

**MARCOS NAZÁRIO**

**ALTERNATIVAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA E REÚSO  
DE ÁGUAS CINZAS EM RESIDÊNCIAS**

**SÃO CARLOS**

**2021**

**MARCOS NAZÁRIO**

## **ALTERNATIVAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA E REÚSO DE ÁGUAS CINZAS EM RESIDÊNCIAS**

**Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Civil do Centro Universitário Central Paulista, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ivana Ribeiro de Nardi**

**SÃO CARLOS**  
**2021**

Dedico esse Trabalho de Conclusão de Curso a Deus o autor de toda a criação, que em sua soberana vontade aprovou permitir que eu chegasse até aqui...

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me concedeu minha Esposa amada, querida que sempre me incentivou, apoiou e ajudou nas escolhas e decisões da minha vida e profissão, se prontificou como uma verdadeira Mulher Auxiliadora em cada momento dessa jornada.

Agradeço minha família querida, projeto de Deus, a quem ele colocou em minha vida para o meu desenvolvimento humano.

Gratidão também a todos meus professores da UNICEP, aos estimados professores Simar Amorim, Dagoberto Mori, Thiago Cobra, Odete Baes, Sineval Esteves, Caio Denari, Elaine Ribeiro por todo o suporte e conhecimento teórico nas disciplinas durante o Curso.

Em especial agradeço minha Professora Ivana a quem Deus concedeu a dádiva do ensino e aceitou o desafio de me orientar para o meu desenvolvimento acadêmico

.....

“Sabemos que todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito.” RM 8:28.

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 OBJETIVO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>21</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>FIGURA 1 - PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA AO LONGO DO TEMPO.....</b>	<b>08</b>
<b>FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA....</b>	<b>15</b>
<b>FIGURA 3 - DIAGRAMA DA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA EM RESIDÊNCIA.</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA 4 - IMPLANTAÇÃO DE UM PROCESSO DE REÚSO EM RESIDÊNCIA .....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 5 - TORNEIRAS ECONÔMICAS E DISPOSITIVOS DE REDUÇÃO DE VAZÃO PARA TORNEIRAS.....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 6 - VASO COM CAIXA ACOPLADA COM VÁLVULA DE DUPLO ACIONAMENTO.....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 7 - PROCESSO DE REÚSO DE ÁGUA DE BANHO NA DESCARGA DE VASO SANITÁRIO COM BOMBEAMENTO MANUAL.</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 8 - PROPOSTA DE REÚSO DE ÁGUA DE BANHO NA DESCARGA DE VASO SANITÁRIO POR GRAVIDADE.....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 9 - PROPOSTA DE REÚSO DE ÁGUA DE BANHO NA DESCARGA DE VASO SANITÁRIO COM BOMBEAMENTO AUTOMÁTICO.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 10 - PROPOSTA DE REÚSO COM TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO.....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 11 - PROPOSTA DE REÚSO MAIS MODERNO E TRATAMENTO AVANÇADO.....</b>	<b>31</b>
<b>TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DE REÚSO E SEUS USOS PREPONDERANTES SEGUNDO A NBR 13969/1997. ....</b>	<b>12</b>
<b>TABELA 2 - CRITÉRIO DE QUALIDADE DA ÁGUA DE REÚSO SEGUNDO A NBR 13969/97.....</b>	<b>13</b>
<b>TABELA 3 - PERDAS ESTIMADAS EM RESIDÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>

---

<b>TABELA 4 - VOLUME MENSAL DE ÁGUA UTILIZADO EM VASO SANITÁRIO.....</b>	<b>25</b>
<b>TABELA 5 - TABELA DE ORÇAMENTO .....</b>	<b>35</b>
<b>GRÁFICO 1 - CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA NO BRASIL.....</b>	<b>23</b>

## **RESUMO**

### **Reúso da Água**

O crescimento da população mundial somado ao crescimento das indústrias tem aumentado excessivamente a demanda de água potável no planeta. A grande necessidade de suprir a escassez de água no mundo tem levado profissionais da área de saneamento, recursos hídricos e meio ambiente ao estudo de novas técnicas, projetos e implementações. Com essa finalidade o reúso de água vem a ser uma alternativa possível de econômica, viável e prática para ajudar na escassez hídrica, para diminuir a utilização de recursos hídricos naturais e proporcionar um gerenciamento melhor da água utilizada, nesse sentido o presente trabalho vem apresentar possibilidades de conservação, reúso e reciclagem da água não potável em edificações e a importância da utilização adequada dessas técnicas de gerenciamento da água. Assim, algumas possibilidades de alternativas de reúso são apresentadas para ajudar no processo de sustentabilidade, mesmo em fases experimentais. Busca-se refletir a importância de que medidas legais possam ser implementadas e normas específicas devam ser elaboradas para a temática do reúso de água.

**Palavras-Chave:** Escassez, Reúso, Sustentabilidade.

# 1 INTRODUÇÃO

Há uma grande necessidade de se desenvolver alternativas de sustentabilidade em diversos setores da sociedade, para que as próximas gerações não venham a padecer por recursos que foram esgotados da natureza de forma irresponsável, sem ao menos ter-se buscado outras alternativas.

E quando se fala de recursos naturais fica evidente essa necessidade de conscientização da sustentabilidade, pois entende-se que nossos recursos naturais são finitos, principalmente a água, e se não houver mudanças reais e conscientes do uso em toda escala da sociedade mundial, esses recursos se esgotarão; sendo a água, um dos recursos necessário para a sobrevivência da raça humana, portanto é preciso ser feito um esforço muito maior e uma constante conscientização de todos para que se busque meios, recursos, alternativas, estudos e projetos que viabilizem um desenvolvimento sustentável e se chegue a um uso racional, consciente, apropriado e seguro desse recurso tão precioso da humanidade.

O crescimento da população mundial somado ao crescimento das indústrias tem aumentado excessivamente a demanda de água potável no planeta. Neste contexto, a falta de recursos hídricos potáveis em determinadas regiões do planeta, aliada a má localização de muitos desses recursos hídricos e o desaparecimento de rios e nascentes, o aumento da poluição nas águas e principalmente a falta de infraestrutura de saneamento em grande parte do mundo, tem levado à escassez de água potável, levando milhares de pessoas a terem falta de água, inclusive em nossa nação.

Segundo os dados que compõem o 'Ranking do Saneamento', divulgado pelo Instituto Trata Brasil, em parceria com a GO Associados, cerca de 35 milhões de brasileiros, sendo 5,5 milhões nas 100 maiores cidades do País, não têm acesso à água potável e 100 milhões de pessoas à coleta e tratamento de esgotos, sendo 21,7 milhões nos maiores municípios (CBIC, 2021).

A Figura 1. Projeção do consumo de água ao longo do tempo.

Figura 1 – Consumo de água no mundo



Fonte: Pena (2009).

Conforme dados da Agência Nacional de Água (ANA), nosso país possui 12% da água doce do mundo, mas infelizmente essa quantidade toda de água é mal distribuída conforme a ocupação da população na nossa nação. Com isso há escassez de água em muitos lugares gerando a necessidade de se buscar alternativas que possam contribuir para suprir essa falta de água, o que é um grande desafio para os próximos gestores.

Com essa visão da necessidade é que o reúso da água entra como uma alternativa viável para contribuir a curto prazo, para auxiliar no uso racional da mesma.

Portanto, o presente trabalho tem por objetivo um estudo bibliográfico sobre propostas de reutilização da água indireta em edificações, aplicações de conservação e a reciclagem desta, bem como a conscientização da sustentabilidade dos recursos hídricos naturais.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A grande necessidade de suprir a escassez de água no mundo tem levado profissionais da área de saneamento, recursos hídricos e meio ambiente ao estudo de novas técnicas, projetos e implementações. Com essa finalidade o reúso de água vem a ser uma alternativa segura, econômica, viável e prática para ajudar na escassez hídrica, para diminuir a utilização de recursos hídricos naturais e proporcionar um gerenciamento melhor da água utilizada.

Para isso, o estudo sobre reúso da água em edificações, conservação e reciclagem contribui para analisar sua eficácia, além de colaborar para a

discussão sobre a legislação específica para reúso da água no Brasil também traz uma reflexão sobre a importância da conscientização da sustentabilidade dos recursos hídricos naturais.

Segundo Castilho e Oliveira (2018), a inexistência de padronização na qualidade da água de reúso para diferentes usos provoca insegurança na implementação de sistemas de reúso da água pelos profissionais no Brasil.

## **1.2 OBJETIVO**

Apresentar possibilidades de conservação, reúso e reciclagem da água não potável em edificações e a importância da utilização adequada dessas técnicas de gerenciamento da água.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste trabalho a revisão de literatura aborda um breve panorama sobre o reúso e reciclagem da água não potável, os fatores que implicam na elaboração dos conceitos de reúso e reciclagem e dos métodos para o reúso da água, classificações de reúso, seus processos e procedimentos, os custos e benefícios do processo de implementação desses métodos de reúso da água.

### 2.1 Conceito sobre reúso e reciclagem

Reúso é um termo que se refere a utilizar novamente. Portanto o termo reúso traz uma reflexão sobre o consumo da água. O reúso da água pode ser definido como água residuária ou água de qualidade inferior que pode ser tratada ou não depende da disposição de uso, e segundo METCALF e EDDIE (2003) reciclagem é definida como água residuária captada e redirecionada para o mesmo uso.

Segundo Cunha (2010) a reutilização ou o reúso de água ou o uso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reúso planejado da água um tema atual e de grande importância.

O reúso de água deve ser compreendido como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Para a prática de se reutilizar a água novamente deve ser primeiro analisado sua procedência como também seu efluente de origem, depois definir o destino desse reúso que pode ser adotado e assim adotar os procedimentos necessários que passem por critérios de qualidade para que assim determine a sua reutilização, pois existem métodos e aplicações que definem seu aproveitamento adequado para a sua nova utilização.

### 2.1.1 Classificação e Métodos usados

Segundo Moura e colaboradores (2020) quanto à classificação, a Organização Mundial de Saúde (OMS) define que a água de reúso pode ser classificada como reúso indireto (planejado e não planejado), reúso direto e reciclagem interna. No entanto, vários autores se empenham nessa discussão sobre a definição. A ABNT NBR13.969:1997 classifica quanto à forma de aproveitamento como reúso local, reúso direto planejado e reúso indireto (planejado e não planejado) (ABNT,1997). Ela ainda estabelece alguns critérios de qualidade da água para reúso de acordo com seus usos preponderantes (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Classificação Das Águas De Reúso E Seus Usos Preponderantes Segundo A NBR 13969/1997.

Classe	Usos Preponderantes
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavagem de carros; e</li> <li>• Outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins;</li> <li>• Manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso nas descargas dos vasos sanitários.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagem para gado; e</li> <li>• Outros cultivos através de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual.</li> </ul>

Fonte: ABNT NBR13.969:1997

Tabela 2. Critério De Qualidade Da Água De Reúso Segundo A NBR 13969/97.

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Turbidez (UT)	< 5	< 5	< 10	-
CTer (NMP/100 mL)	< 200	< 500	< 500	< 5000
SDT (mg/L)	< 200	-	-	-
pH	Entre 6,0 e 8,0	-	-	-
Cloro residual (mg/L)	Entre 0,5 e 1,5	> 0,5	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	-	-	-	2,0
CTer: coliformes termotolerantes pH: potencial hidrogeniônico SDT: Sólidos Dissolvidos Totais				

Fonte: ABNT NBR13.969:1997

O artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH possui as seguintes definições:

- I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária tratados ou não;
- II - Reúso de água: utilização de água residuária;
- III - água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- IV - Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos (CUNHA, 2010).

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) adota uma classificação de reúso de água em duas grandes categorias: potável e não potável. Conforme as classificações os métodos de reutilização da água residuária, pode ser aplicado o reúso potável (direta ou indireta) e o método do reúso não potável.

### 2.1.2 Reúso potável

Existem dois métodos para o processo de reúso potável, sendo que ambos necessitam estar dentro dos parâmetros necessários para potabilidade.

- **Direto:** quando as águas residuárias recuperadas, por meio de tratamento avançado, são diretamente reutilizadas no sistema de água potável.
- **Indireto:** as águas residuárias após tratamento, são dispostas na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subseqüentemente captação, tratamento e finalmente utilizadas como água potável. (ARAÚJO, 2011).

### 2.1.3 Reúso não potável

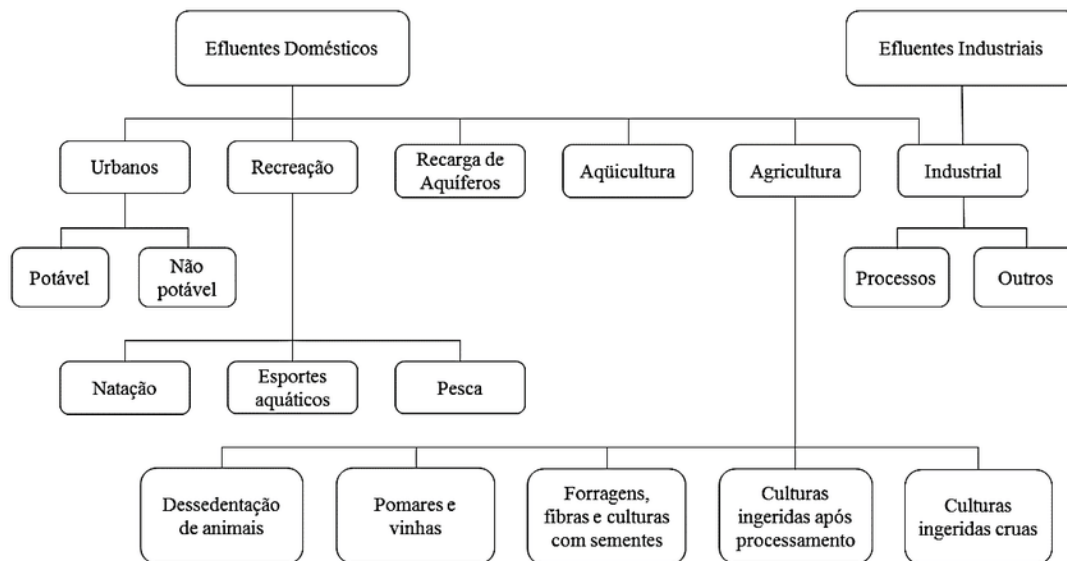
Para o método do reúso não potável é classificado conforme a finalidade.

- **Para fins agrícolas:** fertirrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais, etc., e plantas não-alimentícias, tais como pastagens e forrageiras, e ainda dessedentação de animais.
- **Para fins industriais:** abrange os usos de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras, etc.
- **Para fins urbanos:** casos de reúso de água para rega de jardins, plantas ornamentais, campos de esportes e parques, para descargas sanitárias, lavagem de pavimentos e veículos, e enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais, etc.
- **Para manutenção de vazões:** utilização de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras em cursos de água, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.
- **Aquicultura:** consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando os nutrientes presentes nos efluentes tratados.
- **Recarga de aquíferos subterrâneos:** pode-se dar de forma direta, pela injeção de efluente tratado sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante. (ARAÚJO. 2011).

#### 2.1.4 Processos e procedimentos

O fluxograma da Figura 2 mostra os possíveis destinos de reaproveitamento da água após passar por seu efluente utilizado.

Figura 2 - Fluxograma do reaproveitamento da água



Fonte: HESPANHOL, 1997.

Em 2005, a ANA – Agência Nacional de Águas, a FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo e o SINDUSCON-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo reuniram agentes públicos, empresas de tecnologia, fabricantes e instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico, para elaborar um manual de conservação e reúso de água em edificações, nele consta algumas exigências mínimas para o uso da água não-potável nas edificações, conforme apresentado a seguir.

- **Água para irrigação rega de jardim, lavagem de pisos:** não deve apresentar mau-cheiro; não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas; - não deve ser abrasiva; não deve manchar superfícies; não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- **Água para descarga em bacias sanitárias:** não deve apresentar mau-cheiro; não deve ser abrasiva; não deve manchar superfícies; não deve deteriorar os metais sanitários; não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

- **Água para refrigeração e sistema de ar condicionado:** não deve apresentar mau-cheiro; não deve ser abrasiva; não deve manchar superfícies; não deve deteriorar máquinas; não deve formar incrustações.
- **Água para lavagem de veículos:** não deve apresentar mau-cheiro; não deve ser abrasiva; não deve manchar superfícies; não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem; não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- **Água para lavagem de roupa:** deve ser incolor; não deve ser turva; não deve apresentar mau-cheiro; deve ser livre de algas; deve ser livre de partículas sólidas; deve ser livre de metais; não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos; não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana. (BRASIL, 2005).

Os estudos e classificações encontrados na literatura, podem ser efetuadas várias implantações para o reúso, e que podem ser utilizadas em diferentes áreas da sociedade, contudo é analisado o processo do reúso da água para fins urbanos não potável em residências considerando a abrangência do assunto.

## **2.2 Fontes de água de Reúso**

Como já citado anteriormente para a utilização do reúso residencial tem que primeiro ser identificado a procedência de seu efluente na residência, pois conforme especificações há duas classificações sendo elas: as águas negras e as águas cinzas.

### **2.2.1 Águas negras**

Águas negras são aquelas provenientes da descarga do vaso sanitário, contendo fezes e urina; pia de cozinha e máquina de lavar louças.

### 2.2.2 Águas cinzas

Conforme Brasil (2005) as águas cinzas para reúso são aquelas que não são contaminadas por fezes ou urina, e o seu efluente doméstico não possui contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha, ou seja, são os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas em residências, alojamentos, hotéis, escolas etc.

Os principais critérios que direcionam um programa de reúso de águas cinzas são:

- preservação da saúde dos usuários;
- preservação do meio ambiente;
- atendimento às exigências relacionadas às atividades a que se destina;
- quantidade suficiente ao uso a que será submetida.

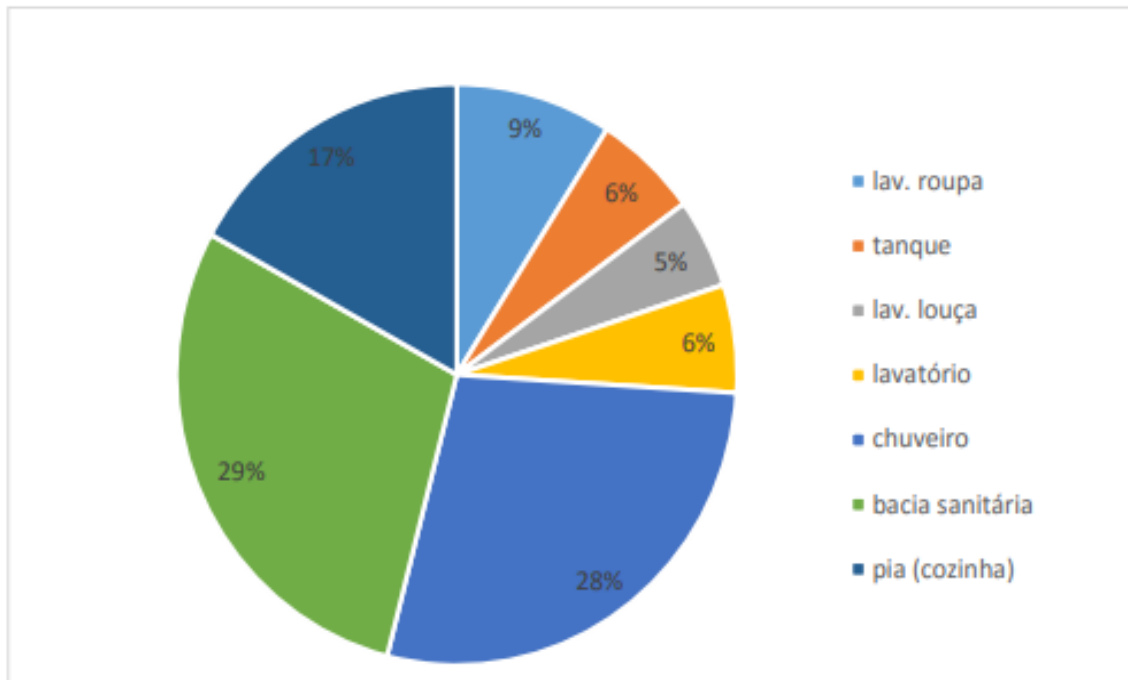
De acordo com o diagrama da Figura 3:

Águas negras; vaso sanitário (29%), pia da cozinha (17%), lava louças (5%).  
Total de águas negras geradas é de 51%.

Água cinzas; chuveiro (28%), lavar roupa (9%), tanque (6%), lavatório (6%).  
Total de águas cinzas geradas é de 49%.

Portanto em uma residência do total de água utilizada é possível fazer o reúso de 49% da água cinza produzida.

Figura 3 – Diagrama da utilização da água em residência.



Fonte: Rapoport, 2004

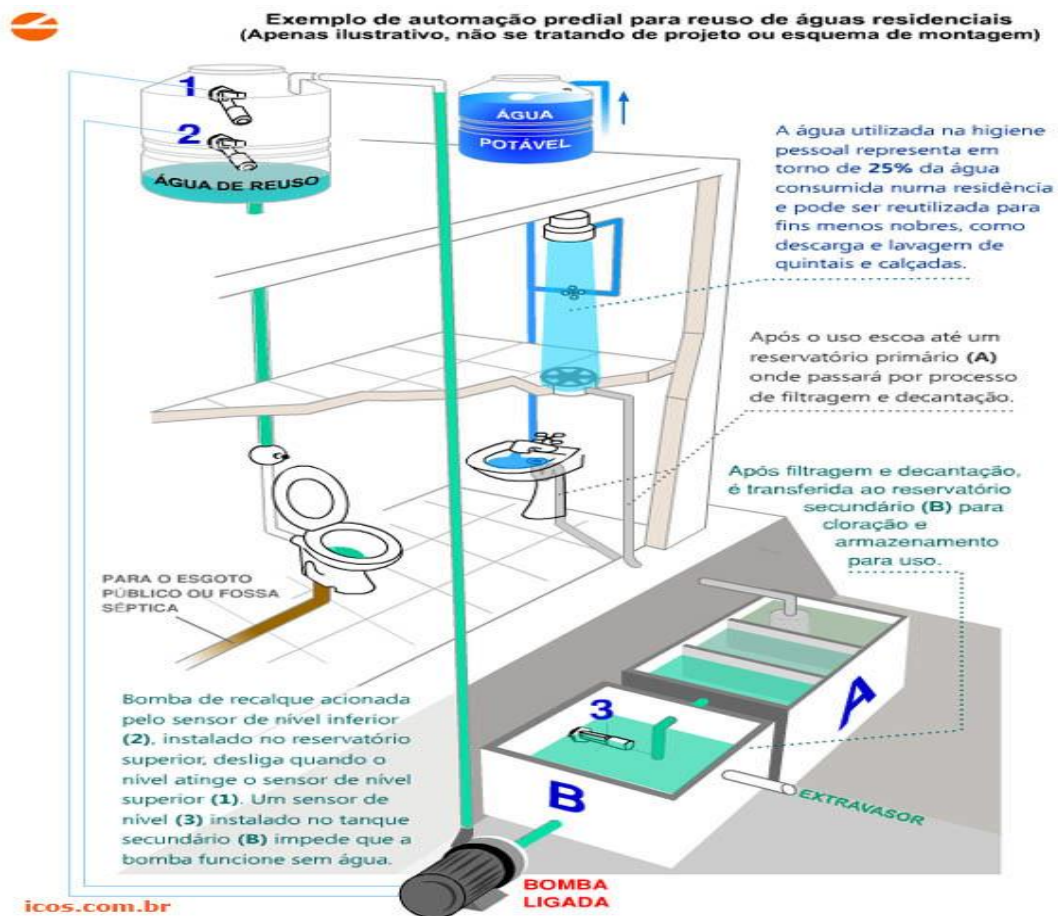
### 2.2.3 Projeto e Implantação

Em um projeto residencial pode ser elaborado um procedimento bem detalhado com todas as etapas necessárias para um bom funcionamento do processo de reúso. Porém não há uma normatização específica de padronização de equipamentos, tubulações, acessórios hidráulicos e especificações para a implantação fazendo com que muitos profissionais fiquem receosos na aplicação de técnicas, implantações e incentivo em projeto para o reúso ou reciclagem da água.

Também é considerado para a execução de um projeto a melhor qualidade da água para a sua utilização, e para isso a elaboração e implantação do projeto em obra requer um custo mais elevado devido as instalações de máquinas, equipamentos e acessórios.

Conforme Figura 4 mostra um uma alternativa de implantação de reúso de água residencial detalhando todas as etapas necessárias para um bom funcionamento do processo de reúso.

Figura 4 – Implantação de um processo de reúso em residência



Fonte: <<https://br.pinterest.com/xulianicolao/reuso-de-%C3%A1gua-cinza/>> acessado junho de 2021.

## 2.3 LEGISLAÇÃO REGIONAL E CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA ÁGUA DE REÚSO

Em nossa região as leis com relação a reutilização da água estão relacionadas a reciclagem interna da água, sobre a água da chuva em residência para o seu reaproveitamento.

### 2.3.1 Lei Complementar 865 Araraquara - SP 2015

Cria o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva, institui a sua obrigatoriedade nos imóveis localizados no município e dá outras providências.

### **2.3.2 Lei 17729 São Carlos - SP 2016**

Cria o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva e institui a sua obrigatoriedade nos imóveis localizados no município e dá outras providências.

## **3 MATERIAL E MÉTODO**

No presente capítulo será descrito o método utilizado na busca das informações que, assim como os meios de pesquisas utilizados e sua contribuição para o desenvolvimento do texto a ser apresentado.

Para o desenvolvimento deste trabalho realizou-se uma pesquisa bibliográfica que segundo GIL (2010):

elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos. Todavia, em virtude da disseminação de novos formatos de informação, estas pesquisas passaram a incluir outros tipos de fontes, como discos, fitas magnéticas, CDs, bem como o material disponibilizado pela internet (GIL, 2010, p.29)

Nesse sentido, a pesquisa bibliográfica é a revisão da literatura sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico. Essa revisão é um levantamento bibliográfico ou revisão bibliográfica, a qual pode ser realizada em livros, periódicos, artigo de jornais, sites da Internet entre outras fontes. Para tanto realizou se pesquisa em bibliotecas digitais em dissertações, teses, monografias, trabalhos de conclusão de curso, manuais, livros, artigos de revistas e periódicos, referentes ao tema reúso da água, bem como a legislação e normas técnicas brasileiras pertinentes ao assunto comparando a eficiência e qualidade das técnicas de conservação, reúso e reciclagem da água; os processos e os procedimentos além de analisar custos e benefícios do processo de implementação.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são explanadas as propostas e as alternativas que contribuem para a preservação, a conservação e a economia da água na indústria da construção civil, de acordo com as normas vigentes para implantação de reúso de água, suas exigências necessárias e aplicação das técnicas do processo de reúso.

### 4.1 Economia e conservação

Uma primeira análise é feita sobre a necessidade da conservação da água para uma qualidade maior nos resultados pretendidos, porque sem conservação haverá perdas e desperdícios; só reutilizar a água não é o suficiente, principalmente quando há desperdícios.

Segundo BRASIL (2005) o programa de conservação é um processo eficaz de economia gradual porque está mais atrelado a algumas ações do que a implantações. A conservação da água pode ser definida como qualquer ação que:

- reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento;
- reduza o consumo de água;
- reduza o desperdício de água;
- aumente a eficiência do uso de água; ou, ainda,
- aumente a reciclagem e o reúso de água

O desperdício continua sendo o maior vilão do consumo desnecessário da água potável, a falta de manutenção contribui significativamente para os aumentos desse índice de perda, principalmente quando não há reparos com certa urgência.

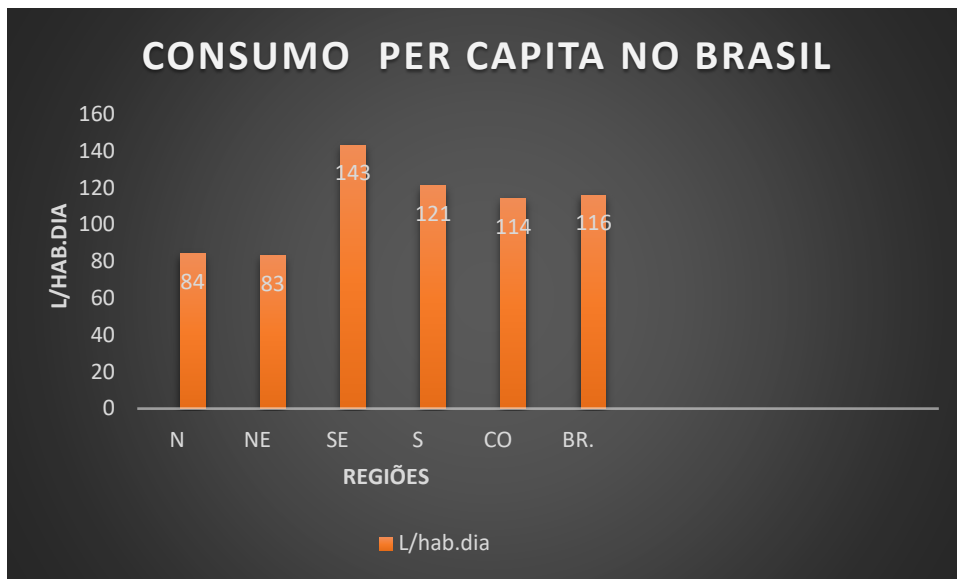
Tabela 3 – PERDAS ESTIMADAS EM RESIDÊNCIAS

Aparelho/equipamento sanitário		Perda estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete ø 2 mm	> 114 litros/dia
	Filete ø 4 mm	> 333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros (supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Fonte: BRASIL,2005.

Quando se busca alcançar metas, melhorias e resultados é necessário analisar até os pequenos detalhes e atitudes. Na conservação do uso da água não é diferente, por mais pequeno que o detalhe possa parecer, conta muito no final. Analisando-se o quadro de perdas estimadas em residências na Tabela 3, observa-se o quanto se perde em um simples gotejamento lento, se não reparado, em um mês há um desperdício de aproximadamente 300 litros. Comparando-se ao consumo per capita na região nordeste do Brasil seria possível suprir o consumo de quase 4 habitantes em um dia, segundo dados do IBGE, apresentados na Gráfico 1. Assim, além do planejamento do reúso e da reciclagem da água, o gerenciamento na conservação é muito importante para a economia residencial e é preciso começar já verificando desde as instalações hidráulicas possíveis avarias e condições de manutenção preventiva acessíveis.

Gráfico 1- Consumo per capita de água no Brasil.



Fonte: IBGE,2020.

#### 4.1.1 Aplicações hidráulicas de conservação e economia da água

Têm-se desenvolvidos ferramentas e acessórios que auxiliam na preservação e na economia do uso de água potável, algumas das aplicações que ajudam na gestão da conservação estão nos aparelhos como vasos com caixas acopladas, descarga de acionamento duplo com vazões diferenciadas e reduzidas, válvulas de pressão nas torneiras, arejadores, torneiras com temporizador, torneiras com sensor de presença.

Figura 5 – Torneiras econômicas e dispositivos de redução de vazão para torneiras



Fonte: <https://idealverde.wordpress.com/tag/desperdicio-de-agua/> , acessado dia

03/10/2021.

As torneiras com sensor são uma alternativa para o gasto desenfreado de água. Elas funcionam de uma forma bem simples: a água só cai enquanto o sensor identifica a presença das mãos embaixo da torneira, portanto, quando se está passando sabonete, por exemplo, ela não libera o líquido.

As torneiras com sensor, além de evitar a contaminação cruzada em cozinhas e ambientes hospitalares, ao evitar o acionamento com as mãos; atende a norma regulamentadora de segurança e saúde no trabalho NR 32 que estabelece o acionamento para abertura das torneiras sem controle manual, bem como o fechamento da água, sendo indicada para uso profissional ou público.

Outra peça que colabora com a economia na torneira é o redutor de vazão. Existe, também, outra peça simples que pode ser instalada na torneira para economizar e manter o conforto durante o uso que é o arejador, este tem a função de misturar ar à água, diminuindo o fluxo, mas mantendo a sensação de volume e direcionando o jato.

Uma torneira com fluxo normal libera de 5 a 10 litros de água por minuto. Se for instalado um arejador, que libera a água como se fosse um chuveirinho, a vazão é reduzida para 1,8 litro por minuto, sem diminuir o conforto.

Em geral, as torneiras de uma residência representam de 10% a 20% do consumo de água. Se um equipamento arejador for instalado, é possível economizar até 80% dos gastos com água das torneiras.

Os vasos com caixa acoplada economizam até 40% de água comparado a um modelo convencional de descarga, a melhor opção de caixa acoplada seria a que tem uma válvula de descarga de duplo acionamento para garantir uma maior economia de água.

Figura 6 – Vaso com caixa acoplada com válvula de duplo acionamento



Fonte: <https://www.blukit.com.br/caixa-acoplada/> , acessado em 03/102021.

## 4.2 Exemplos de implantações de reúso e reciclagem de água em áreas da construção civil

### 4.2.1 Proposta de reúso e reciclagem de água em vaso sanitário

Em geral, a descarga de vaso sanitário consome cerca de 29% do consumo total de água potável em uma residência.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos conforme Araújo (2011) em sua pesquisa acadêmica, encontrando valores de consumo mensal de água utilizado em vaso sanitário obtidos por diferentes estudos. Nota-se que os valores obtidos estão bem próximos levando-se em consideração os diferentes aparelhos para descarga e hábitos culturais.

TABELA 4 – Volume mensal de água utilizado em vaso sanitário.

AUTORES	ANO	VOLUME (litros/mês)
PETERS	2006	5300
MAGRI	2008	4100
ARAÚJO	2011	4315

FONTE: O AUTOR. (2021)

ARAÚJO (2011) propõe utilizar a água consumida na lavanderia para reusar na descarga de vaso sanitário.

A implantação de reúso em descarga de vaso sanitário gera uma economia de quase 30% do gasto mensal em uma residência unifamiliar, segundo ARAÚJO (2011), em seu estudo com aplicação de um sistema de reúso da água proveniente do tanque e da máquina de lavar roupas para o reúso na descarga em seus resultados, gerou uma economia de 39% na conta final do uso de água do mês da pesquisa conforme dados do valor da conta de água e cálculos obtidos na pesquisa de campo, sem contar que essa reciclagem estaria contribuindo integralmente para a conservação de nossos mananciais evitando consumo do efluente.

As águas cinza de uma residência possuem bons parâmetros de qualidade. Se forem utilizadas para a descarga sanitária, não necessitará de tratamento complexo, o que torna a ser uma ótima opção de reúso de água.

#### **4.2.2 Exemplo de reúso de águas cinzas em vaso sanitário com bombeamento manual**

Não existem especificações padronizadas de implantação de equipamentos e acessórios a serem utilizados nas instalações para reúso de água em vasos sanitários, mas devem ser seguidos os parâmetros exigidos pela ABNT NBR13969:1997 e as prescrições do manual de conservação e reúso de águas em edificações para que as condições da qualidade da água no reúso estejam adequadas, de acordo com a classe 3 para reúso em descargas nos vasos sanitários conforme Tabela 1, necessitando ser coletada amostras quinzenais e feita análise laboratorial.

A Figura 7 apresenta a implantação de reúso de água de banho na descarga de vaso sanitário de um projeto experimental com bombeamento manual e reservatório subterrâneo com cloração.

Figura 7 – Processo de reúso de água de banho na descarga de vaso sanitário com bombeamento manual.



Fonte: <https://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/reusodeagua/reuso-de-agua-do-banho.htm> , acessado em 03/10/2021.

Nesta Implantação o processo de reúso é em um vaso sanitário utilizando a água de uso direto no chuveiro, sendo conduzida e coletada em um reservatório subterrâneo na área externa da residência. O reservatório é equipado com filtros, extravasor, registro de esfera e clorador flutuante onde é feita a dosagem de cloro em tabletes (usados em piscinas) de 3 em 3 dias. A limpeza do reservatório e filtros é realizada de 15 em 15 dias. No processo foi substituído o ralo do chuveiro por caixa sifonada para obstrução de possíveis odores vindos do reservatório subterrâneo. Foi colocado uma bomba manual instalada ao lado do vaso sanitário, para poder fazer a sucção da água no reservatório subterrâneo.

#### 4.2.3 Exemplo de reúso de águas cinzas em vaso sanitário por gravidade em residência com dois pavimentos

Alternativa econômica também de implantação em residência sobrado é o reúso de água de banho na descarga de vaso sanitário por gravidade.

Vale ressaltar que tais implantações devem estar dentro dos parâmetros exigidos pela ABNT NBR13969:1997, classe 3 para reúso em descargas nos vasos sanitários conforme Tabela 1, necessitando ser coletada amostras quinzenais e feita análise laboratorial.

Figura 8 – Proposta de reúso de água de banho na descarga de vaso sanitário por gravidade.



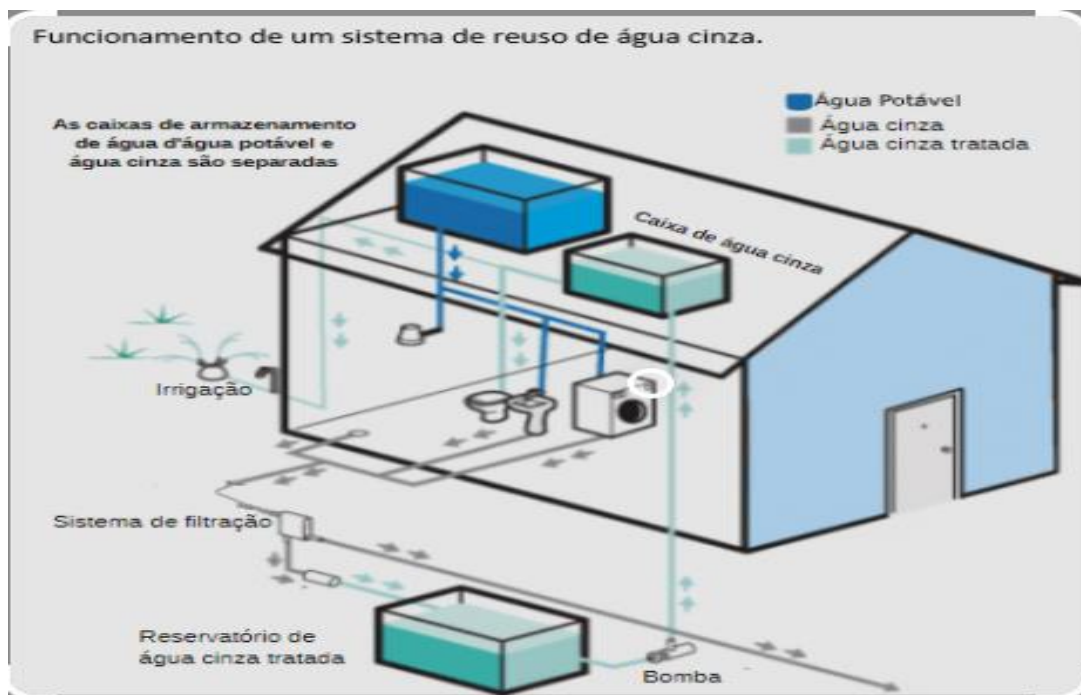
Fonte: <https://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/reusodeagua/reuso-de-agua-do-banho.htm>, acessado em 03/10/2021.

A implantação experimental feita nesta proposta de reúso foi efetuada em uma residência de dois pavimentos utilizando a água coletada no banheiro superior através do ralo do chuveiro e por gravidade chega até o reservatório localizado a uma certa altura do nível de planta da residência, onde pode ser feito o devido tratamento dessa água, com extravasor ligado à rede de esgoto e registros de esferas para manutenção e vazão, onde por gravidade essa água devidamente tratada pode ser conduzida ao vaso sanitário localizado no banheiro inferior da residência.

#### 4.2.4 Exemplo de reúso de água de banho na descarga de vaso sanitário com bombeamento automático e tratamento físico-químico da água

A implantação de reúso de água de banho na descarga de vaso sanitário que utiliza peças e equipamentos mais eficazes no processo, empregam tratamento físico-químico que melhoram os resultados da qualidade da água de reúso, mas exigem investimento maior e também podem ser utilizadas em outras classes de reúso conforme a norma ABNT NBR 13969:1997, aumentando também a economia futura.

Figura 9 – Proposta de reúso de água de banho na descarga de vaso sanitário com bombeamento automático.



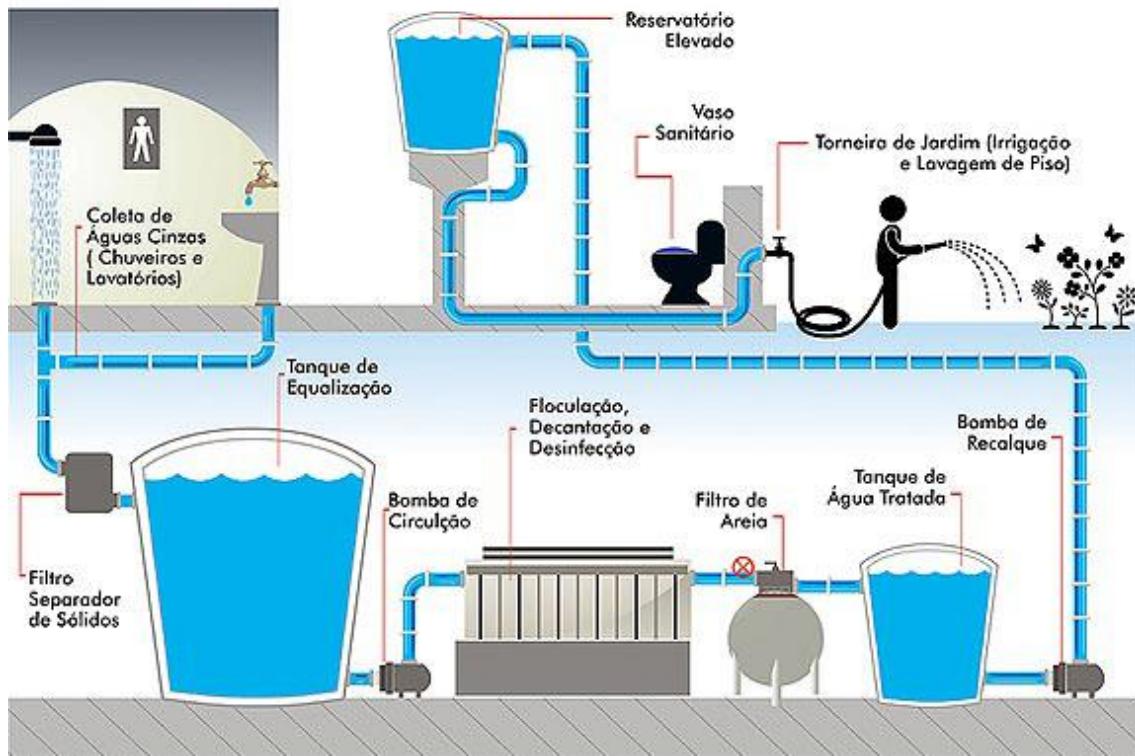
Fonte: <https://www.eosconsultores.com.br/agua-cinza-reutilizacao/>, acessado em 03/10/2021.

A FIGURA 10 representa a implantação de um processo de reúso com bombeamento automático, filtros, tanques de floculação, decantação e desinfecção e reservatório elevado.

FIGURA 10 – Proposta de reúso com tratamento físico-químico

# REÚSO DE ÁGUA CINZA

Veja como a água proveniente de chuveiro e lavatório pode ser reutilizada



Fonte: <https://www.universidadetrisul.com.br/sustentabilidade/reuso-de-aguas-cinzas-e-solucao-sustentavel-em-edificios> acessado junho de 2021.

Nesta proposta de implantação existem mais etapas no processo de tratamento físico-químico formando uma mini ETA (Estação de Tratamento de Água), mas podendo atingir uma qualidade melhor para a água de reúso.

As águas cinzas são provenientes do chuveiro e lavatório, coletadas e encaminhadas por tubulações diferenciadas da tubulação de água potável, passando inicialmente por um filtro separador de sólidos, em seguida por um tanque de equalização, depois bombeada automaticamente a um reservatório para floculação, decantação e desinfecção, passando na sequência por um filtro de areia e chegando ao reservatório subterrâneo já tratada. A água de reúso já tratada é elevada ao reservatório superior por bombeamento, sendo distribuída por tubulação diferenciada. As tubulações de água potável e de água de reúso são diferentes.

#### 4.2.5 Exemplo de Tratamento Moderno e Avançado no Reúso das Águas Cinzas

Como sugestão de implantação moderna e sofisticada para o reúso da água têm-se as inovações tecnológicas tais como aparelhos com característica de fornecer qualidade elevada da água de reúso e com design inovador. Uma dessas novidades é o Hydraloop da empresa holandesa Homônima.

Vencedor da categoria sustentabilidade da edição de 2020 da Consumer Electronics Show (CES), maior feira de tecnologia do mundo, o Hydraloop, desenvolvido pela start-up holandesa Homônima, não só promete facilitar o reaproveitamento da água doméstica como ainda garante uma redução de 50% na conta de água. O modelo H600, por exemplo, é ideal para famílias grandes e pequenas empresas. A miniunidade de reciclagem de água pode tratar até 1.000 litros de água por dia e é compatível com chuveiro, equipamentos de ar-condicionado, máquinas de lavar e banheiras. A empresa afirma que o aparelho permite cerca de 85% de reúso de água doméstica.

Figura 11– Proposta de Reúso mais moderno e Tratamento Avançado.



<https://www.ecycle.com.br/reciclagem-de-agua/>, acessado em 03/10/2021.

[https://youtu.be/TV0C\\_stRkoM](https://youtu.be/TV0C_stRkoM), acessado em 03/10/2021.

O aparelho tem mais ou menos o tamanho de uma geladeira e é conectado ao sistema de água doméstico. A água coletada é processada por um biorreator aeróbio e tratada com luz ultravioleta. Depois do tratamento, a água limpa fica armazenada na máquina e pode ser utilizada a qualquer momento. A descrição do produto no site da empresa indica baixo consumo de energia, sem filtros, sem produtos químicos, monitoramento online sobre desempenho da qualidade 24 horas por dia 7 dias por semana, aplicativo gerenciador para smartfone, autolimpeza, baixa manutenção.

O grande ponto negativo do aparelho é o custo elevado que vem com essa modernidade na área da sustentabilidade.

#### **4.2.6 Tabela de orçamentos para a aplicação das alternativas**

Para a descrição desses valores foi feita uma pesquisa eletrônica comercial de materiais, valores parciais para uma análise de execução em obra sem acrescentar a instalação com profissional qualificado, valores de acordo com o processo para a execução de cada alternativa, valores de medidas da tubulação de alimentação, de recalque e extravassores específico para as alternativas, bomba de recalque para uma vazão de  $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  e um período de oito (8) horas por dia, o diâmetro utilizado será de  $D_r = 60 \text{ mm}$ , para os reservatórios de passagem da água para tratamento e reservatório elevados de água produzida de reúso será considerado valores de reservatórios comerciais disponíveis para aplicação, utilizando reservatórios de capacidade de 310L, Filtros, registros e sensores para a aplicação no sistema de reúso.

Para a alternativa 4.2.2 será considerado para o cálculo de orçamento 6m de tubulação de 22mm, caixa sifonada, bomba manual de sucção para transferir líquidos, reservatório 310L, kit acessórios reservatório com registro esfera 25mm, clorador e filtro.

Para a alternativa 4.2.3 será considerado para o cálculo de orçamento 6m de tubulação de 22mm, caixa sifonada, reservatório 310L, kit acessórios reservatório com registro esfera 25mm, clorador e filtro.

Para a alternativa 4.2.4 será considerado para o cálculo de orçamento 6m de tubulação de 22mm, 6m tubulação 60mm, caixa sifonada, reservatório 310L, kit acessórios reservatório com registro esfera 25mm e de 60mm, bomba e filtro.

Para a alternativa 4.2.5 será apenas o valor estimado de pesquisa online do produto cotado para a nossa moeda.

Tabela 5 – Tabela de orçamento.

Alternativa	Tubulação	Bomba	Reservatório	Filtro	Registros e Acesos.	Sensor	Total
4.2.2	R\$ 48,00	R\$ 50,00	R\$ 250,00	R\$ 100,00	R\$ 280		R\$ 728,00
4.2.3	R\$ 48,00		R\$ 250,00	R\$ 100,00	R\$ 280		R\$ 678,00
4.2.4	R\$ 240,00	R\$ 1.500,00	R\$ 250,00	R\$ 700,00	R\$ 520	R\$ 200	R\$ 5.570,00
4.2.5	Valor	produto	Hydraloop				R\$ 22.120,00

Fonte: O Autor (2021).

Valores para uma base de reflexão em possibilidades de reúso das águas cinzas, alternativas possíveis de aplicação em projeto e instalação em obra, viáveis conforme a necessidade, o bolso e a consciência de sustentabilidade para aplicação das alternativas; e também um investimento para garantir uma menor retirada desse recurso tão precioso da natureza, procurando investir para o futuro das próximas gerações.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo do presente trabalho foi promover e incentivar a busca de alternativas que possam contribuir para combater a escassez de água no mundo e ajudar a minimizar a degradação desse recurso natural importantíssimo para a vida terrestre.

Dessa maneira, pode-se notar que já existem várias alternativas para ajudar nesse processo de sustentabilidade, mesmo algumas experimentais, e que também há um movimento em prol do assunto, para que medidas legais possam ser implementadas e normas específicas possam ser elaboradas para a temática do reúso de água.

Destaca-se que apesar de existirem diferentes alternativas de implementação do reúso de águas residências, algumas tem um custo elevado para se implementar. Além disso é importante que sejam elaboradas normas para o sistema de reúso da água para que os profissionais no Brasil possam criar projetos específicos de implantação.

Foi também possível identificar que essas maneiras de reúso e reciclagem além de promover a consciência ambiental, pode trazer muitos outros benefícios como:

- Redução da demanda da água potável.
- Redução na geração de esgoto;
- Economia na fatura de água;
- Evita a poluição das águas;
- Reciclagem de nutrientes;
- Ajuda no crescimento de plantas (caso não tenha resíduos de cloro e alvejante);
- Estimula o uso racional da água potável.

Espera-se ainda contribuir com a literatura acadêmica sobre a temática reúso da água, para que ainda em nossa geração possa-se ver uma conscientização gradual da nossa sociedade na pratica de alternativas de reúso, conservação e reciclagem da nossa água.

## REFERÊNCIAS

ARARAQUARA, **Lei Complementar n. 865** de 28 de maio de 2015. Cria o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva, institui a sua obrigatoriedade nos imóveis localizados no município e dá outras providências.

ARAÚJO, R.M. **Avaliação Econômica do Reuso da Água da Lavanderia na Descarga do Vaso Sanitário em uma Residência**. 2011. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR13969:1997**: Tanques sépticos: Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final de Efluentes Líquidos: Projeto, Construção e Operação. Rio de Janeiro, 1997, 60pg.

BRASIL, Agência Nacional de Águas (ANA). Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP). Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP). **Manual de Conservação e Reuso da água em Edificações**. 152 páginas. São Paulo, 2005.

BRASIL, Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: Brasília, 2017(relatório pleno). 129pag

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA E CONSTRUÇÃO (CBIC). **35 milhões de brasileiros não têm acesso à água potável no país**. Brasília, 2021 pg. única Disponível em: <https://cbic.org.br/35-milhoes-de-brasileiros-nao-tem-acesso-a-agua-potavel-no-pais/> > Acesso em: 13 de abril de 2021.

CASTILHO, C.P.; OLIVEIRA, L.H. (2018) **Avaliação durante operação de sistemas de água não potável em edifícios residenciais**. Ambiente Construído, v. 18, n. 1, p. 409-421. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/s1678-86212018000100229>> Acesso em: 14 de março de 2021.

CUNHA, Ananda Helena Nunes. **O reúso de água no brasil**: a importância da reutilização de água no país. 2010. 50 pg. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Gama Filho, Brasília, 2010. Disponível em: <https://www.bibliotecaagqptea.org.br/administracao/educacao/livros/REUSO%20ODA%20AGUA%20NO%20BRASIL.pdf> > Acesso em: 14 de maio de 2021.

INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA(IBGE), Agencia IBGE notícias, sala de imprensa, Estatística econômica, **Em 2017, o Brasil**

consumia **6,3 litros d'água para cada R\$ 1 gerado pela economia**. Disponível em [:https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27607-em-2017-o-brasil-consumia-6-3-litros-d-agua-para-cada-r-1-gerado-pela-economia](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27607-em-2017-o-brasil-consumia-6-3-litros-d-agua-para-cada-r-1-gerado-pela-economia). Acesso em: 27 de setembro de 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2010. 184 p.

MAGRI, Maria Elisa et. al... **REÚSO DE ÁGUAS CINZA TRATADAS EM DESCARGA DE VASO SANITÁRIO E REGA DE JARDIM**. In: SIMPÓSIO LUSOBRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2008, Belém. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belém.:, 2008. p. 1 - 10. Disponível em: <http://www.gesad.ufsc.br/download/MAGRI,%20M.%20E.%20et%20al%202007.pdf>  
Acesso em: 05 Novembro 2021.

METCALF & EDDY, INC. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse**. 4th edition. McGraw-Hill, Inc., New York, 2003.

MOURA, P. G. et. Tal. Água de Reúso: Uma Alternativa Sustentável para o Brasil, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, vol.25, n.6, p. 791-808, nov./dez. 2020. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522020000600791](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522020000600791) > Acesso em 15 de Maio de 2021.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Consumo de água no mundo**, 2009, pg. única. Editora Abril – Brasil Escola 2009. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/consumo-agua-no-mundo.h>.> Acesso em 13 de abril de 2021.

PETERS, Madelon Rebelo et al. **POTENCIALIDADE DE REÚSO RESIDENCIAL UTILIZANDO FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA**. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 8., 2006, Fortaleza. p. 35043. Disponível em: <http://www.gesad.ufsc.br/download/Peters%20et%20al.%20%20VIII%20Sibesa.pdf> . Acesso em: 5 Novembro de 2021.

SÃO CARLOS, **Lei n. 17729** de 10 de fevereiro de 2016. Cria o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva e institui a sua obrigatoriedade nos imóveis localizados no município e dá outras providências.