 15500             | 2754                   | -1456   | 1402  | Descendo                 |
|               | Novembro  | 67,4               | 1298              | 15500             | 992                    | 306   | 1708  | Descendo                 |
|               | Dezembro  | 133,2              | 1298              | 15500             | 1961                   | -663  | 1045  | Descendo                 |
| Total         | 1142,6    | 15576              |                   | 16825             | Volume                 | 2858  |   |                          |

|                | Meses     | Chuva média mensal | Demanda mensal    | Área de captação  | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos | Situação do reservatório |
|----------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
|                |           | (mm)               | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> )      | (m <sup>3</sup> )                                     | (m <sup>3</sup> )                                     |                          |
| Base Anó Médio | Janeiro   | 152,7              | 1298              | 15500             | 2249                   | -951  | 0   | Extravasando             |
|                | Fevereiro | 139,2              | 1298              | 15500             | 2050                   | -752  | 0   | Extravasando             |
|                | Março     | 264,35             | 1298              | 15500             | 3893                   | -2595   | 0   | Extravasando             |
|                | Abril     | 118,2              | 1298              | 15500             | 1740                   | -442  | 0   | Extravasando             |
|                | Maió      | 44,3               | 1298              | 15500             | 652                    | 646   | 646   | Descendo                 |
|                | Junho     | 102,7              | 1298              | 15500             | 1512                   | -214  | 432   | Descendo                 |
|                | Julho     | 68,6               | 1298              | 15500             | 1010                   | 288   | 720   | Descendo                 |
|                | Agosto    | 153,25             | 1298              | 15500             | 2257                   | -959  | 0   | Extravasando             |
|                | Setembro  | 177,1              | 1298              | 15500             | 2608                   | -1310   | 0   | Extravasando             |
|                | Outubro   | 201,1              | 1298              | 15500             | 2961                   | -1663   | 0   | Extravasando             |
|                | Novembro  | 47,3               | 1298              | 15500             | 696                    | 602   | 602   | Descendo                 |
|                | Dezembro  | 120,6              | 1298              | 15500             | 1776                   | -478  | 124   | Descendo                 |
| Total          | 1589,4    | 15576              |                   | 23404             | Volume                 | 720   |   |                          |

Resultado Método de Azevedo Neto para uma área de captação de 15500 m<sup>2</sup>

|                       | Meses        | Chuva média mensal | Área de captação |  |  | Precipitação Anual | Meses de Pouca Chuva | Volume do reservatório no tempo (t) | Volume |     |
|-----------------------|--------------|--------------------|------------------|--|--|--------------------|----------------------|-------------------------------------|--------|-----|
|                       |              | (mm)               |                  |  |  | (mm)               |                      |                                     |        | (l) |
| <b>Meio Ano 1998</b>  | Janeiro      | 154,6              | 15500            |  |  | 2.036,20           |                      | 3.976.698,60                        |        |     |
|                       | Fevereiro    | 208,8              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Março        | 328,9              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Abril        | 174                |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Mai          | 36,2               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Junho        | 90,8               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Julho        | 134,2              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Agosto       | 238,5              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Setembro     | 319,8              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Outubro      | 215,2              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Novembro     | 27,2               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Dezembro     | 108                |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | <b>Total</b> | <b>2036,2</b>      |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
| <b>Pior Ano 1991</b>  | Janeiro      | 150,8              | 15500            |  |  | 1.142,60           |                      | 2.231.497,80                        |        |     |
|                       | Fevereiro    | 69,6               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Março        | 199,8              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Abril        | 62,4               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Mai          | 52,4               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Junho        | 114,6              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Julho        | 3                  |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Agosto       | 68                 |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Setembro     | 34,4               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Outubro      | 187                |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Novembro     | 67,4               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Dezembro     | 133,2              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | <b>Total</b> | <b>1142,6</b>      |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
| <b>Base Ano Médio</b> | Janeiro      | 152,7              | 15500            |  |  | 1.589,40           |                      | 3.104.098,20                        |        |     |
|                       | Fevereiro    | 139,2              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Março        | 264,35             |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Abril        | 118,2              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Mai          | 44,3               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Junho        | 102,7              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Julho        | 68,6               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Agosto       | 153,25             |                  |  |  |                    |                      |                                     |        | 1   |
|                       | Setembro     | 177,1              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Outubro      | 201,1              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Novembro     | 47,3               |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | Dezembro     | 120,6              |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |
|                       | <b>Total</b> | <b>1589,4</b>      |                  |  |  |                    |                      |                                     |        |     |



Resultado Prático Alemão para uma área de captação de 15500 m<sup>2</sup>

|                      | Meses        | Chuva média   | Demanda           | Área de           | Volume        | Demanda       | Volume Adotado | Volume            |
|----------------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|
|                      |              | mensal        | mensal            |                   | de            | Aproveitável  |                |                   |
|                      |              | (mm)          | (m <sup>3</sup> ) | captação          | de            | (l)           | (l)            | (m <sup>3</sup> ) |
|                      |              |               |                   | (m <sup>2</sup> ) | Chuva         | (l)           | (l)            | (m <sup>3</sup> ) |
| Média de 1991 a 2021 | Janeiro      | 208,9         | 1298              | 15500             | 23.769.250,00 | 15.576.000,00 | 934.560,00     |                   |
|                      | Fevereiro    | 170,5         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Março        | 135,4         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Abril        | 77,5          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Mai          | 87            | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Junho        | 109,7         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Julho        | 97,9          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Agosto       | 77,6          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Setembro     | 130,9         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Outubro      | 153           | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Novembro     | 120,2         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Dezembro     | 164,9         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | <b>Total</b> | <b>1533,5</b> | <b>15576</b>      |                   |               |               |                |                   |
| Melhor Ano 1998      | Janeiro      | 154,6         | 1298              | 15500             | 31.561.100,00 | 15.576.000,00 | 934.560,00     |                   |
|                      | Fevereiro    | 208,8         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Março        | 328,9         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Abril        | 174           | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Mai          | 36,2          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Junho        | 90,8          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Julho        | 134,2         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Agosto       | 238,5         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Setembro     | 319,8         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Outubro      | 215,2         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Novembro     | 27,2          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Dezembro     | 108           | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | <b>Total</b> | <b>2036,2</b> | <b>15576</b>      |                   |               |               |                |                   |
| Pior Ano 1991        | Janeiro      | 150,8         | 1298              | 15500             | 17.710.300,00 | 15.576.000,00 | 934.560,00     |                   |
|                      | Fevereiro    | 69,6          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Março        | 199,8         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Abril        | 62,4          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Mai          | 52,4          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Junho        | 114,6         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Julho        | 3             | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Agosto       | 68            | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Setembro     | 34,4          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Outubro      | 187           | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Novembro     | 67,4          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Dezembro     | 133,2         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | <b>Total</b> | <b>1142,6</b> | <b>15576</b>      |                   |               |               |                |                   |
| Base Ano Médio       | Janeiro      | 152,7         | 1298              | 15500             | 24.635.700,00 | 15.576.000,00 | 934.560,00     |                   |
|                      | Fevereiro    | 139,2         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Março        | 264,35        | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Abril        | 118,2         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Mai          | 44,3          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Junho        | 102,7         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Julho        | 68,6          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Agosto       | 153,25        | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Setembro     | 177,1         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Outubro      | 201,1         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Novembro     | 47,3          | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | Dezembro     | 120,6         | 1298              |                   |               |               |                |                   |
|                      | <b>Total</b> | <b>1589,4</b> | <b>15576</b>      |                   |               |               |                |                   |

Resultado Prático Inglês para uma área de captação de 15500 m<sup>2</sup>

| Média de 1991 a 2021 | Meses           | Chuva média mensal<br>(mm) | Demanda mensal<br>(m <sup>3</sup> ) | Área de captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume Aproveitável de Chuva<br>(l) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|                      | Janeiro         | 208,90                     | 1.298,00                            | 15.500,00                             | 1.188.462,50                        |                             |
| Fevereiro            | 170,50          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Março                | 135,40          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Abril                | 77,50           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Mai                  | 87,00           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Junho                | 109,70          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Julho                | 97,90           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Agosto               | 77,60           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Setembro             | 130,90          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Outubro              | 153,00          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Novembro             | 120,20          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Dezembro             | 164,90          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| <b>Total</b>         | <b>1.533,50</b> | <b>15.576,00</b>           |                                     | <b>1.188.462,50</b>                   | <b>1.188,00</b>                     |                             |

| Melhor Ano 1998 | Meses           | Chuva média mensal<br>(mm) | Demanda mensal<br>(m <sup>3</sup> ) | Área de captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume Aproveitável de Chuva<br>(l) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|                 | Janeiro         | 154,60                     | 1.298,00                            | 15.500,00                             | 1.578.055,00                        |                             |
| Fevereiro       | 208,80          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Março           | 328,90          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Abril           | 174,00          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Mai             | 36,20           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Junho           | 90,80           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Julho           | 134,20          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Agosto          | 238,50          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Setembro        | 319,80          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Outubro         | 215,20          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Novembro        | 27,20           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Dezembro        | 108,00          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| <b>Total</b>    | <b>2.036,20</b> | <b>15.576,00</b>           |                                     | <b>1.578.055,00</b>                   | <b>1.578,00</b>                     |                             |

| Pior Ano 1991 | Meses           | Chuva média mensal<br>(mm) | Demanda mensal<br>(m <sup>3</sup> ) | Área de captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume Aproveitável de Chuva<br>(l) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|---------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|               | Janeiro         | 150,80                     | 1.298,00                            | 15.500,00                             | 885.515,00                          |                             |
| Fevereiro     | 69,60           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Março         | 199,80          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Abril         | 62,40           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Mai           | 52,40           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Junho         | 114,60          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Julho         | 3,00            | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Agosto        | 68,00           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Setembro      | 34,40           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Outubro       | 187,00          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Novembro      | 67,40           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Dezembro      | 133,20          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| <b>Total</b>  | <b>1.142,60</b> | <b>15.576,00</b>           |                                     | <b>885.515,00</b>                     | <b>886,00</b>                       |                             |

| Base Ano Médio | Meses           | Chuva média mensal<br>(mm) | Demanda mensal<br>(m <sup>3</sup> ) | Área de captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume Aproveitável de Chuva<br>(l) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|                | Janeiro         | 152,70                     | 1.298,00                            | 15.500,00                             | 1.231.785,00                        |                             |
| Fevereiro      | 139,20          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Março          | 264,35          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Abril          | 118,20          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Mai            | 44,30           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Junho          | 102,70          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Julho          | 68,60           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Agosto         | 153,25          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Setembro       | 177,10          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Outubro        | 201,10          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Novembro       | 47,30           | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| Dezembro       | 120,60          | 1.298,00                   |                                     |                                       |                                     |                             |
| <b>Total</b>   | <b>1.589,40</b> | <b>15.576,00</b>           |                                     | <b>1.231.785,00</b>                   | <b>1.232,00</b>                     |                             |

Resultado Método da Simulação para uma área de captação de 15500 m<sup>2</sup>

|                      | Meses        | Chuva média mensal | Demanda mensal    | Área de captação  |         |      | Volume de chuva mensal | Volume do reservatório fixado | Volume do reservatório no tempo (t-1) | Volume do reservatório no tempo (t) | Overflow          | Suprimento de água externo |
|----------------------|--------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------|------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|                      |              | (mm)               | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) |         |      | (m <sup>3</sup> )      | (m <sup>3</sup> )             | (m <sup>3</sup> )                     | (m <sup>3</sup> )                   | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> )          |
| Média de 1991 a 2021 | Janeiro      | 208,9              | 1298              | 15500             | 3076,05 | 3076 | 3076                   | 1298                          | 0                                     | 1298                                | 480               | 0                          |
|                      | Fevereiro    | 170,5              | 1298              | 15500             | 2510,61 | 2510 | 2511                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 1213              | 0                          |
|                      | Março        | 135,4              | 1298              | 15500             | 1993,77 | 1993 | 1994                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 696               | 0                          |
|                      | Abril        | 77,5               | 1298              | 15500             | 1141,19 | 1141 | 1141                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 0                 | 0                          |
|                      | Mai          | 87                 | 1298              | 15500             | 1281,08 | 1281 | 1281                   | 1298                          | 1141                                  | 1124                                | 0                 | 0                          |
|                      | Junho        | 109,7              | 1298              | 15500             | 1615,33 | 1615 | 1615                   | 1298                          | 1124                                  | 1298                                | 143               | 0                          |
|                      | Julho        | 97,9               | 1298              | 15500             | 1441,58 | 1441 | 1442                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 144               | 0                          |
|                      | Agosto       | 77,6               | 1298              | 15500             | 1142,66 | 1142 | 1143                   | 1298                          | 1298                                  | 1143                                | 0                 | 0                          |
|                      | Setembro     | 130,9              | 1298              | 15500             | 1927,5  | 1927 | 1928                   | 1298                          | 1143                                  | 1298                                | 475               | 0                          |
|                      | Outubro      | 153                | 1298              | 15500             | 2252,93 | 2252 | 2253                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 955               | 0                          |
|                      | Novembro     | 120,2              | 1298              | 15500             | 1769,95 | 1769 | 1770                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 472               | 0                          |
|                      | Dezembro     | 164,9              | 1298              | 15500             | 2428,15 | 2428 | 2428                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 1130              | 0                          |
|                      | <b>Total</b> | <b>1533,5</b>      | <b>15576</b>      |                   |         |      | <b>22582</b>           |                               | <b>100%</b>                           |                                     | <b>5708</b>       | <b>0</b>                   |
| Melhor Ano 1998      | Janeiro      | 154,6              | 1298              | 15500             | 2276,49 | 2276 | 2276                   | 1298                          | 0                                     | 1298                                | 0                 | 0                          |
|                      | Fevereiro    | 208,8              | 1298              | 15500             | 3074,58 | 3074 | 3075                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 1777              | 0                          |
|                      | Março        | 328,9              | 1298              | 15500             | 4843,05 | 4843 | 4843                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 3545              | 0                          |
|                      | Abril        | 174                | 1298              | 15500             | 2562,15 | 2562 | 2562                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 1264              | 0                          |
|                      | Mai          | 36,2               | 1298              | 15500             | 533,045 | 533  | 533                    | 1298                          | 1298                                  | 533                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Junho        | 90,8               | 1298              | 15500             | 1337,03 | 1337 | 1337                   | 1298                          | 533                                   | 572                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Julho        | 134,2              | 1298              | 15500             | 1976,1  | 1976 | 1976                   | 1298                          | 572                                   | 1250                                | 0                 | 0                          |
|                      | Agosto       | 238,5              | 1298              | 15500             | 3511,91 | 3511 | 3512                   | 1298                          | 1250                                  | 1298                                | 2166              | 0                          |
|                      | Setembro     | 319,8              | 1298              | 15500             | 4709,06 | 4709 | 4709                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 3411              | 0                          |
|                      | Outubro      | 215,2              | 1298              | 15500             | 3168,82 | 3168 | 3169                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 1871              | 0                          |
|                      | Novembro     | 27,2               | 1298              | 15500             | 400,52  | 400  | 401                    | 1298                          | 1298                                  | 401                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Dezembro     | 108                | 1298              | 15500             | 1590,3  | 1590 | 1590                   | 1298                          | 401                                   | 693                                 | 0                 | 0                          |
|                      | <b>Total</b> | <b>2036,2</b>      | <b>15576</b>      |                   |         |      | <b>29983</b>           |                               | <b>100%</b>                           |                                     | <b>14034</b>      | <b>0</b>                   |
| Pior Ano 1991        | Janeiro      | 150,8              | 1298              | 15500             | 2220,53 | 2220 | 2221                   | 1298                          | 0                                     | 1298                                | 0                 | 0                          |
|                      | Fevereiro    | 69,6               | 1298              | 15500             | 1024,86 | 1024 | 1025                   | 1298                          | 1298                                  | 1025                                | 0                 | 0                          |
|                      | Março        | 199,8              | 1298              | 15500             | 2942,06 | 2942 | 2942                   | 1298                          | 1025                                  | 1298                                | 1371              | 0                          |
|                      | Abril        | 62,4               | 1298              | 15500             | 918,84  | 918  | 919                    | 1298                          | 1298                                  | 919                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Mai          | 52,4               | 1298              | 15500             | 771,59  | 771  | 772                    | 1298                          | 919                                   | 393                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Junho        | 114,6              | 1298              | 15500             | 1687,49 | 1687 | 1687                   | 1298                          | 393                                   | 782                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Julho        | 3                  | 1298              | 15500             | 44,175  | 44   | 44                     | 1298                          | 782                                   | -472                                | 0                 | 472                        |
|                      | Agosto       | 68                 | 1298              | 15500             | 1001,3  | 1001 | 1001                   | 1298                          | 0                                     | -297                                | 0                 | 297                        |
|                      | Setembro     | 34,4               | 1298              | 15500             | 506,54  | 506  | 507                    | 1298                          | 0                                     | -791                                | 0                 | 791                        |
|                      | Outubro      | 187                | 1298              | 15500             | 2753,58 | 2753 | 2754                   | 1298                          | 0                                     | 1298                                | 158               | 0                          |
|                      | Novembro     | 67,4               | 1298              | 15500             | 992,465 | 992  | 992                    | 1298                          | 1298                                  | 992                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Dezembro     | 133,2              | 1298              | 15500             | 1961,37 | 1961 | 1961                   | 1298                          | 992                                   | 1298                                | 357               | 0                          |
|                      | <b>Total</b> | <b>1142,6</b>      | <b>15576</b>      |                   |         |      | <b>16825</b>           |                               | <b>75%</b>                            |                                     | <b>1886</b>       | <b>1560</b>                |
| Base Ano Médio       | Janeiro      | 152,7              | 1298              | 15500             | 2248,51 | 2248 | 2249                   | 1298                          | 0                                     | 1298                                | 0                 | 0                          |
|                      | Fevereiro    | 139,2              | 1298              | 15500             | 2049,72 | 2049 | 2050                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 752               | 0                          |
|                      | Março        | 264,35             | 1298              | 15500             | 3892,55 | 3892 | 3893                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 2595              | 0                          |
|                      | Abril        | 118,2              | 1298              | 15500             | 1740,5  | 1740 | 1740                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 442               | 0                          |
|                      | Mai          | 44,3               | 1298              | 15500             | 652,318 | 652  | 652                    | 1298                          | 1298                                  | 652                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Junho        | 102,7              | 1298              | 15500             | 1512,26 | 1512 | 1512                   | 1298                          | 652                                   | 866                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Julho        | 68,6               | 1298              | 15500             | 1010,14 | 1010 | 1010                   | 1298                          | 866                                   | 578                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Agosto       | 153,25             | 1298              | 15500             | 2256,61 | 2256 | 2257                   | 1298                          | 578                                   | 1298                                | 239               | 0                          |
|                      | Setembro     | 177,1              | 1298              | 15500             | 2607,8  | 2607 | 2608                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 1310              | 0                          |
|                      | Outubro      | 201,1              | 1298              | 15500             | 2961,2  | 2961 | 2961                   | 1298                          | 1298                                  | 1298                                | 1663              | 0                          |
|                      | Novembro     | 47,3               | 1298              | 15500             | 696,493 | 696  | 696                    | 1298                          | 1298                                  | 696                                 | 0                 | 0                          |
|                      | Dezembro     | 120,6              | 1298              | 15500             | 1775,84 | 1775 | 1776                   | 1298                          | 696                                   | 1174                                | 0                 | 0                          |
|                      | <b>Total</b> | <b>1589,4</b>      | <b>15576</b>      |                   |         |      | <b>23404</b>           |                               | <b>100%</b>                           |                                     | <b>7001</b>       | <b>0</b>                   |

## ANEXO A - DADOS PRECIPITAÇÃO EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PR



Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná

Sistema de Informações Hidrológicas - SIH



## Alturas mensais de precipitação (mm)

Estação: FAZENDINHA Código: 02549017 Entidade: AGUASPARANÁ  
 Município: São José dos Pinhais Instalação: 04/06/1964 Extinção:  
 Tipo: PPT Baía: Iguazu Sub-bacia: 1  
 Altitude: 910,000 m Latitude: 25° 31' 09" Longitude: 49° 06' 48"

| ANO  | JAN   | FEV   | MAR   | ABR   | MAI   | JUN   | JUL   | AGO   | SET   | OUT   | NOV   | DEZ   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1991 | 150,8 | 69,6  | 199,8 | 62,4  | 52,4  | 114,6 | 3,0   | 68,0  | 34,4  | 187,0 | 67,4  | 133,2 |
| 1992 | 107,4 | 176,0 | 251,6 | 22,2  | 250,0 | 48,6  | 169,3 | 133,2 | 49,5  | 68,2  | 124,2 | 40,0  |
| 1993 | 264,4 | 145,6 | 139,0 | 58,4  | 152,0 | 86,0  | 119,8 | 21,8  | 304,4 | 112,6 | 60,8  | 106,6 |
| 1994 | 116,0 | 214,8 | 77,8  | 79,0  | 88,0  | 97,0  | 115,4 | 5,8   | 8,0   | 124,0 | 250,8 | 239,4 |
| 1995 | 528,0 | 148,8 | 77,0  | 79,8  | 42,6  | 97,6  | 108,2 | 59,2  | 145,2 | 127,8 | 118,6 | 246,8 |
| 1996 | 281,2 | 183,2 | 215,6 | 61,4  | 5,2   | 99,6  | 94,1  | 86,0  | 180,4 | 148,6 | 128,8 | 325,2 |
| 1997 | 224,2 | 78,4  | 89,2  | 27,4  | 48,8  | 139,2 | 38,8  | 70,6  | 156,7 | 221,6 | 241,9 | 146,6 |
| 1998 | 154,6 | 208,8 | 328,9 | 174,0 | 36,2  | 90,8  | 134,2 | 238,5 | 319,8 | 215,2 | 27,2  | 108,0 |
| 1999 | 319,3 | 313,4 | 105,4 | 64,0  | 68,8  | 79,2  | 132,0 | 12,6  | 104,8 | 98,4  | 64,0  | 112,6 |
| 2000 | 114,2 | 181,2 | 73,0  | 4,6   | 13,8  | 134,5 | 72,8  | 83,8  | 214,6 | 133,0 | 82,8  | 151,9 |
| 2001 | 154,0 | 213,8 | 139,6 | 79,0  | 184,0 | 157,0 | 205,4 | 53,6  | 65,0  | 183,6 | 142,4 | 137,0 |
| 2002 | 320,4 | 147,0 | 97,6  | 60,0  | 134,7 | 29,4  | 32,8  | 135,0 | 166,8 | 128,9 | 137,7 | 161,4 |
| 2003 | 178,8 | 214,0 | 168,8 | 53,6  | 25,8  | 87,0  | 130,5 | 17,6  | 155,0 | 71,4  | 159,2 | 215,6 |
| 2004 | 195,4 | 79,0  | 164,4 | 174,2 | 145,7 | 96,4  | 132,0 | 19,4  | 66,6  | 172,6 | 115,2 | 259,6 |
| 2005 | 132,4 | 59,2  | 81,2  | 121,6 | 117,4 | 81,4  | 117,4 | 175,4 | 277,4 | 222,6 | 96,6  | 74,4  |
| 2006 | 121,0 | 149,0 | 169,8 | 24,2  | 19,6  | 28,8  | 49,4  | 44,2  | 224,2 | 63,8  | 166,4 | 118,6 |
| 2007 | 288,0 | 130,8 | 155,6 | 86,4  | 182,2 | 16,2  | 121,8 | 13,0  | 92,2  | 90,2  | 132,4 | 265,2 |
| 2008 | 188,2 | 107,0 | 85,0  | 137,0 | 60,6  | 142,6 | 28,4  | 139,0 | 57,2  | 265,4 | 77,4  | 64,6  |
| 2009 | 204,4 | 111,4 | 100,0 | 18,2  | 41,0  | 70,8  | 262,4 | 53,8  | 346,0 | 164,4 | 213,2 | 212,0 |
| 2010 | 284,2 | 252,0 | 199,0 | 217,8 | 95,4  | 96,4  | 100,4 | 37,6  | 61,4  | 131,6 | 160,6 | 257,8 |
| 2011 | 406,4 | 299,3 | 92,8  | 30,4  | 35,2  | 88,6  | 147,4 | 236,1 | 58,8  | 186,5 | 75,0  | 138,2 |
| 2012 | 147,2 | 147,0 | 49,2  | 220,8 | 55,2  | 208,4 | 108,2 | 11,8  | 74,4  | 103,6 | 71,8  | 250,2 |
| 2013 | 40,6  | 210,6 | 183,8 | 41,8  | 56,3  | 264,9 | 153,4 | 31,3  | 182,1 | 91,3  | 75,2  | 33,4  |
| 2014 | 262,5 | 86,5  | 137,0 | 83,1  | 85,7  | 215,1 | 33,6  | 53,2  | 137,0 | 111,2 | 134,4 | 204,8 |
| 2015 | 115,4 | 208,5 | 171,1 | 50,6  | 108,7 | 82,1  | 182,2 | 28,6  | 142,5 | 222,9 | 215,6 | 264,4 |
| 2016 | 185,3 | 332,2 | 88,7  | 67,7  | 149,0 | 132,3 | 119,1 | 176,5 | 78,9  | 161,6 | 87,8  | 115,1 |
| 2017 | 207,4 | 128,7 | 63,6  | 72,5  | 104,2 | 156,2 | 14,2  | 86,9  | 33,8  | 231,5 | 112,4 | 213,4 |
| 2018 | 269,4 | 137,6 | 219,4 | 22,1  | 27,7  | 90,7  | 5,8   | 53,3  | 71,3  | 295,7 | 44,8  | 118,3 |
| 2019 | 198,1 | 231,8 | 48,9  | 162,9 | 194,4 | 136,2 | 13,8  | 3,6   | 115,4 | 146,6 | 127,8 | 57,0  |
| 2020 | 143,8 | 132,2 | 60,4  | 24,8  | 13,4  | 114,6 | 68,0  | 154,8 | 55,8  | 84,0  | 120,8 | 198,6 |
| 2021 | 171,6 | 189,2 | 163,0 | 22,0  | 102,8 | 119,2 | 22,0  | 100,0 | 77,4  | 177,6 | 94,0  | 141,6 |

## Valores anuais

| ANO       | JAN   | FEV   | MAR   | ABR   | MAI   | JUN   | JUL   | AGO   | SET   | OUT   | NOV   | DEZ   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MÉDIA     | 208,9 | 170,5 | 135,4 | 77,5  | 87,0  | 109,7 | 97,9  | 77,6  | 130,9 | 153,0 | 120,2 | 164,9 |
| MÍNIMA    | 40,6  | 59,2  | 48,9  | 4,6   | 5,2   | 16,2  | 3,0   | 3,6   | 8,0   | 63,8  | 27,2  | 33,4  |
| MÁXIMA    | 528,0 | 332,2 | 328,9 | 220,8 | 250,0 | 264,9 | 262,4 | 238,5 | 346,0 | 295,7 | 250,8 | 325,2 |
| D. PADRAO | 97,1  | 68,9  | 65,3  | 58,0  | 61,3  | 52,6  | 62,6  | 59,0  | 88,4  | 59,0  | 54,5  | 75,2  |

## Observações:

- \* Valor consilido
- Sem leitura

## ANEXO B - LAUDO AMOSTRA A – ÁGUA DE CHUVA



## Relatório de Ensaio Nº: 618374.2022.A- V.0

### 01. Dados Contratação:

**Solicitante:**
**Razão Social:** Zenildo da Rosa

**Proposta Comercial:** 259.2022.V0

**Contato:**

### 02. Dados da Amostragem:

**Descrição da Amostra:** Amostra A

**Endereço Amostragem:** Avenida Senador Salgado Filho, 3207, Uberaba **banco\_endereco\_cidade:** Curitiba/PR  
**banco\_endereco\_cep:** 81570000

**Matriz e Origem Amostra:** Água - Água bruta

**Plano / Ficha Amostragem:** 381.2022.V0

**Característica da Amostra:** Simples

**Data de Amostragem:** 12/04/2022 15:00:00

**Responsável pela Amostragem:** Solicitante

**Data Recebimento:** 13/04/2022 09:00:00

**Data Início Amostra:** 13/04/2022 15:01:18

**Data Conclusão Amostra:** 23/04/2022 09:00:02

**Responsável pela Conferência:** karina.natal

**Data Conferência:** 25/04/2022 16:16:39

### 03. Resultados:

| Parâmetros                     | Resultados | Un Trab             | Incerteza | L.Q.  | Início Ensaio |
|--------------------------------|------------|---------------------|-----------|-------|---------------|
| Coliformes Termotolerantes     | 1,0        | UFC/100mL           | 1,0       | 1,0   | 22/04/2022    |
| Coliformes Totais              | 39,0       | UFC/100mL           | 1,0       | 1,0   | 22/04/2022    |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | <5,00      | mg/L O <sub>2</sub> | 2,00      | 5,00  | 13/04/2022    |
| Demanda Química de Oxigênio    | <10,00     | mg/L O <sub>2</sub> | 5,00      | 10,00 | 13/04/2022    |
| Dureza total                   | <5,00      | mg/L                | 2,00      | 5,00  | 13/04/2022    |
| Sólidos Totais                 | <5,30      | mg/L                | 1,00      | 5,30  | 13/04/2022    |
| Turbidez                       | 0,32       | uT                  | 0,05      | 0,10  | 13/04/2022    |

### 04. Referência metodológica:

| Parâmetros                     | Metodologia  |
|--------------------------------|--|
| Dureza total                   | ABNT NBR 12621:1995 Determinação de dureza pelo método titulométrico por EDTA. |
| Demanda Química de Oxigênio    | POP MA 057   |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | POP MA 07  |
| Turbidez                       | SMWW 23º 2130-B  |
| Sólidos Totais                 | SMWW 23º 2540-D  |
| Coliformes Totais              | SMWW 23º 9222 B  |
| Coliformes Termotolerantes     | SMWW 23º 9222 D  |

Metodologia de coleta: SMWW, 23ª Edição, Método 1060 B / SMWW, 23ª Edição, Método 9060 A / POP AMO 001

Relatório de Ensaio tipo A - Ensaio Acreditado conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

#### Legenda

LATAM Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.  
 Avenida Senador Salgado Filho, 3207 - CEP 81.570-000 - Curitiba - Paraná  
 CNPJ : 01.509.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04 02 0475535-5  
 Fone: (41) 3014-3953 - www.labatam.com.br - e-mail: labatam@labatam.com.br



UFC/100mL - Unidade Formadora de Colônia por 100 mL, mg/L O<sub>2</sub> - Miligrama por Litro de oxigênio, mg/L - Miligrama por Litro, uT - Unidade de Turbidez

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

**Nota:**

Ensaio Químicos: A incerteza expandida (U) relatada é expressa em % e baseada na incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência K= 2, para um nível de confiança 95%.

Ensaio Biológicos: A incerteza expandida (U) relatada é expressa em log e baseada no desvio padrão de reprodutibilidade intralaboratorial, multiplicada por um fator de abrangência K= 2, para um nível de confiança 95%.

Regra de decisão: a interpretação dos resultados descrita neste relatório não considera a incerteza expandida calculada para os métodos de ensaio.

Com exceção dos ensaios indicados como "em campo", que são realizados nas instalações do cliente, todas as demais análises são realizadas nas instalações permanentes do Latam.

O Laboratório Latam é certificado no Instituto Água e Terra - IAT sob n° CCL 038A. Escopo disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Certificado-de-Cadastramento-de-Laboratorios-CCL>

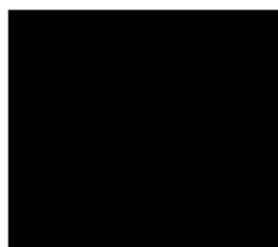
Este relatório somente pode ser reproduzido em sua totalidade e sem alterações. A reprodução parcial requer aprovação escrita do laboratório. Os resultados contidos neste documento se aplicam exclusivamente a amostra analisada.



Responsável Técnica

Karina Aparecida Natal Costa, CRBio-07 n°108550/07-P

Karina Natal



Responsável Técnico

Rodrigo Chefeman dos Santos, CRQ-PR n° 09405845

rodrigo chefeman dos santos

msg\_codigoVerificacaoRelatorio: 0001800039707003473630202200000



## Relatório de Ensaio Nº: 618374.2022.B- V.0

### 01. Dados Contratação:

#### Solicitante:

Razão Social: Zenildo da Rosa

Proposta Comercial: 259.2022.V0

Contato: [REDACTED]

### 02. Dados da Amostragem:

Descrição da Amostra: Amostra A

Endereço Amostragem: Avenida Senador Salgado Filho, 3207, Uberaba **banco\_endereco\_cidade:** Curitiba/PR  
**banco\_endereco\_cep:** 81570000

Matriz e Origem Amostra: Água - Água bruta

Plano / Ficha Amostragem: 381.2022.V0

**Característica da Amostra:** Simples

Data de Amostragem: 12/04/2022 15:00:00

**Responsável pela Amostragem:** Solicitante

Data Recebimento: 13/04/2022 09:00:00

Data Início Amostra: 13/04/2022 15:01:18

**Data Conclusão Amostra:** 23/04/2022 09:00:02

Responsável pela Conferência: karina.natal

**Data Conferência:** 25/04/2022 16:16:39

### 03. Resultados:

| Parâmetros    | Resultados | Un Trab | Incerteza | L.Q. | Início Ensaio |
|---------------|------------|---------|-----------|------|---------------|
| Condutividade | 14,50      | µS      | 0,02      | 0,50 | 13/04/2022    |
| pH            | 7,43       | U pH    | 0,05      | 2,00 | 13/04/2022    |
| Temperatura   | 16,10      | °C      | -         | -    | 13/04/2022    |

### 04. Referência metodológica:

| Parâmetros    | Metodologia      |
|---------------|------------------|
| Condutividade | SMWW 23º 2510    |
| Temperatura   | SMWW 23º 2550    |
| pH            | SMWW 23º 4500-H+ |

Metodologia de coleta: SMWW, 23ª Edição, Método 1060 B / SMWW, 23ª Edição, Método 9060 A / POP AMO 001

Relatório de Ensaio tipo B

#### Legenda

UFC/100mL - Unidade Formadora de Colônia por 100 mL, mg/L O<sub>2</sub> - Miligrama por Litro de oxigênio, mg/L - Miligrama por Litro, uT -

Unidade de Turbidez, µS - Microsiemens, U pH - Unidade de pH, °C - Graus Celsius

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

#### Nota:

Ensaio Químico: A incerteza expandida (U) relatada é expressa em % e baseada na incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência K= 2, para um nível de confiança 95%.

Ensaio Biológico: A incerteza expandida (U) relatada é expressa em log e baseada no desvio padrão de reprodutibilidade intralaboratorial, multiplicada por um fator de abrangência K= 2, para um nível de confiança 95%.

Regra de decisão: a interpretação dos resultados descrita neste relatório não considera a incerteza expandida calculada para os

LATAM Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.  
 Avenida Senador Salgado Filho, 3207 - CEP 81.579-000 - Curitiba - Paraná  
 CNPJ: 01.509.260/0091-37 Inscricao Municipal: 04 02 0475535-5  
 Fone: (41) 3014-3953 - www.labatam.com.br - e-mail: lablatam@lablatam.com.br

métodos de ensaio.

Com exceção dos ensaios indicados como "em campo", que são realizados nas instalações do cliente, todas as demais análises são realizadas nas instalações permanentes do Latam.

O Laboratório Latam é certificado no Instituto Água e Terra - IAT sob n° CCL 038A. Escopo disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Certificado-de-Cadastramento-de-Laboratorios-CCL>

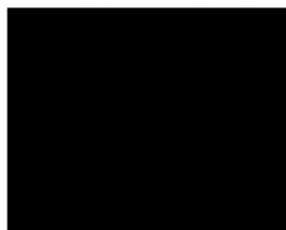
Este relatório somente pode ser reproduzido em sua totalidade e sem alterações. A reprodução parcial requer aprovação escrita do laboratório. Os resultados contidos neste documento se aplicam exclusivamente a amostra analisada.



Responsável Técnica

Karina Aparecida Natal Costa, CRBio-07 n°108550/07-P

Karina Natal



Responsável Técnico

Rodrigo Chefeman dos Santos, CRQ-PR n° 09405845

rodrigo chefeman dos santos

msg\_codigoVerificacaoRelatorio: 0001800039707003473630202200000



## ANEXO C - LAUDO AMOSTRA B – ÁGUA DESMINERALIZADA



## Relatório de Ensaio Nº: 618375.2022.A- V.0

### 01. Dados Contratação:

**Solicitante:**
**Razão Social:** Zenildo da Rosa

**Proposta Comercial:** 259.2022.V0

**Contato:**

### 02. Dados da Amostragem:

**Descrição da Amostra:** Amostra B

**Endereço Amostragem:** Avenida Senador Salgado Filho, 3207, Uberaba **banco\_endereco\_cidade:** Curitiba/PR  
**banco\_endereco\_cep:** 81570000

**Matriz e Origem Amostra:** Água - Água bruta

**Plano / Ficha Amostragem:** 381.2022.V0

**Característica da Amostra:** Simples

**Data de Amostragem:** 12/04/2022 15:00:00

**Responsável pela Amostragem:** Solicitante

**Data Recebimento:** 13/04/2022 09:00:00

**Data Início Amostra:** 13/04/2022 15:01:18

**Data Conclusão Amostra:** 18/04/2022 15:15:54

**Responsável pela Conferência:** karina.natal

**Data Conferência:** 25/04/2022 16:17:31

### 03. Resultados:

| Parâmetros                     | Resultados | Un Trab             | Incerteza | L.Q.  | Início Ensaio |
|--------------------------------|------------|---------------------|-----------|-------|---------------|
| Coliformes Termotolerantes     | <1,0       | UFC/100mL           | 1,0       | 1,0   | 18/04/2022    |
| Coliformes Totais              | <1,0       | UFC/100mL           | 1,0       | 1,0   | 18/04/2022    |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | <5,00      | mg/L O <sub>2</sub> | 2,00      | 5,00  | 13/04/2022    |
| Demanda Química de Oxigênio    | <10,00     | mg/L O <sub>2</sub> | 5,00      | 10,00 | 13/04/2022    |
| Dureza total                   | <5,00      | mg/L                | 2,00      | 5,00  | 13/04/2022    |
| Sólidos Totais                 | <5,30      | mg/L                | 1,00      | 5,30  | 13/04/2022    |
| Turbidez                       | <0,10      | uT                  | 0,05      | 0,10  | 13/04/2022    |

### 04. Referência metodológica:

| Parâmetros                     | Metodologia  |
|--------------------------------|--|
| Dureza total                   | ABNT NBR 12621:1995 Determinação de dureza pelo método titulométrico por EDTA. |
| Demanda Química de Oxigênio    | POP MA 057   |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | POP MA 07  |
| Turbidez                       | SMWW 23º 2130-B  |
| Sólidos Totais                 | SMWW 23º 2540-D  |
| Coliformes Totais              | SMWW 23º 9222 B  |
| Coliformes Termotolerantes     | SMWW 23º 9222 D  |

Metodologia de coleta: SMWW, 23º Edição, Método 1060 B / SMWW, 23º Edição, Método 9060 A / POP AMO 001

Relatório de Ensaio tipo A - Ensaio Acreditado conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

#### Legenda

LATAM Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.  
 Avenida Senador Salgado Filho, 3207 - CEP 81.570-000 - Curitiba - Paraná  
 CNPJ: 01.509.200/0091-37 Inscrição Municipal: 04 62 0475535-5  
 Fone: (41) 3014-3953 - www.lablatam.com.br - e-mail: lablatam@lablatam.com.br

msg\_versao: F-154 REV.01 APR OUT/21 - banco\_amostra\_idAmostra: 618375.2022 || Data Emissão:25/04/2022 - Página.:1/2



UFC/100mL - Unidade Formadora de Colônia por 100 mL, mg/L O<sub>2</sub> - Miligrama por Litro de oxigênio, mg/L - Miligrama por Litro, uT - Unidade de Turbidez

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

**Nota:**

Ensaio Químicos: A incerteza expandida (U) relatada é expressa em % e baseada na incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência K= 2, para um nível de confiança 95%.

Ensaio Biológicos: A incerteza expandida (U) relatada é expressa em log e baseada no desvio padrão de reprodutibilidade intralaboratorial, multiplicada por um fator de abrangência K= 2, para um nível de confiança 95%.

Regra de decisão: a interpretação dos resultados descrita neste relatório não considera a incerteza expandida calculada para os métodos de ensaio.

Com exceção dos ensaios indicados como "em campo", que são realizados nas instalações do cliente, todas as demais análises são realizadas nas instalações permanentes do Latam.

O Laboratório Latam é certificado no Instituto Água e Terra - IAT sob n° CCL 038A. Escopo disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Certificado-de-Cadastramento-de-Laboratorios-CCL>

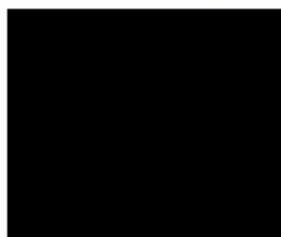
Este relatório somente pode ser reproduzido em sua totalidade e sem alterações. A reprodução parcial requer aprovação escrita do laboratório. Os resultados contidos neste documento se aplicam exclusivamente a amostra analisada.



Responsável Técnica

Karina Aparecida Natal Costa, CRBio-07 n°108550/07-P

Karina Natal



Responsável Técnico

Rodrigo Chefeman dos Santos, CRQ-PR n° 09405845

rodrigo chefeman dos santos

msg\_codigoVerificacaoRelatorio: 0001800039707003473640202200000

## Relatório de Ensaio Nº: 618375.2022.B- V.0

### 01. Dados Contratação:

#### Solicitante:

**Razão Social:** Zenildo da Rosa

**Proposta Comercial:** 259.2022.V0

**Contato:** [REDACTED]

### 02. Dados da Amostragem:

**Descrição da Amostra:** Amostra B

**Endereço Amostragem:** Avenida Senador Salgado Filho,3207, Uberaba **banco\_endereco\_cidade:** Curitiba/PR  
**banco\_endereco\_cep:** 81570000

**Matriz e Origem Amostra:** Água - Água bruta

**Plano / Ficha Amostragem:** 381.2022.V0

**Característica da Amostra:** Simples

**Data de Amostragem:** 12/04/2022 15:00:00

**Responsável pela Amostragem:** Solicitante

**Data Recebimento:** 13/04/2022 09:00:00

**Data Início Amostra:** 13/04/2022 15:01:18

**Data Conclusão Amostra:** 18/04/2022 15:15:54

**Responsável pela Conferência:** karina.natal

**Data Conferência:** 25/04/2022 16:17:31

### 03. Resultados:

| Parâmetros    | Resultados | Un Trab | Incerteza | L.Q. | Início Ensaio |
|---------------|------------|---------|-----------|------|---------------|
| Condutividade | 2,20       | µS      | 0,02      | 0,50 | 13/04/2022    |
| pH            | 6,64       | U pH    | 0,05      | 2,00 | 13/04/2022    |
| Temperatura   | 11,10      | °C      | -         | -    | 13/04/2022    |

### 04. Referência metodológica:

| Parâmetros    | Metodologia      |
|---------------|------------------|
| Condutividade | SMWW 23º 2510    |
| Temperatura   | SMWW 23º 2550    |
| pH            | SMWW 23º 4500-H+ |

Metodologia de coleta: SMWW, 23º Edição, Método 1060 B / SMWW, 23º Edição, Método 9060 A / POP AMO 001

Relatório de Ensaio tipo B

#### Legenda

UFC/100mL - Unidade Formadora de Colônia por 100 mL, mg/L O<sub>2</sub> - Miligrama por Litro de oxigênio, mg/L - Miligrama por Litro, uT - Unidade de Turbidez, µS - Microsiemens, U pH - Unidade de pH, °C - Graus Celsius

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

#### Nota:

Ensaio Químico: A incerteza expandida (U) relatada é expressa em % e baseada na incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência K= 2, para um nível de confiança 95%.

Ensaio Biológico: A incerteza expandida (U) relatada é expressa em log e baseada no desvio padrão de reprodutibilidade intralaboratorial, multiplicada por um fator de abrangência K= 2, para um nível de confiança 95%.

Regra de decisão: a interpretação dos resultados descrita neste relatório não considera a incerteza expandida calculada para os

LATAM Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.  
 Avenida Senador Salgado Filho, 3207 - CEP 81.570-000 - Curitiba - Paraná  
 CNPJ : 01.509.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04 02 0475535-5  
 Fone: (41) 3014-3953 - www.labatam.com.br - e-mail: labatam@labatam.com.br



métodos de ensaio.

Com exceção dos ensaios indicados como "em campo", que são realizados nas instalações do cliente, todas as demais análises são realizadas nas instalações permanentes do Latam.

O Laboratório Latam é certificado no Instituto Água e Terra - IAT sob n° CCL 038A. Escopo disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Certificado-de-Cadastramento-de-Laboratorios-CCL>

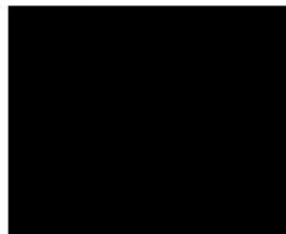
Este relatório somente pode ser reproduzido em sua totalidade e sem alterações. A reprodução parcial requer aprovação escrita do laboratório. Os resultados contidos neste documento se aplicam exclusivamente a amostra analisada.



Responsável Técnica

Karina Aparecida Natal Costa, CRBio-07 n°108550/07-P

Karina Natal



Responsável Técnico

Rodrigo Chefeman dos Santos, CRQ-PR n° 09405845

rodrigo.chefeman.dos.santos

msg\_codigoVerificacaoRelatorio: 0001800039707003473640202200000