

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS ARACAJU
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

BEATRIZ FEITOSA SANDES DOS SANTOS

**ANÁLISE DA ACEITABILIDADE POPULAR QUANTO AO REÚSO DE ESGOTO
PARA FINS POTÁVEIS E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DESSE TIPO DE
PROJETO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ARACAJU

2021

BEATRIZ FEITOSA SANDES DOS SANTOS

**ANÁLISE DA ACEITABILIDADE POPULAR QUANTO AO REÚSO DE ESGOTO
PARA FINS POTÁVEIS E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DESSE TIPO DE
PROJETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel, da Coordenação do Curso de
Engenharia Civil, do Instituto Federal de
Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof^a. Ma. Louise Francisca
Sampaio Brandão

ARACAJU

2021

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Santos, Beatriz Feitosa Sandes dos

S237a Análise da aceitabilidade popular quanto ao reuso de esgoto para fins potáveis e sua influência no desempenho desse tipo de projeto. / Beatriz Feitosa Sandes dos Santos. – Aracaju, 2021.

48 f. : il.

Orientadora: Profª. Ma. Louise Francisca Sampaio Brandão.
Monografia (Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil.) – Instituto Federal de Sergipe, 2021.

1. Aceitação da população. 2. Efluente. 3. Reutilização potável. 4. Escassez de água. I. Brandão, Louise Francisca Sampaio. II. Título.

CDU 628.3(81)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia Nº 209

**ANÁLISE DA ACEITAÇÃO DA POPULAÇÃO QUANTO AO REUSO DE ESGOTO
PARA FINS POTÁVEIS E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DESSE TIPO DE
PROJETO**

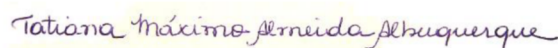
BEATRIZ FEITOSA SANDES DOS SANTOS

Esta monografia foi apresentada às 09h 00 do dia 10 de Setembro de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.



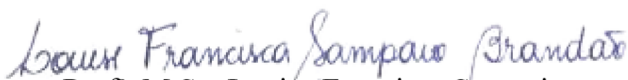
Prof^a. Dra. Roseanne Santos de Carvalho

(IFS – Campus Aracaju)



Prof^a. Dra. Tatiana Máximo Almeida
Albuquerque

(IFS – Campus Aracaju)



Prof^a. M.Sc. Louise Francisca Sampaio
Brandão

(IFS – Campus Aracaju)

Orientador



Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa

(IFS – Campus Aracaju)

Coordenador da COEC

RESUMO

SANTOS, Beatriz Feitosa Sandes dos. **Análise da aceitabilidade popular quanto ao reúso de esgoto para fins potáveis e sua influência no desempenho desse tipo de projeto.** 48 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2021.

A água é um recurso natural, renovável e essencial à vida de todos os seres vivos, ao desenvolvimento econômico de toda e qualquer região e ao bem-estar social. A intensificação da necessidade de água para usos potáveis, agrícolas e urbanos, aliada à alteração dos regimes das águas devido às mudanças climáticas, aponta para um cenário de possível escassez de água em um futuro próximo no Brasil e no planeta. Com a finalidade de buscar soluções simplificadas, sustentáveis e de baixo custo para esse problema, países de todo o mundo tem estudado formas viáveis de tratar os diversos tipos de efluentes, sobretudo o doméstico. As possibilidades e formas potenciais de reúso dependem de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais. Para que projetos de reúso sejam implementados, deve haver percepção favorável do público. Desse modo esse trabalho visou estudar a importância da aceitação pública para o sucesso em projetos de reúso potável. As pessoas não tem predisposição a aprovar o reúso. Foi constatado que a aceitação aumenta à medida que existe acesso ao conhecimento. Medidas, como conservar, aumentar a eficiência no consumo e reusar, adiam a escassez que está cada vez mais presente em todo o mundo e permitem um desenvolvimento sustentável. É essencial que as pessoas entendam que a água de fontes alternativas não é uma opção, mas uma necessidade.

Palavras-chave: Aceitação da população. Efluente. Reutilização potável. Escassez de água.

ABSTRACT

SANTOS, Beatriz Feitosa Sandes dos. **Analysis of popular acceptability regarding the reuse of sewage for drinking purposes and its influence on the performance of this type of project.** 48 sheets. Completion of Course Work (Bachelor of Civil Engineering) - Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe - Campus Aracaju. 2021.

Water is a natural, renewable and essential resource to all living beings, the economic development of any region and social well-being. The increase in the need of water for potable, agricultural and urban uses, besides the alteration of water regimes due to climate change, points to a scenario of possible water scarcity in the near future in Brazil and in the world. In order to seek simplified, sustainable and low-cost solutions to this problem, countries all over the world have been studying viable ways to treat different types of effluents, especially domestic ones. Possibilities and potential forms of reuse depend on local characteristics, conditions and factors, such as political decision, institutional arrangements, technical availability and economic, social and cultural factors. To implement reuse projects, there must be favorable public perception. Thus, the work aims to study the importance of public acceptance for the success of potable reuse projects. People are not willing to approve reuse. It was found that acceptance increases as there is access to knowledge. Measures such as conservation, increased efficiency in consumption and reuse postpone the scarcity that is increasingly present around the world and allow for sustainable development. It is essential that people understand that water from alternative sources is not an option but a necessity.

Keywords: Population acceptance. Effluent. Potable reuse. Water shortage.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Taxas de aceitação do reúso potável	35
---	----

LISTA DE SIGLAS

ANA	AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
UNICEF	FUNDOS DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA
CE	CEARÁ
CETESB	COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
ETE	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
EUA	ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA
INCRA	INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA
IWMI	INTERNATIONAL WATER MANAGMENT INSTITUTE
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE
pH	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO
PNQA	PROGRAMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
PNRH	POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
RAA	RECARGA ARTIFICIAL DE AQUÍFEROS
RPD	REÚSO POTÁVEL DIRETO
RPINP	REÚSO POTÁVEL INDIRETO NÃO PLANEJADO
RPIP	REÚSO POTÁVEL INDIRETO PLANEJADO
SNIS	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO
TSA	TRATAMENTO SOLO AQUIFERO
UERJ	UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
UFC	UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNESCO	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA
USEPA	AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS ESTADOS UNIDOS
WWAP	UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 OBJETIVOS	08
2.1 OBJETIVO GERAL	08
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	08
3 REVISÃO DE LITERATURA	09
3.1 ESCASSEZ DE ÁGUA E SUAS CONSEQUÊNCIAS.....	09
3.2 REÚSO DE ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA	11
3.2.1 Reúso Potável Indireto Não Planejado (RPINP)	14
3.2.2 Reúso Potável Indireto Planejado (RPIP).....	15
3.2.3 Reúso Potável Direto (RPD)	16
3.3 QUALIDADE DA ÁGUA PARA REÚSO	16
3.3.1 Tratamento De Esgoto Com Finalidade Potável	18
3.4 REÚSO NO BRASIL	18
3.5 REÚSO NO EXTERIOR	20
3.6 ACEITAÇÃO PÚBLICA SOBRE REÚSO	23
3.7 AÇÕES DE CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE REÚSO	29
3.8 GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA	30
4 MATERIAIS E MÉTODOS	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 DIFICULDADES E VANTAGENS NA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE REÚSO	33
5.2 TAXAS DE ACEITAÇÃO DO REÚSO POTÁVEL NO MUNDO	34
5.3 AÇÕES REALIZADAS PARA ACEITAÇÃO DO REÚS POTÁVEL NO MUNDO ...	36
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural, renovável e vital a todos os seres vivos, ao desenvolvimento econômico de toda e qualquer região e ao bem-estar social. A disponibilidade de recursos hídricos coloca o Brasil em uma posição privilegiada, já que concentra cerca de 12% da água doce do mundo, entretanto, a sua distribuição não ocorre de maneira uniforme no território nacional (MARENGO, TOMASELLA e NOBRE, 2017).

De acordo com Ferreira (2019) ainda que o Brasil apresente grande volume de água doce disponível, enfrenta constantemente crises hídricas, incluindo até mesmo as cidades localizadas na Região Norte, responsável por 80% das descargas de água dos rios brasileiros.

Com a finalidade de buscar soluções simplificadas, sustentáveis e de baixo custo para os problemas citados anteriormente, países de todo o mundo tem estudado formas viáveis de tratar os diversos tipos de efluentes, sobretudo o doméstico, por ser mais “simples” quando comparado ao rural e industrial, e, devido a isso, atingir mais facilmente os parâmetros mínimos legislativos para a(s) finalidade(s) desejada(s) (BARROS, 2017). As possibilidades e formas potenciais de reúso dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais.

Os programas de reúso para fins potáveis devem ser, desde a fase de planejamento, motivo de ampla divulgação e discussão com todos os setores da população concernente. Para a implementação, deve haver aceitação pública da proposta de reúso. Por outro lado, as responsabilidades técnica, financeira e moral, que cabem às entidades encarregadas do planejamento, implementação e gestão do sistema de reúso, devem ser explicitamente reconhecidas e assumidas.

Diante do contexto exposto o trabalho visa analisar a existência de projetos para reúso potável no Brasil e a aceitabilidade de tal procedimento no mundo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a importância da aceitação pública para o êxito em projetos de reúso com fins potáveis e os fatores que influenciam tal aceitabilidade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar fatores positivos e negativos na implantação de projetos de reúso com finalidade potável no Brasil.
- Verificar a taxa de aceitação do reúso e em quais localidades essa taxa tem um percentual maior.
- Apresentar alternativas que possibilitem elevação do nível de aceitabilidade pública no Brasil.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ESCASSEZ DE ÁGUA E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Segundo Neto *et al.* (2017), a intensificação da necessidade de água para usos potáveis, agrícolas e urbanos, aliada à alteração dos regimes das águas devido às mudanças climáticas, aponta para um cenário de possível escassez de água em um futuro próximo no Brasil e no mundo.

A Lei nº 9.433 expressa em seu artigo 1º que a água é um recurso natural limitado, de domínio público, mas dotado de um valor econômico. Por ser limitado prevê-se que, em casos de escassez de água no país, seu uso deve ser prioritariamente reservado ao consumo humano e animal.

De acordo com Carvalho *et al.* (2021), a escassez de água potável no planeta ficou cada vez mais evidente no decorrer dos últimos séculos, principalmente pelo fato de após a primeira Revolução Industrial (1760-1840) a água passar a ser um bem de consumo tanto industrial quanto individual. Com o passar do tempo a humanidade adquiriu consciência de que a água é um recurso imprescindível à vida humana. Hoje a água é vista, de algumas perspectivas, como um bem material, no qual se coloca valor e não se restringe o uso.

Embora o Brasil seja o primeiro país em disponibilidade hídrica em rios do mundo, a poluição e o uso inadequado comprometem esse recurso em várias regiões. Os problemas de abastecimento estão diretamente relacionados ao crescimento da demanda, ao desperdício e à urbanização descontrolada (CARVALHO *et al.*, 2014).

A escassez cresce de forma veloz, e segundo a ANA (2018), estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. Levando-se em consideração o fato de os rios estarem em grande estado de poluição, esta fonte de água doce potável é limitada, e cuidar dela é substancial (CARVALHO *et al.*, 2021).

A problemática da escassez hídrica é ainda maior para o semiárido brasileiro, região de aproximadamente 970.000 km², que envolve 8 (oito) estados do Nordeste

e Norte de Minas Gerais. Tal região é considerada a mais seca do país, com histórico de precipitação média anual abaixo de 750 mm, sendo característico o padrão inconstante de chuvas durante o ano, os rios intermitentes e o baixo escoamento superficial (BRASIL, 2006; ROCHA, SOARES, 2015).

Conforme Hespanhol (2008) nas regiões áridas e semiáridas, a água se tornou um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos procuram, continuamente, novas fontes de recursos para complementar a baixa disponibilidade hídrica que existe na atualidade.

A ocorrência da escassez não é, contudo, característica exclusiva das regiões áridas e semiáridas. Muitas regiões com recursos hídricos abundantes, mas insuficientes para satisfazer demandas excessivamente elevadas, também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo, que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida (HESPANHOL, 2002).

Segundo a Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância) (2019), menos da metade da população mundial tem acesso à água potável. A irrigação corresponde a 73% do consumo de água, 21% vão para a indústria e apenas 6% destina-se ao consumo doméstico.

De acordo com a CETESB, um bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não têm acesso à água tratada. Um bilhão e 800 milhões de pessoas (43% da população mundial) não contam com serviços adequados de saneamento básico. Diante desses dados, tem-se a triste constatação de que dez milhões de pessoas morrem anualmente, em decorrência de doenças intestinais transmitidas pela água.

Atualmente, são raras as exceções nas quais as fontes de água disponíveis não estejam submetidas a condições críticas de poluição, com poluentes tanto tradicionais como emergentes. Poluentes emergentes são compostos que englobam uma gama de diversos resíduos que não deveriam ser encontrados no meio ambiente, dentre eles pode-se destacar os produtos farmacêuticos, anticoncepcionais, cafeína, hormônios, fragrâncias, produtos de beleza, protetor solar, remédios, pesticidas e drogas ilícitas, cuja presença nesse ecossistema pode causar danos ao mesmo e à saúde humana. (HESPANHOL, 2015).

Em virtude da notória importância da água para o ser humano, sua reutilização é um dos fatores mais importantes para sua preservação. Deve-se

e elevar a água ao nível de sustentabilidade, o termo designa algo indispensável a vida que se deve preservar para as próximas gerações (CARVALHO *et al.*, 2021).

Segundo relatório do International Water Management Institute – IWMI (2007) existem dois tipos de escassez de água. A escassez econômica ocorre devido à falta de investimento e é caracterizada por pouca infraestrutura e distribuição desigual de água. A escassez física ocorre quando os recursos hídricos não conseguem atender à demanda da população. Regiões áridas são as mais associadas com a escassez física de água.

Cerca de quatro milhões de pessoas vivem em condições de grave escassez de água, durante ao menos um mês por ano (WWAP, 2017). Aproximadamente 1,7 milhões de pessoas, ou quase um quarto da população mundial, enfrentam escassez econômica de água, o que significa que não dispõem das infraestruturas necessárias para ter acesso à água (UNESCO, Un-Water, 2020). A reutilização da água é especialmente interessante nas circunstâncias de escassez e, por conseguinte, é inconcebível que a humanidade dispense tal tratamento, utilizando-a uma única vez (ASANO *et al.*, 2007).

3.2 REÚSO DE ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA

Reúso de água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser direto ou indireto, bem como decorrer de ações planejadas ou não planejadas (BREGA FILHO; MANCUSO, 2003).

O reúso trata-se de uma maneira de recuperação de água poluída. Assim, as propriedades da água utilizada, tais como pH, turbidez, temperatura, presença ou não de metais pesados, concentração máxima de matéria orgânica e de organismos patogênicos, entre outras, definirão a sua finalidade específica (CASTELO, 2018).

O reúso de água ou o uso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. De acordo com Carvalho *et al.* (2014), há relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação.

Para Olher *et al.* (2020), água residuária é um vocábulo utilizado para descrever os dejetos originários de variadas modalidades do uso das águas, tais

como o uso doméstico, comercial, industrial; e da sua origem, como por exemplo, de estabelecimentos públicos, áreas agrícolas, de superfície, de infiltração, pluviais e outros efluentes sanitários.

Segundo Von Sperling (2007), as águas residuárias são águas poluídas pela adição de substâncias ou formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d'água de uma maneira tal, que prejudicam os legítimos usos que dele são feitos.

Quanto às formas de reúso, Hespanhol (2002) comenta que o reúso de águas pode ser empregado para uso urbano, industrial, agrícola e recarga artificial de aquíferos.

As águas residuárias se classificam segundo sua origem, e podem ser:

- Domésticas – são aquelas que foram utilizadas para fins higiênicos provenientes de construções habitadas por seres humanos, como também de prédios públicos e comerciais;
- Industriais - são as águas provenientes de pequenas fábricas, indústrias e grandes pólos industriais;
- Áreas agrícolas - são as águas resultantes da irrigação realizada nas grandes extensões agrícolas;
- Pluviais – são as águas resultantes do escoamento superficial;
- Infiltração e vazões adicionais – são as águas provenientes do volume de água que se infiltra no subsolo, e das águas das chuvas que são descarregadas de várias fontes, como calhas, drenos e coletores.

Além de uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica, a reutilização de efluentes, principalmente os de origem urbana, é uma forma efetiva de controle de poluição e preservação do meio ambiente, cujos benefícios estão associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública (SOUZA, 2019).

A habilidade de reutilizar água, como fonte alternativa para fins compatíveis ou para recuperação dos nutrientes dos efluentes tratados, tem benefícios positivos que motivam a implementação de programas de reutilização. Tais benefícios incluem a melhoria da produção agrícola, a redução da exploração dos recursos naturais e benefícios ambientais significativos, como a redução das cargas de nutrientes descarregados nas águas receptoras (BAILEY, *et al.*, 2021).

Conforme Costa (2021) planejar e executar técnicas de reúso alcançará, num futuro breve, o mesmo status de importância do processo criativo de inovação tecnológica, ou seja, chegará um momento em que o processo de desenvolvimento tecnológico e a produção de bens de consumo, estarão limitados pela disponibilidade de recursos hídricos.

A implantação de sistemas de reúso e reciclagem de água, desde que apresente viabilidade técnica e econômica, implica em significativos benefícios ambientais, seja por aumentar a oferta de água potável e disponível nos mananciais, ou por aumentar os níveis de tratamento dos efluentes líquidos, diminuindo os lançamentos nos corpos d'água. É importante ressaltar que, além dos benefícios ambientais, a implantação de sistemas de reúso apresenta também significativos impactos positivos em termos sociais e econômicos (SOUZA, 2019).

A implantação de sistema de água de reúso se mostra cada vez mais promissora para que toda a população possa ser adequadamente abastecida com água potável. O reúso planejado de esgotos ainda é uma prática incipiente no mundo, embora esteja em franco desenvolvimento. A sua forma indireta não planejada é uma realidade para a maior parte dos países, resultando em inúmeros impactos negativos para o meio ambiente, problemas de saúde pública e dificuldades no tratamento da água das estações a jusante dos lançamentos de esgoto (NETO *et al.*, 2017).

Castelo (2018) compreende que reúso de água é uma maneira de reduzir a produção de efluentes e o consumo de água de maior qualidade - água tratada pelas concessionárias públicas, ou retirada diretamente dos mananciais hídricos - devido à substituição da água potável por água que já fora previamente utilizada.

No Brasil o que se observa é um grande receio e talvez até uma falta de coragem das companhias em geral, em aplicar o reúso de efluentes, mesmo nos usos "menos nobres". Pesquisadores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) avaliaram as práticas de reúso na região Sudeste brasileira. Os pesquisadores concluíram que do universo de 1287 ETEs em operação nessa região, foram identificadas somente 16 instalações com projetos de reúso e dessas, somente 10 dispunham de dados quantitativos públicos; e que a maioria dos projetos de reúso em operação não apresentam adequada divulgação dos dados operacionais (ÁGUAS DO BRASIL, 2018).

Por outro lado, localidades com absoluta escassez hídrica no Brasil, notadamente na região do Semiárido, já adotam a prática de reúso não planejado, desde muito antes de a crise hídrica alcançar a região Sudeste, por ser o esgoto a única fonte de água para irrigação nessas áreas. De acordo com Águas do Brasil (2018) nessa discussão, ainda é importante destacar que o reúso potável indireto é realizado com frequência no Brasil, em todas as regiões do país, porém de maneira não planejada, na medida em que somente 40% do esgoto gerado no país sofre algum tipo de tratamento.

Entende-se por reúso potável indireto não planejado a prática de lançar efluente com baixa qualidade em corpos hídricos que logo à jusante serão mananciais de captação para outras localidades, sem a ocorrência do devido processo de autodepuração. De maneira análoga, essa reutilização também não é planejada quando a captação em rios, que recebem esgotos não tratados, se dá para a irrigação de diversas culturas, mesmo quando se requer uma elevada qualidade.

Portanto, a técnica do reúso figura como uma das mais aplicáveis alternativas de mitigação da escassez de recursos hídricos, tanto nas regiões mais desenvolvidas quanto naquelas em que a escassez de água constitui fator limitante ao desenvolvimento e à própria sobrevivência.

3.2.1 Reúso Potável Indireto Não Planejado (RPINP)

É explicado pela CETESB como um processo que ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Caminhando até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração).

De acordo com Hespanhol (2015), sistemas de RPINP, na grande maioria das vezes inconscientes, são praticados extensivamente no Brasil. Exemplos típicos são os lançamentos de esgotos (tratados ou não) e a coleta a jusante para tratamento e abastecimento público, praticados em cadeia, por diversos municípios, ao longo do rio Tietê e do rio Paraíba do Sul.

O reúso indireto não planejado da água é uma realidade para a grande maioria dos países, resultando em inúmeros impactos negativos para o meio ambiente, problemas de saúde pública e dificuldades no tratamento da água das estações a jusante dos lançamentos de esgoto (NETO *et al.*, 2017).

Gondim, Araújo e Costa (2019) verificaram o impacto do reúso indireto não planejado no período de seca de 2012 a 2017, com o intuito de avaliar a sua parcela de contribuição no estoque mensal do açude Ayres de Sousa no Ceará obtendo-se um incremento médio de 2,8% no período, e um incremento máximo de 10,6% no mês mais crítico. Constataram, portanto, que a parcela de RPINP se torna relevante nos períodos de estiagem.

3.2.2 Reúso Potável Indireto Planejado (RPIP)

De acordo com a CETESB, o RPIP ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizados a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico.

O reúso indireto planejado da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam ao requisito de qualidade do reúso objetivado.

Conceitualmente, o RPIP deve ser constituído por um sistema secundário de tratamento de esgotos, geralmente de lodos ativados e, mais modernamente, de sistemas de biomembranas submersas, seguido de sistemas de tratamento avançado e, se necessário, de um balanceamento químico antes do lançamento em um corpo receptor, superficial ou subterrâneo (HESPANHOL, 2015).

O conceito de reúso indireto implica que o corpo receptor intermediário, seja um corpo hídrico não poluído, para, através de diluição adequada, reduzir a carga poluidora a níveis aceitáveis. Como mostra Hespanhol (2002), a prática do reúso para fins potáveis, como efetuada em São Paulo, na qual a água do reservatório Billings, poluída por efluentes domésticos e industriais é revertida, sem nenhum tratamento, para o reservatório Guarapiranga, que também se encontra poluído por

esgotos domésticos e por elevadas concentrações de cobre, utilizado para o controle de algas, não se classifica, portanto, como reúso indireto.

3.2.3 Reúso Potável Direto (RPD)

O Reúso Potável Direto ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reúso, não sendo descarregados no meio ambiente, ou seja, é quando se utiliza por meio de tratamento avançado o efluente tratado de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) que é reutilizado de modo direto em um sistema de abastecimento de água.

Hespanhol (2015) explica que reúso potável direto consiste no tratamento avançado de efluentes domésticos e sua introdução em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) cujo efluente adentra, diretamente, um sistema público de distribuição de água, sem que ocorra a passagem por Atenuadores Ambientais, tanto superficiais quanto subterrâneos.

No RPD as águas residuais são altamente tratadas, seja em sistemas separados de ETE e ETA, ou em um único sistema de tratamento avançado. Em seguida, a água purificada é normalmente combinada com águas provenientes de rios e tratada na ETA antes de entrar no sistema de distribuição, onde fica disponível para uso (SCRUGGS, PRATESI, FLECK, 2020).

Em países, como Austrália e Estados Unidos, o problema de escassez de água vem sendo abordado de maneira diferente, com a inclusão da possibilidade da prática do reúso potável direto, o qual traz diversos benefícios em relação às outras formas de reúso (WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.*, 2017).

Segundo Asano *et al.* (2007) do ponto de vista tecnológico, a prática do reúso potável direto não se apresenta como uma barreira, posto que é possível adotar diferentes combinações de processos e operações unitárias para a sua viabilização.

3.3 QUALIDADE DA ÁGUA PARA REÚSO

A política de planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos tem como princípios definidores de diretrizes, alcançarem, objetivos e avaliação do uso e a preservação da qualidade da água (GOMES, DE SOUZA, CARNEIRO, 2020).

A qualidade da água pode ser conceituada como um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que a mesma apresenta, de acordo com a sua utilização. Os padrões de classificação visam classificar a água de acordo com a sua potabilidade, a segurança que apresenta para o ser humano e para a sustentabilidade dos ecossistemas (CASTELO, 2018).

Branco (1991, *apud* LIMA, 2016) define qualidade de água como sendo o seu grau de pureza o mais próximo possível do seu estado natural, sem qualquer interferência antrópica, já para Cunha e Ferreira (2006) o conceito de qualidade de água não deve ser atrelado ao seu grau de pureza, mas sim ao seu grau de exigência correspondente ao seu uso.

Na mesma linha de Cunha e Ferreira, Paterniani e Pinto (2001) mostram que ao conceituar qualidade de água, é necessário antes de qualquer ação definir o uso a que se destinará, bem como avaliar os mananciais de onde se captará essa água a ser utilizada. Para a ANA (2015), a qualidade da água refere-se à adequação ao uso definida através de propriedades físicas, químicas e biológicas, sendo essas propriedades e os respectivos níveis função do uso a que a água se destina.

Através dos Diagnósticos de Prestação dos Serviços de Saneamento Básico 2019 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020) observou-se que 83,7% da população conta com água potável e 54,1% dispõem de esgotamento sanitário. A cobertura para o esgotamento ainda é baixa, pois quatro em cada dez brasileiros não têm acesso ao tratamento de esgoto.

O País desperdiça 39,3% de água potável, aponta levantamento SNIS 2020, o qual também evidencia confirmando que mais da metade da população não tem acesso à coleta de esgoto e 34,2 milhões de brasileiros não têm abastecimento de água.

A ANA desenvolve atualmente o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA, que se constitui num projeto que busca ampliar o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil, de forma a orientar a elaboração de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água interiores como rios e reservatórios, contribuindo assim com a gestão sustentável dos recursos hídricos (CASTELO, 2018).

3.3.1 Tratamento De Esgoto Com Finalidade Potável

Em muitos países, o reúso em áreas urbanas tem ganhado interesse, visto que suas reservas de água doce estão se aproximando de limite de suprimento, em função de uma crescente demanda, tornando o reúso potável (direto ou indireto) uma alternativa viável para prolongar a vida útil das fontes de abastecimento (METCALF; EDDY, 2015). Países como Estados Unidos, Austrália, Espanha e Alemanha utilizam largamente o reúso de água para complementar a disponibilidade hídrica, obedecendo aos critérios de regulação estabelecidos (ALCALDE-SANZ; GAWLIK, 2017).

De acordo com ANA (2017), a maioria das cidades brasileiras não possuem estações para tratamento de esgoto, jogando-o diretamente nos recursos hídricos, como: rios, lagos e córregos. Isso ocasiona um extenso impacto nestes locais, que por sua vez, se tornam impróprios tanto para o consumo como para qualquer contato.

O reúso se apresenta como instrumento de um novo modelo de gestão das águas com vistas à segurança hídrica, baseando-se em conceitos como a diversificação de fontes de suprimento de água e economia circular. Para cada uma das diferentes modalidades de reúso, existem requisitos de qualidade que são estabelecidos conforme o risco de exposição especialmente aos usuários, operadores e consumidores. A qualidade dessa água desejada ou requerida, por sua vez, está associada às tecnologias disponíveis de tratamento de efluentes e consequentemente aos seus custos.

O reúso potável direto é praticado em escala reduzida, devido aos riscos sanitários associados, necessidade de tecnologias de alto custo e à baixa aceitação pública, já o indireto é amplamente utilizado, a exemplo dos Estados Unidos e Israel que praticam a recarga de aquíferos com esgoto tratado para o fornecimento de água potável (TELLES, COSTA, 2010; HESPANHOL, 2002).

3.4 REÚSO NO BRASIL

No Brasil, apesar da aparente abundância de recursos hídricos, o reúso de água também vem conquistando espaço, principalmente nos grandes centros

urbanos, nos quais a escassez representa altos investimentos e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias (SILVA & HESPANHOL, 2002). A crise hídrica da atualidade brasileira levou tanto usuários quanto empresários a reexaminarem suas estratégias, com o objetivo de encontrar alternativas de captação, tratamento e reciclagem, até então pouco estudados pela maior parte dos usuários.

Um exemplo no Brasil é o Aquapolo considerado o maior projeto de água de reúso para fins industriais do hemisfério Sul que abastece o Polo Petroquímico de Capuava, em Mauá (SP), e outras empresas da região do ABC paulista. O empreendimento é fruto de uma sociedade formada entre a Odebrecht Ambiental e a Sabesp, e foi criado para atender, inicialmente, unidades fabris de cinco empresas do Polo Petroquímico da região: Braskem, Cabot, Oxicap, Oxiten e White Martins. Com a implantação do Aquapolo houve um aumento da oferta de água potável para a região metropolitana de São Paulo, em virtude das empresas contempladas terem deixado de usar mensalmente 900 milhões de litros de água potável por meio do reúso de águas (CASTELO, 2018).

No Estado do Ceará foi desenvolvido um projeto, em um assentamento no município de Madalena, a 190 km de Fortaleza em que a água do esgoto está sendo tratada e reaproveitada para o cultivo de alimentos sem risco para saúde das pessoas. Esse projeto denominado de fossa verde é fruto de uma parceria entre o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e a Universidade Federal do Ceará (UFC) - consiste na criação de fossas, que ao contrário das tradicionais, não contaminam o solo.

As águas dos banheiros das habitações do assentamento que antes eram despejadas a céu aberto ou depositada em fossas comuns, são agora despejadas em valas de alvenaria e que também são impermeabilizadas. Com isso, impede-se o contato dos dejetos com o solo e as mesmas são cobertas com terra, que absorve os nutrientes da parte líquida do esgoto.

Além de evitar que o esgoto seja despejado no meio ambiente, a fossa, que recebe água o tempo todo, tem servido como um canteiro de cultivo para as famílias. Por fim, as águas residuárias das habitações deixarão de contaminar o lençol freático, repercutindo na diminuição de diarreia, de hepatites e doenças que estão ligadas à contaminação pela água.

Em 1997 foi sancionada, no Brasil, a lei n. 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou a Agência Nacional das Águas (ANA). A partir desta lei inicia-se o processo de transição institucional para o gerenciamento de recursos hídricos. Esta lei aborda também as bacias hidrográficas como comitê de gerenciamento participativo e integrado em âmbito nacional e regional, constituindo um marco importante para a regulamentação do setor ambiental, vinculado ao manejo e gestão dos recursos hídricos (SETTI *et al.*, 2001).

A legislação brasileira contempla essas especialidades, no entanto, há uma carência de critérios e procedimentos para que o sistema de gerenciamento possa ser instalado integralmente no país e permita o enfrentamento de graves questões sobre o uso da água em várias regiões (GONTIJO JUNIOR, 2013).

No que concerne aos aspectos legais, não existe lei ou norma específica para reúso de água para fins potáveis no país, sendo necessária a formulação de legislação específica, que estabeleça os conceitos e os critérios específicos para essa atividade (NETO, *et al.*, 2017).

De acordo com Neto *et al.* (2017) um ponto relevante é que o esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados do esgoto, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente. Não há previsão legal para a ligação de efluentes na rede de distribuição de água, o que significa que o reúso direto para o consumo humano nessa condição não possui base legal no país.

Considerando o conceito fixado pelo Decreto nº 5.440, de 04/05/2005, que estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento, o sistema de abastecimento de água para consumo humano é a instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações. Essa definição não se caracteriza como “meio ambiente”, que é a destinação legalmente prevista pela Lei nº 11.445/2007, para o esgoto, após o tratamento, confirmando a inexistência de base legal para o reúso direto de água potável (NETO, *et al.*, 2017).

3.5 REÚSO NO EXTERIOR

O reúso tem sido realizado no mundo para diferentes fins, tais como: agricultura, aquicultura, indústria, irrigação paisagística, recreação, recarga de aquíferos, usos domésticos não potáveis e, mais recentemente, também para o uso potável (NETO, *et al.*, 2017).

Existem poucos dados sistematizados e disponíveis sobre o cenário mundial de reúso de água. Segundo Melo *et al.* (2020), em relação ao volume total cita-se a China, o México e os Estados Unidos, neste último, deve-se dar destaque aos estados da Califórnia, do Texas, do Arizona e da Flórida. Ao se considerar o volume utilizado por habitante, países como Kwait, Israel e Cingapura apresentam relevância. Em termos de tecnologia, Japão, Califórnia e Cingapura são as referências.

Segundo o relatório Global Water Market de 2011 da Global Water Intelligence, o percentual de reúso em relação à produção total de efluentes domésticos é de 91% no Kwait, 85% em Israel, 35% em Singapura, 32% no Egito, 15% na Austrália, 14% nos Estados Unidos e na China, 12% na Síria, 11% na Espanha e 4% no México.

Na Namíbia é feito o tratamento de esgotos domésticos para fins potáveis, os esgotos industriais são coletados em rede separada e tratados independentemente. Além disso, um controle intensivo é efetuado pela municipalidade, para evitar a descarga, mesmo accidental, de efluentes industriais ou compostos químicos de qualquer espécie, no sistema de coleta de esgotos domésticos. Windhoeke, capital da Namíbia, iniciou o reúso de água de esgotos para o abastecimento de sua população desde 1968. E os estudos epidemiológicos realizados demonstraram que as doenças transmissíveis predominantes no país (doenças como diarreia e Hepatite A) ou outros impactos negativos na saúde da população não são associadas à água reutilizada, que abastece a cidade (VAN RENSBURG, 2016).

Como referência mundial de legislação para reúso potável indireto, encontram-se as regulamentações do estado da Califórnia, que, embora sejam extremamente restritivas, fornecem critérios objetivos para uma diversidade de parâmetros, inclusive compostos emergentes sem riscos documentados, bem como estabelece critérios de projeto, como uso obrigatório de tecnologia de osmose reversa para remoção desses compostos.

Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental, responsável pela definição das diretrizes para reúso de água, reúne experiências de diversos Estados que regulamentam a prática em seu território, no guia intitulado *Guidelines for Water Reuse*. Na categoria de reúso potável indireto, o guia reúne experiências de 9 estados (Arizona, California, Florida, Hawaii, Massachusetts, Pennsylvania, Utah, Virginia e Washington) que possuem regulação para recarga de aquífero com água recuperada e, a partir disso, sugere as diretrizes para o reúso potável indireto em todo o país, inclusive para demais países que não possuem diretrizes estabelecidas (USEPA, 2012).

Em Israel além de ações de infraestrutura, o governo vem sempre incentivando o uso de tecnologias cada vez mais desenvolvidas sob o tema de uso racional de água. Essas ações acabaram por transformar o país em uma “startup nation”, com desenvolvimento de tecnologias especialmente relacionadas à água e à agricultura.

O efluente proveniente do consumo é coletado e tratado nas Estações de Tratamento de Esgotos, sendo que aproximadamente 90% da vazão tratada é destinada ao reúso na agricultura. O reúso de efluentes é praticado há muitas décadas, por isso é um dos países com mais experiência em reúso no mundo. Uma extensa área na região de Dan se destaca por operar a mais de 25 anos a recarga de aquífero com efluentes tratados e posterior captação para usos diversos. Dados de monitoramento na planta Shafdan, a maior de Israel, mostram que um efluente terciário disposto em aquífero com areia de duna após passar pelo Tratamento Solo Aquífero (TSA) atinge qualidade próxima a água potável. Os parâmetros do efluente infiltrado em Shafdan são utilizados como referência, porém para novas plantas de reúso é necessário que cada caso seja analisado em laboratório e no local (SILVA, 2019).

A principal fonte de água de reúso em Israel é a Estação de Tratamento de Águas Residuárias Shafdan. Trata-se da maior estação de tratamento de águas residuais do país e da região do Mediterrâneo que atualmente opera com uma vazão de 370.000 m³/dia, atendendo uma população de 2,1 milhões de habitantes na área metropolitana de Tel Aviv. Todo o efluente produzido nas instalações mecânico-biológicas (um total de aproximadamente 135.000.000 m³/ano) são injetados no aquífero para sua filtração final, bombeados e depois de um período de aproximadamente um ano são enviados ao Negev para irrigar os plantios. De

maneira ilustrativa, se diz por lá que a maior parte da agricultura na região sul de Israel usou água de Shafdan para irrigar as culturas, em vez de usar outras fontes de água. Atualmente, após várias interferências de ampliações, a estação passou a ter capacidade de tratamento de 75% do esgoto gerado nas 22 cidades atendidas, para mais 40 anos de operação.

Na Espanha o Decreto Real 1620/2007 estabelece parâmetros de qualidade para diversas modalidades de reúso, entre as quais os valores máximos admissíveis para Recarga Artificial de Aquíferos (RAA) por infiltração no solo (ESPANHA, 2007).

A Organização Mundial de Saúde e países como Austrália, Portugal e Canadá recomendam a análise caso a caso, com estudos sobre a qualidade do efluente tratado, da água nativa do aquífero e das características do solo local.

3.6 ACEITAÇÃO PÚBLICA SOBRE REÚSO

A prática da reutilização de águas residuais tratadas não deve basear-se apenas no conhecimento científico e tecnológico do tratamento das águas residuais, mas também num adequado enquadramento institucional e regulamentar, bem como na aceitação pública desta estratégia de gestão dos recursos hídricos (MONTE, ALBUQUERQUE, 2010).

O Brasil se desenvolveu ao longo dos anos da sua história, em torno de uma falsa abundância de recurso hídrico, levando à cultura do desperdício, como se a água fosse ilimitada. Atualmente no país, um dos maiores desafios para a aplicação da prática de reúso é exatamente reverter essa cultura de excesso de água e incutir na sociedade o entendimento de que a inclusão da água de reúso na matriz hídrica nacional pode ser a solução de muitos problemas decorrentes da escassez, bem como de conflitos pelo uso da água.

A aceitação da população quanto ao reúso é um fator colaborante para o desenvolvimento da atividade. Dessa forma, o funcionamento adequado da ETE e o entendimento local dos benefícios da atividade são fatores que facilitam esse processo. Em contrapartida, a falta de conhecimento, a desconfiança e o medo, justificados pelo funcionamento precário dos sistemas de tratamento implantados nos mais diversos contextos sociais, corroboram para a oposição pública a essa alternativa (SCHAER-BARBOSA; SANTOS; MEDEIROS, 2014).

De acordo com Ferreira (2019), que realizou um diagnóstico qualitativo sensorial junto a moradores residentes nas proximidades de ETE no Rio Grande do Norte, mesmo existindo grande resistência no funcionamento de ETE nos ambientes do seu estudo, observa-se percepção da população na importância do reúso, em especial na agricultura e piscicultura, o que influencia diretamente no desenvolvimento econômico e social, como é o caso de Parelhas, que apresentou índices de aceitação de 70% e 40%, respectivamente, enquanto que, em Pedro Velho, a alternativa com melhor aprovação foi a irrigação (30%). Por outro lado, este município apresenta percentuais de reprovação superiores a 50% para qualquer alternativa de reaproveitamento. O conhecimento da população sobre alternativas de saneamento e as condições de funcionamento das estações tem influência significativa nas respostas apresentadas.

Rezende (2010) realizou sua pesquisa com pessoas ligadas ao saneamento, como professores, pesquisadores e estudantes, com o objetivo de avaliar a aceitação do público formador de opinião. Ele encontrou que o seu público alvo teve uma tendência maior em aceitar reúso com finalidades não potáveis, aceitação superior a 80%, já para o reúso com finalidade potável a taxa de aceitabilidade não chegou a 50%. A aceitação foi maior para os itens entendidos como de menor risco pelos entrevistados, pois os mesmos demonstraram não confiar na manutenção e no controle de qualidade.

Segundo Hespanhol (2008), alguns fatores contribuem para a aceitação e o envolvimento da população no reúso, como nível de acesso às informações, confiança nos interlocutores envolvidos no projeto e, preocupação dos atores principais (gestores, executores) nas problemáticas ambientais.

Nesse sentido, as ações de educação ambiental proporcionam, aos envolvidos, ampliação ou mudança de valores frente às potencialidades e problemas ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2014), sendo de grande relevância na implantação de projetos de reúso, os quais devem contemplar aspectos de viabilidade, impactos, tecnologias, garantias agregadas e riscos ambientais (MANCUSO, SANTOS, 2007).

O aprofundamento no estudo dos riscos à saúde e ao meio ambiente, por meio de monitoramentos da qualidade do esgoto tratado e seus impactos na aplicação agrícola, dos níveis de gases tóxicos existentes na atmosfera local, e do maior acompanhamento por parte dos órgãos gestores da eficiência do tratamento nas estações, além da divulgação das informações finais obtidas, implicarão

diretamente na qualidade de vida da população, possibilitando maior aceitação em alternativas de reúso, minimizando a problemática da escassez hídrica nesses ambientes (FERREIRA, 2019).

De acordo com Santos *et al.* (2012) a aceitação pública é um dos elementos de maior importância na determinação do sucesso ou insucesso de um programa de reúso, os autores avaliaram a aceitabilidade da população, na cidade de Juazeiro do Norte – CE em um bairro onde está localizada uma ETE, quanto à prática de águas residuárias tratadas para uso na agricultura, e para avaliar a aceitabilidade dos consumidores e agricultores foram colhidas informações através de questionários ou entrevistas. De um modo geral, conclui-se que com relação ao conhecimento, ao consumo, ao solo, foi obtido um maior resultado de aceitabilidade por partes dos entrevistados, mas quanto à aspectos sanitários não foi atingida grande aceitação por partes dos participantes da entrevista pois os mesmos acreditavam que esse era um meio de contaminação e um problema na comunidade rural e para sociedade em geral.

A origem e as características das águas residuais, aliados ao carácter inovador dos projetos de reutilização, justificam a relutância na aceitação pública desta prática, assumindo assim uma importância decisiva e o principal obstáculo à sua implementação (MILLER, 2006).

Num passado recente, várias instituições, como a National Research Council (2012) dos Estados Unidos e a USEPA (2012) consideraram a reutilização de águas residuais tratadas direta para fins potáveis, uma prática inviável para o desenvolvimento de recursos hídricos, devido, em parte, às restrições econômicas e técnicas que podem pôr em risco a saúde pública, mas também, em razão da relutância da aceitação pública.

De acordo com Nellor e Millan (2010), a aceitação pública dos projetos de reutilização é influenciada pela finalidade da aplicação. Po, Nancarrow e Kaercher (2003) através de uma revisão da literatura também identificaram, entre outros fatores, o tipo de aplicação, como um dos aspetos que influenciam a percepção pública relativamente à reutilização de águas residuais tratadas. Outros aspetos como o nível socioeconômico, a confiança que o público deposita sobre a entidade gestora do projeto e sobre o conhecimento científico, os custos, a origem e as características das águas residuais, também foram identificados como fatores que influenciam a aceitação pública.

Estudos realizados nas décadas de 70 e 80 do século passado, citados por Nellor e Millan (2010) nos Estados Unidos da América (EUA) sobre a percepção pública relativamente à reutilização, indicam que a aceitação pública dos projetos de reutilização de águas residuais tratadas e destinadas a usos potáveis têm menor índice em comparação aos usos não potáveis. A aceitação é progressivamente reduzida à medida que as aplicações implicavam maior contato da água reutilizada com o corpo humano. Marks (2006) obteve resultados semelhantes ao analisar a aceitação pública de um conjunto de projetos de reutilização potável e não potável implementados nos EUA, nas últimas décadas.

Apesar dos avanços tecnológicos verificados nas últimas décadas permitirem a produção de água para o consumo humano que cumpra todos os requisitos de qualidade, a partir de águas residuais tratadas, na literatura vários autores consideram a aceitação pública um dos principais desafios para a implementação de projetos de reutilização potável direta (SCHROEDER *et al.*, 2012).

Du Pisani (2006) refere que a barreira psicológica constitui o principal obstáculo para a implementação de projetos de reutilização potável direta, considerando a aceitação pública uma pedra angular no desenvolvimento de projetos de reutilização para fins potáveis. Em comum, também Asano *et al.* (2007) referem que a aceitação pública constitui um dos maiores obstáculos à reutilização para usos potáveis. Vários estudos de aceitação pública deste tipo de reutilização demonstram que mais de 50% dos inquiridos opõem-se a esse tipo de reutilização.

Scruggs, Pratesi e Fleck (2020) constataram em sua pesquisa, na qual entrevistaram moradores de 5 cidades no interior dos EUA, que uma combinação de programas de conservação de água, visitas às instalações para o público e programas de educação e extensão na escola e na comunidade promovem a aceitação do público, o resultado pode ser notado na superação do público de qualquer aversão a beber águas residuais purificadas.

Haddad *et al.* (2009) estudaram a aceitação pública sobre a reutilização potável direta e indireta de cinco cidades dos EUA (San Diego, San Jose, Philadelphia, Oregon e Phoenix). Uma das principais conclusões deste estudo indica que a oposição à reutilização de águas residuárias para usos potáveis está relacionada com a fraca confiança pertinente às tecnologias de tratamento e à entidade gestora do projeto. Um quarto dos inquiridos que se opuseram à implementação de projetos de reutilização potável, mudaram de opinião à medida

que foram informados sobre as tecnologias disponíveis. A utilização de mensagens como “todas as águas podem ser reutilizadas” e “as tecnologias de tratamento de água são eficientes”, melhorou a compreensão dos entrevistados sobre a reutilização potável, contribuindo para que mais de metade considerassem a possibilidade da implementação deste tipo de projeto.

De acordo com Po, Nancarrow e Kaercher (2003), os primeiros projetos de reutilização potável, como aqueles em Windhoek na Namíbia, Water Factory 21 na Califórnia, e Upper Occoquan Sewerage Authority na Virgínia do Norte, foram introduzidos em um momento em que o envolvimento público na tomada de decisões não era a norma: “o público confiava nos especialistas ou governos para tomar a decisão certa e, portanto, eles geralmente não participavam ou contestavam as decisões do projeto”.

No entanto, projetos mais recentes de reutilização potável foram adiados ou cancelados devido à oposição pública. Hoje, a aceitação pública é crucial para o sucesso de qualquer projeto de reúso de água e é influenciada por muitos fatores, como o valor percebido da água, a história da água a ser reutilizada, confiança nas entidades que promovem o projeto de reúso, confiança nas tecnologias utilizadas para purificar a água, educação sobre os conceitos fundamentais da água e do reúso, a conexão do momento do projeto de reúso proposto com as circunstâncias locais (por exemplo, seca), inclusão do monitoramento da qualidade da água no esquema de reutilização, atitudes em relação ao meio ambiente e os custos inerentes ao processo (PO, KAERCHER E NANCARROW, 2003; ORMEROD E SCOTT, 2013; TENNYSON, MILLAN E METZ, 2015; SCRUGGS, PRATESI E FLECK, 2020).

A experiência da cidade de San Diego na Califórnia exemplifica bem a influência da percepção pública sobre o reúso. Em resposta a dois períodos de seca, San Diego introduziu o reúso de água potável como uma opção alternativa de abastecimento em meados da década de 1990 e novamente mais de uma década depois (TRUSSELL, GAGLIARDO, TENNYSON, 2002; USEPA, 2018).

Em 1993, a San Diego Water Authority reuniu vários especialistas em água potável e saúde pública que analisaram e aprovaram o projeto proposto. A Water Authority também montou um painel de cidadãos que também fizeram uma análise do projeto proposto e recomendaram a continuação de estudos adicionais relacionados ao avanço do mesmo. O Departamento de Serviços de Saúde da

Califórnia aprovou a proposta em estudo após ser executado o piloto do sistema de tratamento que confirmou a remoção dos contaminantes. Vários problemas ocorreram ao longo do desenvolvimento que corroeu o apoio público ao programa. Em 1999, depois de anos de investimento significativo, o Projeto de Repurificação da Água foi abandonado devido à pressão pública, que resultou da falha das autoridades locais em ganhar a confiança da comunidade, compartilhamento inadequado de informações e falha em atender às preocupações do público, como segurança.

Já em 2004, San Diego voltou a estudar a possibilidade da reutilização dos recursos hídricos. A cidade contratou o Instituto Nacional de Pesquisa Hídrica para criar um Quadro Consultivo Independente, que forneceu informações substanciais e supervisão técnica para o estudo. O público também se envolveu em aprender sobre as várias opções de reúso de água e ajudar a determinar como avançar com o planejamento dos recursos hídricos. Uma variedade de reuniões públicas, palestrantes especialistas e a mídia foram usadas para facilitar o diálogo e compartilhamento de informações com os residentes da cidade e a equipe de estudo. Este amplo grupo de cidadãos interessados desempenhou um papel essencial na determinação de como proceder com o planejamento dos recursos hídricos. Quando o Departamento de Utilidades Públicas de San Diego reintroduziu o projeto de RPIP, ele foi chamado Pure Water San Diego, e o departamento tornou a divulgação e o envolvimento do público uma prioridade. A aceitação pública da reutilização de água potável aumentou de 26% em 2004 para 73% em 2012 (ASANO *et al.*, 2007; NACIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012; USEPA, 2018).

A aceitação da água de reúso, em razão da sua qualidade depende, como regra, de duas condições: que a água atenda às exigências de qualidade inerente ao uso a que ele se destina, e também que ela não cause nenhum tipo de objeção devido a características como aspecto e cheiro (MANCUSO, SANTOS, 2003).

As percepções públicas de risco e a confiança demonstraram que são os fatores-chave na aceitação de projetos de reutilização potável. A análise usando modelagem de equação estrutural mostrou que quanto mais os membros da comunidade perceberam que a Water Authority usava procedimentos justos (por exemplo, consultar a comunidade e fornecer informações precisas), maior seu senso de identidade compartilhada com a mesma. A identidade social compartilhada, por sua vez, influenciou a confiança por meio do aumento da credibilidade da fonte, ou

seja, a percepção de que a autoridade responsável pela água é competente e tem o interesse da comunidade em mente. As descobertas também apoiam pesquisas anteriores mostrando que níveis mais altos de confiança nos especialistas estavam associados a percepções mais baixas de risco, que por sua vez estavam associadas a níveis mais altos de aceitação e vice-versa (GREENAWAY; FIELDING, 2020).

3.7 AÇÕES DE CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE REÚSO

Scruggs, Pratesi e Fleck (2020) enfatizaram que os projetos de reúso de água só têm sucesso quando os cidadãos são incluídos no processo de tomada de decisão. Os primeiros passos incluem compreender a opinião pública sobre a empresa de serviços de água ou outras organizações que promovem o projeto de reúso e, em seguida, obter o apoio de líderes de opinião, contatos da mídia e especialistas que podem ajudar na disseminação de informações.

O envolvimento público na tomada de decisões sobre o reúso da água é fundamental porque os membros da comunidade são diretamente afetados (USEPA, 2017).

Algumas recomendações fazem-se necessárias, para aumentar a aceitabilidade do reúso (NETO *et al.*, 2017):

- É importante que o órgão regulador invista na sua imagem junto à população, com vistas à confiabilidade da sua marca frente aos processos de tratamento e garantia da qualidade dos seus serviços.
- É importante que os responsáveis se organizem internamente para montar um Plano de Comunicação Social sobre o Reúso, de modo que, desde o começo, a população seja preparada para uma eventual necessidade de implantação do reúso no futuro.
- As concessionárias devem participar da elaboração de Plano de Ações Para Instituir uma Política Nacional de Reúso de Efluente Tratado que deve ser desenvolvido pelos Ministérios responsáveis.
- Por fim, é fundamental que todos os envolvidos em ações de reúso participem da revisão das leis e normas concernentes ao reúso, de forma que haja menos empecilhos legais à implantação das alternativas quando assim for necessário.

É necessário desenvolver normas claras e fiáveis adaptadas para se ajustarem à realidade do país, aos riscos para a saúde pública e à capacidade econômica do país, já que os regulamentos influenciam de forma significativa a escolha das tecnologias e, conseqüentemente, os custos dos projetos de reutilização (OLIVEIRA, 2018).

3.8 GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA

De acordo com Pavan *et al.* (2016) a importância da água e a preocupação com sua escassez para as gerações futuras expõem complexidades existentes relacionadas à má utilização da água: o processo de urbanização desenfreada e a geração de resíduos com descarte inapropriado, contaminando os ecossistemas aquáticos.

Conforme Santos *et al.* (2012), o reúso passa a figurar como importante recurso para se implementar políticas e estratégias de gestão dos recursos hídricos. Assim, torna-se oportuno romper o paradigma consumista em favor da gestão racional dos recursos hídricos, a exemplo da destinação dos recursos em função do grau de exigência dos respectivos usos. Ou seja, diversificar a matriz através da inserção de fontes de água de qualidade inferior para atendimento aos usos menos exigentes, atenuando a demanda sobre as águas de melhor qualidade, reservada aos usos mais nobres.

Gestão da demanda é uma medida importante para reduzir o consumo de água. Tipicamente, isto se aplica a água potável, mas também se aplica a água reutilizada. Por que precisamos conservar a água reutilizada? O equívoco frequente é que a água é reutilizada como um produto inferior, que é mais barato e abundante. A água pode ser reutilizada como um recurso de alta qualidade e deve ser considerado como tal (HOLT, JAMES, 2006).

No entanto, de acordo com Costa (2021) a gestão racional dos recursos hídricos requer, ainda, esforço institucional no sentido de elevar a Política Nacional de Recursos Hídricos ao status de política de Estado, estrategicamente capaz de promover as mudanças estruturais, sociais e econômicas necessárias ao desenvolvimento do país.

O Governo (em todas as esferas), Concessionárias, Comitês de Bacias e a população em geral, devem mobilizar-se no sentido de unir esforços para desenvolver programas de conscientização e informação ao público sobre a importância do uso consciente da água, explicitando como a água chega ao consumidor, os custos do tratamento da água, a importância da conservação dos recursos hídricos e da participação da população em desenvolver mecanismos de reúso e conservação da água.

Torna-se cada vez mais importante que os recursos hídricos, tanto de fontes naturais quanto de reúso de águas, sejam gerenciados da melhor forma para enfrentar os problemas de escassez hídrica e de redução de qualidade. Para isso, cada vez mais, ferramentas computacionais avançadas têm sido adotadas para simulação e otimização de sistemas hídricos (GONDIM, ARAÚJO, COSTA, 2019).

Indubitavelmente, o desenvolvimento humano será determinado pela sua capacidade de compreender a água enquanto bem limitado, cuja ciclagem ocorre em velocidade inferior ao crescimento da sua demanda, tornando-se imprescindível adotar modelos racionais de gestão capazes de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (COSTA, 2021).

A mudança de mentalidade tanto de usuários como de gestores é extremamente necessária para o alcance dos objetivos. Espera-se do usuário um entendimento da finitude da água e da sua necessidade absoluta para sobrevivência; e dos governantes, espera-se a priorização da sua população e do seu bem-estar, sendo essa uma meta indissociável para uma gestão justa e adequada. Somente nesse cenário será possível para os países latino-americanos, uma transformação de precariedade de sobrevivência para, de fato, um objetivo de desenvolvimento. Destaque ainda deve ser dado à segurança hídrica, que atualmente tem se apresentado como tema central nas discussões sobre gestão de águas no Brasil. Esse conceito está associado, dentre outros aspectos, ao provimento de água em quantidade e qualidade para os usos múltiplos (ÁGUAS DO BRASIL, 2018).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho consistiu na análise de iniciativas de reúso para fins potáveis existentes no Brasil e no exterior, na análise da aceitação pública no Brasil e no mundo, por meio de pesquisas já realizadas. E na apresentação de possíveis soluções para elevação do nível de aceitação pública do reúso potável.

Com os dados obtidos realizou-se uma análise comparativa das informações sobre o reúso no Brasil e em outros países do mundo. A partir da busca identificaram-se os pontos positivos e negativos nas iniciativas encontradas. Apresentando também os crescentes avanços tecnológicos existentes na área.

Análise das pesquisas já realizadas sobre aceitação da população acerca do uso de esgoto tratado para fins potáveis de modo a identificar a taxa de aceitação e em quais localidades essa taxa é maior.

A fase da análise de dados e informações constitui-se em momento de grande importância para o pesquisador especialmente numa pesquisa de natureza qualitativa (GRIJO, 2018).

Dessa forma, analisaram-se os dados obtidos e então se tornou possível conhecer e examinar o grau de aceitabilidade do uso de efluentes tratados para fins potáveis. Os resultados foram assimilados e qualificados através dos procedimentos da análise textual discursiva.

Na fase final foram averiguados e descritos os pontos positivos que existem com a implantação do reúso potável nos âmbitos social, ambiental e econômico. E apresentaram-se possíveis soluções que contribuam de forma significativa para aumentar o nível de aceitabilidade pública.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DIFICULDADES E VANTAGENS NA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE REÚSO

É importante que a prática de reúso seja considerada como um instrumento para a gestão dos recursos hídricos no Brasil. O reúso evita a descarga de efluentes de forma não planejada e desordenada em corpos d'água, além de promover o planejamento, controle, preservação e recuperação dos recursos hídricos.

O maior entrave na implantação de projetos de reúso potável no Brasil está na falta de legislação e políticas públicas que incentivem essa prática. De acordo com Hespanhol, Rodrigues e Mierzwa (2019) ao se observar a perspectiva tecnológica, a prática do reúso potável não é um entrave, uma vez que existe a possibilidade de adotar diferentes combinações de processos e operações para a sua viabilização.

O reúso no Brasil ainda é uma prática incipiente. Dentre as diversas razões, temos desde questões culturais como a aceitação, a falta de uma política governamental que direcione o recurso com qualidade adequada aos diversos tipos de usos, falta de políticas direcionadas ao reúso e visão estratégica das empresas para viabilizar projetos de médio e longo prazo que tragam segurança hídrica para aquelas e para a população.

Segundo Rezende (2010), que realizou pesquisa sobre aceitação pública na região metropolitana de Vitória, as pessoas não tem predisposição a aprovar o reúso. A aceitação se torna maior quando ocorre conhecimento de crises de escassez hídrica quantitativa ou qualitativa. Respalando a ideia que o conhecimento é o alicerce da aceitação Haddad *et al.* (2009) constataram que 25% dos entrevistados que não tinha uma boa impressão sobre projetos de reúso, alteraram sua percepção ao passo que obtiveram informações sobre as tecnologias existentes na atualidade.

É importante promover ações que, além de estimularem o consumo consciente, levem à população informações sobre benefícios da utilização de água de reúso no seu dia-a-dia. Parte dos usos de água em residência pode ser suprida pela água reutilizada, o que geraria redução significativa no consumo, diminuiria a

pressão sobre o sistema de abastecimento e resultaria em economia para o consumidor final.

Medidas, como conservar, aumentar a eficiência no consumo e reusar, adiam a escassez que está cada vez mais presente em todo o mundo e permitem um desenvolvimento sustentável.

O emprego de tal reúso acarreta vantagens em vários âmbitos para a sociedade. Em relação às vantagens ambientais, sociais e econômicas, listam-se as seguintes:

- Redução do consumo de água da rede pública e, por extensão, o custo de fornecimento;
- Proteção dos mananciais;
- Menor poluição do ambiente com produtos químicos;
- Diminuição do volume de esgoto descartado e redução dos custos;
- Estimula a conservação de água, a autossuficiência e a postura ativa da população perante os problemas ambientais da cidade.

Corroborando com o descrito acima, tem-se as vantagens citadas no Manual de produção de água potável segura para reúso de esgoto (OMS, 2017), que são apresentadas abaixo:

- O suprimento de água independe do clima;
- Existem, em geral, próximo aos centros populacionais, sistemas coletores de águas usadas e, em alguns casos, sistemas de tratamento dessas águas;
- Evita os impactos negativos do descarte de perigosos microrganismos e de nutrientes no corpo receptor;
- É tipicamente mais barato que a dessalinização da água do mar;
- Há uma crescente aceitação pelo público.

5.2 TAXAS DE ACEITAÇÃO DO REÚSO POTÁVEL NO MUNDO

Com a atual crise hídrica, o tratamento e o descarte responsável de efluentes são muito mais do que uma necessidade operacional. Trata-se de uma obrigação socioambiental.

Além das especificações de cada uso da água residual tratada, a implementação de projetos de reutilização também é condicionada por fatores específicos de uma dada região como fatores econômicos, climáticos e ambientais.

A Tabela 1 abaixo apresenta as taxas de aceitação do reúso responsável.

Tabela 1 – Taxas de aceitação do reúso potável

Local	Projeto	Avaliação	Razão para aceitação
1-Região Metropolitana de Vitória	Avaliação da aceitação de público ligado ao saneamento	Menor que 50%	Razão para rejeição foram fatores psicológicos e falta de confiança na manutenção de controle
2-Toowoomba (Austrália)	Projeto de reúso indireto em 2006	38%	Projeto fracassou pela ineficiente estratégia de comunicação com o público iniciada apenas 10 semanas antes do projeto começar
3-San Diego (Califórnia)	Projeto de reúso direto não aceito em 2004	26%	População realizou manifestações contrárias à instalação do projeto por não haver ampla divulgação
4-San Diego (Califórnia)	Projeto de reúso direto aprovado em 2012	73%	As autoridades apostaram em educação ambiental e divulgação do projeto
5-Perth (Austrália)	Projeto de reúso indireto através de recarga de aquífero	93%	Estratégia de contato direta com a população para construir confiança ainda na fase piloto do projeto
6-Windhoek (Namíbia)	Projeto de reúso direto existente desde 1968	84% consideram a qualidade da água aceitável	Região com alta escassez de água

Fonte: Autora, 2021.

As localidades 1, 2 e 3 da Tabela 1 apresentam os casos onde a aceitação obteve porcentagem abaixo de 50%, tal índice de rejeição alto se deu principalmente devido a falta de comunicação adequada com a população, o que gera desconfiança no processo e na qualidade da água a ser gerada.

Já as localidades 4, 5 e 6 da Tabela 1 apresentam as maiores taxas de aceitação mostrando assim o quanto a comunicação assertiva com os populares é importante e indispensável para elevar a percepção. No exemplo de San Diego houve um aumento de 47% da noção das qualidades e da necessidade do reúso potável quando as autoridades investiram em educação ambiental e divulgação.

É possível notar que locais como a Namíbia que é uma região onde existem problemas relacionados à escassez de água há muitos anos não enfrenta problemas com a aceitação. De acordo com Oliveira (2018) e Du Pisani (2006) o crescimento populacional aliado aos longos períodos de seca faz com que as principais fontes de água não sejam suficientes tornando a reutilização potável necessária como solução.

5.3 AÇÕES REALIZADAS PARA ACEITAÇÃO DO REÚSO POTÁVEL NO MUNDO

De acordo com Rezende (2010), a ideia de abundância de água disseminada no Brasil, a carência de conhecimento da população sobre a finitude dos recursos hídricos e a inexistência de regulamentos e normatizações para o reúso, aliado à falta de credibilidade nos serviços prestados pelas concessionárias de saneamento no país podem ter contribuído para um baixo índice de aceitação do projeto na região metropolitana de Vitória.

Vinculados a essas razões existem fatores psicológicos como acreditar que esgoto é algo sujo e repulsivo, nojo e medo de contrair doenças. De acordo com os dados de grau de escolaridade já citados na revisão para esta pesquisa, pode-se afirmar que tais fatores deveriam estar mitigados por serem pessoas que possuem algum tipo de conhecimento sobre o assunto, porém os valores enraizados pela cultura e descrença nos órgãos responsáveis ainda são determinantes.

Os casos de fracasso em Toowoomba e San Diego ocorreram fundamentalmente pela comunicação ineficaz dos responsáveis pela implantação dos projetos com o público, ou seja, o processo de conscientização, que pode ser composto por diversas atividades para criar uma relação com a comunidade, foi deficitário. Projetos de educação ambiental, atividades como reuniões de bairro, atividades lúdicas nas escolas, ações diárias em empresas privadas e públicas, propaganda e oficinas são elementos para a elucidação, e demandam tempo de implantação. O efeito é a longo prazo e deve permanecer após a implantação do projeto, até que a população se conscientize e seja estabelecida uma cultura de reúso que irá se perpetuar ao longo das gerações.

Em Toowoomba, Austrália, os habitantes foram chamados para votar em um plebiscito sobre a construção de um projeto de reúso potável. O resultado foi

contrário a execução do projeto, pois a comunicação feita pelas autoridades envolvidas no projeto foi fraca e insuficiente, tendo sido iniciada poucas semanas antes do período de início da construção. Grupos populares fizeram forte pressão sobre a população geral da cidade por medo de impactos negativos na imagem da cidade que poderia ficar menos atrativa para negócios e turistas, influenciando a indústria alimentícia de Toowoomba a declarar que não utilizaria água do sistema (HURLIMANN; DOLNICAR, 2010).

No caso de San Diego, itens 3 e 4 na Tabela 1, foram realizadas duas tentativas de implantação do reúso potável, a primeira foi rejeitada devido a oposição pública, pois a divulgação não foi adequada. Anos depois as autoridades investiram em comunicação com o povo da cidade, estabeleceram terminologias adequadas (por exemplo, “purificação de água” é mais bem entendido e aceitável do que “reúso de esgoto tratado”), identificaram os stakeholders para entender suas perspectivas, desenvolveram mensagens para quebrar barreiras psicológicas e responder as preocupações da população. Com essas ações foi possível elevar o índice de aceitação em quase 50%.

Em Perth, na Austrália, foi instalado um projeto piloto de reúso potável indireto através da recarga de aquífero que operou entre 2010 e 2012. Este projeto tinha como um dos principais objetivos conscientizar e encorajar a comunidade acerca da recarga de lençóis freáticos e seu potencial futuro como fonte de água potável. Após a conclusão dos testes no projeto piloto, as instituições responsáveis determinaram que a recarga de lençóis freáticos era uma fonte de recursos hídricos segura e sustentável.

Dessa forma, a estratégia para engajamento da comunidade foi baseada principalmente em uma abordagem frente a frente, para desenvolver o entendimento na fase experimental do projeto, em lugar de depender exclusivamente de meios de comunicação social em massa. Foi estabelecido um quadro consultivo comunitário incluindo a comunidade, a saúde pública e o meio ambiente. O painel desempenhou um papel fundamental no fornecimento de comentários detalhados sobre todos os aspectos do projeto piloto. Foram feitas apresentações em grupos as partes interessadas. Adultos e crianças realizaram visitas a estação piloto. Essa abordagem foi positiva fazendo com que mais de 90% da população aceitasse o reúso potável.

Sugerir que as pessoas possam experimentar a água de reúso pode ser uma estratégia útil para aumentar a aceitação e o uso públicos, incluindo oportunidades voluntárias, como degustar água reutilizada. Essas técnicas são provavelmente mais eficazes do que anúncios públicos afirmando que água de reúso seria adicionada à água fornecida às residências.

Na cidade de Windhoek, Namíbia, o processo de reúso potável direto acontece há mais de cinco décadas, desde 1968. Com resultados expressivos, como mostrou Van Rensburg (2016), a água de reúso apresentou a melhor relação custo-benefício entre todas as opções possíveis de abastecimento e é mais barata que a água importada, por exemplo. Ademais, comprovou ser uma fonte confiável, visto que, ao longo do tempo de funcionamento do projeto nunca foram observados quaisquer registros de surtos de doença e efeitos negativos para a saúde pública atribuída ao consumo da água recuperada. O governo da Namíbia vem investindo em divulgação para que a população tenha um maior conhecimento sobre o reúso existente.

6 CONCLUSÃO

Diante do exposto na pesquisa é possível notar que a escassez de água é uma realidade cada vez mais presente no mundo e o reúso é uma possível solução para essa problemática, sendo a aceitação pública um fator de suma importância para o sucesso em projetos de reúso potável seja direto ou indireto.

A localidade que apresentou a maior taxa de aceitação foi a cidade de Perth, Austrália, que obteve uma aceitação de 93%. Essa foi a região que mais investiu em divulgação, educação e contato com a população com ensinamentos sobre a problemática e chamando para participar das tomadas de decisões.

A compreensão pela população só é possível através do conhecimento adquirido, então se faz necessário que os órgãos reguladores empreguem recursos em educação ambiental para a nação de maneira ampla e geral. O dado de aumento da aceitação em San Diego após o investimento em educação e divulgação corrobora com todos os pontos trazidos no desenvolvimento do estudo.

É possível concluir que mensagens que enfatizam o problema real da escassez de água, por exemplo, mostrando a experiência da atual escassez de água vivida nas proximidades geográficas de onde as pessoas residem, terão uma probabilidade maior de impactar positivamente a percepção. Outro ponto capaz de influenciar de forma favorável a aceitação é o envolvimento de especialistas tanto da área médica quanto da área acadêmica.

Todo o trabalho traz implicações práticas importantes, pois fornece nortes aos provedores de água e formuladores de políticas públicas sobre as ações que provavelmente aumentarão a aceitação pública dos projetos de aumento da água, especialmente as campanhas de informação e comunicação; é essencial que as pessoas entendam que a água de fontes alternativas não é uma opção, mas uma necessidade.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS DO BRASIL. Reuso. 2018. Disponível em: <https://aguasdobrasil.org/artigo/reuso/>. Acesso em: 28 jun. 2021.

ALCALDE-SANZ, L.; GAWLIK, B. M. **Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge**. Towards a legal instrument on water reuse at EU level, 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. Água no mundo. Brasília: Ana, 2018. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>> Acesso em: 27 jun. 2021.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Lista dos termos para o Thesaurus de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas**. Brasília, 2015.

ASANO, T. *et al.* **Water reuse: issues, technologies, and applications**. McGraw-Hill Education, 2007.

BAILEY, J. R. *et al.* Renewable Energy Generation and GHG Emission Reduction Potential of a Satellite Water Reuse Plant by Using Solar Photovoltaics and Anaerobic Digestion. **Water**, v. 13, n. 5, p. 635, 2021.

BARROS, J. P. R. **Análise de eficiência de um filtro com leito de areia associado a resíduos de vidro da construção civil no tratamento de água cinza**. 2017. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Aracaju, 2017.

BRASIL, **Lei 9.433** de 08 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, n.06, p. 470-474, 9 jan. 1997.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019**. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p.: il.

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] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 09 mar. 2006.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reúso de água. *In: Reuso de água*. São Paulo: Editora USP, 2003.

CARVALHO, I. N. da C. *et al.* Importância Da Captação E Reaproveitamento De Água Pluvial Como Formar De Minimizar A Escassez De Água Potável. **Anais do Seminário Científico do UNIFACIG**, n. 6, 2021.

CARVALHO, N. L. *et al.* Reutilização de águas residuárias. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 3164-3171, 2014.

CASTELO, R. B. **Impacto do Reuso de Águas Residuárias da Zona Rural do Município de Pacoti na Sustentabilidade Hídrica do Açude Acarape do Meio**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. São Paulo, SP. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 26 fev. 2021.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF WATER MANAGEMENT IN AGRICULTURE. **Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture**. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute. 2007.

COSTA, M. V. da. **Análise regionalizada da implementação do reúso agrícola no Semiárido Brasileiro**. 2021. 109f. (Dissertação), Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Sumé – Paraíba Brasil, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.52446/PROFAGUACDSA.2021.D.COSTA>.

CUNHA, C. de L. da N.; FERREIRA, A. P. Contribuições para o desenvolvimento da capacidade de previsão de um modelo de qualidade de água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**. V. 11, n. 2, abr./jun. 2006.

DU PISANI, P. L. Direct reclamation of potable water at Windhoek's Goreangab reclamation plant. **Desalination**, v. 188, n. 1-3, p. 79-88, 2006.

ESPAÑA. Ministerio de la Presidencia. **Real Decreto 1620/2007**, de 7 de dezembro. Por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. Boletín Oficial del Estado (BOE) n. 294, Spain, 8 dez. 2007.

FERREIRA, D. de M. **Avaliação de risco no reúso de esgotos domésticos utilizados na agricultura**. 2019. 116f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

GOMES, L. M. de O.; DE SOUZA, J. C.; CARNEIRO, V. A. Reflexões Preliminares Acerca Da Escassez Da Água No Estado De Goiás. **Revista Territorial. Goiás**, GO. v. 9, n. 2, p.56-69, 2020.

GONDIM, R. B.; ARAÚJO, J. C. de; COSTA, C. A. G. **Impacto quantitativo do reúso indireto não planejado de águas na garantia do Açude Ayres de Sousa, Ceará**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 30º., 16 a 19 jun. 2019, Natal, no Rio Grande do Norte. Anais [...] Natal, no Rio Grande do Norte, 2019.

GONTIJO JÚNIOR, W. C. **Uma avaliação da política brasileira de recursos hídricos baseada em dez casos de estudo**. 2013. 330f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

GREENAWAY, T.; FIELDING, K. S. Positive affective framing of information reduces risk perceptions and increases acceptance of recycled water. **Environmental Communication**, v. 14, n. 3, p. 391-402, 2020.

GRIJO, C. S. B. **Retextualização do gênero gráfico: uma análise à luz da Teoria da Estrutura Retórica**. 2018. 253f. Tese (Doutorado em Estudos Linguísticos) – Faculdade de Letras, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

HADDAD, B. M. *et al.* **The psychology of water reclamation and reuse: survey findings and research roadmap**. Alexandria, VA: WateReuse Foundation, 2009.

HESPAÑOL, I. A inexorabilidade do reúso potável direto. **Revista Dae**, v. 63, n. 198, p. 63-82, 2015.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, SP, v.7, n. 4, p. 75-95, 2002.

HESPANHOL, I. Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes. **Revista USP**, n. 106, p. 79-94, 2015.

HESPANHOL, I.; RODRIGUES, R.; MIERZWA, J. C. Reúso potável direto-estudo de viabilidade técnica em unidade piloto. **Revista DAE**, v. 67, p. 103-115, 2019.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, p.131-158, 2008.

HOLT, P.; JAMES, E. **Wastewater reuse in the urban environment: Selection of technologies**. Landcom, 2006.

HURLIMANN, A.; DOLNICAR, S. When public opposition defeats alternative water projects—The case of Toowoomba Australia. **Water research**, v. 44, n. 1, p. 287-297, 2010.

LIMA, B. P. **Enquadramento dos corpos d'águas no Nordeste Brasileiro como instrumento de gestão e sustentabilidade ambiental**. O caso da bacia hidrográfica Acarape do Meio – CE. 2016. 272 f. 272 p. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Conceitos de reúso de água**. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (eds). Reúso de água. São Paulo: Manole, 2007.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; NOBRE, C. A. Climate change and water resources. In: **Waters of Brazil**. Springer, Cham, 2017. p. 171-186.

MARKS, J. S. Taking the public seriously: the case of potable and non potable reuse. **Desalination**, v. 187, n. 1-3, p. 137-147, 2006.

MELO, M. C. *et al.* Evaluation Of Potential Use Of Domestic Treated Effluents For Irrigation In Areas Subject To Conflicts Over Water Use In Paracatu River Basin. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 75, p. 52–63-52–63, 2020.

METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5 ed. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2015.

MILLER, G. Wade. Integrated concepts in water reuse: managing global water needs. **Desalination**, v. 187, n. 1-3, p. 65-75, 2006.

MONTE, H. M. do; ALBUQUERQUE, A. **Reutilização de águas residuais**. Lisboa, Portugal: ERSAR. 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Water reuse**: potential for expanding the nation's water supply through reuse of municipal wastewater. National Academies Press, 2012.

NELLOR, M. H.; MILLAN, M. Public and political acceptance of direct potable reuse. **Sacramento, CA: WaterReuse California**, 2010.

NETO, M. S. V. *et al.* II - 199 – **Estudo Prospectivo Para Utilização Dos Efluentes Das Ete's Das Áreas Urbanas Da Bacia Hidrográfica Do Alto Tietê Para O Reúso Potável–Conceitos, Aspectos Legais E Alternativas**. In: Anais XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017.

OLHER, I. *et al.* Crescimento de mudas de pau viola (*Cytharexylum myrianthum*) são potencializadas utilizando resíduos do tratamento de esgoto doméstico. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 4, p. 304-310, 2020.

OLIVEIRA, E. Soraia G. de. **Contribuição para a Avaliação da Viabilidade da Reutilização de Águas Residuais Tratadas para Produção de Água para Consumo Humano**. Estudo de Caso: Mindelo, São Vicente (Cabo Verde). 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão da Água) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2018.

OLIVEIRA, L. A. *et al.* **Percepção ambiental de atores sociais de comunidades rurais situadas no semiárido paraibano**: estratégia para o manejo correto de sistema de captação de água de chuva. In: CINTEDI (2014). Campina Grande-PB, Anais, v. 1, n. 1, ISSN 2359-2915, 2014.

ORMEROD, K. J.; SCOTT, C. A. Drinking wastewater: Public trust in potable reuse. **Science, Technology, & Human Values**, v. 38, n. 3, p. 351-373, 2013.

PAVAN, F. S. *et al.* Aplicação do método de valoração contingente para mensurar a percepção sócio ambiental dos moradores que vivem no entorno da Lagoa do Vigário. **Revista Perspectivas Online: Humanas e Sociais Aplicadas**. v. 6, n. 15. P. 31 - 52, 2016.

PATERNIANI, J. E. S.; PINTO, J. M. Qualidade da água. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2001.

PO, M.; NANCARROW, B. E.; KAERCHER, J. D. Literature review of factors influencing public perceptions of water reuse. 2003.

REZENDE, C. C. S. de. **Reúso potável de esgoto sanitário: possibilidades e riscos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010.

ROCHA, R.; SOARES, R. R. Water scarcity and birth outcomes in the Brazilian semiarid. **Journal of Development Economics**, v. 112, p. 72-91, 2015.

SANTOS, V. S. *et al.* Aceitabilidade da população quanto a prática do reúso como uma perspectiva no âmbito do desenvolvimento sustentável. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 46, 2012.

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**, v. XVII, n. 2, p. 17-32, abr.-jun. 2014.

SCHROEDER, E. *et al.* Direct potable reuse: Benefits for public water supplies, agriculture, the environment, and energy conservation. **National Water Research Institute White Paper**, 2012.

SCRUGGS, C. E.; PRATESI, C. B.; FLECK, J. R. Direct potable water reuse in five arid inland communities: an analysis of factors influencing public acceptance. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 63, n. 8, p. 1470-1500, 2020.

SETTI, A. A. *et al.* Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 2001.

SILVA, J. O. P.; HESPANHOL, I. **Reúso de água na indústria de curtimento de couros: estudo de caso no distrito industrial de Franca-SP**. 2002. Tese de

Doutorado. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Hidráulica e Sanitária. São Paulo.

SILVA, T. C. *et al.* **Viabilidade ambiental e econômica do reúso de águas residuárias tratadas para recarga artificial de aquífero: estudo de caso em aquífero litorâneo.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Uso Sustentável em Recursos Naturais) - Instituto Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

TELLES, D. D'A.; COSTA, R. H. P. G. (Coord.). **Reúso de água: conceitos, teoria e práticas.** 2 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

TENNYSON, P. A.; MILLAN, M.; METZ, D. Getting past the “Yuck factor”: Public opinion research provides guidance for successful potable reuse outreach. **Journal (American Water Works Association)**, v. 107, n. 11, p. 58-62, 2015.

TRUSSELL, R. R.; GAGLIARDO, P.; TENNYSON, A. P. The San Diego Potable Reuse Project: An Overview. In: **Proceedings of the International Conference on Wastewater Management and Technology for Highly Urbanized Coastal Cities.** Hong Kong: Hong Kong Polytechnical University, 2002. p. 11-31.

UNESCO, UN-WATER. **United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change.** 2020.

UNICEF. **O Fundo de Emergência Internacional das Nações Unidas para a Infância.** Brasília, DF. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>. Acesso em: 26 fev. 2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Guidelines for Water Reuse.** EPA/600/R-12/618. Environmental Protection Agency. Washington, D.C. 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **2017 Potable Reuse Compendium.** Washington, DC: United States Environmental Protection Agency. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Mainstreaming potable water reuse in the United States: Strategies for leveling the playing field.** 2018.

VAN RENSBURG, P. Overcoming global water reuse barriers: the Windhoek experience. **International Journal of Water Resources Development**, v. 32, n. 4, p. 622-636, 2016.

VON SPERLING, M. Biological Wastewater Treatment: Volume 1 - **Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal**. IWA Publishing. London, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **Potable Reuse: Guidance For Producing Safe Drinking-Water**. 2017.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report 2017. **Wastewater: The Untapped Resource**. Paris, France: UNESCO. 2017. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource/>. Acesso em: 8 jun. 2021.