



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PORTO NACIONAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**BRUNO DE OLIVEIRA LEITE**

**REUSO DE ÁGUA CINZA RESIDENCIAL:  
UM ESTUDO DE CASO**

**Porto Nacional, TO**

**2024**

**Bruno de Oliveira Leite**

**Reuso de água cinza residencial:  
Um estudo de caso**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Porto Nacional, para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Dra. Thereza Christina Costa Medeiros.

**Porto Nacional, TO**

**2024**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

- L533r    Leite, Bruno de Oliveira.  
          Reuso de água cinza residencial: um estudo de caso. / Bruno de Oliveira  
          Leite. – Porto Nacional, TO, 2024.  
          47 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
          Universitário de Porto Nacional - Curso de Geografia, 2024.  
          Orientadora : Thereza Christina Costa Medeiros
1. Água cinza. 2. Escassez hídrica. 3. Reuso de água. 4. Sustentabilidade. I.  
          Título

**CDD 910**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**Bruno de Oliveira Leite**

**Reuso de água cinza residencial:  
Um estudo de caso**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Porto Nacional, Curso de Geografia foi avaliada para a obtenção do título de Bacharel em Geografia e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Profa. Dra. Thereza Christina Costa Medeiros, UFT (Orientadora)

---

Prof. Dr. Maurício Alves da Silva – UFT (Avaliador)

---

Prof. Dr. Valdir Aquino Zitzke – UFT (Avaliador)

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha avó, por todo apoio e incentivo. Desde o momento que decidi sair do conforto da minha casa, para me aventurar em outro Estado, em busca da tão sonhada graduação.

Ao Fabio, que durante toda a minha trajetória esteve ao meu lado, (mesmo que de forma virtual). Sempre me acalmava e aconselhava em inúmeras situações de desespero (risos). Sou eternamente grato!

Aos meus amigos, Lais, Tais e Igor. Mesmo com a distância, sempre se dispunham a manter o contato, um sempre apoiando e aconselhando o outro. Literalmente, como se nunca tivéssemos nos separado por nenhum instante!

Ao Adael e sua esposa Socorro, que minha vó e eu conhecemos por acaso, mas que foram tão acolhedores e nos ajudou até eu me organizar em Porto Nacional.

À Eva e sua família, por serem tão solícitos e acolhedores. Sempre presentes, desde uma simples conversa, até em momentos de desabafo.

À minha amiga Emily, que conheci por acaso na universidade, mas foi o suficiente para levarmos nossa amizade para além do ambiente acadêmico. É excelente sua companhia, e muito gostosa nossas conversas duradouras. Acho fantástico, por perceber que temos tantas coisas em comum! Sou eternamente grato por sempre acreditar em mim, e pelas indicações para as vagas de estágios, onde uma delas, inclusive, me tornei efetivo!

Ao meu amigo Kennedy, que foi um parceiro, principalmente durante o período de estágio. Diariamente, passávamos por incansáveis “perrengues”. Mas, como sendo “bons guerreiros”, enfrentamos todos os problemas com garra e dedicação, até o encerramento desse ciclo. Vou sentir falta das nossas conversas e risadas mega aleatórias, mas que eram nosso combustível para seguirmos tudo isso de maneira mais leve!

Ao Rafael e Tawan, duas pessoas que conheci em Palmas, e que sou grato por todos os momentos que vivemos, e por todo apoio recebido!

E, por fim, à Universidade Federal do Tocantins, aos meus professores e todos aqueles de que, alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até o aqui, durante todo o meu percurso acadêmico!

## RESUMO

O reuso de água cinza em residências surge como uma estratégia crucial para enfrentar os desafios da escassez hídrica e promover a gestão sustentável dos recursos hídricos. Este estudo tem como objetivo analisar os benefícios, desafios e considerações práticas relacionados ao reuso de água cinza em residências, visando fornecer insights valiosos para promover sua adoção generalizada como parte de uma abordagem holística e sustentável para o gerenciamento dos recursos hídricos. Para alcançar esse objetivo, uma revisão da literatura foi conduzida, abordando temas como qualidade da água, eficácia dos sistemas de tratamento, aspectos legais e socioeconômicos do reuso de água cinza. Além disso, foram analisados casos de estudo e exemplos práticos de implementação bem-sucedida do reuso de água cinza em diferentes contextos residenciais ao redor do mundo. A escassez hídrica representa um dos principais desafios do século XXI, afetando milhões de pessoas em todo o mundo e exigindo a adoção de medidas urgentes e eficazes para garantir o acesso equitativo à água. O reuso de água cinza surge como uma solução viável e sustentável para mitigar os efeitos da escassez hídrica, permitindo o aproveitamento de uma fonte alternativa de água para usos não potáveis, como irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários e limpeza de áreas externas. No entanto, sua implementação enfrenta uma série de desafios, incluindo preocupações com a qualidade da água, custos de instalação e manutenção de sistemas de tratamento, e questões regulatórias e culturais. A metodologia utilizada neste estudo envolveu uma revisão sistemática da literatura, com ênfase em estudos científicos, relatórios técnicos e documentos governamentais relacionados ao reuso de água cinza em residências. Além disso, foram analisados casos de estudo e exemplos práticos de implementação do reuso de água cinza em um contexto residencial, fornecendo subsídios sobre as melhores práticas e lições aprendidas. Por meio dessa abordagem, foram identificados os principais benefícios do reuso de água cinza, como a redução do consumo de água potável, economia de custos e mitigação do impacto ambiental, bem como os desafios e obstáculos a serem superados para sua adoção generalizada. Em suma, este estudo destaca a importância do reuso de água cinza como uma estratégia essencial para promover a gestão sustentável dos recursos hídricos em residências, fornecendo recomendações práticas para sua implementação eficaz e sustentável em diferentes contextos.

**Palavras-chaves:** Água cinza. Escassez hídrica. Reuso de água. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

Gray water reuse in households emerges as a crucial strategy to address the challenges of water scarcity and promote sustainable water resource management. This study aims to analyze the benefits, challenges, and practical considerations related to gray water reuse in households, aiming to provide valuable insights to promote its widespread adoption as part of a holistic and sustainable approach to water resource management. To achieve this goal, a literature review was conducted, addressing topics such as water quality, effectiveness of treatment systems, legal and socioeconomic aspects of gray water reuse. Additionally, case studies and practical examples of successful implementation of gray water reuse in different residential contexts around the world were analyzed. Water scarcity represents one of the major challenges of the 21st century, affecting millions of people worldwide and requiring urgent and effective measures to ensure equitable access to water. Gray water reuse emerges as a viable and sustainable solution to mitigate the effects of water scarcity, allowing the utilization of an alternative water source for non-potable uses such as garden irrigation, toilet flushing, and outdoor cleaning. However, its implementation faces a range of challenges, including concerns about water quality, installation and maintenance costs of treatment systems, and regulatory and cultural issues. The methodology used in this study involved a systematic literature review, with an emphasis on scientific studies, technical reports, and government documents related to gray water reuse in households. Additionally, case studies and practical examples of gray water reuse implementation in an residential contexts were analyzed, providing insights into best practices and lessons learned. Through this approach, the main benefits of gray water reuse, such as reduction of potable water consumption, cost savings, and mitigation of environmental impact, as well as the challenges and obstacles to be overcome for its widespread adoption, were identified. In summary, this study highlights the importance of gray water reuse as an essential strategy to promote sustainable water resource management in households, providing practical recommendations for its effective and sustainable implementation in different contexts.

**Keywords:** Gray water. Water scarcity. Water reuse. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Ciclo hidrológico .....	21
Figura 2: Mapa de localização do município de Suzano/SP .....	28
Figura 3: Tubulação que coleta água do banheiro do piso superior .....	35
Figura 4: Recipientes utilizados na coleta e filtragem da água.....	36
Figura 5: Bomba utilizada para abastecer a caixa d'água.....	37



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Volume de água em circulação na Terra .....	22
Tabela 2: Composição do grupo familiar no período analisado .....	30
Tabela 3: Quantificação do tempo x consumo.....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Consumo em m <sup>3</sup> e valor em R\$ da conta de água em 2017 .....	38
Gráfico 2: Consumo em m <sup>3</sup> e valor em R\$ da conta de água em 2018 .....	39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Água e seu consumo consciente.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Escassez hídrica.....</b>	<b>20</b>
2.2.1 Água no mundo.....	20
2.2.2 Água de reuso: uma alternativa sustentável para o Brasil .....	23
2.2.3 Classificações dos reusos.....	25
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Área de Estudo .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Procedimento metodológico .....</b>	<b>29</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a vida e para o desenvolvimento humano. No entanto, a crescente demanda por água, aliada à escassez, à poluição e à má gestão desse recurso, tem gerado uma crise hídrica em diversas regiões do mundo. Nesse contexto, o reuso de água surge como uma alternativa sustentável para reduzir o consumo e o desperdício de água potável, bem como para preservar os recursos hídricos disponíveis.

Considerando o aumento da população mundial e o crescimento das demandas por água potável, atualmente, a gestão sustentável dos recursos hídricos tornou-se uma questão premente. Nesse contexto, o reuso de água cinza em residências surge como uma estratégia fundamental para mitigar a pressão sobre os sistemas de abastecimento de água e promover a conservação dos recursos naturais.

A água cinza é aquela proveniente de diversas atividades domésticas, como banho, lavagem de roupas e louças, caracterizando-se por não ser potável, porém ainda apresentar potencial para ser reaproveitada em diferentes usos não potáveis.

Esta prática ganhou destaque como uma abordagem inovadora e sustentável para reduzir o consumo de água potável em residências, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos e a minimização do impacto ambiental associado à sua captação e tratamento. Ao reutilizar a água cinza para fins como irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários e limpeza de áreas externas, os moradores podem não apenas economizar água, mas também reduzir os custos associados ao uso de água potável em atividades que não requerem sua qualidade.

O presente trabalho busca explorar os benefícios, desafios e considerações práticas relacionadas ao reuso de água cinza em residências, fornecendo uma visão abrangente sobre essa prática emergente. Ao analisar as oportunidades oferecidas pelo reuso de água cinza e abordar questões como qualidade da água, sistemas de tratamento adequados, aspectos legais e socioeconômicos, pretende-se fornecer subsídios teóricos para pessoas interessadas em implementar essa solução em seus lares.

Ao longo deste estudo, portanto, se examina o papel do reuso de água cinza como parte integrante de uma abordagem mais ampla de gestão sustentável da água em residências, destacando suas implicações ambientais, econômicas e sociais. Além disso, discute-se os avanços tecnológicos e as melhores práticas associadas ao tratamento e reaproveitamento de água cinza, bem como os potenciais obstáculos que podem surgir durante a implementação dessa prática. Em última análise, busca-se fornecer uma análise abrangente do reuso de água

cinza em residências, destacando seu papel como uma ferramenta essencial na busca por um futuro mais sustentável e resiliente em termos hídricos.

Como já mencionado, o reuso de água consiste no aproveitamento de águas residuais, tratadas ou não, para fins que não exigem água potável, como irrigação, lavagem, descarga, entre outros. Uma das fontes de água para reuso é a água cinza, que corresponde à água proveniente de pias, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar. É importante observar que a água cinza representa cerca de 50% a 80% do volume total de águas residuais domésticas e, se adequadamente tratada e utilizada, pode gerar benefícios ambientais, econômicos e sociais.

Tendo como tema o reuso de água cinza em residências, o trabalho elenca como objetivo geral analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do reuso de água cinza em uma em uma residência familiar com 6 (seis) pessoas no Município de Suzano - SP. Para isso, são definidos os seguintes objetivos específicos: identificar e descrever os diferentes métodos de reuso de água cinza disponíveis e como eles podem ser implementados em uma residência; quantificar a quantidade média de água cinza produzida por uma família e calcular o potencial de economia de água potável se essa água fosse reutilizada para fins não potáveis; analisar os benefícios ambientais do reuso de água cinza, incluindo a redução do consumo de água potável e a diminuição da demanda sobre os sistemas de tratamento de água; desenvolver um modelo ou plano detalhado para a implementação de um sistema de reuso de água cinza em uma residência típica; avaliar a viabilidade técnica e econômica da implementação de sistemas de reuso de água cinza em residências, além de propor incentivos que poderiam encorajar mais famílias a adotar sistemas de reuso de água cinza.

A realização deste trabalho se justifica na atualidade e na relevância do tema para a gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em uma região como o Município de Suzano, SP, onde há uma densidade demográfica relativamente alta, e que possui históricos de crises hídricas, sendo uma delas, ocorrida em meados de 2014, que afetou toda a região metropolitana de São Paulo. Além disso, o trabalho contribui para o avanço do conhecimento científico sobre o reuso de água cinza, bem como para a conscientização e a educação ambiental da comunidade.

A metodologia do trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica somada a um estudo de caso, caracterizando uma pesquisa de natureza aplicada e abordagem quali-quantitativa. Os dados foram coletados por meio de observação direta, medida de vazão para, posteriormente serem analisados através de cálculos, tabelas, gráficos comparando o histórico de consumo de água antes e depois da instalação do sistema.

O presente trabalho está estruturado em três seções: na primeira, apresenta-se a

fundamentação teórica, que consiste, basicamente, em pesquisa bibliográfica, visitando autores e obras que tratam de temas como: água e consumo consciente, escassez hídrica, a situação da água no mundo, água de reuso como uma alternativa sustentável para o Brasil e encerra apresentando a classificação dos reusos.

A segunda seção apresenta a metodologia empregada de forma mais detalhada, explicando procedimentos metodológicos, materiais e métodos utilizados, além de apresentar a área de estudo e os fatores que levaram à realização da escolha da residência no município de Suzano, SP, para a realização desta pesquisa.

Por fim, a terceira seção traz os resultados e uma breve discussão a partir da instalação do sistema proposto, enfatizando os benefícios, desafios e oportunidades associados a essa prática sustentável, além de apresentar os resultados obtidos durante a implementação do sistema de reuso de água cinza, encerra com uma discussão sobre suas implicações e perspectivas futuras.

De modo geral, o estudo sobre o reuso de água cinza em uma residência na cidade de Suzano, SP, representa uma importante contribuição para a compreensão e promoção de práticas sustentáveis de gestão de recursos hídricos. Ao abordar os desafios da escassez de água e os benefícios do reuso de água cinza, esta pesquisa não pretende esgotar o assunto, mas, busca além de fornecer subsídios em relação à conscientização e importância das boas práticas sustentáveis, pretende, também, inspirar ações e iniciativas mais amplas voltadas para a conservação e uso responsável da água em contextos urbanos. Com essa perspectiva, é possível avançar em direção a um futuro mais sustentável e resiliente, onde a água seja valorizada, protegida e utilizada de forma consciente para o benefício das gerações presentes e futuras.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Água e seu consumo consciente

De acordo com Gomes (2011), a água é, provavelmente, o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade. É um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário.

Reichardt e Timm (2016) corroboram com essa observação, ao afirmarem que a água é uma das substâncias puras naturais mais importantes do planeta, quer seja para os processos vitais como para os físico-químicos. Ao analisarem a composição da água, os autores destacam que nas formas líquida e sólida, este elemento cobre mais de dois terços do planeta Terra e, na forma gasosa, é constituinte da atmosfera, estando, assim, presente em toda parte. Além disso, sem este recurso, a vida como é conhecida não seria possível, tendo em vista que todos os organismos vivos se originaram em meio aquoso e se tornaram absolutamente dependentes dele no decurso de sua evolução.

Observando os levantamentos geoambientais, percebe-se que cerca de 70% da superfície do Planeta são constituídos por água, sendo que somente 3% são de água doce e, desse total, 98% estão na condição de água subterrânea. Isto quer dizer que a maior parte da água disponível e Própria para consumo é mínima perto da quantidade total de água existente no Planeta (Gomes, 2011).

Costa, *et al.* (2010) abordam sobre o consumo da água, enfatizando a questão da preservação do uso consciente da água e, também, sobre a falsa sensação de pensar que a água é um recurso oferecido pela natureza de maneira infinita. Porém, com um aumento populacional e de consumo, as autoridades governamentais e os consumidores notaram que esse “bem” está se findando, excepcionalmente a água potável.

Por um longo período, acreditava-se que a água era um recurso sem fim, graças à aparente abundância proporcionada pela natureza. No entanto, atualmente, o uso inadequado e a demanda crescente têm causado preocupações entre especialistas e autoridades. A razão para isso é a notável diminuição das reservas de água potável em todo o mundo. (Costa, *et al.*

2010, p.13)

A água não apenas atende às necessidades biológicas, mas também desempenha um papel crucial em diversas áreas. Ela é essencial para o meio ambiente, produção de energia, saneamento básico, agricultura, pecuária, indústria, navegação e aquicultura, entre outros. Dependendo do propósito de uso, as características de qualidade da água podem diferir, estabelecendo assim um padrão mínimo para sua aplicação. A gestão dos recursos hídricos de uma área, além da qualidade, é encarregada de regular a quantidade de água destinada a cada finalidade, que muda de uma atividade para outra, baseando-se nos princípios de sustentabilidade das tecnologias utilizadas em cada situação. Costa, *et al.* (2010)

Antes de chegar às torneiras, a água percorre um longo processo de captação, que compreende a retirada da água dos mananciais superficiais (rios, lagos ou represas) e profundos (poços), para depois enviarem às estações de tratamento de água e sua consequente distribuição. O Brasil apresentou nos últimos anos um aumento significativo na utilização das reservas de água subterrânea. Atualmente, o Estado de São Paulo se destaca como o maior usuário das reservas hídricas brasileiras, e possui grande parte das unidades do interior paulista abastecidas a partir de poços artesianos. Costa, *et al.* (2010)

A esse respeito, Fischer, *et al.* (2021) destacam que o Brasil possui a maior reserva aquífera do mundo, detendo 12% de toda a água doce do planeta. Mesmo assim, sua população já enfrenta a escassez de água, principalmente as mais vulneráveis que sofrem com a distribuição desigual, confirmando a ineficiência das políticas públicas que precisam priorizar a equidade.

Esses dados alarmaram o meio científico conduzindo a criação de conteúdos voltados a informação e conscientização das comunidades visando o combate da cultura do desperdício (Organização das Nações Unidas Para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2015; Martirani; Peres, 2016).

Portanto, a humanidade precisa construir novos valores éticos, colocando a água como um bem indispensável à vida, um direito humano fundamental, assegurando um ambiente saudável para todas as espécies e garantindo a sustentabilidade do planeta (Jonas, 2006; Francisco, 2015).

Nesse sentido, o uso ético da água demanda de condições morais que viabilizem a saúde global e mitiguem vulnerabilidades ambientais, morais e de saúde com o despertar coletivo para as injustiças sociais, ambientais e individuais (Rosaneli *et al.*, 2022). Por essa razão, um dos principais desafios das administrações das grandes cidades é encontrar mecanismos de controle no processo de urbanização desenfreada. Com o adensamento



populacional, o poder público precisa oferecer infraestrutura e serviços que garantam a funcionalidade do sistema urbano, com qualidade de vida para a população. No caso da Região Metropolitana de São Paulo, espaço em que se localiza o objeto de estudo do presente trabalho, a empresa responsável pelo saneamento básico é a Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (SABESP). Ela produz 88 mil litros de água por segundo, para atender as necessidades de abastecimento de 25 milhões de pessoas, nas 366 localidades atendidas (SABESP, 2005).

Para além disso, Reichardt e Timm (2016, p. 22), ao discutirem sobre a importância da água ressaltam sua importância não apenas para os seres humanos, mas, também, para os vegetais. Assim, os autores concluem que a água representa um fator fundamental na produção vegetal na Terra, de modo que a falta, assim como o seu excesso, pode afetar de maneira decisiva o desenvolvimento das plantas e, por isso, de acordo com os autores, “seu manejo racional é imperativo na maximização da produção agrícola”.

Nesse contexto, Mancuso, *et al.* (2021) lançam um olhar sobre o risco de escassez da água no planeta e a importância do seu consumo racional e consciente. A água é um dos elementos de ligação entre o ser humano e a natureza e faz parte da vida diária, estando presente em todas as tradições culturais e religiosas relacionadas à criação, renascimento e fonte de vida. Os seres vivos estão diretamente inseridos no seu fluxo contínuo da água, pelo qual flui a vida pelo planeta.

Os autores também observam que ao longo da história, o ser humano utilizou os serviços ecossistêmicos, entre eles a capacidade de renovação e autopurificação desse grande sistema natural de reciclagem quantitativa e qualitativa da água presente na hidrosfera terrestre – o ciclo hidrológico – por milênios. Isso foi possível enquanto o ciclo era mais previsível, as demandas e as cargas poluidoras não eram significativas e os impactos eram localizados, criando a ilusão que a água estaria sempre naturalmente se renovando à disposição da humanidade, novamente para o consumo. No entanto, tudo isso vem se alterando há algumas décadas, especialmente a partir da consolidação do atual modelo ou estratégia de desenvolvimento dos países do hemisfério norte, em grande parte transferido para os demais países do globo, após a Segunda Guerra Mundial (Mancuso, *et al.* 2021).

Mancuso *et al.* (2021) asseveram que as bases técnicas, sociais e econômicas evoluíram constantemente desde o Renascimento e estão baseadas, ainda que de forma genérica e resumida, no crescimento econômico acelerado, mediante a rápida modernização dos meios de produção, destacando o processo de urbanização do planeta, com o crescimento acelerado das cidades e a utilização intensiva dos recursos humanos e naturais. No caso

específico do recurso “água” essas transformações podem ser observadas em seus padrões de consumo, usos e formas de apropriação e aspectos político-institucionais (PNUD, 2006).

Recentemente, os investimentos realizados e as ações desenvolvidas possibilitaram e, ao mesmo tempo, foram sendo sustentados pela construção de grandes infraestruturas de geração de energia, mineração, reservação e transferência de água, a produção intensiva de alimentos pela “tecnificação” da agricultura e um intenso processo de urbanização, concentrado em grandes cidades. Por essa razão, os resultados foram, por um lado, a grande expansão da produção de alimentos (e o conseqüente aumento das áreas irrigadas), a oferta de água e de serviços de esgotamento sanitário para grandes contingentes populacionais e riqueza econômica – expressa na produção de bens de consumo, nos mercados financeiros e nos valores de renda per capita de certos extratos da população. Por outro, a ocorrência de impactos econômicos, sociais e ecológicos que se manifestaram de forma local e global, mas, de forma mais intensa, nas populações do hemisfério sul: aumento da população vivendo em situações de pobreza e falta de acesso aos serviços de saneamento, mudanças climáticas, comprometimento quantitativo e qualitativo dos corpos de água, degradação da qualidade do solo, ocorrências mais frequentes de acidentes ambientais (Mancuso, *et al.* 2021).

A comunidade internacional vem reconhecendo as incertezas dos riscos tecnológicos e as limitações da crença na solução dos problemas por meio do progresso da ciência e da tecnologia. Segundo Beck (1994), a sociedade industrial está sendo substituída pela sociedade de risco, em que o processo social de produção de riquezas é acompanhado pela produção social dos riscos, fato constatado e registrado nos relatórios de entidades internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU) e, mais recentemente, no informe do Fórum Econômico Mundial de 2019. O quadro apresentado vem despertando a percepção generalizada de que a água, em vista do binômio modelo de desenvolvimento – impactos –, está se tornando escassa, e que uma “crise da água” seria inevitável (Mancuso, *et al.* 2021).

Howe *et al.* (2016) observam que a demanda de água, especialmente água potável, tem crescido nas áreas urbanas, na mesma proporção em que se tornam cada vez mais escassas as fontes adequadas de água de alta qualidade localmente disponíveis. Nessa perspectiva, diversas comunidades ao redor do planeta já estão enfrentando escassez de fontes de água de alta qualidade disponíveis localmente.

Os autores destacam que, dentre as opções para abastecimento de água adicional, podem ser incluídas alternativas de maior uso de água residuária local, como a assim chamada “água cinza” (que será melhor detalhada na sequência), além de “efluentes de esgoto tratados,

ou transportar água de melhor qualidade dezenas ou centenas de quilômetros por meio de tubos e aquedutos” (Howe, *et al*, 2016, p. 20).

No entanto, é possível inferir que nenhuma das opções apresenta vantagens claras sobre a outra. Todas, observadas suas especificidades e características peculiares em cada contexto particularmente, podem envolver maior gasto de energia e recursos que projetos de tratamento de água anteriores, com impactos negativos proporcionais para o ambiente ou para a saúde humana. Por essa razão, os autores afirmam que todas as futuras práticas de tratamento de água devem avaliar as estratégias de tratamento de água a partir de uma perspectiva holística, que possibilite considerar se não todos, pelo menos grande medida dos benefícios e dos impactos para a comunidade, para o meio ambiente e para a sociedade (Howe, *et al*, 2016, p. 21).

Como uma área que responda às demandas evidenciadas pela escassez de água ou, ao menos, pela possibilidade desse fenômeno ocorrer em um futuro não muito distante, a engenharia de tratamento de água se apresenta como uma área em constante evolução. De modo paralelo e simultâneo, as expectativas da população com relação à qualidade da água também nunca foram tão altas. Por isso, “uma integração de estratégias passadas e táticas progressistas é essencial conforme novos desafios continuam a aparecer e a missão fundamental se expande” (Howe, *et al*, 2016, p. 21).

Por fim, há que se frisar que o uso consciente da água desempenha um papel fundamental na preservação dos recursos hídricos e na promoção da sustentabilidade ambiental. Diante do exposto, observa-se que, em muitas regiões do mundo, a água já representa um recurso limitado e cada vez mais escasso, devido ao crescimento populacional, às mudanças climáticas e à má gestão dos recursos hídricos. Usar a água de forma consciente ajuda a conservar esse recurso precioso e a garantir sua disponibilidade para as gerações futuras. (Mancuso, *et al*. 2021).

Nessa perspectiva, o uso eficiente desse recurso natural pode resultar em economia de recursos financeiros, uma vez que se reduzem os custos associados ao consumo excessivo de água potável e aos tratamentos de esgoto. Além disso, práticas como a reutilização e o reuso da água podem diminuir a demanda por novas fontes de água, garantindo, assim, a sustentabilidade ambiental, a segurança hídrica e o bem-estar das comunidades em todo o mundo. Cada indivíduo e cada residência pode contribuir para essa causa adotando hábitos responsáveis de uso da água em sua vida diária, como será demonstrado a partir da experiência observada na cidade de Suzano, SP, objeto de estudo deste trabalho. (Mancuso, *et al*. 2021).

## 2.2 Escassez hídrica

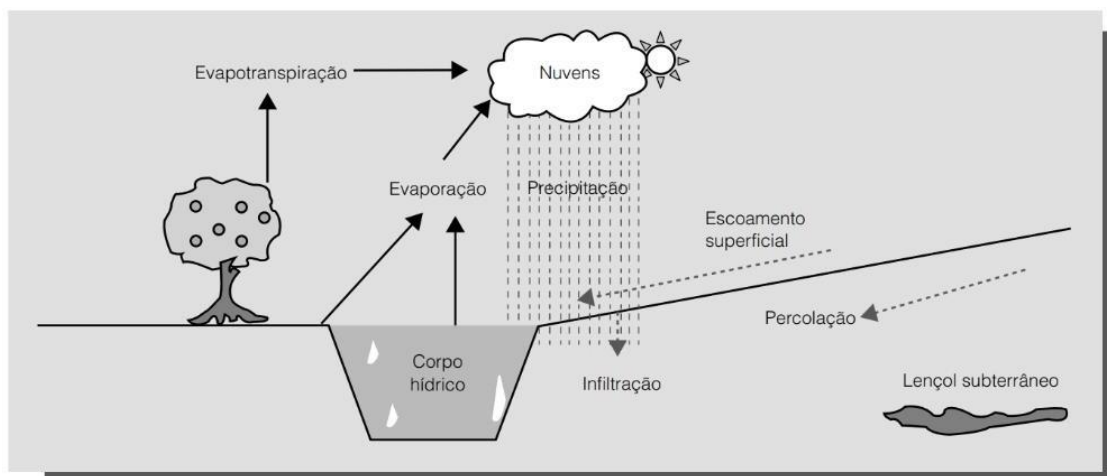
Como evidenciado anteriormente, a escassez hídrica representa um dos desafios mais prementes e complexos do século XXI, afetando milhões de pessoas em todo o mundo. A rápida urbanização, o crescimento populacional e as mudanças climáticas têm contribuído para a diminuição dos recursos hídricos disponíveis, exacerbando ainda mais a pressão sobre os sistemas de abastecimento de água. Em muitas regiões, a escassez hídrica já é uma realidade cotidiana, levando a impactos devastadores na agricultura, na segurança alimentar, na saúde pública e no desenvolvimento socioeconômico. Diante desse cenário, estratégias inovadoras e sustentáveis, como o reúso de água cinza em residências, tornam-se essenciais para mitigar os efeitos da escassez hídrica e garantir o acesso equitativo à água para as gerações presentes e futuras. (Mancuso, *et al.* 2021).

### 2.2.1 Água no mundo

Como já enfatizado, a água é um recurso vital que desempenha um papel central na sustentação da vida no planeta. No entanto, apesar de cobrir aproximadamente 71% da superfície da Terra, a maior parte dessa água é salgada e imprópria tanto para o consumo humano como para a agricultura. Apenas uma pequena fração, cerca de 2,5%, desse montante corresponde à água doce, e uma porção ainda menor está acessível como água potável. A distribuição desigual da água pelo mundo, combinada com o aumento da demanda devido ao crescimento populacional e às atividades humanas, torna a gestão adequada dos recursos hídricos uma questão crítica. A escassez de água já afeta milhões de pessoas em todo o mundo, acentuada pelas mudanças climáticas e pela degradação ambiental. Portanto, a proteção e conservação da água são imperativas para garantir a segurança hídrica e o bem-estar das gerações presentes e futuras. Costa *et. al.* (2010)

Costa *et. al.* (2010) afirmam que a Terra é conhecida como Planeta Água por ter a maior parte de sua superfície coberta por esse líquido, que se apresenta em diferentes formas. Eles também explicam que a água está em constante transformação e movimento, graças à ação do sol e da gravidade, formando o que se chama de Ciclo Hidrológico, como ilustra a Figura 1:

Figura 1: Ciclo hidrológico



Fonte: Costa *et al.* (2010).

Os autores reforçam que é através da transformação de seus estados físicos que a água se recicla na natureza sob forma líquida ou sólida. Pelas condições climáticas, geográficas e meteorológicas apresenta-se em vapor, neblina, chuva ou neve, atingindo as superfícies dos oceanos, mares, continentes ou ilhas, justificando-se, dessa forma, como um recurso renovável e móvel, de caráter aleatório, de forma a manter constante o seu volume no planeta. (Mancuso, *et al.* 2003)

Costa (2010, p. 02) explica então o funcionamento do ciclo ecológico: “A evaporação terrestre somada à transpiração dos organismos vivos sobe à atmosfera; atuam junto às condições climáticas na formação de nevoeiros e nuvens que, sob a ação da gravidade, precipitam-se na terra na fase líquida (chuva, chuveiro ou neblina), na fase sólida (neve, granizo e saraiva), por condensação de vapor de água (orvalho) ou por congelamento de vapor (geada). A superfície terrestre, ao receber a precipitação pluvial, interage com o solo através da infiltração, do escoamento superficial e da percolação. Estes contribuem para as recargas hídricas, tanto em forma de alimentação dos fluxos de água subterrâneos como em descargas nos reservatórios superficiais, além da umidade dos solos e da atmosfera.

Considera-se, atualmente, que a quantidade total de água na Terra seja de 1.386 milhões de km<sup>3</sup>, em que 97,5% do volume total formam os oceanos e os mares, e somente 2,5% constituem-se de água doce. Este volume tem permanecido aproximadamente constante durante os últimos 500 milhões de anos. Vale ressaltar, todavia, que as quantidades estocadas nos diferentes reservatórios individuais da Terra variam substancialmente ao longo desse período, conforme demonstrado na Tabela 1: (Costa, *et al.* 2010).

Tabela 1: Volume de água em circulação na Terra

Tabela 1.1 Volume de água em circulação na terra – km <sup>3</sup> /ano (1 km <sup>3</sup> = 1 bilhão m <sup>3</sup> )	
Precipitação nos oceanos	458.000
Precipitação nos continentes	119.000
Descarga total dos rios	43.000
Volume vapor atmosférico	13.000
Evaporação dos oceanos	503.000
Evaporação dos continentes	74.200
Contribuição dos fluxos subterrâneos às descargas dos rios	43.000

Fonte: Costa, *et al.* (2010).

Para Costa, *et al.* (2010) a água, um recurso vital e um presente da natureza, desempenha um papel significativo em todas as matérias, seja em ambientes naturais ou antropogênicos. Além disso, a identidade de vários ambientes é moldada pelas variações climáticas, geográficas e pluviométricas, que influenciam a quantidade de água presente durante um ciclo. A água, seja na formação ou regeneração de oceanos, rios, desertos e florestas, está intrinsecamente ligada à identidade desses ambientes e paisagens.

A água é um recurso vital que desempenha um papel crucial na manutenção da vida e da saúde dos organismos vivos. Ela não apenas define a estrutura e as funções de um ambiente, mas também facilita a sobrevivência de plantas e animais. Além disso, a água é o meio através do qual todas as substâncias circulam dentro das células que compõem um organismo vivo. Isso inclui elementos minerais que viajam do solo através das raízes e caules até as folhas para a produção de alimentos orgânicos. Da mesma forma, a água facilita a transferência de alimentos elaborados, com diversas composições químicas, de uma célula para outra e de um tecido para outro, seja vegetal ou animal. Isso é essencial para fornecer os materiais e a energia necessários para as funções vitais de nutrição, reprodução e proteção do organismo. Portanto, a disponibilidade de água é fundamental para a vida como a conhecemos (Costa, *et al.* 2010).

### 2.2.2 Água de reuso: uma alternativa sustentável para o Brasil

Conforme demonstrado, é perceptível a variedade de organismos que se adaptam com base na quantidade de água disponível, contribuindo para a diversidade em diferentes ecossistemas. Costa, *et al.* (2010), reforçam que a água, sendo o componente principal dos organismos vivos, desempenha um papel crucial na absorção e remoção de várias substâncias dentro dos organismos. Além disso, ajuda a regular e manter a temperatura corporal estável.

Os organismos vivos geralmente adquirem água de duas maneiras principais: indiretamente, através da ingestão de alimentos, e diretamente, através de reações metabólicas, como a quebra de gorduras. No entanto, eles também perdem água, embora de maneira limitada e controlada, através de processos como transpiração, respiração e excreção urinária. Assim, é possível inferir que a água é imprescindível como recurso natural renovável, sendo de suma importância para o desenvolvimento dos ecossistemas e por consequência, considerada um fator Vital para toda a população terrestre. (Mancuso, *et al.* 2003)

No entanto, considerando a limitação dos mananciais de superfície, Mancuso *et al.* (2003) destacam que a água de reuso constitui uma alternativa interessante para suprir essa demanda. De acordo com os autores, o termo “água de reuso” passou a ser utilizado de forma mais frequente a partir da década de 1980, tendo em vista que, naquele período, as assim chamadas águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras, o que onerou, consequentemente, o produto final que dependia dessas águas no processo de fabricação. Assim, tendo em vista que o preço do produto somado à sua qualidade são fatores determinantes para o sucesso de uma empresa, as indústrias passaram a estudar alternativas para reduzir os custos e equacionar o problema, passando, então, a reaproveitar ao máximo os seus próprios efluentes. A partir de então, “uma gama de processos foi desenvolvida visando à redução de custo, tendo obtido melhores resultados aqueles que utilizaram com sucesso esses métodos” (Mancuso, *et al.* 2003, p. 10)

O estudo de Moura *et. al* (2020) nos mostra a necessidade de uma adesão dos familiares à utilização de água de reuso para outros fins que não seja o consumo, como, por exemplo, lavar quintal, descargas sanitárias, etc. Tal prática ganha relevância face à escassez de água potável que o nosso país vem sofrendo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, ou em regiões que exigem demasiada demanda devida a alta densidade demográfica.

A escassez hídrica é uma problemática de regiões áridas, semiáridas e de outras

regiões com recursos hídricos sazonalmente abundantes, mas insuficientes para satisfazer demandas elevadas de consumo (Hespanhol, 2002 *apud* Moura *et. al.*, 2020)

A água, (excepcionalmente a potável) é essencial em nossas vidas, desde o consumo alimentar, geração de energia através de hidrelétricas, como também para higiene pessoal, limpeza de ambientes, etc. por essa razão, a utilização da água de reuso segura possibilita que a oferta de água potável seja destinada para fins essenciais, e a de água de reuso, para outros fins, tais como atividades agrícolas, irrigação paisagística e limpeza urbana (Pinto *et al.*, 2014 *apud* Moura *et. al.*, 2020).

A Organização Mundial de Saúde - OMS (World Health Organization — WHO, 1973) define que a água de reuso pode ser classificada como reuso indireto (planejado e não planejado), reuso direto e reciclagem interna. (Moura *et. al.*, 2020).

No Brasil, a água de reuso está sendo aplicada em diversas atividades não potáveis, como na agricultura, na irrigação paisagística, na limpeza urbana, na lavagem de veículos e em sanitários nos shoppings centers. Em 2014, foram retomadas as discussões no Sudeste sobre a utilização da água de reuso por conta da crise de abastecimento no Sistema Cantareira em São Paulo, provocada pela estiagem de chuvas já que havia a possibilidade de tornar a água de reuso distribuível para o consumo humano (Marengo *et al.*, 2005 *apud* Moura *et. al.*, 2020).

Contudo, essa medida pode representar riscos à saúde pública no Brasil. Não há legislações específicas e padrões reguladores no país para dar suporte a esse instrumento de gestão ambiental, que garantam a qualidade e a segurança na utilização da água de reuso para contato primário, muito menos para o consumo humano. Nesse cenário, pesquisas, discussões e debates são necessários para definir a utilização da água de reuso e os critérios de segurança, sejam para fins potáveis, sejam para fins não potáveis, acreditando que em um cenário de escassez hídrica extrema esse recurso possa ser utilizado como estratégia. (Moura *et. al.*, 2020).

Como já mencionado, a disponibilidade de água doce na Terra excede, em muito, a demanda humana. Grandes populações vivem em áreas que recebem abundantes precipitações pluviométricas, enquanto outras vivem em Regiões Semiáridas ou mesmo áridas (Mancuso, *et al.*, 2003).

Howe, *et al.* (2016) acentuam que, dado o atual cenário, garantir e manter um fornecimento adequado de água tem sido um dos fatores essenciais no desenvolvimento dos assentamentos humanos. Os autores observam que as primeiras comunidades humanas estavam preocupadas principalmente com a quantidade de água disponível. Com o avanço das



sociedades e o conseqüente aumento da população, a preocupação sobre as limitadas fontes superficiais de água de elevada qualidade ganhou relevância, especialmente quando verificado o fato de que a sua contaminação com resíduos urbanos, agrícolas e industriais tem levado a uma deterioração da qualidade da água em muitas outras fontes. Ao mesmo tempo, ou em função de tudo isso, as normas de qualidade da água também se tornaram mais rigorosas, de modo que os métodos analíticos empregados para a detecção de contaminantes tornaram-se mais apurados e a própria população passou a ser mais exigente quanto à qualidade da água que consome. Por essa razão, a qualidade de uma fonte de água é um aspecto que não pode ser ignorado no desenvolvimento de um sistema de abastecimento, pois, a maior parte das fontes de água atuais requer alguma forma de tratamento antes do uso para consumo humano.

### 2.2.3 Classificações dos reusos

A classificação utilizada por Westerhoff (1984, *apud* Mancuso, *et al.*, 2003), será utilizada como referência neste trabalho. Ele define reuso de água em duas grandes categorias: potável e não potável. Por sua praticidade e facilidade, essa classificação que é apresentada a seguir, foi adotada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), seção São Paulo, tendo sido amplamente divulgada em sua série "cadernos de engenharia sanitária e ambiental" em 1992.

- Reuso potável:

Essa categoria inclui

a) *reuso potável direto*: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável e

b) *reuso potável indireto*: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

- Reuso não potável:

a) *Reuso não potável para fins agrícolas*: Embora quando se pratica essa modalidade de reuso, via de regra, haja como subproduto recarga do lençol subterrâneo, seu objetivo precípua é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas cereais etc., e plantas não alimentícias, tais como pastagens e forrações, além de ser aplicável para dessedentação de animais.

b) *Reuso não potável para fins industriais*: abrange os usos industriais de refrigeração,

águas de processo, para utilização em caldeiras etc.

c) *Reuso não potável para fins recreacionais*: classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais etc.

d) *Reuso não potável para fins domésticos*: são considerados aqui os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para as descargas sanitárias, além de outros usos equivalentes para esse tipo de água, como lavagem de rua, usos em grandes edifícios, para reserva contra incêndio e resfriamento de equipamentos de ar condicionado.

e) *Reuso para manutenção de vazões*: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carreadas incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.

f) *Aquicultura*: consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados.

g) *Recarga de aquíferos subterrâneos*: é a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta, pela injeção sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante.

Há que se observar que alguns dos usos citados requerem distribuição em caminhões, como lavagem de ruas, por exemplo, enquanto, para outros, são necessários sistemas separados de distribuição, o que a literatura designa como sistema duplo. O sistema duplo é usado como prevenção contra a possibilidade de uso dessa água para outros fins, embora se recomende que esse tipo de água devo ter qualidade tal que não represente perigo à saúde, ainda que após a sua eventual em gestão, mesmo por alguns meses. (Mancuso, *et al.* 2003, p. 32)

A disponibilidade de água natural passível de notabilização e em quantidade suficiente para atender as demandas futuras depende de ações urgentes no âmbito da gestão de recursos hídricos. A extração de águas de mananciais superficiais e subterrâneos para usos urbanos, industriais e agrícolas modifica o ciclo natural das águas; e o lançamento de efluentes domésticos e industriais em concentrações acima da capacidade de depuração dos corpos de água tem provocado a degradação da qualidade de mananciais. (Moruzzi, 2008)

No Brasil, o lançamento de esgoto *in natura* ainda é uma das principais causas da deterioração da qualidade dos corpos d'água. Tal procedimento tem inviabilizado a utilização dessas fontes como mananciais para abastecimento, seja por razões técnicas seja por razões

econômicas. Ademais, o aumento da demanda e a manutenção do ciclo unidirecional (captação→uso→descarte) têm diminuído rapidamente a oferta de água, culminando em situações de escassez. Assim, torna-se imperativa a adoção de ações de conservação e reuso de água (Moruzzi, 2008) ou, como observa Richter (2009), considerando que a água, disponível para qualquer finalidade vem se tornando escassa, esta se sujeita cada vez mais a um ciclo de reutilização mais intenso.

Nesse sentido, cabe destacar que toda e qualquer técnica empregada em qualquer atividade humana sempre se submete à relação custo-benefício. Costa, *et al.* (2010, p. 169) destacam que a tecnologia ambiental vai além deste conceito e “ratifica a vivência sustentável como o único caminho de continuidade do desenvolvimento humano, ou seja, de uma forma ou de outra o próprio meio ambiente manifestará, e já está manifestando, uma renovada condição de subsistência de qualquer atividade”.

No campo da sustentabilidade e da conscientização para o uso consciente da água, essa relação ainda se limita a questões políticas, culturais, sociais, geográficas e econômicas. Para os autores, a técnica do reuso da água não foge à essa regra. Muito embora esta técnica seja reconhecida atualmente como uma das opções mais inteligentes para a racionalização dos recursos hídricos, ainda depende da aceitação popular, além da aprovação mercadológica e, sobretudo, da vontade política para se efetivar como tecnologia sistemática. Todavia, há que se destacar que a expansão do reuso é uma realidade. Em suas diferentes formas de aplicação, revela-se como uma técnica segura e confiável, capaz de atrair investimentos que tendem a ser cada vez menores e que, por isso mesmo, incentivam uma prática cada vez mais acessível (Costa, *et al.* 2010, p. 169).

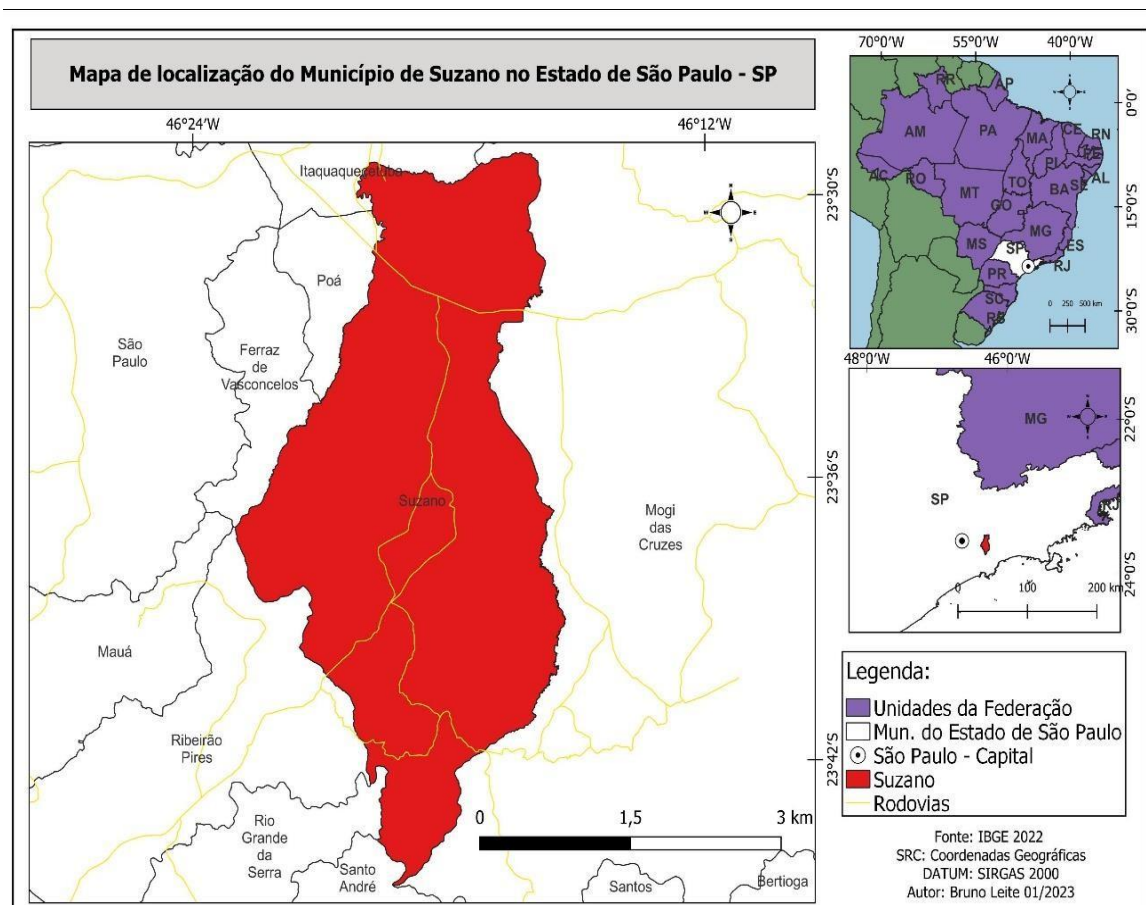
Por definição, o reuso pode ser compreendido como o aproveitamento do efluente após uma extensão de seu tratamento, seja com investimentos adicionais ou até mesmo sem estes. Nesse contexto, nem todo o volume de esgoto gerado, por exemplo, precisa ser tratado para ser reutilizado. Contudo, existem casos em que estes efluentes demandam um processo bastante específico de purificação para serem reutilizados. É importante destacar que todas essas especificações devem sempre respeitar o princípio de adequação da qualidade da água à sua utilização, devendo-se sempre observar uma série de providências e cuidados, bem como atender às instruções da Norma ABNT 13969/97 (Costa, *et al.* 2010, p. 172).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada em uma residência situada no município de Suzano, Região Metropolitana de São Paulo (Figura 2). Suzano, possui uma área de pouco mais de 206 quilômetros quadrados, com uma média de 307 mil habitantes e um IDHM de 0,765 (IBGE, 2023). Está estrategicamente situado na região do Alto Tietê, servindo como um elo entre a zona leste da Grande São Paulo e o Vale do Paraíba. As fronteiras de Suzano se estendem até Itaquaquecetuba ao norte, Mogi das Cruzes ao leste, Santo André ao sul, Rio Grande da Serra e Ribeirão Pires ao sudoeste, Ferraz de Vasconcelos ao oeste e Poá ao noroeste, (Câmara de Suzano, 2023).

Figura 2: Mapa de localização do município de Suzano/SP



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de IBGE, 2022.

### 3.2 Procedimento metodológico

Inicialmente, cumpre destacar que o período analisado foi de janeiro de 2017 a dezembro de 2018. O processo de implementação do reuso de água cinza em uma residência na cidade de Suzano (SP) foi conduzido seguindo uma metodologia cuidadosa e estruturada, que incluiu as seguintes etapas:

1. Levantamento de Informações:

- Investigação da legislação local e regulamentos pertinentes ao reuso de água.
- Pesquisa sobre tecnologias disponíveis para o tratamento de água cinza e sistemas de reuso.

2. Seleção da Residência:

- Identificação de uma residência adequada em Suzano, SP, para a implementação do sistema de reuso de água cinza.
- Avaliação da infraestrutura existente, como encanamentos e espaço disponível para instalação do sistema.

3. Design do Sistema:

- Desenvolvimento de um sistema de reuso de água cinza personalizado para atender às necessidades específicas da residência selecionada.
- Escolha dos componentes, incluindo filtros, tanques de armazenamento e bombas, levando em consideração a eficiência e a viabilidade econômica.

4. Instalação:

- Montagem e instalação dos componentes do sistema conforme o projeto elaborado.
- Realização de testes de funcionamento para garantir a integridade e eficácia do sistema antes da implementação completa.

5. Monitoramento e Avaliação:

- Estabelecimento de um plano de monitoramento para acompanhar o desempenho do sistema ao longo do tempo.
- Avaliação da qualidade da água tratada e do impacto do reuso de água cinza na redução do consumo de água potável.

O sistema de reuso de água cinza implementado na residência em Suzano, SP, incluiu os seguintes componentes e métodos:

1. Componentes do Sistema:

- Filtro de Sedimentos: responsável por remover partículas sólidas da água cinza, como cabelos e resíduos de sabão.

- Filtro Biológico: utilizado para a remoção de nutrientes e matéria orgânica, promovendo a biodegradação dos resíduos presentes na água.

- Tanque de Armazenamento: reservatório para a água tratada, que será utilizada em atividades não potáveis, como descarga de vasos sanitários.

- Sistema de Distribuição: encanamentos e válvulas que direcionam a água tratada para os pontos de uso adequados na residência.

## 2. Método de Tratamento:

- Filtração: a água cinza passa por filtro para remover impurezas mecânicas e orgânicas.

- Desinfecção: aplicação de métodos de desinfecção, como cloração ou ozonização, para eliminar microrganismos patogênicos.

- Armazenamento: a água tratada é armazenada em tanques específicos, separados da rede de água potável, para evitar contaminação cruzada.

Este método de implementação do reuso de água cinza em residências proporciona uma abordagem prática e eficaz para a conservação de recursos hídricos e a promoção da sustentabilidade ambiental em áreas urbanas. como Suzano, SP.

O trabalho é definido como uma pesquisa descritiva, com ênfase quantitativa, tratando de dados já definidos de um projeto desenvolvido no período de 2017-2018, em uma residência familiar com 6 pessoas, conforme disposto na Tabela 2 segundo critérios de classificação dentro do grupo familiar, gênero e faixa etária:

Tabela 2: Composição do grupo familiar no período analisado

	<b>Classificação</b>	<b>Gênero</b>	<b>Faixa etária</b>
Morador 1	Pai	Masculino	75 a 80
Morador 2	Mãe	Feminino	75 a 80
Morador 3	Filho	Masculino	35 a 40
Morador 4	Filha	Feminino	40 a 45
Morador 5	Neto	Masculino	15 a 20
Morador 6	Neto	Masculino	25 a 30

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

A ideia de fazer esse sistema surgiu da necessidade de se economizar água, pois o custo estava ficando alto devido somente uma pessoa estar trabalhando com carteira de trabalho registrada (o filho descrito na Tabela acima). Os demais: os pais, eram aposentados, mas o salário deles era somente com despesas de medicamentos. A filha trabalhava como faxineira, ou seja, tinha semana que tinha serviço e outra não. Dos 2 sobrinhos, (apresentados

como netos na tabela acima) somente um fazia bico e o outro estudava. Por um bom tempo, houve uma tentativa de conscientizar os membros da família para que todos economizassem água, mas não ocorreu a adesão esperada da tal conscientização.

Então, foram pesquisadas diferentes ideias de Sistema de reuso apresentadas, porém nenhuma ideia era possível utilizar de forma completa, tornando-a inviável. Foi aí que surgiu a necessidade de adaptar as ideias encontradas às necessidades da família e ao espaço que se dispunha. As pessoas mostravam suas ideias, mas ninguém mostrava cálculos de quanto se poderia economizar na utilização de um sistema de reuso. Claro que isso dependeria muito da quantidade de moradores por cada residência. Passou-se, então, a realizar alguns cálculos dentro de casa para verificar se o investimento na construção do sistema seria possível.

A primeira etapa consistiu, em quantificar o quanto cada setor da casa gastava diariamente de água e assim dividindo o gasto diário por 6 moradores, chegando a uma média diária por cabeça, é claro que sempre um gastava mais que o outro, mas para efeitos de cálculo o mais correto seria usar uma média geral.

1. Analisando o gasto médio de água utilizada na lavagem de roupa, foi verificado que cada vez que se ligava a máquina eram gastos 240L de água, isso utilizando apenas um enxágue. Então foi pedido para a filha, que quando lavasse roupa, anotasse o dia e quantas lavagens fez no dia, pelo período de 1 mês para, ao final daquele mês, ter uma média de quantos litros foram gastos com a lavagem de roupa naquele período. Detalhe: A máquina sempre era utilizada no nível máximo para aproveitar a capacidade e economizar. Ao final do mês, chegou-se a uma média de 7,2m<sup>3</sup> de água somente para lavagem de roupa, ou seja, a máquina era ligada praticamente uma vez ao dia se dividimos 7200/30 dias. (Máquina de 10kgs).
2. Foi iniciada, então, a mensuração da quantidade de água utilizada no banho. Neste caso, foi calculada a vazão de água do chuveiro por minuto. A vazão média de um chuveiro varia de 6 a 25L por minuto. No caso do chuveiro em análise, a aferição tinha dado 14 L/M, então com redutores de pressão foi possível deixar o chuveiro com uma vazão de 6 L/M, foi o mínimo que conseguiu-se manter, pois menos que isso o automático do chuveiro não acionava. Após ter realizado esse ajuste, procurou-se quantificar o tempo gasto por cada membro no chuveiro, neste caso foi quantificado apenas o tempo de 4 pessoas isso porque o pai e a mãe tomavam banho em outro banheiro, localizado na parte de baixo da residência. Os mais jovens (adolescentes), levavam em média 20 minutos no banho, isso levando em consideração apenas um banho ao dia, ao passo que a filha levava em média 10 minutos, porém quando lavava

o cabelo essa média subia para 30 minutos, e o filho, em média 6 minutos.

A Tabela 3 apresenta a quantificação do tempo x consumo para o chuveiro, bacia sanitária e máquina de lavar, considerando cada morador, como se observa:

Tabela 3: Quantificação do tempo x consumo

	Chuveiro Minutos/dia	Bacia sanitária vezes/dia	Máquina de lavar vezes/semana
Morador 1	-	6	-
Morador 2	-	6	-
Morador 3	6	6	-
Morador 4	20	6	7
Morador 5	20	6	-
Morador 6	20	6	-
Total	66	36	7

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Média = 20+20+20+6 = 66 minutos de chuveiro/dia

Vazão 6 L/M x 66 min = 396 L/ dia de água

99L / por pessoa dia.  $396 \times 30 = 11,880 \text{ m}^3$

11,8m<sup>3</sup> / mês

396 – 100%

99 - X

$(99 \times 100 / 396) = 25\%$  Consumo/mês

- Assim, foi iniciada a quantificação do volume de água utilizado nas descargas dos banheiros. Cada caixa acoplada tem 6 litros de água, portanto, foi usada como base uma média de 6 descargas diárias para cada pessoa.

Quantidade/dia = 6x6 = 36x6 = 216 L/dia

$30 \times 216 = 6.480 \text{ L/mês}$

216L 100%

36 x

$(36 \times 100 / 216) = 16,66\%$  Consumo/Mês

Obs.: Esse volume poderia ser maior pois não está sendo considerado o uso de alguma visita.

Os demais resultados vieram com a adição de redutores de vazão em todas as



torneiras da pia de lavar louça aos lavatórios dos banheiros

4. Após a coleta desses dados, foi iniciada uma pequena reforma no banheiro de cima, pois para coletar a água do banho, era necessário realizar modificações no encanamento do banheiro e isso só foi feito porque o banheiro precisava de uma reforma, se não, essa água não seria reaproveitada. Na reforma, o ralo foi colocado independente do resto do encanamento do banheiro, assim a água do banho já iria direto para o filtro na parte térrea e depois para caixa de depósito. Foi necessário instalar na parte térrea uma caixa para depósito, um filtro para filtrar a água do banho, filtro este que passou por várias adaptações até chegar ao aceitável, pois no início a ideia era deixar a água o mais límpida possível, no entanto, com o decorrer da semana dos primeiros meses percebeu-se que seria necessário um filtro com maior capacidade de armazenamento de água para que a filtração fosse mais lenta, entretanto este não foi possível devido ao espaço físico disponível não ser suficiente. Contudo, percebeu-se que, para a execução do projeto, não precisava, necessariamente, ter uma água totalmente límpida, com isso um filtro simples de tecido TNT foi o suficiente para filtrar as impurezas como fios de cabelo e outras sujeiras mais espessas que pudessem descer pelo ralo.

5. Foi necessário instalar uma nova caixa d'água em cima da laje para transferir a água do reservatório térreo, bem como uma nova tubulação que levasse água da caixa da laje aos vasos sanitários. Essa tubulação só foi possível instalar porque o vizinho do terreno dos fundos não tinha construído, assim, essa tubulação foi passado pelo lado de fora da parede da residência, bem como está embutida. Caso o vizinho tivesse construído, não ficaria viável quebrar as paredes de dentro dos banheiros e a laje para embutir tais tubulações.

Além disso, também foi instalada junto ao reservatório térreo uma bomba de  $\frac{1}{2}$  cavalo de potência para transferir a água ao reservatório superior.

Nos primeiros meses de utilização do sistema, foi necessário realizar alguns ajustes, bem como a interligação do sistema de reuso ao normal pois ocorria falta de água de reuso fazendo assim, que os sanitários ficassem sem água nas descargas.

No banheiro de cima, foram instalados dois registros interligando as duas redes, assim, possibilitando que na falta de água de reuso, com a abertura do registro a rede de água potável encheria caixa de reuso e depois de cheia o registro poderia ser fechado e tudo ficaria normal, sem falta de água nas descargas.

Uma outra observação feita, foi que quando se utilizou a água da primeira lavagem da máquina de lavar, a água no reservatório superior começou a ter um odor extremamente forte e desagradável isso porque o excesso de sabão na água causa esse efeito. Com isso, foi-se testando a adição de doses de hipoclorito de sódio e chegou-se à conclusão de que adição de 0,06% de hipoclorito de sódio em 250 litros de água de reuso seria suficiente para conter o efeito da degradação da água e o odor seria eliminado. No momento da reforma, também foi conectado ao sistema de reuso o encanamento da laje, para reaproveitar a água da chuva.

**Instrumentos:**

- 1-bomba de  $\frac{1}{2}$  cavalo
- 1-caixa d'água de 250 l / amianto
- 1-caixa d'água de 500 l / fibra
- 1-barra de cano 6mt de 3"
- 1- Barra de cano 6mt de 1,5"
- 5- Barras de cano  $\frac{3}{4}$
- 2- Registros de metal  $\frac{3}{4}$
- 1 - T  $\frac{3}{4}$
- 6 - Cotovelos  $\frac{3}{4}$
- 4 - Flanges  $\frac{3}{4}$
- 4 - Luvas  $\frac{3}{4}$
- 4 - Nipes  $\frac{3}{4}$
- 1 - Recipiente 30L para ser filtro.
- 1 – Tecido TNT

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam alguns desses elementos descritos na execução, a saber:

Figura 3: Tubulação que coleta água do banheiro do piso superior



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de acervo pessoal, 2022.

Como demonstrado, a Figura 3 apresenta a tubulação externa, responsável pela captação da água do banheiro instalado no piso superior.



Figura 4: Recipientes utilizados na coleta e filtragem da água



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de acervo pessoal, 2022.

Aqui, cumpre observar que o recipiente superior, nas cores verde e azul, tem capacidade de 30L e é utilizado como filtro, com o TNT adaptado para tal finalidade. Abaixo, encontra-se a caixa d'água, com capacidade de 250L, que armazena a água coletada e filtrada.

Figura 5: Bomba utilizada para abastecer a caixa d'água



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de acervo pessoal, 2022.

Nesta Figura 5 está apresentada a bomba de  $\frac{1}{2}$  cavalo, responsável por retirar a água da caixa que fica no térreo e enviar para a caixa d'água que fora instalada na parte superior da residência.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de caso sobre o reuso de água cinza em uma residência na cidade de Suzano, SP, proporcionou subsídios importantes em relação aos benefícios, desafios e oportunidades associados a essa prática sustentável. Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos durante a implementação do sistema de reuso de água cinza, bem como uma discussão sobre suas implicações e perspectivas futuras.

Os gráficos 1, 2 e 3 apresentam, respectivamente, o consumo da residência estudada em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) e o valor em Reais (R\$) da conta de água nos anos de 2017, antes da implantação do sistema, 2018 e 2019 após a implantação.

Gráfico 1: Consumo em m<sup>3</sup> e valor em R\$ da conta de água em 2017



Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Das informações contidas no gráfico, infere-se que no ano de 2017, a residência consumiu um volume total de 261 m<sup>3</sup> de água, correspondendo a uma média mensal de 21,75 m<sup>3</sup> de água. Ao passo que a conta de água (detalhada mensalmente no Anexo 1) totalizou um montante de R\$ 1.850,43, correspondendo a uma média mensal de R\$ 154,19.

O gráfico 2 apresenta os valores correspondentes ao consumo de água em metros cúbicos e à conta de água da residência durante o ano de 2018, ou seja, após a implantação do sistema de reuso de água.

Gráfico 2: Consumo em m<sup>3</sup> e valor em R\$ da conta de água em 2018

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Após a instalação do sistema em dezembro do ano anterior, observou-se uma mudança significativa nesses valores no ano seguinte: a conta de água se manteve sempre abaixo dos R\$ 100,00, enquanto o consumo médio no período foi de aproximadamente 12,41 m<sup>3</sup>. E esses valores, seguem no ano seguinte, apresentado no gráfico 3.

Gráfico 3: Consumo em m<sup>3</sup> e valor em R\$ da conta de água em 2019

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.



No ano de 2019, podemos observar que, a conta de água continuou abaixo do R\$100, com destaque para os meses de abril, maio, junho, novembro e dezembro, onde o valor atingiu a faixa dos R\$52,00, e o consumo médio girou em torno de 10,5m<sup>3</sup>.

Em relação ao consumo, verificou-se que após a instalação do sistema de reuso de água houve uma redução de 57,05%, passando de 21,75 m<sup>3</sup> em 2017 para 12,41 m<sup>3</sup> em 2018, e uma redução de 84,6% de 2018 para 2019 onde o consumo médio caiu para 10,5m<sup>3</sup>.

Os resultados também apontam que a conta de água sofreu uma redução significativa. Como demonstra o Anexo 1, a conta de água atingiu o montante de R\$ 1.850,30 no ano de 2017, totalizando um valor médio de R\$ 154,19 por mês, ao passo que o Anexo 2 apresenta a conta de água de 2018 no valor de R\$ 843,20, totalizando uma média mensal no valor de R\$ 70,26, e em 2019 no total de R\$ 737,61 e o valor médio mensal de R\$ 61,47.

Assim, os resultados apontam para uma redução anual de mais de mil reais na conta de água ( $R\$ 1.850,30 - R\$ 843,20 = R\$ 1.007,10$ ). Ou seja, para a família, a implantação do sistema de reuso de água possibilitou que a conta total de água no ano de 2018 atingisse um montante em torno de 45,5% do valor da conta do ano anterior, representando uma economia de aproximadamente 55%.

Nesse sentido, conclui-se que tanto o consumo de água como o valor gasto com esse recurso apresentaram uma economia de mais da metade do valor total, ambos acima de 55%, impactando significativamente de forma positiva no orçamento familiar.

É importante mencionar que, se verificou a eficiência do sistema de reuso de água cinza. Ficou evidente, a eficácia do sistema de reuso de água cinza implementado na residência estudada. A captação e tratamento da água cinza foram realizados de forma eficiente, resultando em uma fonte adicional de água para uso em atividades não potáveis, em descarga de vasos sanitários. A qualidade da água tratada atendeu aos padrões estabelecidos, demonstrando a viabilidade técnica do reuso de água cinza em contextos residenciais.

Além disso, os resultados deixaram evidente a redução do consumo de água potável. Um dos principais resultados observados foi a redução significativa no consumo de água potável pela residência após a implementação do sistema de reuso de água cinza. Os registros de consumo indicaram uma diminuição de mais de 50%, como mencionado anteriormente, no uso de água potável para atividades domésticas, como irrigação e limpeza. Isso demonstra o potencial do reuso de água cinza para mitigar a demanda por água potável e aliviar a pressão sobre os recursos hídricos locais.

Além da redução no consumo de água potável, o reuso de água cinza contribuiu para um impacto ambiental positivo ao reduzir a descarga de água tratada nos sistemas de esgoto.



Isso resultou em uma diminuição na carga sobre as estações de tratamento de água e uma redução na poluição hídrica.

Há que se observar que a implementação do sistema de reuso de água cinza foi bem recebida pela família, demonstrando a importância de se expandir experiências como essa para a comunidade local, demonstrando uma aceitação crescente dessa prática sustentável. Os moradores da residência estudada relataram uma maior conscientização sobre o uso responsável da água e uma disposição para adotar outras medidas de conservação de recursos hídricos em suas próprias casas. Isso indica um potencial significativo para a expansão do reuso de água cinza em outras residências na cidade de Suzano, SP, e em áreas urbanas semelhantes.

Apesar dos resultados positivos observados, alguns desafios persistem, como a necessidade de educação e conscientização contínuas sobre o reuso de água cinza, bem como questões relacionadas à manutenção e operação do sistema. No entanto, esses desafios também representam oportunidades para aprimorar e expandir a prática do reuso de água cinza, por meio do desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, políticas de incentivo e programas de capacitação.

O estudo de caso sobre o reuso de água cinza em uma residência na cidade de Suzano, SP, destaca os benefícios significativos dessa prática sustentável, incluindo a redução do consumo de água potável, o impacto ambiental positivo e a aceitação pela comunidade. Os resultados obtidos fornecem insights importantes para a promoção do reuso de água cinza em contextos residenciais e urbanos, destacando sua importância na gestão sustentável dos recursos hídricos e na construção de comunidades mais resilientes e conscientes do meio ambiente.

Por fim, ao abordar a redução do consumo e da conta de água, elencando os aspectos econômicos e financeiros que impactaram significativamente no orçamento da família, há que se mencionar uma limitação da presente pesquisa. Tendo em vista que o sistema implementado dispôs de uma bomba para captação da água, certamente houve um aumento no consumo e na conta de energia da residência. Contudo, dada a limitação do tema da presente pesquisa, não foram considerados nem mensurados estes impactos financeiros na conta de energia. No entanto, observou-se nas contas de energia posteriores ao sistema (2018 e 2019), que não houve uma mudança significativa nos valores, já que se trata de uma bomba pequena.

Este fato demonstra a possibilidade (para não dizer “necessidade”) de ampliar a presente pesquisa futuramente, em nível de pós-graduação, por exemplo, para tratar de temas paralelos, como a conta de água e a conta de energia da residência a fim de obter uma análise

completa sobre esses dois elementos. Frise-se que o objeto de estudo da presente pesquisa limitava-se a compreender os impactos de um sistema de reuso de água cinza apenas considerando o consumo e a conta de água da família, o que restou demonstrado. Ressalta-se, novamente, a importância de, a partir da presente pesquisa, realizar outros estudos de modo a compreender e mensurar todos os outros fatores envolvidos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um recurso vital que desempenha um papel fundamental na sustentação da vida no planeta Terra. No entanto, sua disponibilidade e qualidade estão cada vez mais ameaçadas pela escassez hídrica, poluição e má gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, a promoção do consumo consciente de água e a implementação de práticas de reuso, como o reuso de água cinza, tornam-se imperativas para garantir a segurança hídrica e promover a sustentabilidade ambiental.

Globalmente, a água é um recurso essencial para todos os aspectos da vida, desde o abastecimento humano até a produção de alimentos e a manutenção dos ecossistemas. No entanto, a distribuição desigual da água pelo mundo, combinada com o crescimento populacional e as mudanças climáticas, tem levado a desafios significativos de escassez hídrica em várias regiões. No Brasil, um país conhecido por sua abundância de recursos hídricos, a gestão da água enfrenta desafios complexos devido à urbanização rápida, poluição dos corpos d'água e conflitos pelo uso da água entre diferentes setores, além da ausência de políticas públicas adequadas nesse setor.

Diante da escassez crescente de água, é crucial promover o consumo consciente desse recurso precioso. Isso inclui a adoção de hábitos diários de economia de água, como consertar vazamentos, tomar banhos mais curtos e utilizar tecnologias eficientes de irrigação. Além disso, a conscientização sobre a importância da água e a educação pública sobre práticas de conservação são fundamentais para promover uma cultura de uso responsável da água em toda a sociedade.

Nesse contexto, o reuso de água cinza surge como uma solução sustentável para mitigar a escassez hídrica e reduzir o impacto ambiental associado ao uso da água. Ao aproveitar a água proveniente de atividades domésticas, como lavagem de roupas e banhos, o reuso de água cinza oferece uma fonte alternativa de água para usos não potáveis, como irrigação de jardins e descarga de vasos sanitários. Além de conservar os recursos hídricos, o reuso de água cinza também contribui para a redução da demanda por água potável e a minimização da poluição hídrica.

Como restou demonstrado, a implantação do sistema de reuso de água cinza em uma residência na cidade de Suzano, SP, representa um passo importante em direção à gestão sustentável dos recursos hídricos e à promoção de práticas ambientalmente responsáveis. Ao demonstrar a viabilidade e os benefícios do reuso de água cinza em uma residência local, este

projeto serve como um exemplo inspirador para outras famílias ou até mesmo comunidades que estejam enfrentando desafios semelhantes.

Considerando que já existem atividades de reuso de água com fins agrícolas em certas regiões do Brasil, as quais são exercidas de maneira informal e sem as salvaguardas ambientais e de saúde pública adequadas, torna-se necessário institucionalizar, regulamentar e promover o setor por meio da criação de estruturas de gestão, preparação de legislação, disseminação de informação, e do desenvolvimento de tecnologias compatíveis com as nossas condições técnicas, culturais e socioeconômicas.

O que falta no Brasil não é água, mas determinado padrão cultural que agregue ética e melhor desempenho dos governos, da sociedade organizada, das ações públicas e privadas, promotoras do desenvolvimento econômico em geral, e da água doce em particular.

Sendo o reuso de água considerado uma opção inteligente no mercado mundial, a necessidade de aplicação desta tecnologia está no próprio conceito de sustentabilidade dos recursos ambientais.

A demanda crescente da água tem feito do reuso planejado um tema atual e de grande importância. Entretanto, deve-se considerá-lo mais abrangente que o uso racional ou eficiente da água. O reuso compreende também o controle de perdas e desperdícios e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Em conclusão, o consumo consciente de água e o reuso de água cinza são estratégias essenciais para enfrentar os desafios da escassez hídrica e promover a sustentabilidade ambiental. Ao adotar práticas de conservação e implementar sistemas de reuso, como o sistema implantado em Suzano, é possível garantir o acesso equitativo à água, proteger os ecossistemas aquáticos e construir comunidades mais resilientes e sustentáveis. Portanto, é fundamental continuar investindo em políticas, tecnologias e iniciativas que promovam o uso responsável e eficiente da água, visando garantir a segurança hídrica e o bem-estar das gerações presentes e futuras.

## REFERÊNCIAS

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Editora 34, 1994.

CÂMARA DE SUZANO. **História de Suzano**. Disponível em: <https://www.camarasuzano.sp.gov.br/historiasuzano/#intro>. Acesso em: 15 Dez. 2023.

COSTA, Regina Pacca *et al.* **Reuso da água**: conceitos, teorias e práticas. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010

FISCHER, Marta Luciane; STRAMANTINO, Jaqueline; LUMMERTZ, Thierry Betazzi; ROSANELI, Caroline Filla. Crise hídrica: a culpa é de quem? A percepção das responsabilidades em espaço de deliberação virtual. **Caminhos de Diálogo**, [S. l.], v. 9, n. 15, p. 225–247, 2021.

FRANCISCO, Papa. **Carta encíclica Laudato si'**: sobre o cuidado da casa comum. São Paulo: Paulinas, 2015.

GOMES, Marco Antônio Ferreira. **Água**: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. Embrapa Meio Ambiente. Mar, 2011.

HOWE, Kerry J.; HAND, David W.; CRITTENDEN, R. Rhodes T.; TCHOBANOGLIOUS, George. **Princípios de tratamento de água** [tradução Noveritis do Brasil]. São Paulo, SP: Cengage, 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Suzano/SP**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/suzano/panorama>. Acesso em: 15 Dez. 2023.

JONAS, Hans. **O princípio responsabilidade**: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Rio de Janeiro: Contraponto; Editora PUC-Rio, 2006.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reuso de Água**. Barueri – SP: Manole, 2003.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches *et al.* **Reuso de água potável como estratégia para a escassez**. 1. ed. – Santana de Parnaíba SP: Manole, 2021.

MARTIRANI, Laura Alves; PERES, Isabela Kojin. Crise hídrica em São Paulo: cobertura jornalística, percepção pública e o direito à informação. **Ambiente e Sociedade**. São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-20, 2016.

MORUZZI, Rodrigo Braga. Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios. **OLAM: Ciência & Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 271-294, 2008.

MOURA, Priscila Gonçalves. *et al.* Água de reuso: uma alternativa sustentável para o Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 6, p. 791–808, nov. 2020.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A

CULTURA. **The United Nations World Water Development report 2015: water for a sustainable world.** Paris, 2015.

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Relatório do Desenvolvimento Humano: A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água.** New York: Pnud, 2006.

REICHARDT, Klaus. TIMM, Luís Carlos. **Água e sustentabilidade no sistema solo-planta-atmosfera.** Barueri, SP: Manole, 2016.

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo: Blucher, 2009.

ROSANELI, Caroline Filla. *et al.* Interação água e saúde global: uma questão bioética. **Água y Territorio.** Jaén, n. 19,2022. No prelo.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Tratamento de água; Tratamento de esgoto; Reciclagem de lodo; lodos ativados, 2005.** Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/sabespensina/intermediário>. Acesso em: 18 Dez. 2023.

## ANEXOS

Anexo 1: Tabela com custo e consumo de água na residência no ano de 2017

CUSTO E CONSUMO DE AGUA NO ANO DE 2017		
MÊS	M <sup>3</sup>	VALOR
jan	20m <sup>3</sup>	R\$ 117,24
fev	18m <sup>3</sup>	R\$ 104,73
mar	18m <sup>3</sup>	R\$ 104,87
abr	18m <sup>3</sup>	R\$ 104,17
mai	22m <sup>3</sup>	R\$ 153,20
jun	22m <sup>3</sup>	R\$ 153,20
jul	22m <sup>3</sup>	R\$ 154,70
ago	24m <sup>3</sup>	R\$ 184,76
set	24m <sup>3</sup>	R\$ 191,19
out	27m <sup>3</sup>	R\$ 243,18
nov	25m <sup>3</sup>	R\$ 218,82
dez	21m <sup>3</sup>	R\$ 120,24

Anexo 2: Tabela com custo e consumo de água da residência no ano de 2018

CUSTO E CONSUMO DE AGUA NO ANO DE 2018		
MÊS	M <sup>3</sup>	VALOR
jan	16m <sup>3</sup>	R\$ 100,13
fev	16m <sup>3</sup>	R\$ 98,95
mar	13m <sup>3</sup>	R\$ 74,34
abr	13m <sup>3</sup>	R\$ 74,47
mai	12m <sup>3</sup>	R\$ 65,64
jun	11m <sup>3</sup>	R\$ 57,45
jul	13m <sup>3</sup>	R\$ 73,82
ago	9m <sup>3</sup>	R\$ 50,25
set	12m <sup>3</sup>	R\$ 65,97
out	10m <sup>3</sup>	R\$ 50,25
nov	11m <sup>3</sup>	R\$ 58,11
dez	13m <sup>3</sup>	R\$ 73,82



Anexo 3: Tabela com custo e consumo de água da residência no ano de 2019

CUSTO E CONSUMO DE AGUA NO ANO DE 2019		
MÊS	M <sup>3</sup>	VALOR
jan	15m <sup>3</sup>	R\$ 89,55
fev	13m <sup>3</sup>	R\$ 73,82
mar	12m <sup>3</sup>	R\$ 62,82
abr	10m <sup>3</sup>	R\$ 50,25
mai	6m <sup>3</sup>	R\$ 51,62
jun	8m <sup>3</sup>	R\$ 52,62
jul	11m <sup>3</sup>	R\$ 60,86
ago	10m <sup>3</sup>	R\$ 52,62
set	13m <sup>3</sup>	R\$ 77,35
out	11m <sup>3</sup>	R\$ 60,86
nov	9m <sup>3</sup>	R\$ 52,62
dez	8m <sup>3</sup>	R\$ 52,62