

UNIEVANGÉLICA – CAMPUS CERES

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VICTOR PHELYP MONTEIRO

**O REUSO DE ÁGUAS CINZAS: UMA REVISÃO DE LITERATURAS SOBRE A
VIABILIDADE ECOLÓGICA NOS CONTEXTOS DE AGRICULTURA,
RESIDÊNCIAS E INDÚSTRIAS**

PUBLICAÇÃO N°:

**CERES / GO
2020**

VICTOR PHELYP MONTEIRO

**O REUSO DE ÁGUAS CINZAS: UMA REVISÃO DE LITERATURAS SOBRE A
VIABILIDADE ECOLÓGICA NOS CONTEXTOS DE AGRICULTURA,
RESIDÊNCIAS E INDÚSTRIAS**

PUBLICAÇÃO Nº:

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

ORIENTADOR: JANAÍNE MONICA DE OLIVEIRA SOUSA

CERES / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

MONTEIRO, VICTOR PHELYP

O reuso de águas cinzas: uma revisão de literaturas sobre a viabilidade ecológica nos contextos de agricultura, residências e indústrias [2020]

xi, 19 P, 297 mm (ENC/UNIEVANGÉLICA Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - Unievangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Águas cinzas | 2. Reuso |
| 3. Viabilidade ecológica | 4. Revisão de literatura |
| I. ENC/UNI | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MONTEIRO, V. P. O reuso de águas cinzas: uma revisão de literaturas sobre a viabilidade ecológica nos contextos de agricultura, residências e indústrias. 2020. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso – (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Unievangélica campus Ceres, Ceres, 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Victor Phelyp Monteiro

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: O reuso de águas cinzas: uma revisão de literaturas sobre a viabilidade ecológica nos contextos de agricultura, residências e indústrias

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Victor Phelyp Monteiro

CEP 76310-000

Rialma/Goiás – Brasil.

VICTOR PHELYP MONTEIRO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.

APROVADO POR:

JANANE MONICA DE OLIVEIRA SOUSA, Mestre
Docente do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA Campus Ceres-GO
(ORIENTADOR)

RODRIGO PORTILHO DE FARIA, Mestre
Docente do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA Campus Ceres-GO
(EXAMINADOR INTERNO)

VITOR MAGALINI ZAGO DE SOUZA, Mestre
(EXAMINADOR EXTERNO)

DATA: CERES/GO, 22 de junho de 2020.

O REUSO DE ÁGUAS CINZAS: UMA REVISÃO DE LITERATURAS SOBRE A VIABILIDADE ECOLÓGICA NOS CONTEXTOS DE AGRICULTURA, RESIDÊNCIAS E INDÚSTRIAS

MONTEIRO, Victor Phelyp¹
SOUZA, Janaíne Monica de Oliveira²

RESUMO

O presente artigo que foi elaborado em formato de revisão de literatura, buscou apresentar algumas reflexões sobre a reutilização de águas cinzas em três contextos: agricultura, residências e na indústria. Considera-se águas cinzas as águas já utilizadas pelo ser humano, mas que, contudo, não há a presença de coliformes fecais. Este tipo de água pode ser usado em inúmeras atividades e práticas, requerendo tratamento simples e facilitado. É nítido que na atualidade os debates acerca da água, alguns aspectos relacionados com escassez, pouca efetividade na distribuição, falta de tratamento e descarte correto de efluentes domésticos, tem ganhado força devido a gravidade da questão no que refere a danos ambientais. Por isso, a reutilização tem sido apontada por muitos pesquisadores de várias áreas como Engenharia Civil, como uma forma de economizar água e se atentar para questões ambientais e ecológicas tão expressadas na atualidade. Através do levantamento bibliográfico que viabilizou as reflexões apontadas no texto, foi possível compreender que as águas cinzas quando utilizadas de maneira adequada observando parâmetros e diretrizes de reuso, têm um grande potencial para minimizar impactos ecológicos. A reutilização sistematizada de águas cinzas já se tornou uma realidade presente em muitos países de primeiro mundo como é o caso do Japão. No Brasil, a agricultura e os meios industriais já as empregam para mitigar gastos bem como ter uma solução para os baixos índices de oferta de recursos hidrográficos em determinadas regiões como o árido e semiárido no Nordeste. Acredita que o país precisa investir em formas de estimular o reuso, visto que além da economia relacionada ao consumo de água, contribui-se para minimização de impactos relacionados ao uso sem consciência e despreocupado dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Água Cinza; Reutilização; Viabilidade Ecológica.

1 Discente do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA *Campus* Ceres-GO, e-mail: victorphelyp1997@hotmail.com

2 Mestre em pela UniEVANGÉLICA. Docente do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA *Campus* Ceres-GO, e-mail: janaine.professora@gmail.com

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	06
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	07
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	07
3.1 A ÁGUA: IMPOTÊNCIA PARA A VIDA.....	07
3.2 O REUSO DE ÁGUA CINZA.....	09
3.3 REUSO DE ÁGUA CINZA NA AGRICULTURA.....	11
3.4 REUSO DE ÁGUA CINZA EM RESIDÊNCIAS.....	13
3.5 REUSO DE ÁGUA CINZA EM MEIOS INDUUSTRIAIS.....	15
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
4. REFERÊNCIAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, um período marcado pelos avanços tecnológicos ocorridos nos mais diversificados setores, áreas e campos do saber humano, assuntos como melhorias no que se refere a responsabilidade ambiental aplicadas por meios de tecnologias são constantemente divulgadas pelos veículos de comunicação. A utilização de águas pluviais e ainda o reuso de efluentes como água cinza têm sido tema para o desenvolvimento de recursos e metodologias com finalidade de economizar água potável. Assim, questões relacionadas a preservação ambiental promovida por estes avanços em campos como a Engenharia Civil têm ganhado muita notoriedade. Os trabalhos dos pesquisadores Pereira, Meireles e Santos (2017) e Barbosa (2019), têm enfatizado que a viabilidade ecológica é um ponto notório no que se refere ao reuso de águas cinzas em vários contextos, dos quais o presente estudo aborda três.

Neste sentido, há nos meios acadêmicos bem como em empresas de pesquisas uma considerável gama de estudos que trazem a temática do reuso e do tratamento de águas cinzas como objeto de investigação, propondo medida que denote uma necessidade de além de ser tecnologicamente viável, favoreça a conscientização ecológica e a preservação dos ecossistemas que são deliberadamente afetado devido a degradação dos corpos hídricos.

Por se tratar de um recurso natural essencial para toda a vida existente no planeta, e evitar o esgotamento dos recursos hídricos, reutilizar a água é de fundamental importância para o meio ambiente, e ecologicamente viável reutilizar de forma eficiente para não ter desperdícios, contribuindo ecologicamente e também financeiramente, visto que Silva e Santana (2014), apontam índices de economia com práticas de reuso em residências que aderira, a sistema com esta finalidade.

Conforme o artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, o reuso de água consiste no reaproveitamento de determinada água que já serviu para o desenvolvimento de uma atividade humana. Nesta direção, Barbosa (2019), cita o caso do Japão, no qual a água proveniente de banhos, máquinas de lavar roupa, e lavatórios de banheiros, vão para reservatórios para serem reutilizadas em vasos sanitários de hotéis, hospitais, clínicas, etc.

De acordo Roque e Ferreira (2004) as chamadas águas cinzas, são aquelas águas que não entram em contato com as fezes e urina. Podendo também ser utilizada em irrigações paisagísticas e gramados sem oferecer nenhum problema de saúde ambiental. Preservar um espaço para área verde, como gramados ou plantas, em uma residência pode melhorar a qualidade de vida da população da região, deixando o ambiente mais fresco e agradável, melhorando a qualidade do ar e do solo, evitando inundações e deslizamentos, além de promover uma bela paisagem. Porém acaba que o proprietário não opte por preservar um jardim por gerar certos trabalhos para manter bem cuidado, principalmente com a irrigação (TELLES, COSTA, 2016).

Segundo Figueredo (et al., 2019), a irrigação de jardim por exemplo veio por muito tempo sendo executada de forma manual, podendo ser feita em excesso, contribuindo para o desperdício de água, deixando ainda de empregar águas que mesmo não sendo potáveis, são passíveis de serem usadas denotando a viabilidade ecológica

As pesquisas que primam pelo desenvolvimento tecnológico associada a procura por equipamentos e sistema que conferem confortabilidade e seguridade das populações que almeja o reaproveitamento de águas para diversos fins, veio ao longo das últimas três décadas segundo Telles e Costa (2016), viabilizando formas para que a construções de caráter habitacional (residências), apresentem sistemas de reuso eficientes para colaborar com medidas ecologicamente viáveis, bem como proporcionando economia de recursos financeiros.

É bem reconhecível na esteira da sustentabilidade que a demanda de mercado por produtos e serviços ecologicamente eficientes estimula esforços de inovação e desenvolvimento de soluções para minimizar os impactos ambientais gerados pelas atividades produtivas de bens de consumo e serviços. Visto a importância imensurável da água, o presente trabalho também firma sua justificativa no aspecto de que tal recurso natural merece atenção das mais variadas ramificações da Ciência para que de tal forma se possa apoiar sua relevância através de pesquisas e estudos preocupados com a temática.

No intuito de contribuir com debates acerca da questão ambiental tão pungente na atualidade, a presente pesquisa realizada por meio de revisão de literatura, buscou de maneira reflexiva, oferecer uma visão de caráter teórico sobre o reuso de águas cinzas em contextos que sua aplicação apresenta viabilidade ecológica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de estudo em moldes de revisão de literatura, assim, o levantamento bibliográfico se constituiu como o método de pesquisa para a construção de conhecimento da temática relacionada a aplicação de metodologias doméstica e de automação para reutilização de águas cinza, pois, através dele, se tornará possível o desenvolvimento do referencial teórico do trabalho proposto, além de viabilizar reflexões e considerações sobre o assunto. O material consultado para a produção textual que se configurou como uma revisão de literatura foi livros, revistas, artigos e periódicos específicos das relacionadas, além de pesquisas virtuais feitas em outras mídias como a internet.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico, buscou-se apresentar dados coletados com a revisão e o levantamento bibliográfico comentando, refletindo e propondo discussões elucidativas sobre o tema abordado. Assim, optou-se por dividi-lo em cinco subtópicos. No primeiro, apresenta-se algumas reflexões sobre a relevância da água para a vida no Planeta Terra. Já no segundo, aborda-se a questão do reuso de águas, definindo conceitos e apresentando argumentos e dados sobre sua viabilidade ecológica e ambiental. Em sequência, nos três últimos subtópicos que se seguem são expressadas informações sobre o reuso de águas cinzas nos contextos da agricultura, residências e industrial, procurando demonstrar dados e informações de pesquisas que denote a viabilidades em casa contexto ou situação.

3.1 A ÁGUA: IMPOTÊNCIA PARA A VIDA

De maneira sintetizada pode-se definir a água como um mineral líquido constituído por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, e que se encontra polimerizada com moléculas unidas por pontes de hidrogênio. Na perspectiva de SPERLING (2005), o conceito de qualidade de água é bem mais amplo do que a simples caracterização da água pela fórmula molecular H₂O. A qualidade da água sempre será um resultado proveniente tanto de fatores naturais, como

da atuação humana. Em linhas gerais, pode-se afirmar que a qualidade de uma determinada água é a função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Segundo Benetti e Bidone (2000), o uso mais nobre da água se manifesta nas atividades do ser humano: a manutenção da vida (água para beber), higiene pessoal e das habitações, combate a incêndios etc. Para o saneamento que pretende atender a coletividade é necessário que haja processos de captação de água bruta (*in natura*), adução, tratamento, armazenamento e distribuição.

De acordo com Vivacqua (2005), o percentual total de água doce distribuída no Planeta é mal distribuído e até logisticamente não muito bem localizado no que diz respeito ao posicionamento e a acessibilidade para as populações mundiais. Assim, o autor menciona que 68,90 % de total água doce disponível na Terra se encontra na forma sólida, em coberturas de neves, isto é, em geleiras ou encostas congeladas permanentemente. Neste mesmo sentido, 29,90 % corresponde a água doce presente no lençol freático como é possível de ser visualizado na figura 1, abaixo disposta.

Figura 1 – Percentuais dos tipos de águas existente no Planeta Terra



Fonte: VIVACQUA (2005).

É nesse sentido que estudos sobre a qualidade de água se apresentam muito importante e bem inerente para a sociedade geral, visto o valor que esta tem para as formas de vida existentes no Planeta (TAUK, 2009). A água doce se constitui como sendo um elemento essencial para o abastecimento do consumo das populações humanas e ao desenvolvimento de suas atividades industriais e agrícolas e é de importância vital para os ecossistemas. (TUNDISI, TUNDISI, 2008).

Atualmente, é bem visível o patamar no qual se encontra os embates no bojo correspondente aos dramas do desgaste contemporâneo do meio ambiente. Assuntos como mudanças climáticas, aquecimento global, poluição em suas várias formas e vertentes, valorização e preservação dos recursos naturais, entre outros tem recebido muita atenção e divulgação nos meios de comunicação. Estudos cujo escopo traz abordagens elucidativas acerca das interações entre o homem e o meio natural têm sido cada vez mais necessários, tanto para o espaço acadêmico e escolar como para sociedade de modo geral, pois assim, fica explicitado o valor da ciência em serviço do bem comum (TELLES, COSTA, 2016).

A água é um recurso ambiental essencial para a vida e o meio ambiente, sendo que a degradação deste recurso afeta, direta ou indiretamente, a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Nesta perspectiva, faz-se necessário lembrar que a água doce, devido sua escassez e contaminação cada vez mais crescente constituem um elemento essencial para o suprimento

das necessidades humanas e ao desenvolvimento de suas produções alimentícias e industriais, sendo de fundamental importância para a manutenção da vida em geral presentes nos ecossistemas. (TUNDISI, TUNDISI, 2008).

Questões como distribuição, escassez e qualidade da água potável, estão sempre na pauta de debates de ambientalistas e pesquisadores da área. Assim, em meio uma considerável gama de problemas inerentes ao meio ambiente, os embates relacionados à água própria para o consumo é sem dúvida algo que merece atenção tanto da comunidade científica como de toda sociedade, uma vez que além de ser a responsável pelo surgimento e a manutenção da vida no Planeta Terra, a água é responsável por inúmeras atividades, tendo com isso manifestado valores e significações nos aspectos culturais, econômicos e sociais (VIVACQUA, 2005).

3.2 O REUSO DE ÁGUA CINZA

No campo da Engenharia Sanitária, o estudo das águas, assume uma papel de destaque visto que com o fornecimento de água através das práticas de saneamento, tem-se ainda a problemática dos tratamento desta substância após seu uso, uma vez que se não tratada ou quando seu descarte não é feito de maneira correta, é possível originar graves problemas de ordem ambiental bem como problemas de saúde para as comunidades humanas. Isto devido ao fato que águas residuárias tem grande potencial de ser um canal de veiculação de doenças tanto para os seres humanos quanto para a fauna e a flora (SILVA, SANTANA, 2014).

Questões como escassez, baixo nível de potabilidade e falta de tratamento da água servida as populações em todo do mundo, têm se destacado no meio dos debates acadêmicos e no âmbito das políticas públicas de saneamento. Assim, o tratamento e a reutilização de efluentes domésticos vem sendo apontada como solução ou minimização dos impactos ambientais (FIORI, FERNANDES, PIZZO, 2006).

De acordo com Rêbello (2011), a terminologia efluente doméstica é utilizada para designar águas que após dada a utilização pelo ser humano, tem suas características naturais modificadas devido a variadas ações e usos, podendo ser classificados genericamente em dois tipos básicos: águas negras e águas cinzas. Em linhas gerais, segundo este pesquisador, águas negras são águas residuárias originadas a partir da utilização de vaso sanitário, devido a isto, em muitas regiões desprovidas de redes de esgotos, existem as denominadas fossas negras. Já as denominadas águas cinzas são aquelas não contaminadas com detritos humanos contendo a presença de coliformes fecais, dentre outros agentes contaminantes com potencialidade de gerar doenças e desencadear processos de desequilíbrios e degradação em ecossistemas.

Há inúmeras atitudes, ações e práticas eficientes para evitar os desgastes dos recursos hídricos de uma região, sobretudo em localidades urbanas nas quais tais recursos têm sido degradados devido à falta de legislações eficiente ou a sobrecarga populacional. Deste modo, uma das principais atitudes em prol da economia de água é efetivar a aplicação de alternativas de tratamento e usabilidade para as águas com qualidades mais baixas. Isto é, promover meios para o reaproveitamento de águas cinzas para atender necessidades de uso menos restritivas, viabilizando com isso economia do ponto de vista financeiro e em especial, uma maneira de minimizar impactos ecológicos, como é o caso do gasto de água potável para fins nos quais podem ser empregado água não potável sem oferecer nenhum risco biológico para as populações, destacando sua valorização ecológica e ambiental (BAZZARELLA, 2005, LEAL, 2003).

Segundo Leal (2013), a reutilização de água é um processo pelo qual a água tratada ou não tratada, é reutilizada para o mesmo fim ou para outros fins. Fazer com que água servida de lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar louça e roupa e da cozinha seja direcionada para uma redistribuição para descargas, rega de jardins, lavagem de piso e tantas outras atividades que podem ser feitas sem necessitar de água potável são denominadas de água cinza. No entanto, segundo Macêdo (2007), para reutilização de água é necessário que a contaminação gerada na etapa anterior, ou seja, no seu uso anterior, não interfira no uso posterior.

De acordo com Rapoport (2004), no Brasil, antes da chegada do século XXI, havia uma denotado preconceito com o reuso de águas, fato que foi sendo minimizado devido as experiências bem sucedidas de outros países que investiram em políticas de saneamento que abrangiam a utilização de águas residuárias como alternativa para minimizar e evitar impactos relativos aos recursos hídricos.

Sobre este aspecto, é relevante observar as considerações de Mota (et al., 2007), que asseguram que:

A rejeição da população a essa prática, por desconhecimento de que é possível utilizá-la com segurança, ou devido a resistências de natureza cultural; riscos de contaminação ambiental; riscos de transmissão de doenças aos trabalhadores, manipuladores e consumidores de produtos gerados a partir de águas de reuso; possibilidade de alterações nas características do solo, como por exemplo, salinização, como consequência do reuso em irrigação; possíveis danos às culturas, devido à presença de alguns compostos nas águas de reuso usadas em irrigação (MOTA, et al., 2007, p. 25).

Aos poucos, como se pode observar na perspectiva dos autores apresentados acima, foi-se culturalmente aceitando que quando devida e adequadamente tratadas, as águas residuárias podem ser empregadas no consumo não potável para cumprir diversas finalidades, como irrigação de gramados, jardins e na produção de alimentos vegetais, limpeza de calçadas, pátios e descarga de vasos sanitários, levando em alta consideração que sua utilização não oferece riscos à saúde de seus usuários.

No que se refere ao reuso de água cinza, é relevante, mesmo que de maneira breve, apontar definições acerca deste tipo de água residuária, para assim entender sua potencialidade e usabilidade ecológica. Para Sperling (2005), considera-se como água cinza, aquele aflente doméstico, geralmente originado pela utilização de sabão ou de outros produtos saponáceos comumente empregados na assepsia e na higiene corporal, bem como aqueles empregados na lavagem roupas e utensílios ou na limpeza de modo geral.

No entanto, Bazzarella (2005), salienta que a real composição de uma água residuária apontada como cinza em relação a sua qualidade, depende de aspectos como a localização da residência, nível de ocupação habitacional, faixa etária, estilo de vida, classe social, assim como aspectos culturais dos moradores das residências onde a água cinza é produzida. Há ainda outros fatores que também têm relação com as características apresentada por uma água consideravelmente cinza sendo eles a qualidade da água fornecida ou coletada e o tipo de rede de distribuição, tanto no que se refere à água de abastecimento quanto da água de reutilizada.

A sociedade vivencia um momento histórico no qual praticamente todos as pessoas têm notícias a urgência da questão ambiental. A falta de água e as falhas de saneamento são temas que serviram de alerta para as populações se atentarem para a responsabilidade ecológica mundial. Ações simples como aproveitar a água da chuva que escoam de calhas e telhados ou até mesmo reutilizar águas coletadas durante enxague de máquinas de lavar roupa para regar hortas e jardins e lavar casa e calçadas, têm sido feito a muito tempo em inúmeras casas no Brasil de maneira doméstica, direta e básica, como alternativa para reduzir os gastos com a

conta de água. Porém, mesmo em uma escala pequena, atitudes desta natureza têm força para minimizar os problemas de ordem sanitária e de saneamento (TELLES, COSTA, 2016).

No mesmo sentido, devido a fatores como uma maior divulgação da responsabilidade de ter atitudes voltadas à sustentabilidade, Santa'Ana e Medeiros (2017), assinalam que no transcorrer dos últimos vinte anos, teve-se uma clara elevação nos índices que dizem respeito à procura e à oferta de sistemas e equipamentos hidráulicos aplicados para facilitarem o processo de aproveitamento de águas pluviais, assim com a reutilização de águas cinzas para suprir a demanda de água em variadas situações de usos que não careça potabilidade elevado, requerendo apenas níveis seguros do ponto de biológico.

No caso brasileiro, segundo De Paula e Fernandes (2018), a divulgação e a ampla comercialização de sistemas de aproveitamento de águas de origem pluviais e para a reutilização de águas cinzas, foi iniciada nos primeiros anos do Século XXI. Para estes autores, mesmo ainda haja estudos que divergem sobre a efetiva viabilidade financeira da implementação de tais sistemas, visto que não há grande incentivos por parte da esfera pública para abaixar custos, é nítido que sua utilização minimiza muitos problemas relacionado a uma postura mais consciente com a sustentabilidade.

3.3 REUSO DE ÁGUA CINZA NA AGRICULTURA

Através de um levantamento bibliográfico sistemático, Barbosa (2019), pôde constatar que reutilização de águas residuais para fins de irrigação no âmbito da agricultura, veio se expandindo consideravelmente em todo o Globo Terrestre, em especial, nas regiões em que geograficamente há predominância de climas áridos e semiáridos. Em níveis de exemplos da produção de agricultura irrigada que emprega águas residuais, a autora menciona o Estado de Israel. Devido à falta de água doce em quantidades eficientes para lidar com as demandas de saneamento, o cultivo de vegetais com utilização de águas cinzas foi decisiva para melhorar os índices produtivos do país situado no Oriente Médio. Deste modo, experiências como a de Israel, tem sido desenvolvida, abrangida e incentivada por meio de políticas que valorizam do reuso para fins agrícolas.

No Brasil, a água cinza reutilizada tem ganhado espaço amplo no que tange sua aplicação na agricultura. Nesta direção, Almeida (2010) uso consuntivo do setor agrícola é de aproximadamente 70% do total. Portanto, essa demanda significativa, associada a escassez de recursos hídricos aponta para a inferência de que as atividades agrícolas devem ser avaliadas como as mais importantes no que se relaciona ao reuso de efluentes tratados, visto que tem demonstrado um desempenho exitoso no que se refere a empregar a reutilização na água cinza no intuito de evitar o uso de águas potáveis, economizando quantitativamente e podendo deixá-la para fins que requer maiores índices de potabilidade.

Houve paulatinos avanços legais no Brasil neste sentido. A legislação mais destaca é a Resolução N° 54, de 2005, publicada pelo CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos). Esta normativa válida em todos os estados que compõe a União, estabelece critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água no Brasil. Sobre a lei, Barbosa (2019), afirma que esta foi um marco nas leis de saneamento no país, visto que incentivou e normatizou a reutilização de águas cinzas na produção de produtos vegetais, primando por determinar diretrizes de segurança biológica da água.

Antes da existência da lei, o reuso de águas cinzas assim como outros tipos de águas residuais não era controlado ou fiscalizado por órgãos competentes, neste caso pode-se citar o Conselho Nacional de Águas e Meio Ambiente e o próprio Conselho Nacional de Recursos Hídricos. A partir da promulgação da resolução, aspectos como o tratamento de efluentes

passou a ser cobrado como uma das condições para que determinados tipos de resíduos possam ser aplicados na produção agrícola (SANDRI, MATSURA, TESTEZLAF, 2007; GUIDOLIN, 2010).

Os pesquisadores Monte e Albuquerque (2010), asseguram que para aplicação na agricultura, o tratamento do efluente se torna altamente aconselhável, sobretudo para a cultura de hortaliças e leguminosas, plantas frutíferas e forrageiras produzidas para a alimentação de animais. Esta ação tem a finalidade basilar de impedir a contaminação por meio da cadeia alimentar. Dentre as principais vantagens do ponto de vista da Ecologia neste caso decorre do fato de que o uso de efluentes tratados na agricultura propicia possibilidades novas de utilização de fertilizantes menos tóxicos e menos poluentes que os produzidos industrialmente. Os subprodutos com lodos entre outros materiais orgânicos são empregados com suprimento com potencialidade de fertilização comprovada.

Muitas pesquisas com o objetivo de promover análises da efetividade do reuso de águas cinzas na agricultura irrigada na região Nordeste do Brasil tem demonstrado que sistema de reaproveitamento tem apresentado vantagens significativas que justificam sua utilização como atesta Schaer (2012). Este autor, relata que a experiência advinda de outros países, fizeram que o Nordeste Brasileiro se tornasse um ponto referencial no tratamento de efluentes com finalidade de aplicação na agricultura tanto em pequena quanto em grande escala, contribuindo exponencialmente para a economia de água potável.

A respeito das experiências bem sucedidas no reagia Nordeste, Bastos (et al., 2015), ressalta que devido se tratar de regiões nas quais a escassez de água é uma realidade constante, no caso dos métodos de irrigação que reutilizam água cinza, o sistema de irrigação por gotejamento é uma das opções mais recomendáveis, levando em consideração que com ele se tem uma redução do desperdício de água e não há um contato direto da água com as folhas e hortaliças, minorando os riscos de contaminação.

Segundo Barbosa (2019), do ponto de vista da viabilidade ecológica com foco nas regionalidades, os sistemas de reuso planejados e desenvolvidos de maneira eficiente e aplicados para fins de irrigação agrícola, proporcionam uma série de vantagens ambientais que se manifestam diretamente nas condições de saúde das populações presentes e próximas, sendo os principais:

- Coíbe a descarte indevido de esgotos em corpos hídricos;
- Resguarda recursos minerais subterrâneos, especialmente em localidades nas quais a utilização constantemente despreocupada de aquíferos acarreta na intrusão de cunha salina ou subsidência de terrenos o que por sua vez influencia negativamente a qualidade da água;
- Colabora para a conservação do solo, pois propicia o intenso acúmulo de “húmus”, aumentando a resistência dos terrenos com relação a erosão;
- Coopera, especialmente em zonas em processo de desenvolvimento, para a ampliação da produção de alimentos tanto vegetais quanto animais, maximizando desta maneira os aspectos diretamente ligados à saúde, qualidade de vida as condições sociais de comunidades participantes de práticas de reutilização.

Através das breves reflexões acima apresentadas e com base ainda e autores como Teles e Costa (2016), fica a mostra que a utilização de águas cinzas para irrigação agrícola tem enfatizado ser uma metodologia eficiente, ao passo que garante abastecimento de água e que alguns casos seria a única possibilidade de ser ter este recurso poupando investimentos maiores, também tem comprovado sua validade no que se refere a viabilidade ecológica e ambiental, pois minimiza a necessidade de utilizar águas potáveis em situações que a água cinza é uma alternativa aceitável.

Buscando atestar a viabilidade ecológica do reuso de águas residuais, sobretudo as águas cinzas no campo da produção vegetal, ou seja, para fins de agricultura irrigada, Dantas e Sales (2009), assinalam que tal prática consta como a atividade na qual mais se observa este tipo de

viabilidade. Isto decorre do fato de que além de estar economizando os recursos hídricos de uma dada região, por vezes o reuso é uma saída para os déficits hidrológicos, permitindo a geração de alimentos vegetais com enfoque sustentável.

Para estes autores, é bem destacável que a reutilização de águas cinzas quando é destinada a provimento de sistemas de irrigação decisivamente colabora para a resolução de um dos maiores e principais desafios enfrentados pelos gestores sanitários das metrópoles, que se trata da escoagem dos resíduos líquidos domésticos, cujos índices volumétricos vão sendo ampliados constante e consideravelmente devido ao aumento do contingente populacional.

Empregar as águas cinzas de uma região para fins de agricultura irrigada é uma forma rápida de obter vantagens ecológicas não puramente por economizar águas potáveis e resguardar a capacidade dos corpos hídricos de cada região, mas também por ser um meio de minimizar possibilidades de contaminação. Portanto, deve se levar em alta consideração que carga de efluentes geradas tanto nos ambientes rurais e urbanos se configura por ser amplamente poluidora, mas que se tratada poderá ser convertida em um viável recurso ecológico ambientalmente seguro, caso seja observada uma política criteriosa de reutilização de efluentes no âmbito da agricultura irrigada (SCHAER-BARBOSA; SANTOS; MEDEIROS, 2014).

Ante estas considerações, é nítido que este tipo de prática, isto é, o reuso de águas cinza na agricultura apresenta uma tangível viabilidade ecológica e ambiental que se manifesta basicamente por duas vias: economia de águas potáveis dos corpos hídricos ou coletadas em poços artesianos e o emprego sustentável de águas residuárias que se não tratada ou destinadas/descartadas de maneira eficiente podem gerar uma cadeia de danos e transtornos ambientais, inclusive para a saúde humanas, assim como para a fauna e a flora. Doravante, é válido inferir que ainda há uma carência de políticas públicas para estimular seu uso, bem como programas educacionais para conscientizar produtores e a população em geral sobre a relevância ecológica do reuso destas águas.

3.4 REUSO DE ÁGUA CINZA EM RESIDÊNCIAS

Muitos fatores são relacionados ao interesse de pessoas no que se refere à reutilização de águas cinzas em ambientes construídos para fins residenciais. Segundo Teles e Costa (2017), questões como busca por economia e preocupação com o uso consciente dos recursos hídricos primando por poupar o Planeta de desequilíbrio ambientais, têm feito com que as populações se apercebem da necessidade de reutilização de água. Por isso, segundo Barreto (2008), a partir da chegada da primeira década do Século XXI, no Brasil os sistemas de reuso de água passaram ganhar visibilidade no âmbito comercial para atender residências, o que outrora era puramente direcionado aos meios industriais.

Segundo De Paula (2014), em linhas gerais, a reutilização de água cinza significa, por exemplo, que em uma edificação de caráter habitacional, faz-se com que água servida de lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar louça e roupa e da cozinha dentre outros usos nos quais não há a contaminação com coliformes fecais, seja destinada a ser submetida a um tratamento apropriado. Após ser tratada a água é redistribuída para suprir a necessidade em descargas sanitárias, irrigação de jardins, limpeza da edificação, além de tantas outras ações que carecem de água, mas que, no entanto, podem ser realizadas substituindo a água potável pela água cinza.

Para Braga (2009), devido a necessidade do reaproveitamento para suprir as demandas hídricas das populações associando ao fato de que a partir da década de 1980 houve uma maior

conscientização da questão ambiental, o reuso de águas cinzas em residências expandiu significativamente em todos os continentes. Contudo, há países como o Japão por já empregarem o reuso a mais tempo, possuem avanços mais evidentes em relação a países menos desenvolvidos. Segundo o autor, as pesquisas mais avançadas sobre o reuso de água cinza neste país asiático começar a ter destaque a partir da década de 1960. Por isso, na atualidade o Japão, além de ser uma referência nos estudos desta área, também são exportadores de tecnologias com tal finalidade.

Sobre o caso do Japão, Santa'Ana e Medeiros (2017), promovendo uma reflexão acerca da reutilização de água cinza em grandes áreas daquele país, atestam que devido ao desenvolvimento econômico acelerado associado a centralização da população em áreas urbanizadas, a questão da demanda de água nas metrópoles tem ressaltado a confiabilidade do sistema para suprimento de água, apontado para a pungente necessidade de desenvolver novas fontes abastecimento e suprimento de água com custos econômicos e ambientais suaves. Assim, no Japão a reutilização de águas residuárias, sobretudo águas cinzas têm sido instalado na maioria das cidades objetivando primordialmente mitigar as situações de recuperação do consumo de água, oferecendo um exemplo a ser seguido por muitos países que passam por problemas relacionados a escassez e as dificuldades na distribuição de recursos hídricos.

No caso do Brasil, Figueredo (et al., 2019), ressalta que mesmo havendo muitos equipamentos e sistemas disponibilizados nos mercados especializados, a aplicação de reutilização de água em residências ainda é bem inexpressiva com relação a outros tipos de edificações, como nos meios industriais e agrícolas. Segundo estes pesquisadores a maior parte dos consumidores, mesmo aqueles conscienciosos da questão ambiental e da necessidade de resguardar a segurança hídrica das regiões, são por vezes, desestimulados devido aos preços e custos necessários para a elaboração e instalação dos sistemas. Deste modo, a maioria de residências que fazem a reutilização são de caráter condominial, pois, os sistemas aplicados neste tipo de habitações acabam por apresentarem custos menos elevados, também podendo serem divididos em prestações nas dispensas pagas mensalmente pelos condôminos.

Contudo, estes atores apontam que a tendência no caso do Brasil é que haja uma maior aceitação, bem como uma maior popularização do reuso de águas cinzas em ambientes residenciais em maior escala e em habitações não condominiais nas próximas décadas. Para eles os estudos e pesquisas realizadas nos últimos 10 anos têm demonstrando trabalhos que buscam desenvolver meios alternativos de coletar, tratar e redistribuir águas cinzas geradas nas habitações, buscando conjugar economia e viabilidade ecológica.

Muitos pesquisadores Mascaró (2014) e Mendonça e Seabra (2014) ao trabalharem em estudos destinados a atestarem a viabilidade ecológica do reuso de águas cinzas em edificações residenciais, apontam que a existência de sistemas para esta finalidade em habitações já são por si só uma forma de ter a viabilidade ecológica e ambiental postas a mostra. Uma vez que a implementação de sistemas para reuso em ambientes domésticos demonstram preocupação e consideração como a importância de poupar água, de maneira associada, tem-se uma conscientização para como a necessidade de economizar água potável, além de empregar águas cinzas de maneira sustentável, minimizando os índices de escoagem nas redes coletoras de águas residuárias.

Segundo Fasola (et al., 2011), em residências localizadas nos centros urbanos, em especial nas metrópoles brasileiras, as habitações que dispõem de sistemas para reutilização de águas cinzas, contribuem paulatinamente para que não hajam sobrecarga das redes e dos sistemas de tratamento sanitário. Para este autor, as residências que possuem estes sistemas têm

exercido o papel de mobilizadoras e estimuladoras, promovendo uma conscientização da importância de economizar águas potáveis.

Analisando condomínios nos quais se têm sistemas pra reutilização deste tipo de resíduo líquido, Pozzebon (2013), asseguram que a viabilidade ecológica neste caso está ancorada no fato de que se tem uma economia de água potável de até 45% em detrimento de locais que não dispõem destes sistemas. Este aspecto é decorrente do fato de que as águas cinzas empregadas substituem o uso em situações nas quais estas águas surtem os mesmos efeitos, sem nenhum prejuízo ambiental/ecológico para os ecossistemas e para a saúde das populações humanas de modo geral.

Para este pesquisador, economizar águas com atestada potabilidade é uma maneira de justificar a viabilidade ecológica do reuso. De acordo com ele, em condomínios, o reuso de águas cinzas é aplicado em maior instância nos seguintes casos:

- Irrigação de campos, gramados e limpeza de quadras esportivas;
- irrigação paisagística;
- Torres de resfriamento e sistemas de ar condicionado;
- Limpeza de parques internos e áreas comuns;
- Descarga de vasos sanitários;
- Lavagem de veículos;
- Reserva de incêndio;
- Recreação;
- Construção civil (compactação do solo, controle de poeira, lavagem de agregados, produção de concreto);
- Limpeza de dutos e tubulações;
- Sistemas decorativos tais como espelhos d'água, chafarizes, fontes luminosos.

Todos estes usos, que outrora eram abastecidos com água potável, podem ser abastecidos com águas cinzas quando se obedece aos requisitos de usabilidade técnicas. Deste modo, a redução de consumo, bem como de descarte em redes coletoras, enfatiza a viabilidade da reutilização em caráter doméstico/residencial. Para melhorar ainda mais as taxas de casas ou condomínios com sistemas de reuso, espera-se que haja investimentos em forma de políticas de incentivo, pois o uso significativo nas metrópoles representa uma dinâmica e expressiva redução dos impactos ecológicos.

3.5 REUSO DE ÁGUA CINZA EM MEIOS INDUSTRIAIS

Um dos principais fatores de avaliação da qualidade de vida de uma população é a qualidade dos serviços de saneamento básico. Em regiões com a presença de fábricas, indústrias e usinas de variados portes e tipos de produção Diariamente, na maioria das vezes de forma indevida, os efluentes são lançados no solo, rios, córregos podendo contaminar o lençol freático. Este tipo de lançamento indevido é uma das principais fontes poluidoras dos cursos hídricos, especialmente em grandes centros urbanos nos quais rios e córregos na maior parte dos casos ficam próximos a regiões industriais (MEIRELLES, 2014).

Com a falta de planejamento estratégico urbano para saneamento básico em muitas cidades que contam com distritos industriais, levando em conta a necessidade crescente da população de esgotamento sanitário adequado, é necessário buscar alternativas ecologicamente

viáveis para realizar o tratamento desses efluentes, visando minimizar os possíveis impactos ambientais que a atuação deste tipo de organização acarreta. Porém, devido ao forte movimento em prol da responsabilidade ambiental, as empresas industriais no Brasil e no mundo de modo geral, tem passado por um reposicionamento em muitas de suas práticas. A reutilização de água cinza nos circuitos produtivos tem sido muito comum nos últimos 20 anos (ODPPES, R. J.; MICHALOVICZ, D. T.; BILOTTA, 2018).

Existem variadas tecnologias empregadas para o reuso em caráter industrial. Em zonas urbanas e rurais onde há a atividade industrial sem esgotamento sanitário, uma das alternativas viáveis é o sistema de tratamento de esgoto do tipo *UASB* (*Anaerobic Sludge Blanket Reactor*) com filtro biológico, sendo um sistema muito simples, viável, fácil instalação, comumente pesquisado, eficiente e com grande uso em todo o mundo.

Mesmo havendo regras, leis e normas para o descarte de efluentes industriais, até na atualidade é possível se deparar com situações nas quais há poluição de corpos hídricos devido resíduos despejados indevidamente. Este cenário contribui direta e indiretamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica como parasitoses intestinais e diarreias, as quais são responsáveis pela elevação da taxa de mortalidade infantil. Por isso, empresas conscientes, buscam investir no tratamento e no reuso de águas cinzas.

Segundo Baum (2011), a utilização da água pelas indústrias é muito significativa e potencialmente causadora de impacto, sendo parte vital do processo produtivo: lavagem de máquinas e logradouros, tubulações, pisos, maquinários, sistemas de resfriamento, águas utilizadas no processo industrial ou incorporadas aos produtos na linha de produção e também esgoto sanitário dos funcionários da indústria. Sem levar em consideração a água que é evaporada, e as águas que se contaminam após passar pela linha de produção, assim originando os efluentes líquidos industriais. Portanto, a reutilização é considerada uma forma efetiva das empresas evitarem danos ambientais, além de que em muitos casos, há viabilidade econômica associada, visto que existem empresas que economizam centenas de metros cúbicos através do reuso planejado.

Como as indústrias na maioria das vezes, usam diversos produtos químicos diariamente, a disseminação de efluentes industriais no meio ambiente sem tratamento prévio, pode acarretar em sérios danos ambientais podendo resultar proliferação de contaminações, vetores e doenças. Assim é de fundamental importância a proteção da saúde pública realizando o tratamento correto dos efluentes industriais. Visando eliminar microrganismos patogênicos, substâncias que exercem ação deletéria, morte da fauna aquática, escurecimento das águas, maus odores, eutrofização entre outros problemas na qual a empresa terá que ter custos altos para implantação de programas para corrigir seu impacto. O reuso pelas indústrias é uma questão de saúde coletiva, bem como uma questão de responsabilidade ambiental e ecológica (CAVALCANTI, 2009).

Segundo Hertz (et al., 2014), além da utilização industrial da água, esta também é utilizada para fins sanitários, sendo gerados os esgotos que na maior parte das vezes são tratados internamente pela indústria, separados em tratamentos específicos ou tratados até conjuntamente nas etapas biológicas dos tratamentos de efluentes industriais. As águas residuárias, neste caso os esgotos sanitários, contêm excrementos humanos líquidos e sólidos, produtos diversos de limpeza, resíduos alimentícios, produtos desinfetantes e pesticidas.

Os aspectos importantes na seleção de sistemas de tratamento de águas cinzas em ambientes industriais são: eficiência, confiabilidade, disposição do lodo, requisitos de área, impactos ambientais, custos de operação, custos de implantação, sustentabilidade e simplicidade. Cada sistema deve ser analisado individualmente, adotando-se a melhor alternativa técnica e econômica. Entretanto, é notável que o reuso por si só, já consta como algo que revela a viabilidade ecológica desta prática (MORELLI, 2005).

Os meios industriais dos mais variados países do terceiro mundo que se depararam com crises ecológicas, como no caso do Brasil, devido a força de leis, decretos e resoluções, passaram no limiar do Século XXI, a dar maior atenção para as questões referentes as responsabilidades ambientais relacionadas aos circuitos produtivos. A viabilidade ecológica das ações de caráter ambiental das organizações industriais, começaram a fazer parte das preocupações das industriais. O reuso de águas cinzas nas indústrias, de acordo com Carneiro (2007) e Braga (et al., 2010), é tido como altamente viável de vários pontos. No caso da perspectiva ecológica o reuso se justifica pela economia de águas potáveis e pelo reconhecimento do setor industrial para com a emergencial questão da necessidade de preservar os corpos hídricos.

As atividades industriais têm sido ao longo da História, após as revoluções tecnológicas, consideradas como altamente poluentes, trazendo vários agravos e danos de ordens ambientais. A viabilidade ecológica de ações voltadas para economizar o uso de água nas atividades industriais é bem notável de acordo com Chernicharo (et al., 2006) e Coscarelli (2010), precisando de ser mais debatida nas esferas públicas.

Nesta mesma direção, Silva (2010), lembra que é importante se ter em mente que em situações nas quais uma determinada indústria de qualquer seguimento e ramo investe em práticas de reutilização da água, ela acaba por estar deixando mais água potável disponível para o abastecimento público, fazendo que o reuso seja fonte de viabilidade ecológica de duas formas simultânea.

Além de economizar e poupar águas para o abastecimento domiciliar, as indústrias que disponibilizam de sistemas de reuso de águas cinzas, promovem a viabilidade ecológica devido a fatores como a autora:

- Visível redução do lançamento de efluentes industriais em cursos d'água, evitando contaminação por resíduos químicos, possibilitando melhorar a qualidade das águas interiores das regiões mais industrializadas e contribuindo com a valorização e o respeito à vida selvagem;
- Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada nas regiões de instalação industrial;
- Ampliação da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público, hospitalar, etc.

O pesquisador Coscarelli (2010), concorda com Silva (2010), ao apontar que isso acaba por proporcionar o surgimento redes colaborativas que podem gerar inúmeros benefícios ecológicos, além de trazer benefícios do ponto de vista social, pois as pessoas para terem qualidade de vida eficiente dependem do equilíbrio e da conservação dos recursos ecológicos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um recurso mineral indispensável para existência e sobrevivência da vida no Planeta Terra. Contudo, devido ao fato de que a água doce representa um percentual bem pequeno de toda água disponível, poupar este recurso, tem se tornado uma exigência na atualidade marcada por inúmeros problemas de ordem ambiental e ecológica. Como solução simples para problemas relacionados a escassez e baixos níveis em reservatórios para abastecimento público em estações de estiagem ou em regiões em que a pouca disponibilidade

hídrica é uma realidade constante, a reutilização de água residuais tem se mostrado como uma saída eficiente.

O presente trabalho empreendido em moldes de uma revisão bibliográfica, buscou apontar reflexões que denotem a viabilidade ecológica da reutilização de água em três contextos: agrícola, residencial e industrial. Em todos os casos abordado no estudo, ficou evidente que a reutilização de águas cinzas se demonstra como ecologicamente viável. Em todos os casos há parâmetros a serem seguidos para garantir que a reutilização seja realizada sem riscos à saúde, reafirmando ainda mais suas vantagens.

No que se refere a agricultura irrigada no Brasil o setor tem se demonstrando nos últimos anos estar sendo favorável a reutilização, sendo entendida como uma forma de aumentar a produtividade com águas que antes eram apenas descartadas. Regiões como o Nordeste tem se valido da experiência exitosa do Estado de Israel. Além de economizar águas potáveis, o reuso viabiliza melhorias produtivas e a utilização de recurso que poderia ser descartado sem aproveitar seu potencial ecológico.

O reuso residencial de águas cinza, ainda não é amplo no Brasil quanto em outros países, a exemplo do Japão, como foi mencionado. Porém, muitos condomínios têm investido em equipamentos e metodologias para reaproveitamento de águas cinzas geradas em suas dependências. O resultado da implementação em alguns casos se reflete tanto nos aspectos ecológicos com a diminuição do uso de água potável quanto no que se refere aos impactos ambientais, pois com o reuso se minora o volume de água escoado pelas redes coletoras de esgoto.

Já no caso das organizações empresariais de caráter industrial no país, o reaproveitamento tem ganhado mais espaço, sendo que muitas empresas empregam diferentes tipos de tratamento de efluentes originados de suas operações para reutilizar, o que acaba por representar a economia de centenas de metros cúbicos de água por dia. Assim, a pesquisa explicitou os principais aspectos que apontam para a viabilidade ecológica/ambiental do reuso de águas em três situações ou contextos, através das considerações e ponderações de autores e pesquisadores que abordaram o tema ou que desenvolveram estudos e experiências neste sentido.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

BARBOSA, M. T. **Sistemas de reuso de águas cinzas domésticas para agricultura familiar: o caso de comunidades rurais do estado do Ceará**. 2019. 184 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) –Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019.

BARRETO, D. Perfil do consumo residencial e usos finais de água. **Revista Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 23-40, 2008.

BASTOS, R. G.; et al. Eficiência de estação de tratamento de esgoto doméstico visando o reuso agrícola. **Revista Ambiental Água**, v. 10, n. 3, p.23-45, 2015.

BAUM, D. Reúso de água na indústria química - estudo de caso de uma unidade produtiva de nitrocelulose. 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação – (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BENETTI, A; BIDONE, F. **O meio ambiente e os recursos hídricos**. In: TUCCI, C. E. M (org). Hidrologia: ciência e *aplicação*. Editora da Universidade Federal do Rio Grande de Sul, Porto Alegre: 2000.

BRAGA, Benedito. et al. **Introdução à engenharia ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: PRENTICE HALL, 2010.

CARNEIRO, C. S. F. **O ciclo urbano da água: Uma abordagem Pedagógica**. 2007. 165f. Dissertação (Mestrado em Física e Química para o Ensino) – Faculdade de Educação, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real-Portugal, 2007.

CAVALCANTI, J. E. W. A. Manual de tratamento de águas residuais industriais. São Paulo: Editora Técnica Ltda, 2009.

CHERNICHARO, C. A. et al. Tratamento de esgotos e produção de efluentes adequados a diversas modalidades de reúso da água. In: FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (Coord.). Tratamento e utilização de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: ABEAS, 2006.

SCHAER-BARBOSA, M., SANTOS, M. E. P, MEDEIROS, Y. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. 17, n. 2 n p. 17-32, 2014.

COSCARELLI, Antônio P. F. Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis em uma atividade industrial: estudo de caso de uma edificação a ser construída, Rio de Janeiro, RJ. 2010. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

DANTAS, D. L., SALES, A. W. C. Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reuso da água. **RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.3, n. 3, p.04-19, 2009.

DE PAULA, H. M., FERNANDES, C. D. Otimização do tratamento de água cinza a partir do uso combinado de coagulantes químicos. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23 n.5 p. 951-961, 2018.

DE PAULA, H. M. **Uso de Suspensões Preparadas com Sementes de Moringa Oleifera Associada a Coagulantes Químicos no Tratamento da Água Residuária de Usinas de Concreto**. 2014. 187 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

FASOLA, G. B. et al. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p.65-78, 2011.

FIGUEREDO, I. C. S., et al. Águas cinzas em domicílios rurais: separação na fonte, tratamento e caracterização. **Revista DAE**, v. 67, n. 220, p. 141-156, 2019.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p.19-30, 2006.

GUIDOLIN, J. C. **Reuso de efluentes**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2010.

HENTZ, P., et al. Reutilização de águas residuárias. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 3164 – 3171, 2014.

LEAL, B. L. **Viabilidade de reúso de águas cinza, estudo de caso em condomínio vertical em Cuiabá-MT**. 2013. 79 f. Dissertação – (Mestrado em Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

MASCARÓ, J. L. **Sustentabilidade em urbanizações de pequeno porte**. São Paulo,: Masquatro Ediora, 2014.

MEIRELLES, Matheus Huguenin, **Reuso de água cinza para fins não potáveis**. Engenharia Civil com Ênfase em Meio Ambiente. Além Paraíba, 2014.

MONTE, H. M.; ALBUQUERQUE, A. **Reutilização de Águas Residuárias**. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos e Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2010.

MOTA, S. et. al. Reúso de águas: conceitos; importâncias; tipos. In: _____ . (Org). **Reúso de águas em irrigação e piscicultura**. Fortaleza, 2007.

MORELLI, E. B. **Reúso de água na lavagem de veículos**. 2005. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ODPPES, R. J.; MICHALOVICZ, D. T.; BILOTTA, P. Reúso de água em indústria de fabricação de estruturas em concreto: uma estratégia de gestão ambiental. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 14, n. 34, p. 82-100, out./dez. 2018.

PEREIRA, C. C.; MEIRELES, G. C. S.; SANTOS, R. B. Sistema de Irrigação Automatizado utilizando Arduino Uno. Mostra Nacional de Robótica (MNR) – Instituto Federal da Bahia – Campus Simão Filho, 2017.

POZZEBON, P. H. B. **Viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento das águas de chuva e cinzas para consumo não potável na cidade de Santa Maria/RS**. 2013. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

RAPOPORT, B. **Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reúso domiciliar e condominial**. 2004. 85 f. Dissertação – (Mestrado em Saúde Pública) -

Instituto de Informação Científica e Tecnológica em Saúde ICICT, Fundação Oswaldo, Rio de Janeiro, 2004.

RÊBELO, M. P. S. **Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas.** 2011. 115 f. Dissertação – (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

SANT’ANA, D. R., MEDEIROS, L. B. P. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas em Edificações no Distrito Federal relatório final:** Padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção. Brasília: Editora da UnB, 2017.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 17-29, 2007.

SEABRA, G.; MENDONÇA, I. Educação Ambiental: responsabilidade para conservação da sociobiodiversidade. João Pessoa: UFPE Editora, 2016.

SCHAER, M. B. **A percepção de agricultores familiares e formuladores de políticas: o reúso da água no semiárido baiano.** 2012. 285 f. Tese (Doutorado em Administração), Faculdade de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2005.

SILVA, M. A., SANTANA, C. G. Reuso de água: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. **Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, v.2, n. 1, p. 1-14, 2014.

SILVA, V. A. R. **Reúso de água em indústria de autopeças.** 2010.167 f. Dissertação – (Mestrado em Engenharia Civil e Sanitária) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

TAUK, S. M. **Análise ambiental: Uma visão multidisciplinar.** São Paulo: UNESP, 2009.

TUNDISI, J.G; TUNDISI, T.M. **Limniologia.** Oficina de Textos. São Paulo: 2008.

TELLES, D. D., COSTA, R. P. **Reúso da água: conceitos teoria e prática.** 4 ed. Blucher: São Paulo, 2016.

VIVACQUA, M. C. R. **Qualidade da água do escoamento superficial urbano.** 2005. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.