



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANA BEATRIZ BATISTA DE ALMEIDA

**O REÚSO DE ÁGUAS CINZAS NA AGRICULTURA FAMILIAR: BENEFÍCIOS,
DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

FORTALEZA

2024

ANA BEATRIZ BATISTA DE ALMEIDA

O REÚSO DE ÁGUAS CINZAS NA AGRICULTURA FAMILIAR: BENEFÍCIOS,
DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos à obtenção do título de mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A444r Almeida, Ana Beatriz Batista de.
O reúso de águas cinzas na agricultura familiar : Benefícios, desafios e perspectivas no semiárido nordestino / Ana Beatriz Batista de Almeida. – 2024.
81 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva.
1. Semiárido nordestino. 2. Reúso de água cinza. 3. Percepção social. 4. Agricultura familiar. 5. Políticas públicas. I. Título.

CDD 627

ANA BEATRIZ BATISTA DE ALMEIDA

O REÚSO DE ÁGUAS CINZAS NA AGRICULTURA FAMILIAR: BENEFÍCIOS,
DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil (Recursos Hídricos). Área de concentração: Recursos Hídricos.

Aprovada em 28/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Marisete Dantas Aquino (Examinadora Interna)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Maria Gorethe de Souza Lima Brito (Examinadora Externa)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

A Deus.

Aos meus pais, Isálida e Evandro (*in
memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos concedidas durante a realização deste trabalho.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva, pela acolhida, confiança e pelos ensinamentos que foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

À minha mãe, Isálida, minha eterna gratidão pelo amor, apoio incondicional e por ser minha principal incentivadora.

À Marina, por acreditar em mim e me motivar a seguir em frente.

Ao meu namorado Alleff, agradeço pela compreensão e por estar ao meu lado em todos os momentos.

Agradeço também à Laiane, Kelven, Maria Cecília e Maria Júlia pela acolhida em sua casa, me proporcionando um ambiente seguro e aconchegante durante meus estudos.

Aos professores do POSDEHA agradeço pelos ensinamentos e pela compreensão em relação à minha rotina.

À Yanka, minha amiga e companheira de jornada, agradeço pela amizade, incentivo e por compartilharmos juntos as alegrias e desafios deste processo.

Aos colegas do departamento, agradeço pelos momentos de descontração e pelas valiosas trocas de conhecimento.

À ONG CHAPADA, por acreditar no meu potencial e me proporcionar as condições necessárias para a realização desta pesquisa.

Agradeço também a Mikael e Hênio pela colaboração e apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Às professoras participantes da banca examinadora, Marisete Dantas Aquino e Maria Gorethe de Souza Lima Brito, pelas valiosas contribuições para melhoria do trabalho.

E por fim, agradeço aos agricultores que gentilmente aceitaram compartilhar seus conhecimentos e experiências, tornando esta pesquisa possível.

“Se há magia neste planeta, ela está contida na água.” (Eiseley, 1953, p. 45).

RESUMO

O Brasil é um dos países com importante reserva estratégica de recursos hídricos, contudo o semiárido nordestino é uma das regiões mais frágeis devido a irregularidade das precipitações no tempo e as altas taxas de evaporação que contribuem para o risco constante de escassez hídrica. Diante desse cenário, diversas ações têm sido consideradas para promover o acesso de água para o consumo humano e animal, e para a produção de alimentos. Um dos meios mais difundidos é o reúso agrícola planejado de água. Apesar dos benefícios do processo, a percepção social acerca do reúso é um fator determinante para a implantação e sucesso do processo. Neste contexto, o presente estudo busca analisar a percepção social do reúso de águas cinzas através da aplicação de questionários e entrevistas semiestruturadas, explorando as atitudes, preocupações e fatores que influenciam a aceitação ou rejeição dessa prática entre agricultores familiares, instituições e profissionais das áreas de recursos hídricos e saneamento. Os resultados indicam a necessidade de um esforço colaborativo para ampliar o reúso de água. Embora muitas famílias agricultoras já utilizem essa tecnologia, há uma carência de informações e capacitação para otimizar seu uso. Gestores públicos e profissionais, por sua vez, reconhecem a importância do reúso, mas ressaltam a necessidade de maior apoio político e financeiro. A colaboração entre agricultores e profissionais foi fundamental para difundir boas práticas e solucionar desafios comuns. A troca de conhecimentos e experiências entre eles fortaleceu a cultura de reúso nas comunidades. Para a implementação eficaz dos sistemas de reúso, é essencial oferecer incentivos financeiros, promover programas de educação ambiental e facilitar a articulação entre os atores envolvidos. Também se faz necessário realizar análises físico-químicas regulares, divulgar claramente os benefícios do reúso e investigar a percepção dos consumidores sobre produtos agrícolas irrigados com água reutilizada.

Palavras-chave: Semiárido nordestino; Reúso de água cinza; Percepção social; Agricultura familiar; Políticas públicas.

ABSTRACT

Brazil possesses significant strategic reserves of water resources. However, the Northeast semiarid region is particularly vulnerable due to irregular rainfall patterns and high evapotranspiration rates, leading to a constant risk of water scarcity. In this context, various actions have been considered to promote water access for human consumption, livestock, and food production. Planned agricultural water reuse is one of the most widespread methods. Despite its benefits, public perception of reuse is a determining factor for its implementation and success. This study aims to analyze the social perception of graywater reuse through the application of questionnaires and semi-structured interviews, exploring attitudes, concerns, and factors influencing the acceptance or rejection of this practice among family farmers, institutions, and professionals in the water resources and sanitation sectors. The results indicate the need for a collaborative effort to expand water reuse. Although many farming families already use this technology, there is a lack of information and training to optimize its use. Public managers and professionals recognize the importance of reuse but highlight the need for greater political and financial support. Collaboration between farmers and professionals has been fundamental in disseminating good practices and solving common problems. The exchange of knowledge and experiences among them has significantly strengthened the culture of reuse in communities. For the effective implementation of reuse systems, it is essential to offer financial incentives, implement environmental education programs, and facilitate coordination among the actors involved. Additionally, it is necessary to conduct regular physicochemical analyses, disseminate clear information about the benefits of reuse, and investigate consumer perception of agricultural products irrigated with reused water.

Keywords: Northeast semiarid; Greywater reuse; Social perception; Family farming; Public policies.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos níveis de tratamento de acordo com os fins.....	25
Quadro 2 – Escala de Likert.	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos municípios.	35
Figura 2 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.	39
Figura 3 – Sistema RAC instalado.	41
Figura 4 - Mapa de calor da dimensão infraestrutura.	42
Figura 5 – Mapa de calor da dimensão agricultura.	45
Figura 6 – Mapa de calor da dimensão meio ambiente.	47
Figura 7 – Mapa de calor da dimensão saúde e bem-estar.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de fertilizantes no solo com irrigação com água residuária.	27
Tabela 2 - Limites máximos recomendados de substâncias químicas para irrigação agrícola.	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS	Organização Mundial da Saúde
QMRA	<i>Quantitative Microbial Risk Assessment</i>
ISARP	Índice de Sustentabilidade Ambiental para Reúso em Piscicultura
IQARP	Índice de Qualidade de Água para Reúso em Piscicultura
MESMIS	<i>Méthode d'Evaluation Simplifiée Multicritère des Systèmes d'Assainissement</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
RAC	Reúso de Águas Cinzas
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Motivação do estudo	16
1.2	Hipótese do estudo	17
1.3	Objetivos.....	18
1.3.1	<i>Objetivo geral</i>	18
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	18
1.4	Estrutura e apresentação do estudo	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Conceito e fundamentos do reúso de água	20
2.2	Aspectos legais e institucionais sobre o reúso de água	21
2.3	Avaliação de riscos em reúso de água	23
2.4	Tecnologias de reúso de água	24
2.5	Reúso de água na agricultura	26
2.6	Reúso de águas cinzas.....	29
2.7	Percepção social do reúso de água	30
2.8	Escala Likert	32
3	METODOLOGIA	34
3.1	Visão panorâmica da área de estudo	34
3.2	Definição dos grupos amostrais.....	36
3.3	Método de pesquisa adotado	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	Famílias agricultoras.....	40
4.1.1	<i>Infraestrutura</i>	40

4.1.2	<i>Agricultura</i>	44
4.1.3	<i>Meio ambiente</i>	46
4.1.4	<i>Saúde e bem-estar</i>	48
4.2	Atores políticos e profissionais da área	51
4.2.1	<i>Escassez de água</i>	51
4.2.2	<i>Operação</i>	52
4.2.3	<i>Custos</i>	52
4.2.4	<i>Tratamento</i>	53
4.2.5	<i>Riscos à saúde</i>	54
4.2.6	<i>Produção de alimentos</i>	54
4.2.7	<i>Aceitabilidade pública</i>	55
4.2.8	<i>Saneamento básico rural</i>	56
4.2.9	<i>Ciclagem de nutrientes</i>	56
4.2.10	<i>Contaminação</i>	57
4.2.11	<i>Conservação de fontes de água</i>	58
4.2.12	<i>Legislação e fiscalização ambiental</i>	58
4.2.13	<i>Desafios</i>	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6	RECOMENDAÇÕES	62
	REFERÊNCIAS	63
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO AO GRUPO 1	79
	ANEXO B – ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO AO GRUPO 2	80

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação do estudo

O Brasil é um dos países com importante reserva estratégica de recursos hídricos, haja vista que 12 a 14% de toda água do planeta encontra-se distribuída em seu território. No entanto, mais da metade desse bem está localizado na bacia Amazônica, região de menor densidade demográfica do país. As demais regiões passam por algum tipo de restrição de consumo e conflitos por usos múltiplos desse recurso (Braga; Lima, 2014; Ceratti, 2018).

O semiárido nordestino é uma das regiões brasileiras mais frágeis devido a irregularidade das precipitações no tempo e as altas taxas de evaporação que contribuem para o risco constante de escassez hídrica. Neste contexto, a oferta e demanda pelo recurso não são compatíveis, impactando de forma mais acentuada o abastecimento da população e na economia da região (INSA, 2022).

Diante desse cenário, diversas ações têm sido consideradas para promover o acesso de água para o consumo humano e animal, e para a produção de alimentos. Isso exige implementação de tecnologias sociais destinadas às famílias rurais de baixa renda atingidas pela seca ou falta regular. Tal enfoque deve se apresentar como estratégia para convivência com a seca, atrelado a melhorias sociais além de serem consideradas importantes para o desenvolvimento sustentável regional (Schaer-Barbosa *et al.*, 2014; Sousa *et al.*, 2017).

Nessa perspectiva de viabilizar a região semiárida e possibilitar o bem viver no local, inúmeras tecnologias vêm sendo desenvolvidas, a exemplo das cisternas de placas, barragem subterrânea, cisterna calçadão e bioágua, utilizadas para consumo humano e fornecimento de água para produção de alimentos a partir da captação, armazenamento e reutilização da água das chuvas e de consumo (Souza *et al.*, 2016).

Um dos meios mais difundidos é o reúso agrícola planejado de água e tem se mostrado como uma excelente medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semiárido. Essa prática não apenas garante o abastecimento hídrico para as atividades agrícolas como também contribui para a fertilidade do solo, reduzindo a necessidade de fertilizantes convencionais e promovendo a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Souza; Leite, 2003; Lahlou *et al.*, 2021).

Segundo Santiago e Jalfim (2018) e Torres *et al.* (2019), a coleta e tratamento da água gerada nos processos domésticos possibilita a produção de alimentos, minimiza a

contaminação ambiental, contribui no aporte da ciclagem de nutrientes e conservação da água disponível para consumo.

Além disso, reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior, contribuindo para conservação dos recursos e agregando um aspecto econômico ao planejamento dos recursos hídricos (CETESB, 2022).

Apesar dos benefícios do processo, a percepção social acerca do reúso é um fator determinante para a implantação e sucesso do processo, uma vez que depende do nível de confiança da população nas instituições responsáveis pelo seu gerenciamento e a outras questões relacionadas à forma como os projetos são apresentados e percebidos pela sociedade, exigindo boa comunicação entre as partes (Baggett *et al.*, 2006; Saliba *et al.*, 2018).

Para Hespanhol (2008) e Silva *et al.* (2023), a percepção pública a respeito do reúso está relacionada ao grau de informação que tenham acesso, à confiança nos interlocutores aos quais estejam apresentando o projeto, à forma como se relacionam com os recursos hídricos disponíveis e à percepção sobre o problema da seca. Mudar essa percepção é fundamental para promover o reúso e exige ações de sensibilização eficientes.

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo analisar a percepção social do reúso de águas cinzas, investigando atitudes em relação a prática, as preocupações e os fatores que influenciam sua aceitação ou rejeição. Por meio de análise de dados, questionários e entrevistas com agricultores familiares, instituições e profissionais da área de recursos hídricos e saneamento buscou-se compreender como a percepção social impacta na adoção bem-sucedida do reúso agrícola.

Ao compreender a percepção social do reúso de águas cinzas, é possível fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de comunicação e conscientização, visando promover a adoção dessa prática na agricultura familiar. Além disso, essa pesquisa contribuirá para o avanço do conhecimento sobre o papel da percepção social na implementação de soluções sustentáveis de gestão hídrica na agricultura familiar, com potencial impacto positivo na segurança alimentar, conservação de recursos hídricos e resiliência das comunidades rurais.

1.2 Hipótese do estudo

A percepção positiva dos agricultores familiares em relação ao reúso de água na agricultura está relacionada a informações claras e acessíveis sobre os benefícios dessa prática, ao apoio técnico na implementação de tecnologias aplicadas e ao conhecimento sobre práticas sustentáveis de manejo da água. Além disso, a colaboração e a troca de conhecimentos entre

agricultores familiares e profissionais da área desempenham um papel fundamental na promoção da aceitação e adoção do reúso de água.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade e os impactos do reúso de águas cinza na agricultura familiar, considerando a perspectiva de diferentes atores e os aspectos técnicos, sociais e ambientais envolvidos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar a percepção dos agricultores familiares sobre os benefícios e os desafios do reúso de água;
- Identificar os fatores que influenciam a adesão dos agricultores ao sistema de reúso;
- Avaliar o papel dos gestores e técnicos na promoção e no apoio à implementação do sistema de reúso.

1.4 Estrutura e apresentação do estudo

O presente estudo adota uma estrutura de sete capítulos. O primeiro deles é a introdução, que delibera sobre questões gerais relacionadas às alternativas de convivência com o semiárido por meio do reúso agrícola. Nesse capítulo, são estabelecidas as hipóteses, delineados os objetivos gerais e específicos e encerra-se com uma apresentação da estrutura completa da dissertação.

O segundo capítulo concentra-se no referencial teórico, explorando as teorias e conceitos fundamentais que servem de base para o reúso de água, bem como os aspectos legais e institucionais associados a essa prática. Além disso, são enfatizadas as principais metodologias de avaliação de riscos, as tecnologias para tratamento difundidas, a aplicação do reúso na agricultura e percepção social relacionada ao tema.

O terceiro capítulo é dedicado à metodologia da dissertação. Ele inicia com a caracterização da área de estudo, seguida pela definição dos grupos amostrais e conclui com uma descrição minuciosa dos procedimentos adotados na elaboração do trabalho.

No quarto capítulo, são apresentados os resultados e discussões da pesquisa de maneira clara, usando gráficos e figuras. Esses resultados são interpretados à luz dos objetivos da pesquisa, e comparações são estabelecidas com estudos anteriores.

O quinto capítulo aborda as considerações finais com base nos resultados e analisa suas implicações práticas e teóricas.

No sexto capítulo, limitações do estudo são identificadas e são fornecidas recomendações para pesquisas futuras.

Por fim, o documento é encerrado com todas as fontes citadas na dissertação de acordo com o estilo de citação prescrito e inclui um apêndice com o modelo dos questionários aplicados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito e fundamentos do reúso de água

O reúso de águas é uma prática antiga que remonta à antiguidade, cujas civilizações utilizavam diversas formas de reaproveitar a água para atender suas necessidades (Shoushtarian; Negahban-Azar, 2020). Asano e Levine (1998) apresentam o início das discussões sobre o tema a partir de 3000 a.C., com as primeiras informações sobre reaproveitamento de esgotos. O estudo também abrange os avanços desde os estudos do médico sanitariano John Snow em 1854, que relacionou a veiculação de doenças à água, até a regulamentação do uso de esgotos na agricultura por volta de 1930. Atualmente, as pesquisas desenvolvem-se como uma resposta à má distribuição de água no planeta e à produção crescente de esgoto (Leite, 2003; Carvalho *et al.*, 2023).

O reúso de água é processo que consiste em utilizar água tratada ou água residual de uma fonte anterior para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Seu uso pode ser direto ou indireto, bem como resultado de ações planejadas ou não (Lavrador Filho, 1987). Existem várias classificações e tipos de reúso de água que podem variar de acordo com a qualidade da água tratada e o uso final pretendido. Essas classificações são necessárias para orientar a implementação do reúso e garantir que ele seja feito de maneira segura e adequada para cada finalidade (Rodrigues, 2005).

A NBR 13696:1997 (ABNT, 1997) define a água de reúso quanto à sua forma de aproveitamento direto ou indireto. O primeiro ocorre quando os efluentes, após tratamento, são encaminhados diretamente para o local do reúso de forma planejada, sem descarte no meio ambiente. O reúso indireto dá-se quando os efluentes são descarregados nos corpos superficiais ou subterrâneos para serem utilizados a jusante de forma planejada ou não e estão sujeitos às ações de depuração do corpo hídrico.

Westerhoff (1984) propõe uma classificação para o reúso de água, dividindo-o em potável e não potável. O reúso potável, por sua vez, pode ser direto ou indireto. Já o reúso não potável abrange uma gama mais ampla de aplicações, como agricultura, indústria, recreação e aquicultura. A Resolução nº 54/2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 2005) detalha e regulamenta o reúso direto não potável, estabelecendo categorias específicas para fins urbanos, agrícolas, florestais, ambientais, industriais e aquicultura, alinhando-se à classificação geral proposta por Westerhoff (1984).

No setor agrícola, o reúso não potável de água é realizado para irrigação de cultivos alimentícios, não comestíveis e dessedentação animal, além de, como subproduto, recarga do lençol subterrâneo (Brega Filho; Mancuso, 2003). Resolução CONAMA nº 503/2021 representa um avanço nesse cenário, ao regular especificamente o reúso de efluentes industriais em sistemas de fertirrigação, ampliando as possibilidades de utilização da água e contribuindo para a sustentabilidade do setor (Brasil, 2021).

O reúso não potável para fins industriais consiste na utilização de efluentes gerados internamente nas instalações com o objetivo de atender às demandas da própria indústria, como resfriamento de equipamentos, limpeza ou até mesmo como matéria-prima em processos produtivos. É fundamental garantir que o reúso não ofereça riscos de contaminação aos trabalhadores que manipulam a água ou em áreas restritas onde há contato humano. Os padrões de qualidade da água reutilizada devem ser adequados às necessidades específicas de cada processo industrial, minimizando os riscos à saúde humana e ao meio ambiente (Moura *et al.*, 2020).

No contexto recreativo, Brega Filho e Mancuso (2003) mencionam que o reúso não potável de água pode ser utilizado na irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais e outros espaços de lazer.

Os autores direcionam o reúso não potável no ambiente doméstico para descarga de sanitários, rega de jardins residenciais e limpeza de áreas externas.

Afirmam ainda que o reúso não potável na aquicultura iniciou como uma técnica complementar ao tratamento de esgotos, por meio do uso de aguapés, e estendeu-se a ideia para a utilização de peixes como meio de produção de proteínas.

O reúso para manutenção de vazões de cursos d'água tem o objetivo de fornecer uma dada vazão em determinado corpo hídrico para diminuir as cargas poluidoras recebidas e garantir a manutenção de vazões mínimas em épocas de estiagem (Soares *et al.*, 2023).

2.2 Aspectos legais e institucionais sobre o reúso de água

O reúso de água tem se tornado uma questão cada vez mais relevante no Brasil, considerando a necessidade de preservação dos recursos hídricos em um país marcado por desafios relacionados à disponibilidade e gestão da água. Nesse contexto, diversos aspectos legais e institucionais são importantes para promover e regulamentar essa prática de forma segura e eficiente.

A legislação relacionada ao reúso de água no Brasil é abrangente e envolve diferentes esferas governamentais. Além da Constituição Federal de 1988, que trata da proteção ao meio ambiente, da saúde pública e dos recursos naturais, existem leis específicas que regulamentam o uso da água e o tratamento de esgotos, com potencial para abranger o reúso.

A Lei Federal nº 9.433/97, conhecida como Lei das Águas, é um marco na gestão dos recursos hídricos no país. Ela estabelece os princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e prevê a possibilidade de reúso de água como uma alternativa para o uso racional e integrada dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Na mesma época, a Associação Brasileira de Normas Técnicas lançou a NBR 13.969/1997 (ABNT, 1997), a qual fornecia diretrizes para o desenvolvimento, construção e operação de unidades de tratamento adicionais aos tanques sépticos. Em seu documento, há um item específico que aborda o reúso local, abrangendo o planejamento do sistema de reúso e suas finalidades pretendidas. Essa norma representou um marco no Brasil, sendo o primeiro documento regulatório a abordar o tema do reúso de água de forma mais direta (Santos; Lima, 2022).

Outra legislação importante é a Lei Federal nº 11.445/07, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e menciona o reúso de água como uma das soluções para a gestão dos recursos hídricos e para a universalização dos serviços de saneamento (BRASIL, 2007).

E mais recentemente, a Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020), que altera a lei anterior, promoveu uma importante atualização no marco legal do saneamento básico no país. Ela foi sancionada com o objetivo de modernizar o setor, atrair investimentos privados e acelerar o processo de universalização dos serviços de água e esgoto. A lei também abordou de maneira proeminente a questão do reúso de água, conferindo-lhe destaque e importância no âmbito das medidas estabelecidas.

Além das leis federais, existem normas estaduais e municipais que também podem abordar o tema do reúso de água, tornando-se necessário harmonizar essas regulamentações para garantir a uniformidade de critérios e facilitar a implementação em todo o território nacional.

Em 2010, a Bahia tornou-se pioneira ao estabelecer os primeiros padrões legais de reúso de água para fins agrícolas no Brasil, baseando-se principalmente nas diretrizes estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde – OMS. Os demais estados, como Ceará, São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, só adotaram regulamentações legais sobre o tema a partir de 2017 (Santos *et al.*, 2020).

2.3 Avaliação de riscos em reúso de água

A escassez crescente de recursos hídricos é um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade no século XXI. A demanda por água potável aumenta à medida que a população mundial cresce e as atividades humanas se expandem. Nesse cenário, o reúso de água surge como uma estratégia promissora para mitigar os impactos da escassez e uma fonte alternativa de abastecimento de água (Voulvoulis, 2018; Yang *et al.*, 2023).

Associado a isso, esforços no intuito de salvaguardar a saúde pública vêm sendo empregados desde a década de 1960 para estabelecer condições e regulamentações fundamentais que viabilizem a utilização segura da água de reúso, haja vista os riscos ligados à possível exposição a patógenos biológicos, que incluem bactérias, helmintos, protozoários e vírus entéricos (Asano; Levine, 1996).

Dessa forma, antes de implementar qualquer sistema de reúso de água, é essencial realizar uma avaliação de riscos abrangente para garantir a segurança e a eficácia do processo. Portanto, o risco deve ser adequadamente avaliado e gerenciado, de forma a promover a transparência nas ações e informações, fornecendo embasamento para estabelecer uma relação positiva com o público e aumentar a aceitação dos projetos de reúso de água (Smith *et al.*, 2018).

Uma das principais responsabilidades dos estudos de avaliação de risco é fornecer aos tomadores de decisão subsídios claros e precisos para definir e implementar medidas de controle, visando minimizar os riscos ambientais a um nível aceitável. Essa informação é fundamental para o desenvolvimento de políticas eficazes de gerenciamento de riscos, permitindo a adoção de medidas preventivas e a redução dos impactos negativos sobre a sociedade e o meio ambiente (Nardocci, 2003; Rodrigues, 2005; Lima *et al.*, 2021).

Para a realização da avaliação de risco é necessário a identificação dos efeitos esperados na saúde, a avaliação da probabilidade de ocorrência desses efeitos que está relacionada com o tipo e intensidade da exposição ao fator de risco, a estimativa do número de casos afetados por esses efeitos, e, quando possível, a determinação da concentração aceitável do constituinte que pode levar ao risco de o perigo ocorrer (Monte; Albuquerque, 2010; Machado, 2019; Rebelo *et al.*, 2020).

Zhiteneva *et al.* (2020) afirmam que a abordagem mais abrangente para avaliação de risco do reúso de água seria a Avaliação de Risco Microbiológico Quantitativo (QMRA - *Quantitative Microbial Risk Assessment*), combinando dados empíricos e literários, estimativas

pontuais e funções de distribuição de probabilidade para estimar o risco final para a saúde humana decorrente de um conjunto de tratamentos em termos quantitativos.

Santos *et al.* (2011) apresentam um enfoque mais específico ao avaliarem a sustentabilidade ambiental do uso de esgoto doméstico tratado na piscicultura por meio do Índice de Sustentabilidade Ambiental para Reúso em Piscicultura (ISARP), do Índice de Qualidade de Água para Reúso em Piscicultura (IQARP) e do custo ambiental (entropia).

Barbosa *et al.* (2019) empregam o método MESMIS (Método Simplificado de Escalonamento Multicritério de Sistemas de Saneamento em francês *Méthode d'Evaluation Simplifiée Multicritère des Systèmes d'Assainissement*), para avaliação de agrossistemas familiares irrigados com águas de reúso a partir do uso de indicadores de sustentabilidade ambiental e socioeconômica.

2.4 Tecnologias de reúso de água

As tecnologias de reúso de água desempenham um papel importante na busca por uma gestão sustentável dos recursos hídricos, enfrentando os desafios crescentes de escassez de água em muitas partes do mundo. Essas tecnologias visam transformar águas residuais, previamente tratadas, em recursos valiosos para diversas aplicações, reduzindo a dependência de fontes de água potável e minimizando os impactos ambientais.

Para Costa e Telles (2016), a tecnologia do reúso pode ser entendida como uma abordagem que engloba desde a recirculação direta da água de enxágue de máquinas de lavar roupas, com ou sem tratamento, para descargas em banheiros, até a purificação avançada para usos como lavagem de veículos, irrigação de jardins ou aplicações mais específicas.

Existem inúmeros processos e operação unitárias empregadas em tecnologias de tratamento para águas de reúso e a sua seleção depende do uso a que se destina o efluente. Por exemplo, remover nitrogênio e fósforo dos efluentes domésticos previne a eutrofização, mas deve ser controlado quando sua reutilização requer nutrientes, como em atividades agrícolas, paisagismo ou jardinagem. Nesse sentido, a escolha entre diferentes estratégias de tratamento requer tecnologias adequadas para cada tipo de reúso uma vez que resultam na produção de efluentes com características específicas e concentrações variadas (Moruzzi, 2008). O Quadro 1 apresenta um compilado de informações apresentado por Culp *et al.* (1980) citado por Mancuso (2003) e Richard (1998) que relacionam os diversos níveis de tratamento para reúso com seus respectivos fins empregados.

Quadro 1 – Classificação dos níveis de tratamento de acordo com os fins.

Nível	Descrição	Finalidade
1	Tratamento primário	Rega de forragens, fibras têxteis, sementes, pomares e vinhedos
2	Lodos ativados convencionais e desinfecção	Rega de pastagens para gado leiteiro e de corte, campos de golfe, jardins públicos, canteiros de rodovias, bosques urbanos e lagos ornamentais
3	Combinação de filtro biológico, lodos ativados e desinfecção	Similar ao anterior
4	Aeração prolongada e desinfecção	Aplicações onde a remoção de nitrogênio se faz necessária
5	Secundário seguido das recomendações do “Título 22 do Código da Califórnia” ⁽¹⁾ e desinfecção	Aplicações agrícolas para produtos comestíveis, em parques e jardins escolares e para enchimento de lagos para recreação de contato primário
6	Secundário seguido de filtração direta e desinfecção	Similar ao anterior
7	Secundário, filtro Dynasand ^{®(2)} e desinfecção	Similar ao anterior
8	Secundário, filtro Dynasand ^{®(2)} , remoção de fósforo e desinfecção	Piscicultura
9	Processo EIMCO Bardenpho ^{®(3)} e desinfecção	Culturas alimentícias, parques, playgrounds, irrigação de pátios escolares gramados e para lagos recreacionais de acesso irrestrito
10	Secundário, filtro Dynasand ^{®(2)} , adsorção e desinfecção	Recarga de lençóis por injeção no solo e recarga de lençóis por meio de bacias de recarga
11	Secundário, filtro Dynasand ^{®(2)} , adsorção, osmose reversa e desinfecção	Torres de resfriamento, água de processo, caldeiras e geradores de vapor
12	Secundário seguido de recarbonatação, osmose reversa e desinfecção	Similar ao anterior

Obs.: (1) O “Título 22 do Código da Califórnia” são normas do *Department of Health Services* que prescrevem conjuntos de processos e operações unitárias para determinados tipos de reúso; (2) Processo proprietário (filtração por contato); (3) Processo proprietário (sistema de filtro biológico).

Fonte: Adaptado de Mancuso (2003).

Ao avaliar as tecnologias para a recuperação de águas residuárias, os aspectos centrais envolvem a avaliação da confiabilidade de cada processo unitário e, especialmente, a eficácia do sistema de tratamento como um todo em gerar um efluente recuperado que esteja em conformidade com os critérios estabelecidos para sua finalidade (Brites, 2008).

Estudos têm sido conduzidos na área com o objetivo de oferecer suporte à tomada de decisão na escolha de opções apropriadas de tecnologias de tratamento de efluentes e possibilidades de reúso. A exemplo disso, Bouabid e Louis (2021) apresentam uma nova estrutura de um modelo de suporte à decisão para seleção de opções adequadas de tecnologia de abastecimento de água e saneamento a partir da avaliação da capacidade de uma comunidade de gerenciar as tecnologias disponíveis baseados em métricas e algoritmos para seleção de opções adequadas. Kalbar *et al.* (2016) desenvolveram uma ferramenta de suporte à decisão

baseada em cenários comumente encontrados em áreas urbanas e rurais, além de utilizar uma estrutura de avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida para avaliar as tecnologias sob perspectivas ambientais, econômicas e sociais.

Os desafios para alcançar os métodos adequados para garantir a qualidade da água necessária têm sido enfrentados com sucesso por meio de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais competentes, e, de fato, existem processos avançados capazes de reduzir níveis muito altos de contaminantes nas águas aos mais rigorosos padrões existentes baseados no uso, no entanto, os custos do processo limitam sua aplicação em larga escala, tornando-os impraticáveis economicamente. Nesse sentido, torna-se crucial encontrar combinações de técnicas de tratamento que ofereçam a qualidade da água necessária a custos inferiores aos praticados no tratamento para abastecimento (Weber, 2006).

2.5 Réuso de água na agricultura

O reúso de água na agricultura envolve a utilização de águas residuárias tratadas para irrigação e fertirrigação de culturas, que, de outra forma, seriam descartadas. Essa prática se torna essencial em regiões com escassez de água tendo o reúso do esgoto como uma alternativa para suplementar os recursos de água doce disponíveis, além de suprir a demanda que a atividade requer (Mendonça; Mendonça, 2017).

Defensores do reúso agrícola argumentam que o esgoto contém nutrientes e matéria orgânica que são benéficos às plantas, tendo em vista a redução da necessidade do uso de fertilizantes, o aumento da produtividade das culturas e a melhoria da fertilidade do solo, ao mesmo tempo em que reduz os custos de produção (Kesari *et al.*, 2021).

Segundo Corcoran *et al.* (2010), efluentes de águas residuais tratadas por processos convencionais apresentam concentrações médias de até 50 mg N/L de nitrogênio, 10 mg P/L de fósforo e 30 mg K/L de potássio. Tais valores seriam suficientes para fornecer todo o nitrogênio e grande parte do fósforo e potássio necessários para o desenvolvimento das culturas. Adicionalmente, outros microelementos valiosos e matéria orgânica contidos no efluentes proporcionariam benefícios.

Em um estudo conduzido por Singh (2021), é possível estimar a contribuição de nutrientes a partir do lançamento de efluentes tratados no solo. A Tabela 1 apresenta essas informações.

Tabela 1 – Valores de fertilizantes no solo com irrigação com água residuária.

Nutriente	Concentração (mg/L)	Insumo de fertilizantes (kg/ha) *
Nitrogênio (N)	18-60	64-248
Potássio (K)	4-66	8-276
Fósforo (P)	6-23	16-96
Sódio (Na)	29-178	108-722
Magnésio (Mg)	11-111	36-444
Cálcio (Ca)	21-213	73-821

*para 4000 m³/ha de irrigação

Fonte: Singh (2021).

Os valores revelam que ao aplicar 4000 m³/ha de água residual tratada, seriam adicionados de 64 a 248 kg/ha de nitrogênio no solo. De maneira semelhante, uma concentração de água residual tratada contendo 4 a 66 mg/L equivaleria de 8 a 276 kg/ha de potássio incorporados ao solo. E uma concentração de 6 a 23 mg/L poderia somar até 96 kg/ha de fósforo ao solo com a mesma taxa de irrigação. Além disso, a utilização da água residual tratada resultaria na adição de diferentes quantidades de outros elementos no solo como Na, Mg e Ca.

Mesmo com os benefícios que os elementos presentes nos efluentes tratados proporcionam ao solo, ainda não há informações precisas sobre como esses elementos interagem e podem afetar o acúmulo de metais pesados e outros elementos no solo, bem como sua absorção pela biota. Diante disso, é imprescindível o emprego de critérios para o controle da qualidade da água residual utilizada, mesmo para aplicações de baixa qualidade, como irrigação. Isso envolve a análise do possível acúmulo de substâncias prejudiciais ao crescimento das culturas, os potenciais danos ao solo devido às alterações em suas características físicas e químicas e infecção por microrganismos patogênicos (Fatta-Kassinos; Michael, 2013; Jeong *et al.*, 2016; Walle *et al.*, 2023).

Ferreira (2019) salienta a importância de considerar a qualidade da água utilizada na agricultura como um fator determinante nos potenciais impactos ambientais, tanto no solo quanto nos produtos irrigados. Dessa forma, é essencial a aplicação de critérios adequados para gerenciar e controlar os impactos do processo, uma vez que podem vir a afetar o desenvolvimento, a aceitação pública e a viabilidade econômica de projetos de reúso de água (Paranychianakis *et al.*, 2014).

Diante disso, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO (sigla para *Food and Agriculture Organization of the United Nations* em inglês) em suas diretrizes de qualidade da água de irrigação, estabeleceu as concentrações máximas permitidas de elementos traços em águas de reúso permitidas para irrigação agrícola (Ayers; Westcot, 1985). A Tabela 2 apresenta as principais substâncias químicas traço, sua concentração máxima

permitida para o crescimento das culturas e comentários acerca de parâmetros a serem observados que podem causar prejuízos às plantações e, por sua vez, danos aos seres humanos.

Tabela 2 - Limites máximos recomendados de substâncias químicas para irrigação agrícola.

Elemento	Concentração máxima (mg/L) *	Comentários
Alumínio (Al)	5,00	Pode causar baixa produtividade em solos ácidos ($\text{pH} < 5,5$), porém, em solos alcalinos ($\text{pH} > 5,5$), o íon precipita e qualquer toxicidade é eliminada.
Arsênio (As)	0,10	Toxicidade para plantas variadas, desde 12 mg/L para áreas gramadas no Sudão até menos de 0,05 mg/L em plantações de arroz.
Berílio (Be)	0,10	Toxicidade para plantas variadas, desde 5 mg/L para couve a 0,5 mg/L em feijões.
Cádmio (Cd)	0,01	Tóxico para plantações de feijão, beterraba, nabo em concentrações tão baixas quanto 0,1 mg/L em solução nutriente. Recomendam-se limites moderados em virtude do poder cumulativo desse elemento no solo e plantas, atingindo concentrações perigosas para o ser humano.
Cobalto (Co)	0,05	Tóxico para plantações de tomate em concentrações de 0,1 mg/L em solução nutriente. A toxicidade tende a ser inativada por solos neutros e alcalinos.
Cromo (Cr)	0,10	Geralmente não é considerado elemento essencial para o desenvolvimento da planta. Em função do pouco conhecimento sobre toxicidade desse elemento, recomendam-se concentrações moderadas.
Cobre (Cu)	0,20	Tóxico para uma grande variedade de plantas em concentrações entre 0,1 mg/L e 1,0 mg/L em soluções nutriente.
Flúor (F)	1,00	Inativado por solos neutros e alcalinos.
Ferro (Fe)	5,00	Não tóxico para plantações em solo aerado, mas pode contribuir para a acidificação e perda da capacidade de redução de elementos como fósforo e molibdênio. Por outro lado, a irrigação com aspersores pode resultar em manchas indesejáveis em plantas, equipamentos e construções.
Lítio (Li)	2,50	Tolerável pela maior parte das culturas em concentrações acima de 5 mg/L; capacidade de mobilidade no solo. Tóxico para culturas cítricas em baixa concentrações ($> 0,075$ mg/L). Ação semelhante ao boro.
Manganês (Mn)	0,20	Tóxico para um grande número de culturas a partir de décimos de miligramas a alguns mg/L, normalmente em solos ácidos.

Molibdênio (Mo)	0,01	Não tóxico em concentrações normais encontradas no solo e na água. Contudo, pode ser tóxico para o gado se a forragem tiver sido gerada em solos com concentrações altas de molibdênio.
Níquel (Ni)	0,20	Tóxico para a maioria das plantas a 0,5 mg/L e 1,0 mg/L; toxicidade reduzida em pH neutro ou alcalino.
Chumbo (Pb)	5,00	Em concentrações muito elevadas pode inibir o crescimento das plantas.
Selênio (Se)	0,02	Tóxico para plantas em concentrações tão baixas quanto 0,025 mg/L e tóxico para rebanho de gado se a forragem tiver crescido em solos com concentrações relativamente altas de selênio adicionado. Considerado elemento essencial para animais em baixas concentrações.
Estanho (Sn)	-	Efetivamente excluído pelas plantas; tolerância específica desconhecida.
Titânio (Ti)	-	Efetivamente excluído pelas plantas; tolerância específica desconhecida.
Tungstênio (W)	-	Efetivamente excluído pelas plantas; tolerância específica desconhecida.
Vanádio (V)	0,10	Tóxico em baixas concentrações para muitas plantas.
Zinco (Zn)	2,00	Tóxico em concentrações variadas para muitas plantas; toxicidade reduzida em pH > 6,0 e solos orgânicos ou com textura fina.

*A concentração máxima é baseada em uma taxa de aplicação de água que está em conformidade com boas práticas de irrigação (10.000 m³ por hectare por ano). Se a taxa de aplicação de água exceder significativamente isso, as concentrações máximas devem ser ajustadas para baixo em conformidade. Nenhum ajuste deve ser feito para taxas de aplicação inferiores a 10.000 m³ por hectare por ano. Os valores fornecidos são para uso contínuo de água em um único local.

Fonte: Adaptado de Ayers e Westcot (1985).

2.6 Reúso de águas cinzas

Água cinza compreende a água residuária doméstica provenientes de atividades como banho, lavagem de roupas e louça, excluindo contribuições de vasos sanitários ou sanitários químicos. Esse recurso, com baixo grau de contaminação, pode ser tratado e reutilizado como uma fonte hídrica não convencional, reduzindo o estresse hídrico (Wilderer, 2004; Sant'ana; Medeiros, 2017; Vuppaladadiyam *et al.*, 2019; Patel *et al.*, 2020). No entanto, a proliferação de patógenos e a disseminação de infecções representam um risco significativo, especialmente em casos de má manutenção ou armazenamento inadequado da água cinza (Boano *et al.*, 2020).

A produção de água cinza é diretamente influenciada pelos hábitos de consumo de água da população. Em média, seu volume corresponde a 75-90% das águas residuais geradas em um domicílio. Essa proporção pode variar significativamente entre países com diferentes níveis de desenvolvimento. Em países de alta renda, cujo consumo de água per capita é elevado, a utilização de vasos sanitários convencionais aumenta, diminuindo a proporção de água cinza em relação ao total de água residuária. Por outro lado, em países de baixa renda, onde a cobertura de saneamento básico é menor, a maior parte da água residuária é composta por água cinza (Ghaitidak; Yadav, 2013; Leonard *et al.*, 2016; Walle *et al.*, 2023).

Com relação a composição da água cinza, ela é influenciada por uma série de fatores, incluindo os hábitos dos usuários (idade, ocupação), a natureza dos produtos de limpeza, o tipo de instalações domésticas (como lava-louças e máquinas de lavar roupa) e as características da área (urbana, rural ou litorânea) (De Gisi *et al.*, 2017; Oteng-Pepurah *et al.*, 2018; Boano *et al.*, 2020). A água de banheiros e lavatórios, por exemplo, contém uma mistura de produtos de cuidado pessoal, como sabonetes e xampus, além de resíduos orgânicos como células da pele, cabelo e, em alguns casos, até mesmo vestígios de fezes e urina (Eriksson *et al.*, 2002; Ghaitidak; Yadav, 2013; Delhiraja; Philip, 2018). Já a água de lavanderias é caracterizada pela presença de altas concentrações de detergentes, sabões e fibras têxteis (Morel; Diener, 2006; Ghaitidak; Yadav, 2013). A água de cozinhas, por fim, contém uma variedade de substâncias, incluindo restos de alimentos, óleos, gorduras e detergentes (Ghaitidak; Yadav, 2013). O conhecimento dessas características é fundamental para a escolha do sistema de tratamento da água cinza mais adequado (Shaikh; Ahammed, 2020).

2.7 Percepção social do reúso de água

A percepção social pode ser definida como o resultado de processos psicológicos nos quais significado, relações, contexto, julgamento, experiências passadas e memória desempenham um papel na tomada de consciência sobre os objetos e os eventos ambientais (Schiffman, 2005). Assim, as respostas ou manifestações decorrentes resultam dessas percepções individuais e coletivas, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada indivíduo (Malafaia; Rodrigues, 2009).

A percepção configura-se como uma ferramenta essencial para compreensão de comportamentos e planejamento de ações que visem atender a um determinado grupo dentro de um espaço abarrotado com perspectivas e preocupações diversas acerca de um mesmo tópico. Uma análise eficaz da percepção requer a identificação dos sinais emitidos pelos

indivíduos, inclusive os inconscientes, para um melhor entendimento da dinâmica social e uma orientação mais precisa no planejamento das ações (Oliveira; Costa, 2017).

Dentro do contexto de reúso de águas, as opiniões divergem sobre sua aceitação. Vários estudos exploram as razões para esse conflito de opiniões e buscam formas de obter uma maior adesão, uma vez que a opinião pública negativa pode vir a inviabilizar a prática (Dishman *et al.*, 1989; Mark, 2006).

Pessoas mais favoráveis ao reúso tendem a aceitá-lo mais facilmente devido conhecerem a origem da água reutilizada dentro de sua casa. Em casos contrários, o “fator nojo” prevalece. Isso relaciona-se às respostas emocionais à ideia de usar água reciclada, incluindo a sensação de repulsa devido à percepção de proximidade com dejetos. Quando há um distanciamento do contato com a água de reúso, em casos de aplicação industrial por exemplo, a aceitação é maior (Hartley, 2003; Po *et al.*, 2003). Dolnicar *et al.* (2011) confirmaram isso por meio do seu estudo, quando 92% dos participantes entrevistados afirmaram que usariam a água de reúso na rega de jardins, enquanto apenas 36% a consumiriam.

A confiança nas autoridades locais e nas tecnologias disponíveis também surge como um fator que pode influenciar a opinião pública sobre o reúso de água. Portanto, a partir do momento em que os gestores públicos não cumprem com as promessas e apresentam uma série de projetos fracassados, gera-se uma preocupação e recusa em relação a uma nova proposta (Syme; Williams, 1993; Hurlimann, 2007; Massoud *et al.*, 2018; James *et al.*, 2023). Estudos como o de Kaiser *et al.* (2024) demonstram que a credibilidade das instituições é fundamental para superar a resistência à implementação de novas tecnologias, especialmente em contextos de escassez hídrica.

Estudos citam alguns fatores sociodemográficos que têm influência na aceitação do reúso de água. Mulheres e pessoas mais jovens (Po *et al.*, 2005; Leviston *et al.*, 2006; Dolnicar *et al.*, 2011; Fielding *et al.*, 2015; Dery *et al.*, 2019) assim como grupos religiosos e étnicos específicos (Dolnicar *et al.*, 2011; Aitken *et al.*, 2014; Garcia-Cuerva *et al.*, 2016) tendem a mostrar maior resistência e aversão ao risco em relação ao uso de água proveniente de projetos de reúso.

Em contrapartida, homens e aqueles com níveis mais elevados de educação e de renda apresentam maior aceitabilidade (Hills *et al.*, 2002; Dolnicar; Hurlimann, 2010; Garcia-Cuerva *et al.*, 2016; Compaoré *et al.*, 2024). Apesar disso, diferentes estudos não correlacionaram as características demográficas com a aceitação ao reúso (Jeffrey; Jefferson, 2003; Friedler; Lahav, 2006; Dolnicar; Hurlimann, 2010; Smith *et al.*, 2015; Massoud *et al.*, 2018).

Smith *et al.* (2018) realizaram um estudo sobre os principais fatores que influenciam as respostas do público sobre o reúso de água. O artigo utiliza quatro vertentes de pensamento inter-relacionadas para explorar como fatores psicológicos, sociais e culturais afetam a aceitação pública. Eles sugerem que as estratégias de engajamento público precisam ser mais abrangentes, buscando tanto processos racionais quanto emocionais para promover a legitimidade do reúso de água.

Nesse contexto, inúmeras pesquisas vêm estabelecendo recomendações para garantir a promoção de projetos de reúso de água a partir da conscientização pública, instruindo-os sobre o ciclo da água, fontes de abastecimento e análise de custos e benefícios das opções disponíveis, incluindo o reúso de água. Para que essas mudanças se consolidem nas comunidades, é preciso realizar campanhas ambientais intensas e eficazes, além de pesquisas para entender as barreiras sociotécnicas que impedem a adoção de sistemas alternativos de água. Afinal, o conhecimento sobre esses sistemas reduz a percepção de risco e aumenta a aceitação social. É fundamental que essas informações sejam fornecidas à comunidade de forma acessível e embasadas em fontes científicas credíveis, a fim de garantir um maior entendimento sobre o assunto e, conseqüentemente, uma maior aceitação sobre o reúso (Asano *et al.*, 2007 *apud* Warsinger *et al.*, 2018; Macpherson; Snyder, 2013; Stec, 2023).

Wade *et al.* (2021) abordaram o tema em um estudo realizado em Norman, Oklahoma, cujo governo local planejava implementar a reutilização de águas residuais para combater a escassez de água. Os resultados mostraram que iniciativas de educação comunitária aumentaram significativamente a disposição das pessoas em usar água reciclada e apoiar a expansão da reutilização potável indireta.

2.8 Escala Likert

Introduzida por Rensis Likert (1903 - 1981), a escala Likert se tornou um instrumento indispensável nas ciências sociais e comportamentais para quantificar atitudes, crenças e opiniões. Sua primeira aplicação ocorreu em 1932, em uma pesquisa sobre relações internacionais, conduzida em diversas universidades dos Estados Unidos (Likert, 1932; Aristizábal, 2005).

Essa técnica, comumente empregada em pesquisas, apresenta uma série de afirmações sobre um determinado tema, permitindo aos respondentes expressar seu nível de concordância ou discordância em uma escala ordenada. Geralmente, utilizam-se escalas de 5 pontos, como a proposta original de Likert, que estabelecem uma gradação de concordância

entre dois extremos opostos (Costa, 2011; Matas, 2018). O Quadro 1 ilustra uma escala de Likert de 5 pontos, para uma afirmação genérica qualquer.

Quadro 2 – Escala de Likert.

Afirmação Genérica				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

Fonte: Costa (2011).

Ao transformar aspectos subjetivos em dados quantitativos, esse método facilita a agregação de respostas e a realização de análises descritivas ou inferenciais, dependendo dos objetivos da pesquisa. O uso de múltiplos itens associados a diferentes facetas de um conceito garante maior confiabilidade à medida, já que permite capturar uma visão mais ampla do fenômeno estudado, compensando eventuais vieses de respostas em itens específicos (Silva Júnior; Costa, 2014).

É importante saber que nem todas as escalas que usam números para indicar o nível de concordância são realmente escalas Likert. Muitas vezes, usam esse nome de forma geral, mesmo quando a escala é um pouco diferente (Nadler *et al.*, 2015).

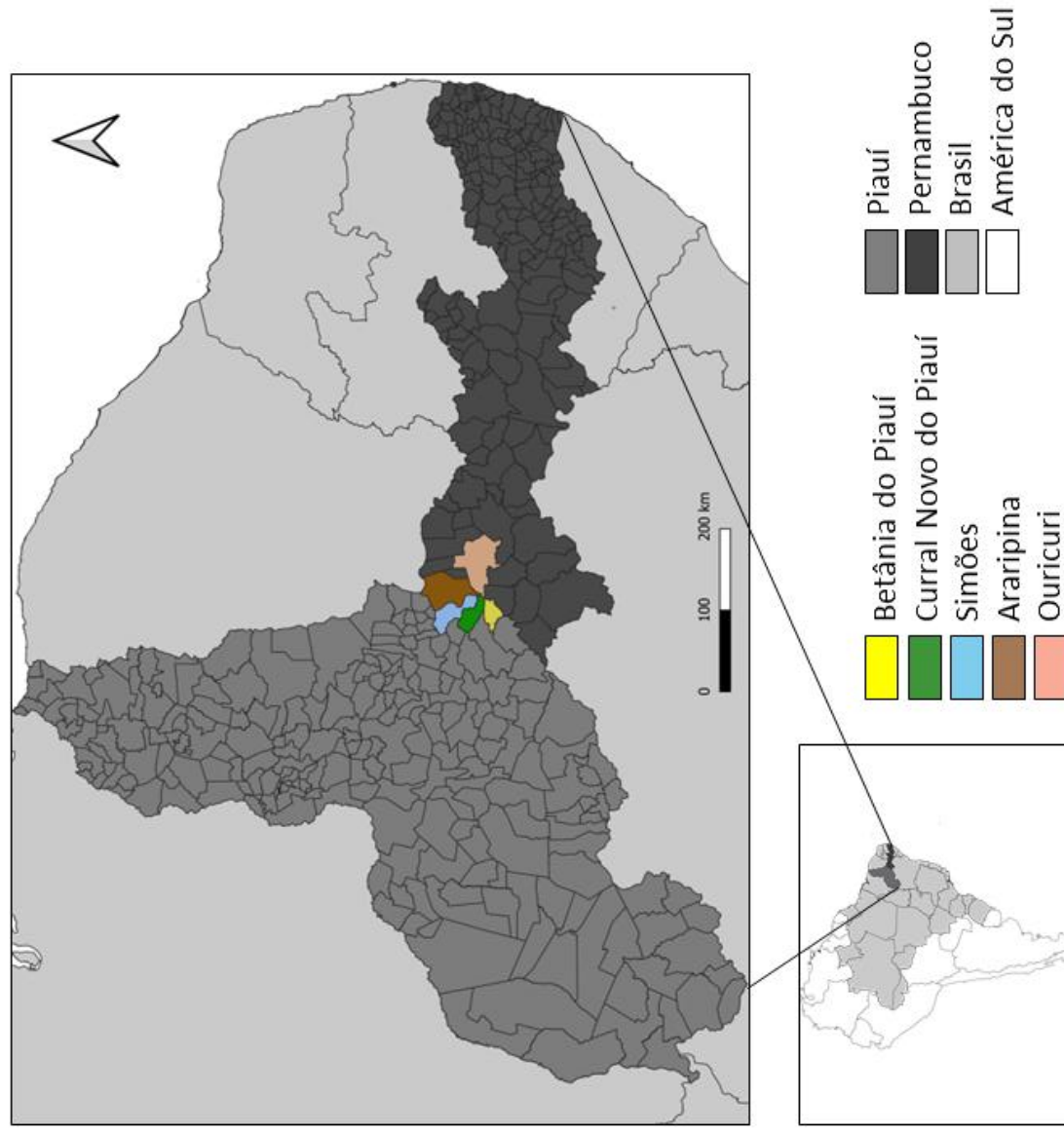
3 METODOLOGIA

Nesta seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento do estudo. Detalham-se os critérios de seleção dos municípios e participantes, as técnicas de coleta de dados, os instrumentos utilizados e o processo de análise. O objetivo foi assegurar a consistência dos dados e a representatividade das comunidades e instituições envolvidas.

3.1 Visão panorâmica da área de estudo

O estudo foi desenvolvido em cinco municípios divididos entre os estados de Pernambuco e Piauí (Araripina - PE, Ouricuri - PE, Betânia do Piauí - PI, Curral Novo do Piauí - PI e Simões - PI), com famílias agricultoras das regiões e formuladores de políticas públicas e profissionais da área de recursos hídricos e saneamento. A Figura 1 apresenta os municípios selecionados para o estudo.

Figura 1 – Localização dos municípios.



Fonte: Autora, 2024.

A seleção dos municípios foi motivada pela presença de iniciativas de Organizações Não-Governamentais (ONGs) locais, que, em parceria com empresas privadas do setor de geração de energia eólica, implementaram ações voltadas ao desenvolvimento sustentável. Essas parcerias permitiram o desenvolvimento de sistemas agroecológicos nas comunidades rurais, incluindo a adoção de tecnologias sociais para o manejo sustentável da terra e da água, assistência técnica para aprimorar os sistemas produtivos e estratégias para facilitar a comercialização da produção familiar.

A região faz parte de um eixo favorável à produção de energia eólica, o que atraiu a implantação de diversos parques eólicos com o objetivo de fornecer energia limpa e renovável para milhares de domicílios. Para viabilizar esses empreendimentos, foram realizadas obras como a instalação de aerogeradores, subestações, redes elétricas e linhas de transmissão (BNDES, 2021).

As empresas, cientes dos impactos das obras e intervenções no território, investiram em iniciativas de responsabilidade social em parceria com as ONGs locais. Juntas, desenvolveram programas voltados ao desenvolvimento e inclusão social, como capacitação profissional, incentivo ao esporte e cultura, qualificação de fornecedores, fomento às cadeias produtivas locais e ações que respeitassem a cultura das comunidades. Essas atividades tiveram como objetivo principal a melhoria da qualidade de vida da população local por meio de práticas sustentáveis (VOTORANTIM ENERGIA, 2021).

3.2 Definição dos grupos amostrais

A pesquisa procurou identificar grupos que representassem de maneira significativa as tendências favoráveis ou desfavoráveis ao reúso de água, visando obter uma compreensão do tema na região. Contudo, as informações obtidas não podem ser generalizadas para a população como um todo, mas entendidas como um contato inicial com o campo de investigação a fim de estabelecer possíveis hipóteses a serem testadas em trabalhos futuros de maneira rápida e econômica (Richardson, 2017; Thiollent, 2022).

O trabalho foi realizado com uma amostra de 40 pessoas, tendo participado os entrevistados que concordaram em responder voluntariamente o questionário. Foi informado que a pesquisa tinha um caráter confidencial e que a qualquer momento poderiam optar por desistir de responder as perguntas sem nenhum tipo de prejuízo.

O grupo de famílias agricultoras foi representado por pessoas que viviam na zona rural dos municípios de Araripina - PE, Ouricuri - PE, Betânia do Piauí - PI, Curral Novo do Piauí - PI e Simões - PI e possuíam ao menos um tipo de tecnologia de reúso de água para produção de alimentos, sendo ativa ou não, adquirida por meio de iniciativas colaborativas envolvendo ONGs e entidades privadas. A participação desse grupo trouxe uma perspectiva direta sobre o reúso de água, além de envolvê-los no processo de desenvolvimento de estratégias eficazes e sustentáveis ao considerar suas necessidades e preocupações sobre a prática.

O grupo de formuladores da política e profissionais da área ambiental era formado por membros de comitês de bacias regionais, técnicos de agricultura, ONGs locais de apoio à agricultura familiar, membros de associações de agricultores, universidade, representantes de empresas de saneamento e prefeitura. Os participantes incluem pesquisadores, gestores, reguladores e membros da sociedade civil. Essa composição permite uma compreensão abrangente de como o reúso de água tem sido abordado em cada uma dessas quatro esferas.

3.3 Método de pesquisa adotado

No grupo constituído por famílias agricultoras, a metodologia adotada foi a aplicação de questionários de percepção de escala Likert. Essa abordagem foi selecionada para verificar o nível de concordância dos indivíduos com uma proposição que expressa algo favorável ou desfavorável em relação ao reúso de água. Assim, os indivíduos que apresentaram atitudes favoráveis ao tema possivelmente concordam com os itens que expressam algo positivo sobre a questão e aqueles com atitudes negativas concordam com os itens que expressam aspectos desfavoráveis ao tema e discordam daqueles que reforçam pontos positivos.

O questionário foi estruturado com 20 itens de forma a abranger questionamentos específicos relacionados à experiência das famílias com a tecnologia de reúso. Esses itens trazem quatro dimensões voltadas ao tema do reúso: infraestrutura, agricultura, meio ambiente e saúde e bem-estar. Com a intenção de discriminar e diferenciar os entrevistados, assim como evitar a repetição de respostas, formulou-se metade dos itens em termos favoráveis e a outra metade em termos desfavoráveis. A redação procurou ser objetiva, simples, clara e sem ambiguidades.

Com a obtenção dos resultados, procurou-se identificar uma linha de tendência através de uma análise quantitativa em relação aos limites aceitáveis dos agricultores sobre o reúso, bem como os principais desafios percebidos com a sua implantação.

Para a coleta dos dados, foi utilizada uma abordagem híbrida, combinando métodos online e presenciais. Os questionários aplicados presencialmente foram direcionados às propriedades geograficamente mais próximas, enquanto os questionários aplicados remotamente foram destinados às propriedades mais distantes. A escolha de aplicar questionários presenciais nas propriedades próximas buscou otimizar a interação direta e facilitar a participação das famílias locais. No entanto, dada distância considerável de algumas propriedades, a coleta de dados foi realizada de forma remota, utilizando meios online.

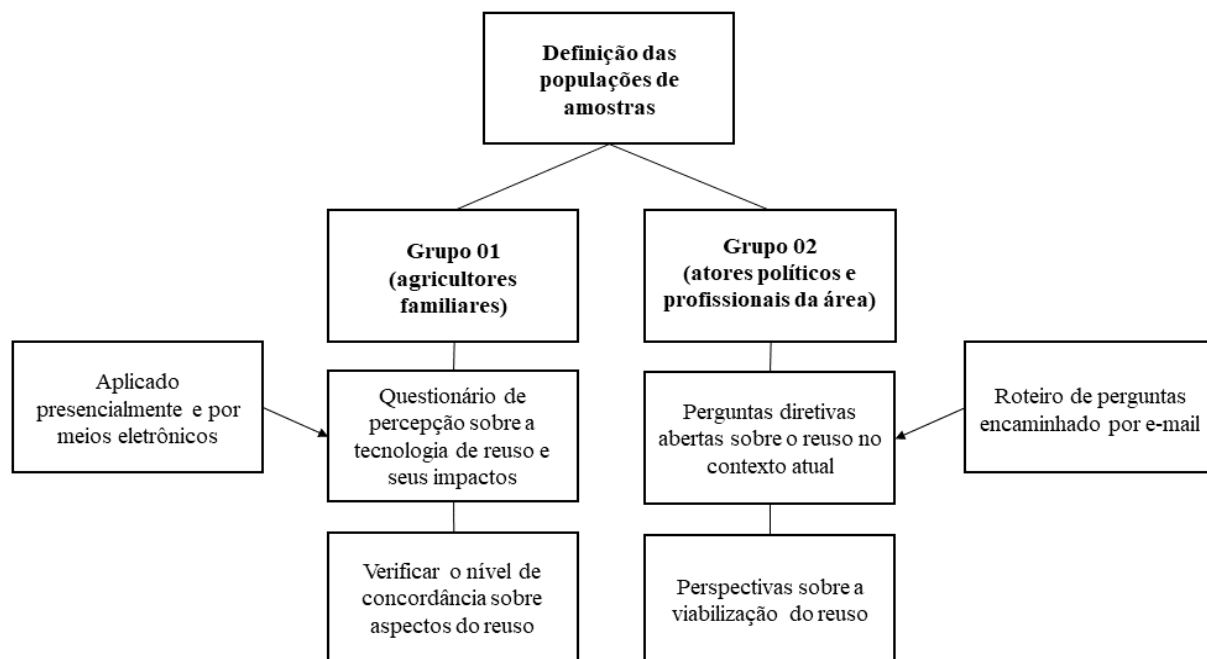
Com o grupo composto por atores políticos e profissionais da área ambiental, optou-se por utilizar entrevistas semiestruturadas. Essa escolha permitiu uma abordagem mais flexível, com um roteiro orientado por tópicos, oferecendo espaço para os entrevistados dissertarem sobre a temática do reúso de água com base em suas experiências e conhecimentos na área. As respostas às mesmas perguntas foram confrontadas e analisadas, permitindo refletir diferenças entre os respondentes e não sobre as perguntas (Lodi, 1998).

Com a obtenção dos resultados, procurou-se analisar como o grupo percebia os riscos e benefícios do reúso e como essa percepção impacta na disseminação da prática nas instituições que atuam no setor.

A coleta de informações foi realizada eletronicamente devido critérios de disponibilidade de tempo apresentados pelo grupo. Assim, o roteiro de perguntas foi encaminhado por e-mail e estabelecido um tempo hábil para retorno das respostas.

A Figura 2 contém a ilustração do fluxograma que representa a organização dos procedimentos metodológicos da pesquisa.

Figura 2 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Autora, 2024.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Famílias agricultoras

A gestão sustentável da água é uma prioridade global e compreender as percepções das comunidades rurais sobre o reuso dessa valiosa fonte é essencial para promover práticas hídricas mais eficientes e conscientes.

Nesta seção, serão apresentados os resultados dos 30 questionários aplicados às famílias agricultoras com base em quatro dimensões (infraestrutura, agricultura, meio ambiente e saúde e bem-estar) relacionadas à tecnologia de Reuso de Águas Cinzas – RAC que as famílias possuíam, bem como os conhecimentos adquiridos a partir dela. As respostas obtidas proporcionaram uma visão abrangente sobre como essa comunidade utiliza e incorpora a tecnologia em suas práticas diárias.

4.1.1 Infraestrutura

O sistema RAC é constituído por uma caixa de gordura, que coleta as águas provenientes de banheiro (chuveiro e pia), cozinha (pia) e quintal (tanque de lavar roupas), associado a um tanque de filtração, composto por carvão, areia, pedra e brita, e um tanque de armazenamento conectado a um motor bomba, que lança a água para o sistema de irrigação. Todo o sistema é construído observado o sentido de escoamento superficial da água, a partir da declividade do terreno. A Figura 3 apresenta o sistema instalado em uma das propriedades das famílias beneficiadas pela tecnologia.

Figura 3 – Sistema RAC instalado.



Fonte: Autora, 2024.

A caixa de gordura tem a função de evitar que a gordura descartada nas pias caiam diretamente no RAC, prevenindo a formação de depósitos nos canos que conduzem à unidade de filtragem e, assim, evitando possíveis entupimentos. O tanque de filtragem atua como a unidade de processamento das águas servidas e também incorpora nutrientes que contribuem para fertilização do solo irrigado. O tanque de armazenamento é designado para reter temporariamente a água filtrada antes de ser bombeada para o sistema de irrigação. (Caatinga; Centro Sabiá, 2021).

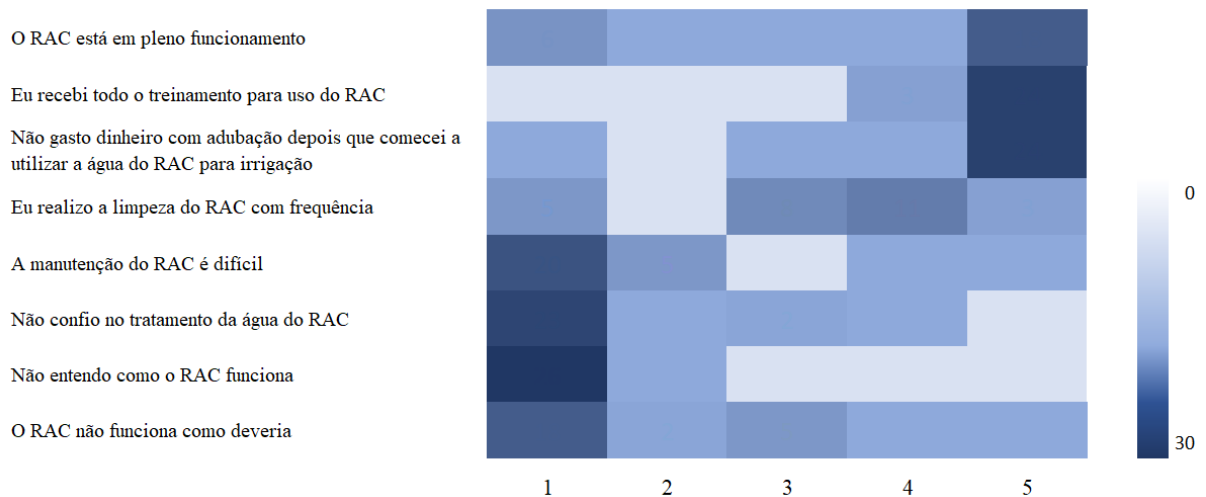
Cada uma das famílias agricultoras participantes da pesquisa foi beneficiada com um RAC pronto para uso, incluindo um conjunto motor-bomba e 10 linhas de mangueiras para irrigação por gotejamento, tudo adquirido a partir de projetos sociais. No entanto, constatou-se que em algumas propriedades o sistema não estava funcionando plenamente.

Foi aplicado um questionário referente a infraestrutura do RAC, trazendo proposições que podem nortear a análise da situação. No questionário, os respondentes foram solicitados a expressar seus níveis de concordância em relação a oito afirmações, utilizando uma escala Likert de 1 a 5. Nessa escala a interpretação se dá conforme: 1 - indica discordância total, 2 - indica discordância parcial, 3 - indica neutralidade, 4 - indica concordância parcial e 5 - indica concordância total.

A Figura 3 apresenta um mapa de calor que representa visualmente as respostas coletadas relacionado à infraestrutura do RAC. Nesta representação, as cores são atribuídas com

base no número de respostas às proposições, em que o pico máximo é retratado em azul escuro, o ponto médio em azul claro e o mínimo em azul mais suave. Assim, itens com uma alta quantidade de respostas tendem a ser visualizados em tonalidades mais profundas de azul, enquanto as células com menos respostas são evidenciadas em tons mais claros de azul.

Figura 4 - Mapa de calor da dimensão infraestrutura.



Fonte: Autora, 2024.

A primeira proposição diz respeito ao funcionamento da tecnologia, em que 67% das famílias afirmaram estarem utilizando plenamente o RAC, sendo representado pelo azul escuro, 22% famílias não utilizam o RAC, apresentando um tom de azul mais suave, 4% concordam parcialmente com a afirmativa, 4% das famílias não concordam e nem discordam e 4% das famílias discordam parcialmente. Essas três últimas são destacados em azul claro. Em alguns casos observados, a tecnologia não funcionava por falta de energia elétrica no local, mesmo com a promessa de energia para a região, a qual não foi cumprida. Em outras situações, a falta de interesse das famílias em manter o RAC resultava na desinstalação das suas respectivas unidades.

Há casos ainda em que o RAC apresentava defeitos esporádicos ou as famílias não possuíam cultivos em quantidade suficiente para aproveitar a água de reúso. Os beneficiários que utilizavam a tecnologia regularmente já apresentavam uma variedade significativa de cultivos agrícolas, além de executarem todos os procedimentos necessários para garantir o bom funcionamento do sistema.

A segunda afirmativa fala sobre o treinamento para o uso do RAC realizado pelas famílias. 89% das famílias declaram que receberam todo o treinamento referente ao uso da

tecnologia, identificado em azul escuro, e 11% das famílias concordam parcialmente com o enunciado, apresentando uma tonalidade mais suave de azul. Esses últimos não completaram toda a carga horária disponibilizada na formação e, portanto, não conseguiram absorver todas as informações necessárias para uma compreensão completa do uso do RAC.

A terceira proposição refere-se à redução dos gastos com fertilizantes no cultivo a partir da irrigação com a água do RAC. 89% das famílias concordaram totalmente com a sentença, apresentando-se no gráfico com uma coloração azul intensa. 4% concorda parcialmente ou permanece neutra em relação à questão e 4% discorda totalmente da ideia. Essas três últimas foram destacados em um tom de azul suave no gráfico. Acredita-se que o emprego de práticas sustentáveis de manejo da irrigação, como irrigação localizada, controle preciso da quantidade de água fornecida e monitoramento constante, compartilhadas durante as capacitações de gestão do RAC, tenham auxiliado na redução da necessidade de aditivos para adubação das culturas irrigadas.

Quanto à limpeza do RAC, observou-se uma distribuição maior nas respostas. Apenas 11% das famílias afirmaram categoricamente que realizam frequentemente a limpeza das unidades do RAC, representados pela cor azul clara no gráfico, 41% famílias concordaram parcialmente com a sentença, em azul profundo, 30% das famílias mostraram-se neutras, destacadas em um azul um pouco mais sutil que o anterior, e 19% das famílias discordaram totalmente da proposição, em um tom de azul mais intenso do que os primeiros respondentes. A variância nas respostas ocorre devido ao fato de que as famílias não estão aderindo às instruções fornecidas durante o treinamento, optando por estabelecer um cronograma próprio para a limpeza, que vai desde uma frequência semanal até bimestral.

A quinta proposição fala da dificuldade de realizar a manutenção das unidades do RAC. 74% das famílias discordaram totalmente, destacados em azul intenso, 19% das famílias concordaram parcialmente, apresentando um tom suave de azul, 4% concordam totalmente ou parcialmente, ambas representadas pela cor azul clara. Quanto a esse assunto, a maioria dos beneficiários não enfrenta dificuldades ao realizar a manutenção, pois se trata de uma operação simples de limpeza que, dependendo da frequência, é rápida. Entretanto, as famílias que não contam com o apoio de todos os membros para o serviço, acabam considerando essa atividade desafiadora de ser executada.

Com relação a desconfiança do tratamento do RAC, a sexta proposição apresenta os seguintes resultados: 85% das famílias discordam totalmente da sentença, representadas em azul escuro, 4% discordam parcialmente ou concordam parcialmente, ambas destacadas em azul claro, e 7% das famílias apresentam-se neutras a questão, em um tom de azul mais intenso

que os respondentes anteriores. É possível notar que, em sua maioria, as famílias depositam confiança no tratamento do RAC, resultado do conhecimento adquirido durante treinamentos e capacitações sobre a tecnologia, contudo, ainda existem ressalvas quanto ao assunto, por ser algo novo e pouco divulgado na região.

A sétima afirmação aborda a falta de compreensão sobre o funcionamento do RAC. 96% das famílias discordam totalmente da sentença, em azul intenso, e 4% discordam parcialmente, em azul claro. Nesse contexto, existe uma compreensão clara sobre o funcionamento da tecnologia e de suas respectivas unidades, o que pode ser atribuído ao fato de as famílias acompanharem todas as fases de construção e montagem dessas unidades.

A última proposição afirma que o RAC não funciona conforme o esperado. Nesse sentido, 67% das famílias expressam discordância total, identificadas em azul escuro, enquanto 7% das famílias discordam parcialmente, marcadas em azul claro, 19% das famílias não expressam concordância nem discordância, sendo representadas por uma tonalidade um pouco mais intensa de azul, e, por fim, 4% concordam parcialmente ou concordam totalmente, ambas indicadas em azul suave. A maioria dos agricultores afirmam que a tecnologia atende às expectativas que foram estabelecidas para ela. Para os demais, presume-se que o RAC não era considerado tão eficaz devido aos defeitos esporádicos que ele apresentava.

4.1.2 Agricultura

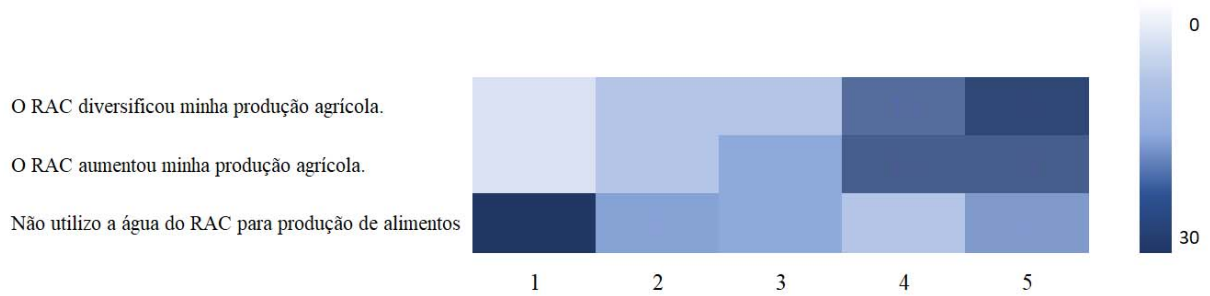
A maioria das famílias agricultoras incluídas no estudo estavam envolvidas na produção de culturas de ciclo anual, como feijão, mandioca e milho, destinadas tanto para alimentação humana e animal quanto para comercialização. Com a implementação do RAC, houve um estímulo à diversificação dos cultivos, incluindo espécies frutíferas nativas ou exóticas adaptadas às condições climáticas locais e passíveis de serem irrigadas com o efluente da tecnologia instalada.

Diante disso, foi conduzido um questionário com o intuito de avaliar o impacto do RAC nas práticas agrícolas dentro das propriedades. Os participantes foram solicitados a indicar seus níveis de concordância em relação a três declarações, utilizando uma escala Likert que varia de 1 a 5. Nesta escala, 1 representa discordância total, 2 representa discordância parcial, 3 representa neutralidade, 4 representa concordância parcial e 5 representa concordância total.

A Figura 4 apresenta as tendências das respostas resultantes dessa análise através de um mapa de calor para representação visual. A intensidade da cor varia conforme o número de respostas às afirmações. Assim, as áreas com maior quantidade de respostas são

representadas em azul mais escuro, enquanto aquelas com menor quantidade de respostas são mostradas em tonalidades mais claras de azul.

Figura 5 – Mapa de calor da dimensão agricultura.



Fonte: Autora, 2024.

A primeira proposição trata da diversificação da produção agrícola a partir do RAC. Desse modo, 56% das famílias agricultoras concordam totalmente com a afirmação, identificadas em azul escuro, enquanto 37% das famílias têm uma concordância parcial, representadas em um tom mais claro de azul que o anterior. 4% discordam parcialmente ou permanecem neutros, ambas representadas em azul claro. Neste contexto, pode-se inferir que a maioria dos respondentes concordaram que o RAC proporcionou diversificação na produção de alimentos. Isso ficou evidente pelo início do cultivo de frutas e legumes que antes não estavam disponíveis para o consumo regular das famílias. Além disso, a produção e estoque de forragens para alimentação animal também foram viabilizados com o sistema.

No estudo conduzido por Souza e Oliveira (2023), foi observado um aumento na variedade de espécies cultivadas de 4 para 14 após a implantação do RAC, o que corrobora com a opinião da maioria dos entrevistados da pesquisa.

A segunda afirmação está relacionada ao aumento da produção agrícola com a implantação do RAC. Assim, 44% das famílias concordam totalmente ou parcialmente com o enunciado, sendo representadas em azul escuro, 7% das famílias mantêm-se neutra à questão, em azul claro, e 4% discordam parcialmente, colorido em um tom mais suave de azul. Assim, observa-se que a maioria das famílias agricultoras concordaram que houve um aumento na produção agrícola após a implantação do RAC para irrigação das culturas. Acredita-se que as práticas conservação do solo apresentadas nos cursos e capacitações contribuíram para esse resultado positivo.

E a terceira proposição fala sobre a não utilização da água do RAC para a produção de alimentos. 63% das famílias discordam categoricamente da negativa, destacados em azul escuro, 11% das famílias discordam parcialmente, em um tom mais brando de azul, 7% das famílias permanecem neutras, em um tom de azul mais suave que o anterior, 4% concordam parcialmente, em azul claro, e 15% das famílias concordam totalmente, em um tom de azul médio. Dessa forma, é demonstrado que a maioria dos entrevistados utiliza a água do RAC para fins agrícolas. Supõe-se que os demais estejam utilizando o recurso para outros fins, por exemplo, alguns agricultores têm a intenção de utilizar a água proveniente do RAC para o processo de curtimento do esterco bovino, visando à produção de adubo orgânico.

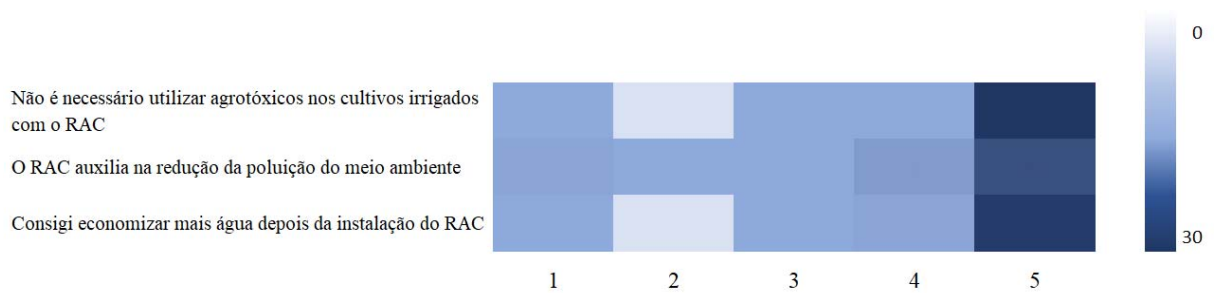
4.1.3 Meio ambiente

Nas comunidades rurais, o acesso ao saneamento básico é precário. Na maioria dos casos, apenas fossas rudimentares são utilizadas para o recolhimento do esgoto. Em situações ainda piores, o efluente é lançado diretamente no solo, causando sérios riscos à saúde pública e ao meio ambiente. A implementação do RAC permitiu o tratamento de parte do efluente gerado, eliminando sua descarga a céu aberto.

Neste contexto, foi aplicado um questionário para traçar um panorama da percepção das famílias agricultoras sobre o impacto ambiental do RAC ao identificar pontos de convergência e divergência entre elas. As famílias foram solicitadas a indicar seus níveis de concordância em relação a três declarações, usando uma escala de 1 a 5, cujo 1 é discordância total e 5 é concordância total. Os resultados obtidos com a aplicação do questionário estão representados na Figura 5, por meio de um mapa de calor.

Nessa representação, as tonalidades denotam a quantidade de respostas às proposições, variando em um espectro de azul. O azul escuro indica maior número de respostas, o azul claro representa a média e o azul mais suave corresponde ao mínimo.

Figura 6 – Mapa de calor da dimensão meio ambiente.



Fonte: Autora, 2024.

A primeira afirmação aborda a dispensa do uso de agrotóxicos em cultivos irrigados com água proveniente do RAC. Nesse contexto, 89% das famílias, representados em azul escuro, concordam plenamente com a declaração pois relataram ter interrompido o uso de agrotóxicos após adotarem a irrigação com a água do RAC. 4% concordaram parcialmente ou permaneceu neutra em relação à situação ou discordou totalmente da declaração apresentada, todas em azul claro. Assim, observa-se que a maioria dos entrevistados deixaram de usar agrotóxicos nas culturas irrigadas com a água do RAC. Entre os motivos para esse resultado, os agricultores mencionam a maior resistência das plantas às pragas e doenças, a crescente preocupação com os impactos ambientais e na saúde humana causado pelos agrotóxicos, e a busca por alternativas mais sustentáveis e economicamente viáveis.

A segunda proposição afirma que o RAC contribui para a diminuição da poluição ambiental. 70% das famílias agricultoras, em azul escuro, acreditam totalmente que a tecnologia implementada está ajudando na redução dos impactos ambientais. 15% das famílias compartilham essa ideia de forma parcial, representados na cor azul clara. Por outro lado, 7% discordam completamente dessa declaração, em um tom abaixo da anterior. 4% discordam parcialmente ou permanece neutra em relação a ideia, em azul suave. Portanto, a grande maioria das famílias agricultoras concordam que o RAC contribui para a redução da poluição ambiental. Uma das alternativas destacadas foi a eliminação do descarte dos efluentes a céu aberto, prática que antes colocava em risco a qualidade do solo e da água. Com o RAC, esses efluentes passam por tratamento e são reutilizados na irrigação, minimizando o impacto ambiental.

A última declaração afirma que houve uma economia de água com a implementação do RAC. Assim, 85% das famílias concordam plenamente com essa afirmação, indicadas pela cor azul mais escura. 7% concordam parcialmente, representadas em azul mais claro. 4% discordam completamente ou permanece neutra em relação à ideia, ambas representadas em

azul mais suave. Dessa forma, a maioria das famílias agricultoras afirmaram ter conseguido economizar água.

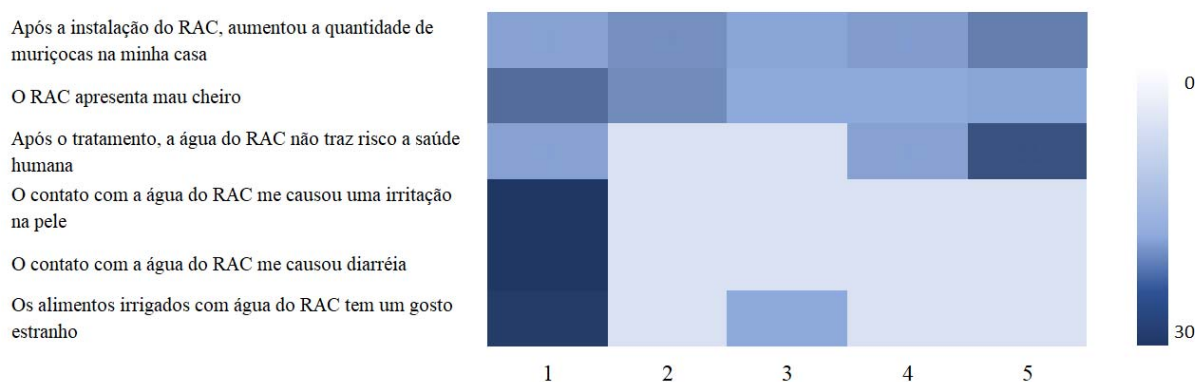
Ao destinar a água do RAC para usos menos prioritários, conseguiram evitar o consumo de água potável em certas atividades. Como resultado, ao final do processo, foi possível disponibilizar um excedente de água para usos mais essenciais. Acredita-se que a aplicação da tecnologia, aliada aos conhecimentos adquiridos durante os cursos e capacitações sobre gestão de recursos hídricos, contribuíram para esses resultados positivos. Essa ideia é corroborada pelo estudo de Paes (2013) sobre as reações comportamentais dos usuários do reúso de água cinza, em que foi notado um aumento significativo na disponibilidade de água devido à prática do reúso, acompanhado por uma mudança nos padrões de consumo.

4.1.4 Saúde e bem-estar

A implementação de sistemas de reúso de águas cinzas depende de uma série de fatores, incluindo a saúde e o bem-estar dos seus usuários, os quais estão diretamente associados a critérios de segurança e qualidade da água, bem como à operação e manutenção do sistema hidráulico (Sant'ana, 2017). Com o objetivo de avaliar a percepção das famílias agricultoras com relação à saúde e bem-estar dos usuários da tecnologia, foi realizado um questionário contendo seis proposições.

Os participantes foram solicitados a indicar, em uma escala de 1 a 5, seu nível de concordância em cada declaração, cujo 1 representa discordância total e 5 representa concordância total. Para melhor visualização dos resultados, recorreu-se ao uso de um mapa de calor (Figura 6). Neste gráfico, as tonalidades indicam a quantidade de respostas às proposições ao longo de uma escala de azuis. O azul escuro indica um maior número de respostas, enquanto o azul claro representa a média e o azul mais suave corresponde ao mínimo.

Figura 7 – Mapa de calor da dimensão saúde e bem-estar.



Fonte: Autora, 2024.

A primeira proposição aborda a possível relação entre o aumento da presença de pernilongos e a instalação do RAC. Este tópico suscita diversos debates, resultando em uma distribuição variada das respostas. Nesse caso, observou-se que 41% das famílias agricultoras concordam totalmente com a ideia apresentada, representadas em um tom denso de azul, 15% concordaram parcialmente, evidenciadas em azul claro, 7% famílias permaneceram neutras, destacadas em um azul mais sutil, 11% discordaram totalmente, em um tom semelhante anterior, e 26% discordaram parcialmente, em um tom de azul médio. Assim, pouco mais da metade das famílias agricultoras reforçam a noção de que há um aumento do número de pernilongos com a instalação da tecnologia de água cinzas. Essa percepção é válida desde que o sistema não esteja sendo mantido adequadamente, o que pode resultar em vazamentos ou acúmulo de água em locais inadequados, criando um ambiente propício para a reprodução de mosquitos e pernilongos. Para evitar esse cenário, a manutenção do sistema é primordial. Outro aspecto a ser considerado é o fato de se tratar de uma área rural com abundante vegetação no entorno. Combinado com o período chuvoso da região, isso cria condições favoráveis para a proliferação de mosquitos.

Quanto ao odor desagradável associado à tecnologia, os resultados da segunda proposição revelam o seguinte: 56% das famílias discordam totalmente, representadas em um tom mais escuro de azul; 30% das famílias concordam parcialmente, em um tom médio de azul; 4% permanecem neutra ou discorda parcialmente, ambas em azul claro; e 7% das famílias concordam totalmente, em um tom mais intenso de azul em relação ao anterior. Dessa forma, a maioria dos beneficiários da tecnologia discordam da ideia inicial e isso pode ser devido a prática comum de remover os resíduos de alimentos ao lavar as louças, evitando o acúmulo e decomposição do material orgânico que causa o mau cheiro.

A terceira afirmação descarta os riscos à saúde humana associados à água do RAC. 78% dos beneficiários da tecnologia concordam completamente com a ideia, representados pela cor azul escura, 11% concordam parcialmente, em azul claro, e 11% discordam totalmente, também em azul claro. Assim, há predominantemente respostas favoráveis à ideia apresentada. A confiança no tratamento do RAC e a introdução de alimentos devido à diversidade agrícola adquirida podem ser fatores que contribuíram para esse resultado. Em uma pesquisa realizada por Barbosa *et al.* (2019), famílias agricultoras notaram uma melhoria na saúde de seus membros após a implementação da tecnologia de reúso, uma vez que houve mudança nos hábitos alimentares, com a introdução de frutas e legumes que anteriormente não tinham acesso, influenciando diretamente em sua qualidade de vida e condição de saúde.

A quarta e quinta proposições abordam possíveis problemas de pele e intestinais decorrentes do contato com a água do RAC. Em ambas as questões, 100% das famílias agricultoras participantes do estudo discordaram completamente das ideias de forma unânime, indicada pela cor azul escura. Devido à configuração do sistema, acredita-se que o contato com a água de reúso seja mínimo ou inexistente, o que reduz o risco de contaminações ou irritações. O modo como a água de reúso é utilizada também influencia na possibilidade de problemas de contato. Cultivos que demandam irrigação por inundação implicam em um contato maior em comparação com a irrigação por sulcos de culturas vegetais, o que eleva a incidência de possíveis problemas (Rutkowski *et al.*, 2007).

A última proposição declara que os alimentos irrigados com água de reúso têm um sabor estranho. 96% das famílias agricultoras discordaram completamente, em azul escuro, enquanto apenas 4% permanece neutras em relação à ideia, representada em azul claro. Esse resultado pode estar relacionado às informações fornecidas nos cursos e capacitações oferecidos aos agricultores. Durante esses treinamentos, os participantes receberam orientações específicas sobre o uso da água de reúso, incluindo a recomendação de não a utilizar na irrigação de hortaliças e verduras.

4.2 Atores políticos e profissionais da área

A opinião de políticos e profissionais da área de recursos hídricos e saneamento desempenha um papel essencial na formulação de decisões sobre o reúso de águas cinzas. Políticos têm o poder de moldar políticas por meio da legislação, afetando incentivos e requisitos que impactam diretamente a prática de reúso. O apoio político influencia a alocação de recursos para o desenvolvimento e implementação de tecnologias de reúso. Por outro lado, profissionais da área de saneamento desempenham um papel fundamental na educação pública sobre os benefícios do reúso e orientam o planejamento urbano e desenvolvimento de infraestrutura para a integração de sistemas de reúso.

Nesta seção, serão apresentadas as visões de pesquisadores, gestores, reguladores e membros da sociedade civil sobre o reúso de águas cinzas. Suas opiniões e experiências serão exploradas para compreender melhor os desafios e oportunidades relacionados ao tema. Todos os comentários relacionados a cada categoria foram organizados e examinados quanto a tendências, áreas de convergência, diversidade e controvérsias. Os dados foram então subdivididos em subcategorias ou combinados com outras categorias para auxiliar na análise. Foram elaboradas narrativas com base nas categorias organizadas e conduzida uma análise de conteúdo para identificar comentários feitos para cada tópico ou em relação a um tema específico.

4.2.1 Escassez de água

Diante das mudanças climáticas e da escassez hídrica que assola a região semiárida, é de consenso geral de todos os participantes do grupo de formuladores de políticas públicas e profissionais da área de saneamento e recursos hídricos que investir em métodos de conservação de água, como o reúso de água cinzas, é crucial, haja vista sua contribuição significativa para a redução do consumo de água de fontes hídricas tradicionais, como rios e aquíferos.

Nesse sentido, a água reutilizada representa uma alternativa de abastecimento, para determinados usos, cada vez mais considerada nos diversos setores, como agricultura, indústria e áreas urbanas (Castro, 2022).

A abundância de águas cinzas torna o seu reúso uma solução promissora para a crise hídrica. Essa prática não apenas economiza água e reduz custos, como também contribui para a preservação dos ecossistemas aquáticos (Walle *et al.*, 2023). Diante desse cenário, países como a Arábia Saudita têm buscado novas soluções. Para isso, está investindo em pesquisas

para avaliar a viabilidade do reúso de águas cinzas tratadas, visando reduzir a alta dependência da dessalinização, um processo caro e ambientalmente prejudicial, e promover uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos (Abubakar; Mu'azu, 2022).

No entanto, os entrevistados veem que o emprego de tecnologias de reúso ainda não é uma resposta definitiva para o problema, mas sim como um caminho para o desenvolvimento de mais soluções. Dessa forma, eles defendem a importância do controle rigoroso das perdas físicas em sistemas de abastecimento de água em paralelo à implementação dessas alternativas, a fim de maximizar a eficiência do uso desse recurso.

4.2.2 Operação

Os entrevistados consideram a operação dos sistemas descentralizados de reúso de águas cinzas simples e de fácil replicação, tornando-os atrativos para famílias agricultoras, embora sejam necessários cuidados para sua correta utilização. A participação ativa dos beneficiários dessas tecnologias na construção dos sistemas, além de gerar economia, proporciona o aprendizado necessário para a sua manutenção adequada.

O principal desafio levantado está no manejo adequado da operação para garantir a qualidade do efluente e evitar problemas como a colmatção das linhas de irrigação e a salinização do solo, variáveis que dependem das características de cada região e dos usos múltiplos da água.

Embora existam tecnologias mais avançadas para o reúso de água, comumente empregadas em áreas urbanas, sua aplicação em zonas rurais, especialmente em regiões de baixa renda, é limitada por diversos fatores. O alto custo de implantação e manutenção, aliado à dispersão populacional, torna essas tecnologias inviáveis para a maioria das comunidades. Além disso, a maioria dos métodos de conservação de água enfrenta desafios como custos elevados, acesso limitado e exigência de expertise técnica, o que dificulta sua adoção, principalmente em países em desenvolvimento (Rocha, 2013; Radingoana *et al.*, 2020).

4.2.3 Custos

Com relação aos custos de implantação de sistemas de reúso de águas cinzas, os entrevistados explicaram que variam de acordo com a escala e as características de cada projeto. Em nível familiar, é possível construir sistemas mais simples e acessíveis, com custos médios

estimados em torno de 7 mil reais, aproximadamente US\$ 1.327, o que pode representar cerca de 5,4 salários mínimos brasileiros de 2023.

Já em comunidades ou escolas, os custos podem variar entre 55 a 70 mil reais. Embora possam parecer elevados, é importante considerar o retorno do investimento a longo prazo, especialmente em regiões com escassez hídrica.

Nesse sentido, o custo de implantação de um sistema de reúso não deve ser um impedimento para sua adoção. Considerando a importância estratégica de tecnologias de reúso para a segurança hídrica e o desenvolvimento sustentável, é fundamental que o poder público ofereça incentivos e apoio financeiro para a sua implementação.

Os entrevistados acreditam que a participação ativa das famílias beneficiárias na construção dos sistemas pode reduzir os custos, uma vez que é possível utilizar materiais locais e mão de obra própria. Além disso, o apoio de políticas públicas, como créditos agrícolas e incentivos fiscais, pode tornar o Reuso de Águas Cinzas - RAC mais acessível para as famílias de baixa renda, especialmente no semiárido nordestino.

A viabilidade econômica de um sistema de reúso de água cinza depende de diversos fatores, como a escala do projeto, a disponibilidade de recursos hídricos, as características do solo e as necessidades da comunidade. Os entrevistados apontam que uma análise multicritério e multiobjetivo é fundamental para avaliar a viabilidade de cada projeto.

Outro aspecto pouco discutido nesse contexto é a taxaço sobre a água reciclada. A precificação da água reciclada é um tema complexo e pouco explorado. Diferentemente da água potável e do esgoto, a água reciclada não possui uma estrutura tarifária definida. A ausência de políticas públicas específicas para a precificação da água reciclada é um obstáculo para a expansão do reúso de água. De acordo com Fagundes e Marques (2023), atualmente não há um modelo único de cobrança e a definição das tarifas deve considerar diversos fatores, como condições ambientais, o arranjo institucional e as especificidades técnicas e econômicas. A complexidade do tema exige uma análise aprofundada e a criação de políticas públicas adequadas.

4.2.4 Tratamento

Profissionais que implementaram sistemas de reúso de águas cinzas em comunidades rurais relatam que o tratamento, embora simples, garante a qualidade da água para diversas finalidades, como a irrigação de jardins. A filtração remove a maior parte das impurezas, mas não elimina totalmente os micro-organismos que podem estar presentes nas

águas cinzas. Por essa razão, não é recomendada o uso dessa água para irrigar hortaliças que são consumidas cruas.

Acadêmicos e especialistas de companhias de saneamento argumentam que o tratamento mínimo necessário para reúso deve envolver processos como digestão anaeróbia em reatores UASB (sigla para *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*, que em português significa Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo), seguida pela desinfecção em lagoas de polimento. A exposição à luz solar nessas lagoas facilita a fotodegradação de patógenos, tornando o efluente adequado para diversos fins. Embora essa combinação de tratamentos seja eficaz para atender a padrões de qualidade mais rigorosos, apresenta uma limitação significativa: a dificuldade em remover fármacos e micro poluentes, que estão se tornando cada vez mais presentes nas águas residuárias.

4.2.5 Riscos à saúde

Os entrevistados acreditam que, quando os sistemas de reúso são utilizados de forma adequada, conforme as orientações técnicas, o risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica, como a amebíase, é minimizado. No entanto, a remoção completa de substâncias emergentes, como fármacos e microplásticos, ainda representa um desafio para essa tecnologia, devido aos potenciais impactos ambientais de longo prazo ainda desconhecidos. Os profissionais ressaltam que, embora a água reutilizada seja segura para diversas aplicações, ela não é potável e seu uso deve ser restrito a certas atividades como irrigação.

Um estudo desenvolvido por Schoen *et al.* (2018), que trata da avaliação dos riscos da saúde associados ao uso de águas cinzas e águas residuais domésticas tratadas para fins não potáveis, confirma a baixa probabilidade de infecção dentro dos limites de segurança associada ao uso de água reutilizada, mas ressalta a importância do monitoramento contínuo para garantir a segurança e a eficácia do tratamento.

4.2.6 Produção de alimentos

A percepção dos entrevistados sobre a produção de alimentos com a utilização de água de reúso é dividida. Para alguns, essa prática representa uma solução inovadora para a agricultura familiar, promovendo maior segurança alimentar e sustentabilidade. Acreditam que a água tratada pode aumentar a produtividade e reduzir custos, contribuindo para a autossuficiência das propriedades e otimização do uso dos recursos hídricos. No entanto, outros

entrevistados expressam preocupação com a segurança do processo, destacando a necessidade de um uso responsável e limitado a determinadas culturas. A falta de controle na produção e no consumo de alimentos irrigados com efluentes tratados pode representar um risco à saúde pública.

Em um estudo conduzido por Silva *et al.* (2023), foi avaliada a aceitação e percepção dos riscos e benefícios do reúso de água cinza na agricultura por técnicos agrícolas em Minas Gerais, Brasil. Os resultados mostraram que, de maneira geral, os técnicos têm uma atitude positiva sobre a prática. No entanto, se mostraram mais confiantes e dispostos a consumir alimentos cultivados com a água de reúso quando os produzem em casa, por terem controle direto sobre o processo, do que produzidos por outros agricultores.

Nesse sentido, os profissionais entrevistados defendem a implementação de critérios padronizados e uma fiscalização rigorosa para assegurar a qualidade dos alimentos e a segurança dos consumidores, promovendo, assim, a expansão do uso desses sistemas. Além disso, é fundamental que sejam desenvolvidas campanhas de comunicação e educação para informar a população sobre os benefícios do reúso de água e as medidas de segurança necessárias para garantir a qualidade dos alimentos.

4.2.7 Aceitabilidade pública

A aceitabilidade ao reúso de águas cinzas nas zonas rurais apresenta desafios, conforme observado por técnicos que acompanham a instalação de tecnologias sociais. Inicialmente, a população tende a rejeitar o tratamento proposto, no entanto, o trabalho comunitário de educação ambiental tem demonstrado ser eficaz na reversão dessa percepção, promovendo a aceitação da prática.

Profissionais de instituições de ensino superior concordam que a desinformação gera preconceitos que dificultam a aceitação do reúso. Nesse sentido, defendem a educação ambiental em todos os níveis como ferramenta determinante para transformar a visão da sociedade, especialmente das novas gerações, e garantir a ampla adoção do reúso.

O emprego de tecnologias de reúso de água cinzas têm sido recebido com grande entusiasmo pelas famílias agricultoras, conforme comprovado por experiências de ONGs locais. As famílias se envolvem ativamente em todo o processo, desde a construção até a manutenção periódica dos sistemas. A aceitação é particularmente expressiva entre as mulheres, que antes precisavam percorrer longas distâncias para buscar água para as tarefas domésticas.

Agora, com a disponibilidade de água cinza em suas casas, elas podem manter o ambiente familiar limpo com mais facilidade e eficiência.

Além disso, as características climáticas e socioeconômicas dos contextos locais influenciam diretamente as atitudes dos usuários em relação ao reúso de água cinza. De acordo com Silva (2021), indivíduos de mesorregiões com maior déficit no abastecimento de água, coleta de esgoto e menor renda média mensal tendem a apoiar o desenvolvimento de tecnologias para o reúso de água cinza. Essa maior receptividade provavelmente se deve à maior consciência dos desafios da água e à percepção dos benefícios econômicos dessa prática.

A introdução de estratégias sustentáveis de gerenciamento de água baseada em campanhas sociais, mudanças legislativas e subsídios governamentais também contribuem para uma visão mais favorável das fontes alternativas hídricas e a implementação em larga escala de sistemas de reúso (Stec, 2023).

4.2.8 Saneamento básico rural

De maneira geral, os entrevistados apontam que o saneamento rural, especialmente em regiões semiáridas, enfrenta desafios como a escassez de água e a falta de infraestrutura adequada. Tecnologias sociais como o sistema de reúso de águas cinzas e a fossa biodigestora surgem como alternativas promissoras para enfrentar esses problemas. Ao combinar o tratamento de efluentes com práticas de reúso e programas de educação ambiental, é possível promover a sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida nas comunidades rurais. No entanto, a implementação dessas soluções exige investimentos e a participação ativa dos governos e da sociedade.

No contexto acima, o desenvolvimento de tecnologias adequadas para o tratamento de esgoto é determinante para garantir a qualidade da água reutilizada para os fins propostos e atender às necessidades das populações rurais e isoladas do semiárido brasileiro (Mayer *et al.*, 2020).

4.2.9 Ciclagem de nutrientes

Há um consenso entre os entrevistados quanto ao potencial do reúso de águas cinzas para a agricultura, especialmente em sua contribuição significativa para a ciclagem de nutrientes. Eles afirmam que, ao utilizar águas cinzas tratadas no cultivo de leguminosas e

plantas forrageiras, é possível enriquecer o solo com matéria orgânica e nutrientes essenciais para o desenvolvimento das culturas em todos seus estágios.

Em um estudo desenvolvido por Costa *et al.* (2022) no semiárido nordestino, verificou-se que o sistema de tratamento de água cinza utilizado não obteve remoção nos parâmetros de nitrogênio amoniacal, nitrogênio amoniacal total, fósforo total e ortofosfato. A ausência de remoção desses nutrientes torna o efluente tratado um fertilizante natural para a agricultura. Essa prática não apenas melhoraria a qualidade do solo, mas também reduziria a necessidade de fertilizantes sintéticos, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar.

Profissionais da área do saneamento argumentam que o uso de fertilizantes sintéticos se torna injustificável diante do potencial de produção contínua de macronutrientes a partir de sistemas de coleta, tratamento e reúso de águas residuárias. A transformação das estações de tratamento de esgoto em biorrefinarias seria uma solução mais sustentável, promovendo a geração de créditos de carbono, a economia de recursos e o aumento da produção de alimentos.

4.2.10 Contaminação

Os entrevistados consideram que os sistemas de reúso de águas cinzas apresentam um grande potencial para melhorar a qualidade de vida e a produção agrícola, ao mesmo tempo em que reduzem a contaminação dos solos e a incidência de doenças transmitidas pela água. Embora a filtragem eficiente remova uma parte significativa das impurezas, a preocupação com a transferência de patógenos e outros contaminantes para terras agrícolas ainda persiste.

Compaoré *et al.* (2024) revelam que mais de 80% das famílias avaliadas em sua pesquisa descartam as águas cinzas no ambiente natural sem tratamento prévio, corroborando as preocupações de Kanteraki *et al.* (2022) sobre a contaminação de solos e a proliferação de doenças. Essa prática, além de contaminar o solo e os recursos hídricos, representa um risco à saúde pública.

Nesse sentido, alguns profissionais da área de saneamento enfatizam a importância de informar os consumidores sobre a origem dos produtos irrigados com essa água e de seguir rigorosos protocolos de higienização. Além disso, a contínua pesquisa e desenvolvimento são essenciais para aprimorar os sistemas de tratamento e garantir a segurança e eficácia do reúso de águas cinzas.

4.2.11 Conservação de fontes de água

Os entrevistados apontam que o reúso de águas cinzas, ao direcionar a água tratada para fins específicos, como a irrigação, pode contribuir significativamente para a conservação das fontes hídricas, reduzindo a pressão sobre os mananciais e garantindo a vazão contínua em rios e córregos. Além disso, essa prática oferece diversos benefícios, como a redução de custos com água potável para a agricultura e a melhoria da qualidade do solo.

Seguindo essa linha, Soares *et al.* (2023) propõem o uso de efluentes tratados para revitalizar e restabelecer a vazão em rios, especialmente aqueles com regime intermitente. Essa estratégia apresenta vantagens significativas, como a estabilidade na produção de efluentes ao longo do ano, independentemente das variações climáticas, facilitando o gerenciamento da vazão. Além disso, o efluente tratado pode ser utilizado para reabastecer o leito do rio e posteriormente recuperado para outros fins, com reúso indireto. Essa abordagem alivia a pressão sobre outros setores que demandam água e torna os projetos de recuperação de cursos d'água mais viáveis.

No entanto, os entrevistados acreditam que a implementação do conceito de efluente zero no reúso de águas residuárias exige um planejamento cuidadoso, especialmente em regiões semiáridas, onde a regulação do fluxo de água é essencial para a manutenção do equilíbrio ambiental. Nesse contexto, a realização de estudos detalhados sobre as vazões de regularização que garantam o fluxo base dos corpos hídricos é fundamental.

4.2.12 Legislação e fiscalização ambiental

Para os entrevistados, há uma percepção de que o Brasil possui um vasto arcabouço legal para a proteção ambiental, mas a sua aplicação é desigual. Enquanto a indústria é submetida a rigorosos controles de qualidade da água para minimizar os impactos ambientais, o setor agrícola, especialmente a agricultura familiar, que poderia se beneficiar significativamente do reúso de águas residuárias, enfrenta a falta de legislação específica e diversas barreiras para adoção dessa prática.

Apesar dos benefícios ambientais e sociais associados ao reúso de águas cinzas, os entrevistados argumentam que a ausência de uma legislação específica e a ineficiência da fiscalização comprometem a implementação, expansão e sustentabilidade dessa prática no país. Problemas como a corrupção e a falta de comprometimento de alguns agentes públicos agravam ainda mais essa situação. Para mudar esse cenário, os entrevistados dizem que é essencial

promover uma mudança cultural, aliada a uma fiscalização mais rigorosa e ética. Aliado a isso, é necessário realizar uma abordagem integrada que contemple tanto a indústria quanto a agricultura, com normas claras e uma fiscalização eficaz, com o poder público incentivando e regulando essa prática, visando garantir a segurança hídrica e a sustentabilidade ambiental.

A legislação sobre o reúso de águas residuárias no Brasil ainda é fragmentada, com iniciativas isoladas de estados como Ceará e São Paulo. Embora esses avanços sejam importantes, a falta de um marco regulatório nacional impede a criação de padrões de qualidade uniformes e a ampliação do reúso em todo o país. A implementação de uma legislação federal torna-se decisiva para superar esses desafios e aproveitar o potencial do reúso de águas cinzas para a sustentabilidade hídrica e ambiental (Morais; Santos, 2019).

4.2.13 Desafios

A viabilização do reúso de água no Brasil enfrenta uma série de desafios complexos e interligados. Entre eles, os entrevistados destacam-se a necessidade de uma maior conscientização da sociedade sobre os benefícios do reúso e a superação de resistências culturais. Além disso, a falta de uma legislação e normatização específicas para o setor, bem como a carência de profissionais qualificados, são obstáculos significativos.

Os custos envolvidos na implantação e operação de sistemas de reúso também representam um desafio, especialmente quando comparados aos custos de captação, tratamento e distribuição da água potável. A falta de visão política e de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, tanto em nível federal quanto estadual, agrava ainda mais a situação.

Para superar esses desafios, os entrevistados acreditam que seja fundamental investir em educação ambiental, promovendo a divulgação dos benefícios do reúso e a importância da gestão sustentável dos recursos hídricos. A criação de políticas públicas específicas para o setor, com o estabelecimento de normas técnicas e a definição de incentivos financeiros, é essencial para estimular a implementação de projetos de reúso. Paralelamente, é preciso fortalecer a formação de profissionais especializados em tratamento e reúso de água, incentivando a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e acessíveis. A participação de instituições de pesquisa, universidades e empresas do setor é fundamental para promover a inovação e a transferência de conhecimento.

Além disso, a descentralização do controle, transferindo a responsabilidade para os próprios usuários, promove um maior engajamento e monitoramento do tratamento da água, garantindo que as necessidades dos consumidores sejam atendidas. Essa abordagem, conforme

destacado por Walle *et al.* (2023), pode aumentar o controle da qualidade do efluente e promover a participação ativa dos usuários no processo decisório.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar a percepção de famílias agricultoras, gestores públicos e profissionais do saneamento sobre o reúso de água. Os resultados evidenciam a necessidade de um esforço conjunto para promover o reúso de água no Brasil. As famílias agricultoras, apesar de utilizarem a tecnologia, demonstram carência de informações e capacitação para otimizar o uso da água. Por outro lado, gestores públicos e profissionais reconhecem a importância do reúso, mas destacam a necessidade de maior apoio político e financeiro.

A percepção dos profissionais de saneamento e recursos hídricos e de gestores públicos sobre o reúso de água revela uma visão positiva em relação às tecnologias disponíveis, compreendendo-as como um investimento importante para a conservação hídrica. No entanto, eles destacam que o reúso, por si só, não é uma solução completa para os desafios hídricos. A combinação com o controle das perdas nos sistemas de abastecimento se faz essencial para maximizar os resultados.

Embora a operação das tecnologias de reúso seja considerada simples, exige manutenção contínua para garantir sua eficácia. Além disso, há consenso de que, apesar do custo de implementação possa ser considerado elevado, o retorno do investimento compensa ao longo do tempo. A participação das famílias na construção dessas tecnologias também é vista como uma estratégia eficaz para reduzir os custos iniciais.

Entretanto, é fundamental que o uso dessas tecnologias seja realizado de forma correta para evitar os riscos de contaminação, com sua aplicação restrita a culturas específicas. Profissionais alertam para a necessidade de fiscalização rigorosa e padronização dos processos, garantindo a segurança do sistema. Eles também ressaltam que o uso de agrotóxicos é desnecessário frente aos nutrientes já presentes no efluente tratado, reforçando a viabilidade do reúso no contexto agrícola.

A transparência com os consumidores é outro ponto importante, especialmente em casos de irrigação com água de reúso, exigindo que sejam informados sobre a origem da água utilizada. Estudos para regularizar a vazão de água de reúso também são recomendados, com o objetivo de garantir uma gestão sustentável a longo prazo.

Além disso, profissionais e gestores chamam atenção para a aplicação desigual das leis vigentes, o que pode comprometer a efetividade das políticas de reúso de água. A harmonização e fiscalização mais rigorosa são vistas como essenciais para garantir o sucesso e a expansão dessa prática no país

O estudo com os beneficiários da tecnologia demonstra que o reúso contribui para a diversificação da produção, redução do uso de agrotóxicos e otimização do uso da água. No entanto, há desafios como a falta de energia elétrica, a necessidade de manutenção e a importância da capacitação dos agricultores. A percepção positiva dos agricultores em relação ao reúso está ligada à disponibilidade de informações, apoio técnico e à colaboração entre os envolvidos. A troca de conhecimentos e experiências contribui para a construção de uma cultura de reúso nas comunidades.

Os resultados deste estudo corroboram com a hipótese inicial de que a percepção positiva dos agricultores familiares em relação ao reúso de água está intrinsecamente ligada à disponibilidade de informações claras e acessíveis, ao apoio técnico e à colaboração entre os atores envolvidos. Constatou-se que os agricultores que possuíam maior conhecimento sobre os benefícios do reúso, que receberam apoio técnico na implementação das tecnologias e que participaram de atividades de troca de experiências demonstraram uma maior adesão e satisfação com o sistema.

A colaboração entre agricultores e profissionais da área se mostrou fundamental para a disseminação de boas práticas e para a resolução de problemas comuns. A troca de conhecimentos e experiências entre os pares contribuiu significativamente para a construção de uma cultura de reúso nas comunidades.

6 RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, identificaram-se oportunidades de pesquisa e ações práticas para promoção do reúso de água na agricultura. Em primeiro lugar, recomenda-se realizar estudos de caso em diferentes comunidades para avaliar o impacto de diferentes modelos de incentivos financeiros e educativos na adoção e uso eficiente dos sistemas de reúso. Em paralelo, é fundamental acompanhar a evolução da percepção das comunidades sobre o reúso ao longo do tempo, além de realizar análises do ciclo de vida dos sistemas e comparar diferentes tecnologias.

Para a implementação efetiva dos sistemas de reúso, é crucial oferecer incentivos financeiros, implementar programas de educação ambiental e promover a articulação entre os atores envolvidos. Além disso, é necessário realizar análises físico-químicas regulares e divulgar informações claras sobre os benefícios do reúso, bem como, analisar a percepção dos consumidores em relação aos produtos agrícolas irrigados com água reutilizada.

Para as futuras pesquisas, propõe-se investigar o impacto do reúso de água na renda e na qualidade de vida dos agricultores, além de analisar a viabilidade econômica de diferentes tecnologias de reúso em diferentes contextos. É fundamental que políticas públicas sejam desenvolvidas para estimular a adoção do reúso de água na agricultura, com foco na capacitação dos agricultores, na oferta de crédito e na simplificação da legislação.

REFERÊNCIAS

ABUBAKAR, I. R.; MU'AZU, N. D. Household attitudes toward wastewater recycling in Saudi Arabia. **Utilities Policy**, v. 76, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101372>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957178722000376?via%3Dihub>. Acesso em: 16 mar. 2024.

ARISTIZÁBAL, C.; SANDOVAL, J.; OSPINA, B.; RAMÍREZ, M. La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. **Investigación y Educación en Enfermería**, n. 1, v. 23 p. 14-29, 2005. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.iee>. Disponível em: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/iee>. Acesso em: 15 mar. 2024.

ASANO, T.; LEVINE, A. D. Wastewater reclamation, recycling and reuse: Past, present, and future. **Water Science and Technology**, v. 33, p. 1–14, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0273-1223\(96\)00401-5](https://doi.org/10.1016/0273-1223(96)00401-5). Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/33/10-11/1/5858/Wastewater-reclamation-recycling-and-reuse-past>. Acesso em: 10 out. 2022.

ASANO, T.; LEVINE, A. D. Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: An introduction. In: ASANO, T. (ed.) **Wastewater reclamation and reuse**. Lancaster: CRC Press, v. 10, p. 1-56, 1998.

ASANO, T.; BURTON, F.; LEVERENZ, H.; TSUCHIHASHI, R.; TCHOBANOGLIOUS, G. **Water Reuse: Issues, technologies and applications**. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 2007. ISBN 139780071459273.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.969**: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

AITKEN, V.; BELL, S.; HILLS, S.; REES, L. Public acceptability of indirect potable water reuse in the south-east of England. **Water Supply**, v. 14, p. 875-885, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2166/ws.2014.051>. Disponível em: <https://iwaponline.com/ws/article-abstract/14/5/875/27428/Public-acceptability-of-indirect-potable-water?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 10 out. 2022.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **Water Quality for Agriculture**. Rome: FAO, 1985. ISBN 9251022631. Disponível em: <https://www.fao.org/4/T0234e/T0234e00.htm#TOC>. Acesso em: 10 out. 2023.

BAGGETT, S.; JEFFREY, P.; JEFFERSON, B. Risk perception in participatory planning for water reuse. **Desalination**, v. 187, p. 149–158, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.075>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916405007289?via%3Dihub>. Acesso em: 14 out. 2022.

BARBOSA, M. T.; MARTINS, A. S.; ARAÚJO, F. J. F.; SALLES, M. J. Avaliação da sustentabilidade de sistemas de reúso de água cinza doméstica para agricultura familiar em comunidades rurais do estado do Ceará. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 30., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABES, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/55350/1/2019_eve_mtbarbosa.pdf. Acesso em: 2 mar. 2023.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **BNDES financia mais dez parques eólicos no Nordeste**. [2021]. Disponível em: <https://bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-financia-mais-dez-parques-eolicos-no-nordeste>. Acesso em: 11 out. 2023.

BRAGA, M. B.; LIMA, C. E. P. (ed.). **Reúso de água na agricultura**. Brasília: Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1009908/reuso-de-agua-na-agricultura>. Acesso em: 12 set. 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 mar. 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 18 mar. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2018/02/Resolu%C3%A7%C3%A3o-n%C2%BA-54-de-28-de-Novembro-de-2005-CNRH.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, [2023]. Acesso em: 7 abr. 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente

adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União: Brasília, DF, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6. Acesso em: 7 abr. 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 503, de 14 de dezembro de 2021. Define critérios e procedimentos para o reúso em sistemas de fertirrigação de efluentes provenientes de indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias. Diário Oficial da União: Brasília, DF, [2023]. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=813. Acesso em: 7 abr. 2023.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reúso de água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (ed.). **Reúso de Água**. Barueri: Manole, 2003, cap. 2, p. 21-36. ISBN 8520414508.

BRITES, C. R. C. **Abordagem multiobjetivo na seleção de sistemas de reúso de água em irrigação paisagística no Distrito Federal**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2008. Disponível em: http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/1684/1/2008_CarloRenanCaceresBrites.pdf. Acesso em: 13 mai. 2023.

BOANO, F.; CARUSO, A.; COSTAMAGNA, E.; RIDOLFI, L.; FIORE, S.; DEMICHELIS, F.; GALVÃO, A.; PISOEIRO, J.; RISSO, A.; MASI, F. A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits. **Science of The Total Environment**, v. 711, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134731>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719347229?via%3Dihub>. Acesso em: 13 mai. 2023.

BOUABID, A.; LOUIS, G. Decision support system for selection of appropriate water supply and sanitation technologies in developing countries. **Journal of Water, Sanitation & Hygiene for Development**, n. 2, v. 11, p. 208-221, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2166/washdev.2021.203>. Disponível em: <https://iwaponline.com/washdev/article/11/2/208/80098/Decision-support-system-for-selection-of>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

Centro de Assessoria e Apoio aos Trabalhadores e Instituições Não Governamentais Alternativas; Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá (org.). **Reúso de água cinza em Sistemas Agroflorestais no Semiárido**. Recife, 2021. Disponível em: <https://caatinga.org.br/download/cartilha-reuso-de-agua-cinza-em-sistemas-agroflorestais-no-semiarido/>. Acesso em: 6 fev. 2024.

CARVALHO, C. B.; MOTA, S.; SANTOS, A. S. P.; SANTOS, A. B. Avaliação legal e prática da aplicação de águas residuárias tratadas no solo no contexto do reúso de água no Brasil. **Revista DAE**, São Paulo, n. 241, v. 71, p. 153-172, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.36659/dae.2023.045>. Disponível em:
https://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_241_n_2141.pdf. Acesso em: 12 abr. 2024.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Reúso de água**. [2022]. Disponível em:
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>. Acesso em: 13 set. 2022.

CASTRO, C. N. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Rio de Janeiro: Ipea, 2022. Disponível:
https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11115/1/%c3%81gua_problemas_complexos.pdf. Acesso em: 13 abr. 2023.

CERATTI, M. K. Recovering Water: A results-based approach to water supply and sanitation in Brazil's São Paulo State. **World Bank**, 7 maio 2018. Disponível em:
<https://www.worldbank.org/en/results/2018/05/07/approach-to-water-supply-and-sanitation-brazil-sao-paulo-state>. Acesso em: 13 set. 2022.

COMPAORÉ, C. O. T.; OULI, A. S.; ZONGO, S. G.; DABRÉ, D.; MAIGA, Y.; MOGMENGA, I.; PALÉ, D.; TINDOURÉ, R. G. N.; NIKIEMA, M.; OUATTARA, C. A. T. OUATTARA, A. S. Assessing greywater characteristics in the Sahel region and perception of the local population on its reuse in agriculture. **Heliyon**, n. 14, v. 10, 2024. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33473>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024095045>. Acesso em: 7 jun. 2024.

CORCORAN, E.; NELLEMAN, C.; BAKER, E.; BOS, R.; OSBORN, D.; SAVELLI, H. (ed). **Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development**. Norway: UN-HABITAT, 2010. ISBN 97877010755. Disponível em:
<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9156/Sick%20Water.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 ago. 2023.

COSTA, R. H. P.C.; TELLES, D. D. **Reúso de água: conceito, teorias e práticas**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2016. ISBN 9788521204114.

COSTA, R. L.; TORRES, D. M.; GOMES, J. T.; SILVA, J. E. M. Tratamento de água cinza para reúso agrícola no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 5, v. 27, p. 1031-1040, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220210226>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/esa/a/CfRPxRyYSYYZsB4x979WfWz/?lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CULP, G.; WESNER, G.; WILLIAMS, R.; HUGHES JR, M. V. **Wastewater reuse and recycling technology**. Nova Jersey: Noyes Data Corporation, 1980. ISBN 0815508298.

DE GISI, S.; CASELLA, P.; NOTARNICOLA, M. Greywater. **Encyclopedia of Sustainable Technologies**, p. 77-89, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10162-9>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124095489101629?via%3Dihub>. Acesso em: 14 mai. 2023.

DELHIRAJA, K.; PHILIP, L. Characterization of segregated greywater from Indian households: part A - physico-chemical and microbial parameters. **Environmental Monitoring and Assessment**, n. 428, v. 192, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08369-0>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-020-08369-0#citeas>. Acesso em: 16 mai. 2023.

DERY, J. L.; ROCK, C. M.; GOLDSTEIN, R. R.; ONUMAJURU, C.; BRASSILL, N.; ZOZAYA, S.; SURI, M. R. Understanding grower perceptions and attitudes on the use of nontraditional water sources, including reclaimed or recycled water, in the semi-arid Southwest United States. **Environmental Research**, v. 170, p. 500-509, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.039>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935118306686?via%3Dihub>. Acesso em: 27 abr. 2023.

DISHMAN, C. M.; SHERRARD, J. H.; REBHUN, M. Gaining support for direct potable water reuse. **Journal of Professional Issues in Engineering**, n. 2, v. 115, p. 154-161, 1989. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(1989\)115:2\(154\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(1989)115:2(154)). Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%291052-3928%281989%29115%3A2%28154%29>. Acesso em: 27 abr. 2023.

DOLNICAR, S., HURLIMANN, A.; GRÜN, B. What affects public acceptance of recycled and desalinated water? **Water Research**, n. 2, v. 45, p. 933-943, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.09.030>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135410006858?via%3Dihub>. Acesso em: 17 mai. 2023.

DOLNICAR, S.; HURLIMANN, A.; NGHIEM, L. D. The effect of information on public acceptance the case of water from alternative sources. **Journal Environmental Management**, n. 6, v. 91, p. 1288-1293, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.02.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479710000319?via%3Dihub>. Acesso em: 29 abr. 2023.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey Wastewater. **Urban Water**, n. 1, v. 4, p. 85-104, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(01\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00064-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462075801000644?via%3Dihub>. Acesso em: 5 dez. 2024.

FAGUNDES, T. S.; MARQUES, R. C. Challenges of recycled water pricing. **Utilities Policy**, v. 82, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101569>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957178723000814>. Acesso em: 15 ago. 2024.

FATTA-KASSINOS, D.; MICHAEL, C. Wastewater reuse applications and contaminants of emerging concern. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, p. 3493-3495, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1699-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-013-1699-5>. Acesso em: 18 jun. 2023.

FERREIRA, D. M. **Avaliação de risco no reúso de esgotos domésticos utilizados na agricultura**. 2019. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/26957>. Acesso em: 3 set. 2023.

FIELDING, K. S.; GARDNER, J.; LEVISTON, Z.; PRICE, J. Comparing public perceptions of alternative water sources for potable use: The case of rainwater, stormwater, desalinated water, and recycled water. **Water Resources Management**, v. 29, p. 4501-4518, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11269-015-1072-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-015-1072-1>. Acesso em: 17 mai. 2023.

FRIEDLER, E., LAHAV, O. Centralized urban wastewater reuse: what is the public attitude? **Water Science and Technology**, v. 54, p. 423-430, 2006. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.2006.605>. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/54/6-7/423/13503/Centralised-urban-wastewater-reuse-what-is-the?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 29 abr. 2023.

GARCIA-CUERVA, L.; BERGLUND, E. Z.; BINDER, A. R. Public perceptions of water shortages, conservation behaviors, and support for water reuse in the U.S. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 113, p. 106-115, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344916301434?via%3Dihub>. Acesso em: 17 mai. 2023.

GHAITIDAK, D. M., YADAV, K. D. Characteristics and treatment of greywater: A review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, p. 2795–2809, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1533-0>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-013-1533-0>. Acesso em: 5 dez. 2024.

HARTLEY, T. W. **Water reuse: Understanding public perception and participation**. Alexandria: IWA Publishing, 2003. ISBN 9781780403236.

HESPAHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10297/11947>. Acesso em: 1 nov. 2022.

HILLS, S.; BIRKS, R.; MCKENZIE, B. The millennium dome “watercycle” experiment: To evaluate water efficiency and customer perception at a recycling scheme for 6 million visitors. **Water Science and Technology**, v. 46, p. 233-240, 2002. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.2002.0684>. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/46/6-7/233/9964/The-Millennium-Dome-Watercycle-experiment-to?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 15 jan. 2024.

HURLIMANN, A. Is recycled water use risky? An urban Australian community’s perspective. **Environmentalist**, v. 27, p. 83–94, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10669-007-9019-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10669-007-9019-6>. Acesso em: 20 mai. 2023.

Instituto Nacional do Semiárido. **O semiárido brasileiro**. [2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiario-brasileiro>. Acesso em: 13 set. 2022.

JAMES, C. A.; KAVANAGH, M.; MANTON, C.; SOAR, J. Revisiting recycled water for the next drought: A case study of South East Queensland, Australia. **Utilities Policy**, v. 84, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101626>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178723001388?via%3Dihub>. Acesso em: 12 mai. 2024.

JEFFREY, P.; JEFFERSON, B. Public receptivity regarding 'in-house' water recycling: Results from a UK survey. **Water Supply**, n. 3, v. 3, p. 109-116, 2003. DOI:

<https://doi.org/10.2166/ws.2003.0015>. Disponível em: <https://iwaponline.com/ws/article-abstract/3/3/109/25845/Public-receptivity-regarding-in-house-water?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 28 abr. 2023.

JEONG, H.; KIM, H.; JANG, T. Irrigation water quality standards for indirect wastewater reuse in agriculture: A contribution toward sustainable wastewater reuse in South Korea. **Water**, n. 4, v. 8, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/w8040169>. Disponível em: 20 mai. 2023.

KAISER, F. A. C.; RIBEIRO, A. R.; MONTAGNER, C. C. Environmental and socioeconomic aspects related to the acceptance of direct potable reuse in a metropolitan city in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 466, 2024. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142897>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652624023461?via%3Dihub>. Acesso em: 1 set. 2024.

KALBAR, P. P.; KARMAKAR, S.; ASOLEKAR, S. R. Life cycle-based decision support tool for selection of wastewater treatment alternatives. **Journal of Cleaner Production**, v. 117, p. 64-72, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.036>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616000718?via%3Dihub>. Acesso em: 17 mar. 2024.

KANTERAKI, A. E.; ISARI, E. A.; SVARNAS, P.; KALAVROUZOTIS, I. K. Biosolids: The Trojan horse or the beautiful Helen for soil fertilization? **Science of The Total Environment**, v. 839, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156270>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722033678?via%3Dihub>. Acesso em: 7 jun. 2024.

KESARI, K. K.; SONI, R.; JAMAL, Q. M. S.; TRIPATHI, P.; LAL, J. A.; JHA, N. K.; SIDDIQUI, M. H.; KUMAR, P.; TRIPATHI, V.; RUOKOLAINEN, J. Wastewater Treatment and Reuse: A Review of its Applications and Health Implications. **Water, Air, & Soil Pollution**, n. 208, v. 232, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05154-8>.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-021-05154-8>. Acesso em: 27 ago. 2023

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reúso planejado de água e algumas considerações sobre as suas possibilidades no Brasil**. 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.

LAHLOU, F. MACKEY, H. R.; AL-ANSARI, T. Wastewater reuse for livestock feed irrigation as a sustainable practice: A socio-environmental-economic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 294, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126331>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621005515?via%3Dihub>. Acesso em: 13 set. 2022.

LEITE, A. M. F. **Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos**. 2003

Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2003. Disponível em:

<https://jbb.ibict.br/bitstream/1/663/1/UCB%202003%20Leite%2C%20AnaMariaF..pdf>.

Acesso em: 10 dez. 2022.

LEONARD, M.; GILPIN, B.; ROBSON, B.; WALL, K. Field study of the composition of greywater and comparison of microbiological indicators of water quality in on-site systems. **Environmental Monitoring and Assessment**, n. 8, v. 188, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s10661-016-5442-9>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-016-5442-9>. Acesso em: 5 dez. 2024.

LEVISTON, Z.; PORTER, N. B.; NANCARROW, B. E.; PO, M.; SYME, G. J. **Interpreting householder preferences to evaluate water supply systems: Stage 3**. Perth: CSIRO Land and Water, 2006. ISBN 0643093664.

LIMA, M. A. M.; SANTOS, A. S. P.; VIEIRA, J. M. P. Irrigação com água de reúso no Brasil: Aplicação do modelo semiquantitativo de avaliação de risco microbiológico para saúde humana. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, n. 2, v. 9, p. 71-86, 2021. DOI: <https://doi.org/10.9771/gesta.v9i2.45534>. Disponível em:

<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/45534>. Acesso em: 20 fev. 2023.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitude**. New York: R. S. Woodworth, 1932.

LODI, J. B. **A entrevista: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

MACHADO, J. C. P. (coord.). **Guia para a reutilização de água para usos não potáveis**.

Lisboa: APA, 2019. Disponível em:

https://apambiente.pt/sites/default/files/_Agua/DRH/Licenciamento/ApR/APA_Guia_Reutilizacao_v1.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.

MACPHERSON, L.; SNYDER, S. A. Downstream – Context, understanding, acceptance: Effect of prior knowledge of unplanned potable reuse on the acceptance of planned potable reuse. Alexandria: Water Reuse Research Foundation, 2013. ISBN 1934183687.

MALAFAIA, G; RODRIGUES, A. S. L. Percepção ambiental de jovens e adultos de uma escola municipal de ensino fundamental. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, n. 3, v. 7, p. 266–274, 2009. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/114877>. Acesso em: 27 abr. 2023.

MANCUSO, P. C. S. Tecnologia de reúso de água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (ed.) **Reúso de Água**. Barueri: Manole, 2003, cap. 9, p. 291-338. ISBN 8520414508.

MARK, J. S. Taking the public seriously: The case of potable and non-potable reuse. *Desalination*, v. 187, p. 137–147, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.074>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916405007277?via%3Dihub>. Acesso em: 27 abr. 2023.

MASSOUD, M. A.; KAZARIAN, A.; ALAMEDDINE, I.; AL-HINDI, M. Factors influencing the reuse of reclaimed water as a management option to augment water supplies. **Environmental Monitoring and Assessment**, n. 531, v. 190, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6905-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-018-6905-y#citeas>. Acesso em: 20 mai. 2023.

MATAS, A. Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 20, n. 1, p. 38-47, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>. Disponível em: <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/1347>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MAYER, M. C.; BARBOSA, R. A.; LAMBAIS, G. R.; MEDEIROS, S. S.; VAN HAANDEL, A. C.; SANTOS, S. L. Tecnologia de tratamento de esgoto: uma alternativa de saneamento básico rural e produção de água para reúso agrícola no Semiárido Brasileiro. In: GRAMKOW, C. (org.). **Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil**. Santiago: CEPAL, 2020, ISBN S.20-00209. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/f91a89f3-c2dc-45db-9f19-0dfeddc848c>. Acesso em: 20 jul. 2023.

MENDONÇA, S. R.; MENDONÇA, L. C. **Sistemas sustentáveis de esgotos**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2017. ISBN 9788521212546.

MONTE, H. M., ALBUQUERQUE, A. **Reutilização de águas residuais**. Lisboa: ERSAR, 2010, ISBN 9789898360014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.6/1144>. Acesso em: 20 fev. 2023.

MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reúso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. **Revista DAE**, São Paulo, n. 215, v. 67, p. 40-55, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/43168>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MOREL, A.; DIENER, S. **Greywater management in low and middle-income countries: Review of different treatment systems for households or neighbourhoods**. Dübendorf: EAWAG, 2006. ISBN 3906484378. Disponível em: <https://www.ircwash.org/resources/greywater-management-low-and-middle-income-countries-review-different-treatment-systems>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MORUZZI, R. B. Reúso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: Impacto, tecnologias e desafios. **Olam - Ciência & Tecnologia**, n. 3, v. 8, 2008. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/olam/article/view/2094>. Acesso em: 13 mai. 2023.

MOURA, P. G.; ARANHA, F. N.; HANDAM, N. B.; MARTIN, L. E.; SALLES, M. J.; CARVAJAL, E.; JARDIM, R.; SOTERO-MARTINS, A. Água de reúso: Uma alternativa sustentável para o Brasil. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 6, v. 25, p. 791–808, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180201>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/7888VSVHBqZK7Bnz85X5Z8x/?lang=pt>. Acesso em: 7 abr. 2023.

NADLER, J.; WESTON, R.; VOYLES, E. Stuck in the middle: the use and interpretation of mid-points in items on questionnaires. **The Journal of General Psychology**, n. 2, v. 142, p. 71-89, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00221309.2014.994590>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00221309.2014.994590>. Acesso em: 11 ago. 2024.

NARDOCCI, A. C. Avaliação de riscos em reúso de água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (ed.) **Reúso de Água**. Barueri: Manole, 2003, cap. 11, p. 403-431.

OLIVEIRA, I. V.; COSTA, S. M. F. Análise da percepção ambiental dos moradores de área de várzea urbana de uma pequena cidade do estuário do rio Amazonas. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 40, p. 151-167, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i40p151-167>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/124464>. Acesso em: 28 abr. 2023.

OTENG-PEPRAH, M., ACHEAMPONG, M. A., DEVRIES, N. K. Greywater characteristics, treatment systems, reuse strategies and user perception: A review. **Water, Air, & Soil Pollution**, n. 255, v. 229, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3909-8>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-018-3909-8>. Acesso em: 14 mai. 2023.

PAES, R. P. Reações comportamentais de usuários de reúso de água cinza em domicílios. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20., 2013. Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: ABRH, 2013. ISSN: 2318-0358. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=1868>. Acesso em: 15 ago. 2023.

PARANYCHIANAKIS, N. V.; SALGOT, M.; SNYDER, S. A.; ANGELAKIS, A. N. Water reuse in EU states: Necessity for uniform criteria to mitigate human and environmental risks. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, n. 13, v. 45, p. 1409–1468, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/10643389.2014.955629>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10643389.2014.955629>. Acesso em: 17 mai. 2023.

PATEL, P.; MUTEEN, A.; MONDAL, P. Treatment of greywater using waste biomass derived activated carbons and integrated sand column. **Science of The Total Environment**, v. 711, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134586>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719345772?via%3Dihub>. Acesso em: 13 mai. 2023.

PO, M.; KAERCHER, J. D.; NANCARROW, B. E. **Literature review of factors influencing public perceptions of water reuse**. Perth: CSIRO Land and Water, 2003. Disponível em: <https://www.clearwatervic.com.au/user-data/research-projects/swf-files/16->

laying-the-foundation-for-confident-barrier-free-water-conservation-and-reuse-literature-review.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

PO, M.; NANCARROW, B.; LEVISTON, Z.; PORTER, N.; SYME, G.; KAERCHER, J. **Predicting community behaviour in relation to wastewater reuse: What drives decisions to accept or reject?** Perth: CSIRO Land and Water, 2005. ISBN: 0643092382.

RADINGOANA, M. P.; DUBE, T.; MAZVIMAVI, D. Progress in greywater reuse for home gardening: Opportunities, perceptions and challenges. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 116, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102853>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474706519300300?via%3Dihub>. Acesso em: 3 ago. 2024.

REBELO, A.; QUADRADO, M.; FRANCO, A.; LACASTA, N.; MACHADO, P. Water reuse in Portugal: New legislation trends to support the definition of water quality standards based on risk characterization. **Water Cycle**, v. 1, p. 41-53, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2020.05.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666445320300076?via%3Dihub>. Acesso em: 20 out. 2023.

RICHARD, D. The cost of wastewater reclamation and reuse. In: ASANO, T. (ed.) **Wastewater reclamation and reuse**. Lancaster: CRC Press, v. 10, p. 1335-1395, 1998.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: Métodos e técnicas**, 4. ed., atual e ampl. São Paulo: Atlas, 2017. ISBN 108597013834.

ROCHA, A. L. M. **Desempenho de estações de tratamento de águas cinzas e negras para residências rurais, envolvendo filtros orgânicos e reatores solares**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/f213a6d9-0dda-49d0-8512-f9087d3829e2/content>. Acesso em: 17 jun. 2024.

RODRIGUES, R. S. **As dimensões legais e institucionais do reúso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reúso no Brasil**. 2005 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03112005-121928/publico/dissertacao_raquelrodrigues_regulamentacaoreuso.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

RUTKOWSKI, T.; SALLY-RASCHID, L.; BUECHLER, S. Wastewater irrigation in the developing world: Two case studies from the Kathmandu Valley in Nepal. **Agricultural Water Management**, v. 88, p. 83–91, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.08.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377406002447?via%3Dihub>. Acesso em: 23 mar. 2023.

SALIBA, R.; CALLIERIS, R.; D'AGOSTINO, D.; ROMA, R.; SCARDIGNO, A. Stakeholders' attitude towards the reuse of treated wastewater for irrigation in Mediterranean agriculture. **Agricultural Water Management**, v. 204, p. 60-68, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.036>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377418302798?via%3Dihub>. Acesso em: 14 out. 2022.

SANT'ANA, D. R.; MEDEIROS, L. B. P. **Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações**: padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção. Brasília: Universidade de Brasília, 2017. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/abastecimento_agua_esgotamento_sanitario/regulacao/reuso_aguas_cinza_aproveitamento_aguas_pluviais/reusodf_2_padroes_qualidade.pdf. Acesso em: 13 mai. 2023.

SANT'ANA, D. R. **Reúso - DF**: Metodologia para uma análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica para o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais do Distrito Federal. Brasília: Universidade de Brasília, 2017. Disponível em: https://repositorio.unb.br/jspui/handle/10482/40690?locale=pt_BR. Acesso em: 17 ago. 2023.

SANTIAGO, F.; JALFIM, F. O sistema bioágua familiar: Reúso de água cinza doméstica para produção de alimentos no semiárido brasileiro. In: Centro Técnico de Cooperação Agrícola e Rural (org.). **Lições para o desenvolvimento em Moçambique e no Brasil**. Wageningen, n. 5, v. 2, p. 22-27, 2018. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10568/97723>. Acesso em: 13 set. 2022.

SANTOS, A. S. P.; GONÇALVES, R. F.; MELO, M. C.; LIMA, M. A. M.; ARAUJO, B. M. Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reúso no Brasil. **Revista Sustinere**, n. 2, v. 8, p. 437-482, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12957/sustinere.2020.48976>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/article/view/48976>. Acesso em: 8 abr. 2023.

SANTOS, A. S. P.; LIMA, M. A. M. Nota Técnica 2: Aspectos legais relacionados ao reúso de águas como diretriz de institucionalização da prática no Brasil. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 3, v. 2, p. 15-27, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5327/276455760203002>. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1xXzUisGUf8HMOUVWP5LINJGD0K6mWza/view>. Acesso em: 5 abr. 2023.

SANTOS, E. S.; MOTA, S.; SANTOS, A. B.; MONTEIRO, C. A. B.; FONTENELE, R. M. M. Avaliação da sustentabilidade ambiental do uso de esgoto doméstico tratado na piscicultura. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 1, v. 16, p. 45-54, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522011000100008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/Q3ZsGs5V6YsG7cY4fBqq3TB/?lang=pt>. Acesso em: 2 mar. 2023.

SCHAER-BARBOSA, M., SANTOS, M. E. P., MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Ambiente & Sociedade**, n. 2, v. 17, p. 17-32, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2014000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/qn7khwn57XZDgYVpPhTDcfN/?lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2022.

SCHIFFMAN, H. R. **Sensação e Percepção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. ISBN 8521614454.

SCHOEN, M. E.; JAHNE, M. A.; GARLAND, J. Human health impact of non-potable reuse of distributed wastewater and greywater treated by membrane bioreactors. **Microbial Risk Analysis**, v. 9, p. 72-81, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mran.2018.01.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352352217301081?via%3Dihub>. Acesso em: 17 ago. 2024.

SHOUSHARIAN, F.; NEGAHBAN-AZAR, M. Worldwide regulations and guidelines for agricultural water reuse: A critical review. **Water**, n. 4, v. 12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12040971>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/4/971>. Acesso em: 10 out. 2022.

SHAIKH, I. N.; AHAMMED, M. M. Quantity and quality characteristics of greywater: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 261, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110266>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479720302012?via%3Dihub>. Acesso em: 5 dez. 2024.

SILVA, J. R. M. **Reúso direto de água cinzas na agricultura: Percepção de extensionistas rurais e propostas de dimensionamento de círculo de bananeiras**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2021. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/dfa3d147-2c7d-4891-8b91-08f0f0770f83/content>. Acesso em: 3 jun. 2024.

SILVA, J. R. M.; CELERI, M. O.; BORGES, A. C.; FERNANDES, R. B. A. Greywater as a water resource in agriculture: The acceptance and perception from Brazilian agricultural technicians. **Agricultural Water Management**, v. 280, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108227>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377423000926?via%3Dihub>. Acesso em: 13 ago 2024.

SILVA JÚNIOR, S. D.; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: Uma análise comparativa das escalas de Likert e *phrase completion*. **Revista brasileira de pesquisas de marketing, opinião e mídia**, São Paulo, v. 15, p. 1-16, 2014. Disponível em: https://revistapmkt.com.br/wp-content/uploads/2022/01/1_Mensuracao-e-Escalas-de-Verificacao-uma-Analise-Comparativa-das-Escalas-de-Likert-e-Phrase-Completion-1.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

SINGH, A. A review of wastewater irrigation: Environmental implications. Resources, **Conservation and Recycling**, v. 168, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105454>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344921000616?via%3Dihub>. Acesso em: 27 ago. 2023.

SMITH, H. M.; RUTTER, P.; JEFFREY, P. Public perceptions of recycled water: a survey of visitors to the London 2012 Olympic Park. **Journal of Water Reuse and Desalination**, n. 2, v. 5, p. 189-195, 2015. DOI: <https://doi.org/10.2166/wrd.2014.146>. Disponível em:

<https://iwaponline.com/jwrd/article/5/2/189/28369/Public-perceptions-of-recycled-water-a-survey-of>. Acesso em: 20 mai. 2023.

SMITH, H. M.; BROUWER, S.; JEFFREY, P.; FRIJINS, J. Public responses to water reuse – Understanding the evidence. **Journal of Environmental Management**, v. 207, p. 43-50, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.021>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479717310964?via%3Dihub>. Acesso em: 20 fev. 2023.

SOARES, A. E. P.; SILVA, S. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Reúso de efluentes sanitários e a revitalização de rios no semiárido: Uma revisão sistemática da literatura. **Scientific Journal ANAP**, n. 3, v. 1, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap/article/view/3880>. Acesso em: 8 ago. 2023.

SOUSA, A. B.; COSTA, C. T. F.; FIRMINO, P. R. A.; BATISTA, V. S. Tecnologias sociais de convivência com o semiárido na região do Cariri cearense. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 2, p. 197-220, 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscar.html?task=detalhes&id=W2791550979>. Acesso em: 20 set. 2022.

SOUSA, J. T.; LEITE, V. D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. 2. ed. reform. e ampl. Campina Grande: EdUEPB, 2003. ISBN 8587108158.

SOUZA, N. G. M.; SILVA, J. A.; MAIA, J. M.; SILVA, J. B.; JÚNIOR, E. S. N.; MENESES, C. H. S. G. Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. **Revista Biofarm**, n. 3, v. 12, 2016. Disponível em: <https://revista.uepb.edu.br/BIOFARM/article/view/2059>. Acesso em: 20 set. 2022.

SOUZA, B. A.; OLIVEIRA, L. M. R. Segurança alimentar e nutricional em agroecossistemas familiares como resultado do reúso de água cinza em agroflorestas: A experiência do Projeto Terra de Vidas II em Ouricuri – PE. **Revista Brasileira de Agroecologia**, n. 5, v. 1, p. 523-544, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33240/rba.v18i5.51188>. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/51188>. Acesso em: 10 jun. 2024.

STEC, A. Rainwater and greywater as alternative water resources: Public perception and acceptability. Case study in twelve countries in the world. **Water Resources Management**, v. 37, p. 5037–5059, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11269-023-03594-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-023-03594-x>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SYME, G. J.; WILLIAMS, K. D. The psychology of drinking water quality: An exploratory study. **The Journal of Water Resources Research**, n. 12, v. 29, p. 4003–4010, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1029/93WR01933>. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/93WR01933>. Acesso em: 20 mai. 2023.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2022, ISBN 6555553057.

TORRES, D. M.; NASCIMENTO, S. S.; SOUZA, J. F.; FREIRE, J. O. Tratamento de efluentes e produção de água de reúso para fins agrícolas. **Holos**, v. 8, p. 1-15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2019.9192>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9192>. Acesso em: 13 set. 2022.

VOTORATIM ENERGIA. **Votorantim Energia inaugura Complexo Eólico Ventos do Piauí**. [2021]. Disponível em: <https://www.venergia.com.br/noticias/votorantim-energia-inaugura-complexo-eolico-ventos-do-piaui/>. Acesso em: 11 out. 2023

VOULVOULIS, N. Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 2, p. 32-45, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.01.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584417300193?via%3Dihub>. Acesso em: 20 fev. 2023.

VUPPALADADIYAM, A. K., MERAYO, N., PRINSEN, P., LUQUE, R., BLANCO, A., ZHAO, M. A review on greywater reuse: Quality, risks, barriers and global scenarios. **Reviews in Environmental Science and Biotechnology**, v. 18, p. 77–99, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11157-018-9487-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11157-018-9487-9>. Acesso em: 13 mai. 2023.

WADE, M.; PEPPLER, R.; PERSON, A. Community education and perceptions of water reuse: A case study in Norman, Oklahoma. **Journal of Environmental Studies and Sciences**, v. 11, p. 266-273, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13412-021-00667-4>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13412-021-00667-4>. Acesso em: 22 jun. 2023.

WALLE, A. V.; KIM, M.; ALAM, M. K.; WANG, X.; WU, D.; DASH, S. R.; RABAEY, K.; KIM, J. Greywater reuse as a key enabler for improving urban wastewater management. **Environmental Science and Ecotechnology**, v. 16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.es.2023.100277>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266649842300042X?via%3Dihub>. Acesso em: 30 jan. 2024.

WARSINGER, D. M.; CHAKRABORTY, S.; TOWA, E. W.; PLUMLEE, M. H.; BELLONAF, C.; LOUTATIDOU, S.; KARIMI, L.; MIKELONIS, A. M. ACHILLI, A.; GHASSEMI, A.; PADHYE, L. P.; SNYDER, S. A.; CURCIO, S.; VECITIS, C. D.; ARAFAT, H. A.; LIENHARD, J. H. A review of polymeric membranes and processes for potable water reuse. **Progress in Polymer Science**, v. 81, p. 209–237, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2018.01.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079670017300102?via%3Dihub>. Acesso em: 22 jun. 2023.

WEBER, W. J. Distributed optimal technology networks: An integrated concept for water reuse. **Desalination**, v. 188, p. 163-168, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.113>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916406000464?via%3Dihub>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

WESTERHOFF, G. P. Un update of research needs for water reuse. *In: Water Reuse Symposium, 3., San Diego. Proceedings* [...]. San Diego: WaterReuse Association, 1984, p. 1731-1742.

WILDERER, P. A. Applying sustainable water management concepts in rural and urban areas: Some thoughts about reasons, means and needs. **Water Science & Technology**, n. 7, v. 49, p. 7-16, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.2004.0403>. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/49/7/7/8590/Applying-sustainable-water-management-concepts-in?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 13 mai. 2023.

YANG, M.; CHEN, L.; WANG, J.; MSIGWA, G.; OSMAN, A. I.; FAWZY, S.; ROONEY, D. W.; YAP, P. Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. **Environmental Chemistry Letters**, v. 21, p. 55-80, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-022-01499-6>. Acesso em: 20 fev. 2023.

ZHITENEVA, V.; HÜBNER, U.; MEDEMA, G. J.; DREWES, J. E. Trends in conducting quantitative microbial risk assessments for water reuse systems: A review. **Microbial Risk Analysis**, v. 16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mran.2020.100132>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352352220300384?via%3Dihub>. Acesso em: 20 out. 2023.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO AO GRUPO 1

As afirmativas a seguir falam a respeito do grau de importância da tecnologia de reúso agrícola dentro da sua propriedade. Marque na escala o quanto você concorda com cada alternativa.	1. Discordo totalmente	2. Discordo parcialmente	3. Nem discordo nem concordo	4. Concordo parcialmente	5. Concordo totalmente	Dimensões
Q1 - O RAC está em pleno funcionamento.						Infraestrutura
Q2 - Eu recebi todo o treinamento para uso do RAC.						Infraestrutura
Q3 - O RAC diversificou minha produção agrícola.						Agricultura
Q4 - O RAC aumentou minha produção agrícola.						Agricultura
Q5 - Não utilizo a água do RAC para produção de alimentos.						Agricultura
Q6 - Não é necessário utilizar agrotóxicos nos cultivos irrigados com o RAC.						Meio ambiente
Q7 - Não gasto dinheiro com adubação depois que comecei a utilizar a água do RAC para irrigação.						Infraestrutura
Q8 - O RAC auxilia na redução da poluição do meio ambiente.						Meio ambiente
Q9 - Consigo economizar mais água depois da instalação do RAC.						Meio ambiente
Q10 - Eu realizo a limpeza do RAC com frequência.						Infraestrutura
Q11 - Após a instalação do RAC, aumentou a quantidade de muriquos na minha casa.						Saúde e bem-estar
Q12 - A manutenção do RAC é difícil.						Infraestrutura
Q13 - O RAC apresenta mau cheiro.						Saúde e bem-estar
Q14 - Após o tratamento, a água do RAC não traz risco a saúde humana						Saúde e bem-estar
Q15 - O contato com a água do RAC me causou uma irritação na pele.						Saúde e bem-estar
Q16 - O contato com a água do RAC me causou diarreia.						Saúde e bem-estar
Q17 - Os alimentos irrigados com água do RAC têm um gosto estranho.						Saúde e bem-estar
Q18 - Não confio no tratamento da água do RAC.						Infraestrutura
Q19 - Não entendo como o RAC funciona.						Infraestrutura
Q20 - O RAC não funciona como deveria.						Infraestrutura

ANEXO B – ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO AO GRUPO 2

INFORMAÇÕES GERAIS
Nome:
Profissão:
Área de atuação:
PERGUNTAS
Qual seu conhecimento e/ou experiência sobre o reúso de água?
Qual sua opinião em relação ao reúso de água na agricultura? Disserte a partir dos pontos a seguir: Escassez de água; Operação; Custos; Tratamento; Riscos à saúde; Produção de alimentos; Aceitabilidade pública; Saneamento básico rural; Ciclagem de nutrientes;

Contaminação;

Conservação de fontes de água;

Legislação e fiscalização ambiental.

O que considera necessário à viabilização do reúso?

Quais são os principais desafios que impedem a maior difusão do reúso de água?