

O REUSO DE EFLUENTES E SUA INTERFACE COM A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL

WASTEWATER REUSE AND ITS INTERFACE WITH WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE IPOJUCA RIVER BASIN -STATE OF PERNAMBUCO, BRAZIL

LA REUTILIZACIÓN DE EFLUENTES Y SU INTERFAZ CON LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO IPOJUCA - ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL

// RESUMO

AUTOR

Anna Elis Paz Soares 

Simone Rosa da Silva 

Suzana Maria Gico Lima Montenegro 

FILIAÇÃO INSTITUCIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO (UFPE)

E-MAIL

anna.soares@poli.br

simonerosa@poli.br

suzanam.ufpe@gmail.com

DATA DE SUBMISSÃO: 31/ 04/24

DATA DE APROVAÇÃO: 00/ 00/00

DOI: 10.12957/GEOUERJ.2024.8809



E-ISSN 1981-9021
APRESENTAÇÃO EDIÇÃO ESPECIALXVII
GEOCRÍTICA2024, APRESENTAÇÃO N.46.

ESTE É UM ARTIGO DE ACESSO ABERTO
DISTRIBUÍDO SOB OS TERMOS DA LICENÇA
CREATIVECOMMONS BY-NC-SA 4.0, QUE
PERMITE USO, DISTRIBUIÇÃO E REPRODUÇÃO
PARA FINS NÃO COMERCIAIS, COM A CITAÇÃO
DOS AUTORES E DA FONTE ORIGINAL E SOB
A MESMA LICENÇA.

O estudo objetivou diagnosticar a implantação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e sua interface com o reuso de efluentes domésticos na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca (BHRI). Utilizou-se metodologia de natureza aplicada e abordagem qualitativa, com análise documental e de campo, definição do grau de implementação dos instrumentos de gestão e matriz SWOT para identificar oportunidades e desafios à prática do reuso de efluentes domésticos na BHRI. Constatou-se que o reuso de efluentes domésticos é pouco discutido pelos órgãos estaduais de gerenciamento de recursos hídricos. Além disso, verificou-se baixo grau de implantação de instrumentos de enquadramento e cobrança. Recomenda-se a criação da outorga para produtores de água de reuso e a inclusão de mais ações no plano hidroambiental da bacia. Os resultados, inéditos na BHRI, servem de referência para formuladores e executores de políticas de gestão de recursos hídricos, visando incentivar a prática do reuso de efluentes no estado.

Palavras-chave: esgoto doméstico; instrumentos de gestão; política pública; saneamento.

// ABSTRACT

This study aimed to assess the implementation of the instruments of the National Water Resources Policy and its interface with the reuse of domestic effluents in the Ipojuca River Basin (IRB). An applied research methodology with a qualitative approach was used, including document analysis, field research, assessment of the degree of implementation of water management instruments, and a SWOT matrix to identify opportunities and challenges for domestic effluent reuse in the IRB. Findings indicate that the reuse of domestic effluents is minimally addressed by state water resource management agencies. Additionally, a low level of implementation was observed for classification and charging instruments. Recommendations include the establishment of reuse water production rights and the incorporation of further actions in the hydro-environmental plan for the basin. These results, novel in the IRB context, serve as a reference for policymakers and practitioners in water resource management, aiming to promote effluent reuse practices in the state.

Keywords: domestic sewage; water management instruments; public policy; sanitation.

// RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo diagnosticar la implementación de los instrumentos de la Política Nacional de Recursos Hídricos y su relación con la reutilización de efluentes domésticos en la cuenca hidrográfica del río Ipojuca (CHRI). Se utilizó una metodología de naturaleza aplicada con un enfoque cualitativo, que incluyó análisis documental y de campo, evaluación del grado de implementación de los instrumentos de gestión, y una matriz SWOT para identificar oportunidades y desafíos para la práctica de reutilización de efluentes domésticos en la CHRI. Se constató que la reutilización de efluentes domésticos es poco abordada por los organismos estatales de gestión de recursos hídricos. Además, se observó un bajo grado de implementación de los instrumentos de clasificación y cobro. Se recomienda la creación de una concesión para productores de agua reutilizada y la inclusión de más acciones en el plan hidroambiental de la cuenca. Los resultados, inéditos en el contexto de la CHRI, sirven de referencia para los formuladores y ejecutores de políticas de gestión de recursos hídricos, con el objetivo de fomentar la práctica de reutilización de efluentes en el estado.

Palabra Clave: aguas residuales domésticas; instrumentos de gestión; política pública; saneamiento.

INTRODUÇÃO

A escassez hídrica provoca conflitos pelo uso da água entre os diferentes setores de usuários, potencializados pelo lançamento de cargas poluidoras contínuas e seu impacto nos corpos hídricos receptores. Esse cenário aumenta os desafios para a gestão de recursos hídricos e a garantia da segurança hídrica, especialmente em regiões semiáridas (ANA, 2020; CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2017).

O reuso proveniente do efluente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) doméstico se configura como uma importante alternativa para garantir recursos hídricos em quantidade e em qualidade para os diversos usos em regiões que enfrentam a escassez física ou econômica de água. O reuso alivia as pressões nos mananciais, reduzindo conflitos pela utilização desse recurso e contribui para o desenvolvimento socioeconômico regional (ANA, 2017; FUKASAWA; MIERZWA, 2020; GARCIA et al., 2016; IWA, 2018; SANTOS et al., 2021).

A prática está diretamente relacionada à Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, mais especificamente dentro do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 – água potável e saneamento, sendo uma das ferramentas para atingir as metas propostas (UN, 2015). Além da escassez de recursos hídricos, a necessidade de reduzir a descarga de efluentes nas águas superficiais e os rigorosos e dispendiosos requisitos para remoção de nutrientes, principalmente nitrogênio (N) e fósforo (P), antes do descarte final, tem incentivado muitos programas de reutilização de efluentes tratados ao redor do mundo. Esses mesmos nutrientes são essenciais ao desenvolvimento das plantas, constituindo-se como uma das vantagens do reuso agrícola (ANA, 2017; UNESCO, 2017; USEPA, 2012).

No Brasil, as atualizações promovidas pela Lei Nº 14.026 (BRASIL, 2020), publicada em 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, estimulam a prática do reuso de efluentes, estabelecendo que os contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão conter metas para expansão e eficiência do reuso de efluente sanitário. Além disso, o uso de efluentes sanitários para a produção de água de reuso é apontado como possível fonte de receita alternativa, com possibilidade de tais rendimentos serem compartilhados entre o contratante e o contratado, caso a possibilidade seja aplicável (BRASIL, 2020).

Atualmente, o mercado brasileiro de produção de água de reuso ainda é incipiente. As companhias de saneamento e as prefeituras, através dos Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE), vêm mostrando o desejo de implantar o reuso para diversos fins aplicáveis às distintas realidades locais. No entanto, entraves burocráticos e a falta de regulamentação têm impedido o avanço da produção e comercialização da água de reuso no país (IDS, 2019; ÁGUAS DO BRASIL, 2020).

O potencial para reuso planejado de efluente sanitário, no Brasil, foi estimado entre 10 e 15 m³/s no médio prazo (5 a 10 anos), enquanto a capacidade instalada em 2017 foi estimada em 2 m³/s, com uma vazão média de aproximadamente 1,6 m³/s. O total de investimentos para atingir 10 m³/s de água reutilizada até 2030 foi estimado entre quatro e seis bilhões de reais. No longo prazo, espera-se que o Brasil possa alcançar uma vazão de reuso em torno de 175 m³/s,

valor que será de grande importância para o incremento das fontes de abastecimento no país (INTERÁGUAS, 2018).

As práticas de reutilização tendem a aumentar à medida que a população mundial se torne cada vez mais urbanizada e concentrada onde o suprimento local de água doce é limitado ou está disponível mediante grandes gastos de capital (USEPA, 2012). Dessa forma, o reuso de efluentes deve ser inserido nos primeiros estágios do planejamento de recursos hídricos, considerando toda a bacia hidrográfica, pois as águas residuais de uma parte de uma bacia podem representar o abastecimento de outras comunidades e usos a jusante (HESPANHOL; RODRIGUES; MIERZWA, 2019; UNESCO, 2017).

Segundo Garcia e Pargament (2015), adotar os princípios da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) garante que a implementação de projetos de reutilização de águas residuais considere os múltiplos interesses de todas as partes envolvidas e afetadas, contabilizando-se também os custos e os benefícios diretos e indiretos derivados da decisão por reutilizar. Cirilo, Montenegro e Campos (2017) pontuam que, no contexto de escassez hídrica, principalmente em regiões semiáridas, reuso e conservação são palavras-chave em termos de gestão.

Como pontuam Obraczka et al. (2019), em regiões em que grande parte da população não possui acesso ao saneamento básico, é prudente direcionar os investimentos para a expansão e a universalização desses serviços. No entanto, é crucial também priorizar o reuso como uma alternativa estratégica para suprimento de água. Isso, por sua vez, diminui as crescentes pressões sobre os mananciais e sistemas existentes, adiando a necessidade de investimentos destinados à expansão dos sistemas convencionais de abastecimento de água.

Diante do exposto, este trabalho aborda o potencial do reuso de efluentes como estratégia para a mitigação da escassez hídrica, sob a ótica da gestão integrada de recursos hídricos. O objetivo principal do estudo foi traçar o diagnóstico da implantação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e suas interfaces com o reuso de efluentes domésticos na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca (BHRI), identificando as oportunidades e desafios institucionais e de planejamento para a consolidação do reuso de efluentes sanitários na bacia.

A BHRI foi escolhida pela disponibilidade de dados para a realização das etapas metodológicas propostas na pesquisa e pela representatividade da realidade pernambucana, uma vez que está totalmente inserida no estado e parcialmente na região semiárida, cujos municípios integrantes estão suscetíveis à escassez física e econômica da água e à poluição dos mananciais.

MATERIAL E MÉTODOS

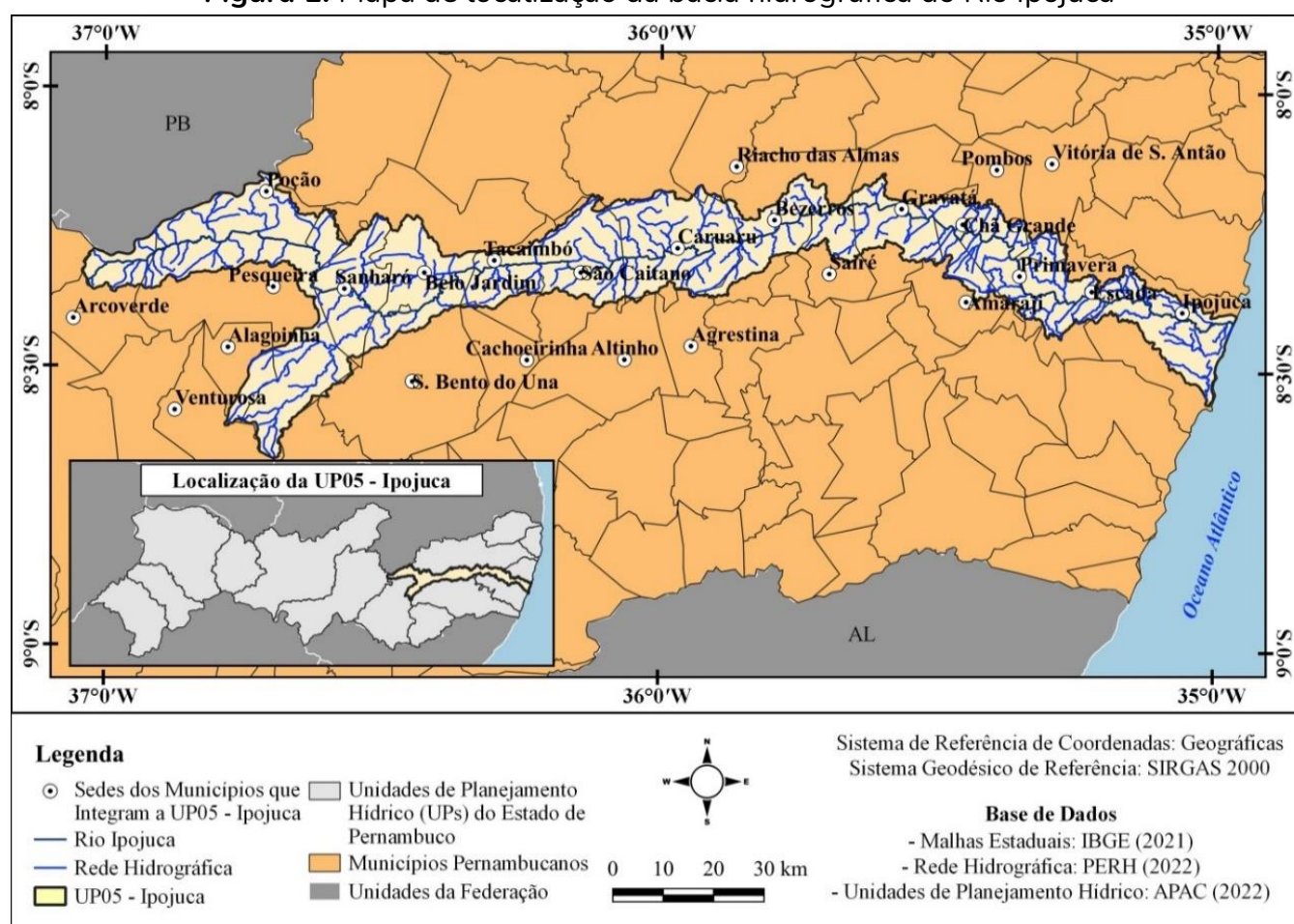
A metodologia empregada possui natureza aplicada e abordagem qualitativa. Após a caracterização da área de estudo, o método de coleta dos dados e de análise baseou-se em análises documental e de campo. Em seguida, definiu-se o grau de implementação dos instrumentos de gestão na bacia e discutiu-se o vínculo desses instrumentos com o reuso de efluentes. Por fim, utilizou-se a técnica da matriz SWOT como ferramenta de análise crítica e

consolidação das informações para avaliar as oportunidades e desafios à materialização da prática do reuso na bacia.

Caracterização da área de estudo

Pernambuco possui uma das menores disponibilidades hídricas per capita do Brasil e enfrenta o desafio de garantir água em qualidade e quantidade para os diversos usos. Esse cenário se torna ainda mais desafiador em períodos de estiagem, que são recorrentes nesse estado (ANA, 2015). A bacia hidrográfica do Rio Ipojuca é um recorte dessa realidade (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca



Fonte: Elaboração própria.

A BHRI está totalmente inserida em Pernambuco, abrangendo territórios parciais de 25 municípios, 12 dos quais possuem sede dentro da bacia. Além disso, tal bacia tem uma posição estratégica no espaço estadual, servindo de grande calha hídrica de ligação entre o Sertão e a Região Metropolitana do Recife (RMR), devido à sua conformação alongada no sentido oeste-leste (PERNAMBUCO, 2005a; 2022).

O Rio Ipojuca perpassa espaços territoriais de quatro regiões de desenvolvimento: Sertão do Moxotó, Agreste Central, Mata Sul e RMR, abrangendo municípios que atuam como polos de

desenvolvimento regionais e locais, como, por exemplo, Caruaru, Vitória de Santo Antão e Ipojuca (PERNAMBUCO, 2005a). Ademais, o Rio Ipojuca é intermitente desde a sua nascente até o município de Gravatá, a partir de onde se torna perene. Devido à condição de intermitência de sua vazão, as condições e padrões de lançamento de efluentes tendem a ser mais restritivos, uma vez que não há capacidade de autodepuração do corpo hídrico ao receber os efluentes.

Apesar de sua importância, a qualidade da água do Rio Ipojuca está bastante comprometida. De acordo com os dados dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Rio Ipojuca foi classificado como o terceiro mais poluído do Brasil (IBGE, 2015). O lançamento de esgotos não tratados representa a maior fonte geradora de nutrientes na bacia. Outro fator que contribui para essa situação é a falta de planejamento e de ordenamento que marca o desenvolvimento urbano e a poluição advinda do lixo urbano e industrial, que se inicia no solo, atingindo as águas superficiais, e infiltrando-se, contaminando também as águas subterrâneas (PERNAMBUCO, 2022; 2010).

Perante a realidade de escassez hídrica e poluição, diversos estudos e ações têm sido desenvolvidos na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, visando à melhoria da segurança hídrica e dos indicadores de saneamento na região. Destaca-se o Programa de Saneamento Ambiental (PSA Ipojuca), com investimentos na ordem de 330 milhões de dólares, sendo cerca de 200 milhões financiados pelo Banco Interamericano para o Desenvolvimento (BID), através do qual foram desenvolvidos estudos para a implementação e a consolidação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) na bacia (COMPESA, 2022a).

Ademais, os municípios com sede na BHRI foram priorizados para o desenvolvimento das ações como a elaboração de projetos de sistema de esgotamento sanitário (SES) e a execução dos serviços. Até o instante de desenvolvimento da pesquisa, haviam sido concluídos os SES dos municípios de Tacaimbó e Gravatá (1ª etapa). Estavam em andamento as obras dos SES de Belo Jardim, Bezerros, Escada e Sanharó e empreendiam-se melhorias no SES de Caruaru (COMPESA, 2016; 2022a). Essas ações representam um incremento na produção de efluentes domésticos tratados na bacia, o que pode ser enxergado como uma nova fonte para a minimização do estresse hídrico e para a melhoria da qualidade ambiental da região.

Diante desse cenário, Soares et al. (2023) identificaram 12 ETEs operadas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), distribuídas em 10 municípios da BHRI, com potencial para a produção de água de reuso, quatro das quais ainda se encontravam em obras. Os autores apontam que, no ano de 2020, estavam sendo gerados 159,23 L/s, equivalentes a 573 m³/h e ao volume diário de 13.757 m³ de efluentes nas ETEs em operação na bacia. Considerando a capacidade nominal das estações em operação e a conclusão das que estavam em obras, a capacidade de produção de efluentes tratados na bacia poderia chegar a 2.986 m³/h, o que equivaleria a 71.661 m³/dia. Portanto, há a expectativa de aumento do volume de esgoto tratado em mais de cinco vezes e, conseqüentemente, do potencial de produção de água de reuso na BHRI.

Em termos de qualidade, para os parâmetros analisados na pesquisa, as estações em operação demonstraram bom desempenho, de modo que o efluente poderia ser usado para usos restritos sem a necessidade de tratamento adicional. Inclusive, uma das estações de tratamento,

a ETE Rendeiras, localizada em Caruaru, já possuía sistema-piloto para produção de água de reuso, em fase de testes, capaz de tratar 240 m³/dia (SOARES et al., 2023).

Análise documental

Nessa fase, procurou-se listar e avaliar os documentos relacionados ao tema central da pesquisa: a gestão de recursos hídricos e o reuso de efluentes domésticos oriundos de estações de tratamento de esgoto do sistema público. Além da revisão de literatura e de estudos acadêmicos, foram examinados documentos legais (resoluções, normas, decretos e leis vigentes nas esferas nacional, estadual e municipais), notas técnicas, estudos preliminares contratados e documentos internos, como regulamentos, apresentações, planilhas e similares.

Uma etapa relevante desse processo compreendeu a análise dos instrumentos das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997; PERNAMBUCO, 2005b) aplicados à bacia do Rio Ipojuca, considerando suas interfaces com o reuso de efluentes, a saber: plano de recursos hídricos, enquadramento dos corpos de água em classes, outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, cobrança pelo uso de recursos hídricos e o sistema de informações.

Nesse sentido, foram identificados, com apoio da Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac), os seguintes documentos e estudos pertinentes à bacia hidrográfica do Rio Ipojuca: Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (PHA) (PERNAMBUCO, 2010); Proposta de Implantação de Outorga de Lançamento de Efluentes na Bacia do Rio Ipojuca (APAC, 2017); Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (APAC, 2019a); Resolução CBH-Ipojuca N° 01/2019, de 11 de dezembro de 2019 (COBH-IPOJUCA, 2019); Relatório Final de atividades do Grupo de Trabalho Intercâmara GTI N° 01/2021 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (PERNAMBUCO, 2021); Estudo para cobrança pelo uso da água bruta no Estado (APAC, 2019b); Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERNAMBUCO, 1998; 2022).

Análise de campo

Essa etapa da pesquisa foi realizada por meio da técnica de observação participante. Segundo Yin (2001, p. 116), trata-se de “[...] uma modalidade especial de observação na qual você não é apenas um observador passivo. Em vez disso, você pode assumir uma variedade de funções dentro de um estudo de caso e pode, de fato, participar dos eventos que estão sendo estudados”. As observações foram realizadas no período de 2019 a 2022, durante o qual os pesquisadores (observadores) estiveram inseridos nos ambientes institucionais da então Secretaria Executiva de Recursos Hídricos, Apac e Compesa, de maneira a incluir sua participação no processo.

Destaca-se a participação nas seguintes atividades/processos: oficinas temáticas durante o processo de elaboração de Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca; atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, como integrante da equipe técnica; apoio ao projeto “Gestão de recursos hídricos e reuso hidroagrícola

de efluentes domésticos no semiárido de Pernambuco” (Processo FACEPE SIN-0212-5.03/20); coordenação da Unidade de Gestão do PSA Ipojuca; reuniões/plenárias do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, da Câmara Técnica de Assuntos Legais (CTALI) e do COBH-Ipojuca.

Definição do grau de implementação dos instrumentos de gestão

A partir das análises anteriores, traçou-se o panorama da gestão de recursos hídricos na bacia do Rio Ipojuca, segundo a definição do grau de implementação dos instrumentos de gestão com base nas escalas propostas por Assis, Ribeiro e Silva (2020) e Moura (2020). Essa avaliação usa uma escala de cinco níveis, do muito baixo ao muito alto, e um sistema de semáforos (cores) que tomou como base o quadro de indicadores para a governança da água da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (OECD, 2018), resultando na Figura 2 abaixo.

Figura 2. Escala para a definição do grau de implementação dos instrumentos de gestão

INSTRUMENTO	GRAU DE IMPLANTAÇÃO / DESCRIÇÃO	
Planos de Recursos Hídricos	MUITO ALTO	Existente - horizonte de planejamento alcançado e atualizado.
	ALTO	Existente - permanece em seu horizonte de planejamento.
	MÉDIO	Existente - horizonte de planejamento alcançado sem atualização.
	BAIXO	Proposição/elaboração/discussão em andamento.
	MUITO BAIXO	Nenhuma ação referente à implantação.
Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos	MUITO ALTO	Implantada - com alta fiscalização.
	ALTO	Implantada - fiscalização parcial.
	MÉDIO	Implantada - pouca ou nenhuma fiscalização.
	BAIXO	Proposição/elaboração/discussão em andamento.
	MUITO BAIXO	Nenhuma ação referente à implantação.
Enquadramento dos corpos de água em classes	MUITO ALTO	Existente - horizonte de planejamento alcançado e atualizado.
	ALTO	Existente - permanece em seu horizonte de planejamento.
	MÉDIO	Existente - horizonte de planejamento alcançado sem atualização.
	BAIXO	Proposição/elaboração/discussão em andamento.
	MUITO BAIXO	Nenhuma ação referente à implantação.
Cobrança pelo uso de recursos hídricos	MUITO ALTO	Implantada - tarifas estabilizadas com atualizações < 10%.
	ALTO	Implantada - em fase de adaptação/estabilização
	MÉDIO	Implantada há menos de 5 anos - inferior a 50%.
	BAIXO	Proposição/elaboração/discussão em andamento.
	MUITO BAIXO	Nenhuma ação referente à implantação.
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH)	MUITO ALTO	Implantado - monitoramento completo e atualizado.
	ALTO	Implantado - sem atualizações frequentes.
	MÉDIO	Implantado - poucas informações.
	BAIXO	Proposição/elaboração/discussão em andamento.
	MUITO BAIXO	Nenhuma ação referente à implantação.

Fonte: Elaboração própria.

Posteriormente, foi realizada a discussão de cada instrumento sob o viés da promoção do reuso de efluentes domésticos na bacia. Por fim, mediante o cenário analisado, foram elencadas as ações necessárias para a consolidação da prática do reuso de efluentes na bacia.

Análise swot

Visando consolidar os resultados alcançados nas etapas anteriores, foi realizada uma avaliação geral, identificando-se as oportunidades e os obstáculos, no âmbito da gestão,

concernentes à materialização do reuso de efluentes como estratégia para a melhoria da segurança hídrica na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca. Para tanto, optou-se por utilizar a técnica da matriz SWOT como ferramenta de análise crítica e consolidação das informações.

A matriz SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), ou matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas, Ameaças), foi desenvolvida por professores da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, na década de 1960, como uma técnica para a análise de gestão e o planejamento de empresas. Ao longo dos anos, tem sido bastante utilizada no planejamento estratégico de organizações através da análise de seus ambientes interno e externo, identificação de pontos fortes e fracos, e estabelecimento de cenários visando alcançar um objetivo (BARBOSA, 2019).

Devido à sua versatilidade e simplicidade, podendo se adequar a diferentes objetos, a matriz SWOT é utilizada em vários campos da ciência. Especificamente no campo de recursos hídricos, tem sido aplicada como ferramenta de planejamento e para a avaliação de estruturas de gestão hídrica (MONTEIRO; CABRAL, 2018; MOURA, 2020; PINTO FILHO; CUNHA, 2022).

A matriz pode ser construída com o envolvimento e a contribuição do público, colaborando, assim, para o processo participativo nas atividades de gestão de recursos hídricos, como também tem sido utilizada em trabalhos científicos, enquanto uma ferramenta para a análise crítica de políticas, programas e projetos, fundamentada em levantamentos bibliográficos, pesquisas documentais (dados secundários) e de campo. Nesse caso, facilita a organização mais eficaz de análises qualitativas sobre questões preestabelecidas, com a capacidade de detectar mudanças que têm o potencial de aprimorar as políticas analisadas (BARBOSA, 2019; MONTEIRO; CABRAL, 2018; MOURA, 2020; PINTO FILHO; CUNHA, 2022).

No presente trabalho, a matriz SWOT foi formulada pelos pesquisadores visando apresentar as forças, oportunidades, fraquezas e ameaças ao desenvolvimento da prática do reuso de efluentes na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, identificadas através do desenvolvimento das etapas anteriores da pesquisa. Para tanto, foi considerado um ambiente interinstitucional envolvendo os componentes do Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos de Pernambuco (SIGRH/PE): Apac, COBH-Ipojuca e CRH/PE, além da Compesa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É apresentada no Quadro 1 abaixo uma síntese do panorama da gestão de recursos hídricos na bacia do Rio Ipojuca, considerando o grau de implementação dos instrumentos da PNRH, conforme adaptação das classificações propostas por Assis, Ribeiro e Silva (2020) e Moura (2020).

Observa-se que os instrumentos ainda estão em fase de implementação na bacia ou no estado; alguns em estágio mais avançado, como a outorga de captação; e outros em fase inicial de implantação, como a cobrança. Nos tópicos seguintes, apresenta-se a análise de cada instrumento do Quadro 1, sob o viés da promoção do reuso de efluentes domésticos na bacia.

Quadro 1. Grau de implementação dos instrumentos de gestão na BHRI

Instrumento da PNRH	Grau de Implementação	
Planos de Recursos Hídricos	ALTO	Plano existente cujo horizonte de planejamento ainda não foi atingido (2025).
Enquadramento dos corpos de água em classes	BAIXO	Estudos realizados na bacia. Enquadramento em discussão no âmbito do CRH.
Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos	MÉDIO	Outorga implantada no estado, porém com a necessidade de melhorias na fiscalização.
Cobrança pelo uso de recursos hídricos	BAIXO	Estudos realizados e aprovados. Necessária regulamentação por lei específica.
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	MÉDIO	Sistema em processo de atualização para otimização.

Fonte: Elaboração própria.

É importante ressaltar a existência do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (COBH-Ipojuca), que teve sua criação homologada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH/PE) em 2002. Os COBH fazem parte do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH). São órgãos colegiados, consultivos e deliberativos que têm como atribuição participar da elaboração e acompanhar a execução dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos na bacia.

Em Pernambuco, há também os chamados Conselhos Gestores (CONSU), que são colegiados que atuam em áreas de influência de determinada microbacia ou reservatório, geralmente naqueles em que se tem registro de conflitos pelo uso da água. Por esse motivo, são mais comuns no Agreste e no Sertão, regiões nas quais a disponibilidade hídrica é menor. Na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, existe o Conselho Gestor do Açude Bitury, reservatório de dominialidade federal, que foi formado em 1998 e participa de maneira ativa na governança do açude (ALMEIDA, 2021; PERNAMBUCO, 2022).

Planos de recursos hídricos

O Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (PHA Ipojuca) foi concluído em 2010. Foi dividido em três eixos: socioambiental, infraestrutura hídrica e gestão de recursos hídricos, apontando um conjunto de ações que deveriam ser realizadas na bacia com a finalidade de reduzir o passivo ambiental e propiciar a sua sustentabilidade. Para tanto, foi proposto um plano de investimentos cujo custo total previsto para implantação das ações dos três eixos temáticos ficou em R\$ 172.265.651,77, com prazo de execução de 14 anos, de 2011 a 2025 (PERNAMBUCO, 2010).

No que diz respeito ao reuso de efluentes sanitários, o tema foi pouco abordado no plano, aparecendo como recomendações para um cenário sustentável na área ambiental: o estímulo a programas de uso racional das águas em indústrias, inserindo-se a cultura do reuso de efluente;

e o fomento do reuso dos esgotos domésticos na agricultura familiar, em escala compatível com a produção dos efluentes (PERNAMBUCO, 2010). No plano de investimento, foi prevista apenas uma ação para estruturar um programa de uso racional das águas em indústrias, visando à reutilização do efluente industrial para a redução do consumo de água potável e do lançamento de efluentes industriais no rio. O valor estimado da ação era de R\$ 556.838,13.

Em pesquisa realizada nos órgãos governamentais Secretaria Executiva de Recursos Hídricos, Apac e CPRH, não foram identificadas contratações na esfera pública com o objetivo específico de estruturar ações de reuso de efluentes industriais ou domésticos na bacia, no período de 2010 a 2022. No entanto, cabe destacar que o PHA Ipojuca foi o precursor do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca, que contribuiu para a melhoria dos serviços de saneamento nos municípios integrantes da bacia.

Verifica-se na esfera nacional que os planos de bacias que passaram por revisão nos últimos anos já apresentam algum componente voltado para a promoção do reuso de efluentes. Soares e Santos (2021) destacam o caso das bacias do Rio Grande e do Rio Piancó-Piranhas-Açu, cujos planos foram atualizados em 2018. O primeiro previu estudo para estabelecer o grupo de possíveis usuários e suas intenções em relação à utilização de água de reuso, além de conduzir uma análise da viabilidade econômica e financeira dos projetos. Já na bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, foram previstas duas ações: realização de estudo sobre potencial de reuso na bacia e implantação de projeto-piloto de reuso de água para agricultura, por meio da qual quatro cidades foram contempladas (Itaporanga, na Paraíba; Jucurutu, São Fernando e Serra Negra, no Rio Grande do Norte).

Os supracitados autores ressaltam que a abordagem de conduzir estudos específicos em determinadas cidades se torna imperativa para a formulação do modelo de negócio que possa tornar o reuso de água viável na região (SOARES; SANTOS, 2021). Dessa forma, considerando a abrangência temporal do PHA vigente até 2025, deve-se iniciar o processo para a sua atualização. Recomenda-se abordagem específica sobre o reuso de efluentes oriundos dos sistemas públicos nos estudos.

Por sua vez, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH/PE), que abrange todo o território de Pernambuco, foi atualizado em 2022, passando a apontar o reuso de águas (potável, de chuvas e servidas) como medida de compatibilização das demandas com as disponibilidades hídricas, sendo indicada como ferramenta estratégica para a implementação do uso sustentável dos recursos hídricos. O primeiro Plano, de 1998, não abordou a temática do reuso de efluentes sanitários (PERNAMBUCO, 1998).

Reconhecendo os esforços iniciais da Compesa para a realização de estudos preliminares para identificação do potencial de reuso na Região Metropolitana de Recife, através da empresa BRK Ambiental, o Plano recomendou a formação de um grupo de trabalho composto pela Secretaria de Estado, Apac, Compesa, BRK Ambiental e representantes das indústrias interessadas em intensificar as discussões e articulações sobre o tema (PERNAMBUCO, 2022).

Além do uso para o setor industrial, o PERH ainda indica a recarga gerenciada de aquíferos na RMR como uma possibilidade a ser considerada, beneficiando os grandes usuários de água subterrânea (cervejeiras, shoppings-centers etc.), além de garantir as reservas hídricas subterrâneas (PERNAMBUCO, 2022). Ademais, foram previstas duas ações de curto prazo

(execução em até cinco anos) no plano de investimentos da atualização do PERH/PE que fomentam a prática do reuso de efluentes em todo o estado.

A primeira delas, na esfera da gestão de recursos hídricos, visa ao desenvolvimento de estudos para estabelecer critérios de outorga para o reuso de efluentes, assunto que também está sendo tratado na esfera nacional e é de suma importância para a segurança jurídica da prática do reuso (BRASIL, 2022; PERNAMBUCO, 2022). O custo previsto foi de R\$ 591.386,00.

O objetivo da segunda ação é a contratação de projeto que viabilize o reuso de efluentes para fins industriais, com foco na RMR e nas ETEs operadas pela BRK Ambiental, não tendo sido previstas ações específicas para as bacias do interior do estado, principalmente, nas regiões do Agreste e Sertão, que mais sofrem com a escassez física da água. No entanto, cabe ressaltar que a realização desse estudo na RMR poderá abranger o município de Ipojuca, cujo território está parcialmente inserido na BHRI, constituindo-se, assim, como o possível local de início da prática na bacia. O custo estimado foi de R\$ 1.861.356,00.

Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos

A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos já está implantada no estado, porém foi classificada com grau médio pela necessidade de melhorias na fiscalização e na implantação de tipologias de interferência, como, por exemplo, o lançamento de efluentes, que ainda estava em estágio inicial de implantação, e a outorga para produtor de água de reuso, que ainda não estava em discussão no âmbito da BHRI.

Segundo a ANA (2022), há uma certa dependência entre os instrumentos de enquadramento e outorga, de modo que a concessão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos requer a observação da classe de enquadramento do corpo d'água antes de ser emitida. No caso de outorga de lançamento de efluentes, observa-se essa relação vinculada ao conceito de vazão de diluição, uma vez que a concentração permitida para o parâmetro de qualidade, no manancial onde é realizado o lançamento, corresponde à concentração estabelecida como padrão da classe de enquadramento do trecho do curso d'água onde se localiza o ponto objeto de outorga.

De acordo com Moraes e Santos (2019), a prática do reuso e o estabelecimento de um padrão de qualidade para o efluente final estão interligados com o padrão de lançamento de efluentes em corpos hídricos e com o padrão de qualidade dos corpos receptores. No caso do Rio Ipojuca, pelo fato de apresentar vários trechos intermitentes e alto grau de poluição das águas, há o desafio de implantar os instrumentos de enquadramento e outorga de lançamento de efluentes.

Nesse contexto, foram desenvolvidas duas propostas para a implantação desses instrumentos na bacia: Proposta de enquadramento dos corpos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, com base em Apac (2019a), e Proposta de implantação de outorga de lançamento de efluentes na Bacia do Rio Ipojuca (APAC, 2017).

Em resumo, de acordo com a Proposta de implantação de outorga, o lançamento de efluentes na bacia seguiria o limite de emissão da Resolução N° 1163/2016 da ANA, disposto em ANA (2016), em que é exigido o mínimo de 60% de remoção da DBO, devendo o efluente

estar de acordo com o enquadramento do corpo hídrico, não alterando os padrões de qualidade de água do corpo receptor.

Por sua vez, a hierarquia da gestão de resíduos compreenderia o uso de tecnologias para o reuso, reciclagem e tratamento de efluentes provenientes das estações de tratamento de esgoto, prioritariamente o lançamento do efluente no corpo receptor. Embora a Proposta de Implantação de Outorga mencione o reuso como opção preferencial ao lançamento de efluentes no leito do rio, o estudo não retratou a necessidade de criação de outorga para o produtor da água de reuso. Ocorre que, quando há a reutilização direta do efluente, vários efeitos são gerados direta e indiretamente na bacia.

A transferência da água de reuso para outro usuário gera uma redução das vazões de lançamento de efluentes no corpo hídrico por parte do produtor, como também pode promover uma redução na captação pelo usuário que adquiriu a água de reuso. Do ponto de vista qualitativo, há a redução da carga de poluição lançada no rio, mas também pode ocorrer uma redução da capacidade de depuração do corpo hídrico em função da diminuição de sua vazão. Todos esses aspectos precisam ser considerados no balanço hídrico da bacia. A outorga de água de reuso pode ser um instrumento para controlar e regularizar esses impactos.

Tal instrumento já vem sendo aplicado em outros estados do Brasil. Por exemplo, São Paulo, através da Instrução Técnica DPO nº 13/2017, possui procedimentos estabelecidos para obterem-se Declaração sobre Viabilidade de Implantação de Empreendimento (DVI) e Outorga de Direito de Uso para produtor de água de reuso direto, não potável, proveniente de estações de tratamento de esgoto sanitário de sistemas públicos (SÃO PAULO, 2017). Em Minas Gerais, os produtores de água para reuso provenientes de ETEs devem obedecer à frequência de monitoramento e aos parâmetros estabelecidos na Deliberação Normativa CERH/MG nº 65/2020 e realizar um cadastramento junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) (CERH/MG, 2020). Já no Ceará, a Lei Estadual Nº 16.033/2016, estabelece, em seus artigos 9º e 10º, que a atividade de reuso não potável exige a obtenção de outorga e hidrometração dos equipamentos/sistema, além da necessidade de licenciamento ambiental e cumprimento das obrigações legais relevantes, tanto por parte do produtor quanto do usuário da água de reuso não potável (CEARÁ, 2016).

Em Pernambuco, a Resolução Apac Nº 02/2021, que normatiza as tipologias de serviço, interferência e finalidade de uso relacionados à regularização de uso dos recursos hídricos para a emissão de outorga (APAC, 2021), não menciona o reuso. Portanto, recomenda-se a inclusão dessa finalidade de uso para a obtenção de outorga ou para a revisão de outorga vigente quando a atividade de reuso gere alteração das condições iniciais, como, por exemplo, a diminuição substantiva nas vazões de captação ou de lançamento de efluentes.

Enquadramento dos corpos de água em classes

Na esfera estadual, apenas a bacia do Rio Ipojuca possui proposta de enquadramento dos cursos de água aprovada pelo comitê (COBH-Ipojuca, 2019). Para a consolidação da propositura, aprovada em reunião extraordinária do COBH que ocorreu em dezembro de 2019, foram

considerados como parâmetros de qualidade da água: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo e coliformes termotolerantes (APAC, 2019a).

Foram estabelecidas metas progressivas de médio prazo (a alcançar até o oitavo ano do enquadramento) e longo prazo (a alcançar até o ano 15 do enquadramento) para o alcance dos objetivos de qualidade de água. A vazão de referência para os estudos de qualidade nos trechos perenes correspondeu a 80% da curva de permanência (Q80), enquanto para trechos intermitentes e efêmeros correspondeu a 60% da curva de permanência (Q60) (APAC, 2019a).

Inicialmente, 10 das 11 ETEs instaladas na bacia à época precisariam atender aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 para a Classe 3, e uma delas deveria atender aos padrões da Classe 2, ao final do Enquadramento (15 anos). No entanto, a concessionária dos serviços de saneamento alegou a impossibilidade de atingir essas metas devido ao alto custo para a adequação do tratamento ao nível terciário (adição de etapas para a remoção de nitrogênio e fósforo, associadas a sistemas de ultrafiltração com osmose reversa).

Ressalta-se que as ETEs dos sistemas públicos operadas pela concessionária em Pernambuco foram projetadas para atender aos parâmetros da Resolução CONAMA Nº 430/2011 e da Instrução Normativa CPRH Nº 03/2018 (CONAMA, 2011; CPRH, 2018). Uma vez que os padrões das Classes 3 e 2 são mais restritivos e o Rio Ipojuca possui trechos intermitentes, não havendo vazão de diluição, haveria a necessidade de investimentos na readequação das ETEs para o tratamento avançado.

Pode ser observada no Quadro 2 uma comparação entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para o lançamento de efluentes estabelecidos pelo CONAMA, CPRH, na proposta do COBH-Ipojuca e na proposta discutida no âmbito do CRH.

Após várias rodadas de discussões no âmbito das Câmaras Técnicas e Grupo de Trabalho do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, uma nova proposta de parâmetros para o lançamento de efluentes foi apresentada. No entanto, o enquadramento ainda não havia sido implantado até o fechamento da pesquisa.

Quadro 2. Comparativo entre os parâmetros para lançamento de efluentes no rio Ipojuca

Parâmetros	CONAMA nº 430/2011	IN CPRH nº 03/2018	Resolução COBH- Ipojuca nº 01/2019		Proposta discutida no CRH
			Classe 2	Classe 3	
DBO (mg/L)	≤ 120	≤ 60	≤3	≤5	≤ 20
Fósforo (mg/L)	Não possui limite	Não possui limite	≤0,1	≤0,05	≤ 1,0
Coliformes termotolerantes (CT/100 mL)	Não possui limite	≤ 1.000	≤1000	≤2500	≤ 1.000

Fonte: Elaboração própria.

Especificamente em relação às ações da concessionária para a compatibilização de suas ETEs com os parâmetros exigidos para o enquadramento, o reuso é apontado como alternativa, apresentando uma economia de R\$ 25,73 milhões (-31,84%) em relação à adequação dos sistemas de tratamento existentes. No entanto, faz-se necessário aprofundar os estudos para verificar se há demanda suficiente para a água de reuso na bacia e a viabilidade econômica e financeira dos projetos de reuso. Além disso, cabe ressaltar que ainda não há regulamentação para a prática do reuso de efluentes, tanto em Pernambuco quanto em âmbito nacional.

Diante do exposto, recomenda-se retomar as discussões sobre o enquadramento no contexto do CRH, com envolvimento da concessionária e da agência de meio ambiente, visando buscar solução factível para o lançamento de efluentes no Rio Ipojuca, considerando-se a realidade da bacia, uma vez que a alternativa de reutilizar 100% do efluente não se mostra factível no momento.

Cobrança pelo uso de recursos hídricos

A cobrança pelo uso de recursos hídricos ainda não foi implementada em Pernambuco, tampouco na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca. Embora a Apac já tenha realizado estudo para a cobrança pelo uso da água bruta no estado, com a definição de valores, a iniciativa precisa ser instituída por lei e regulamentada por decreto. Por isso, sua implantação fica condicionada a decisões da esfera política.

O estudo da cobrança prevê um estímulo à eficiência no uso da água para o setor industrial através de um coeficiente de eficiência na indústria, calculado em função de faixas de reuso e de uso de águas servidas. Para o setor da agricultura, também é previsto um coeficiente de eficiência para a irrigação, porém que não considera a utilização de água de reuso, apenas os métodos de irrigação e manejo do solo (APAC, 2019b).

A Resolução CNRH Nº 54/2005, em seu artigo oitavo, prevê que a criação de incentivos para a prática de reuso deve ser considerada na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos seus recursos. Além disso, deve-se integrar a prática de reuso com as ações de saneamento ambiental e de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (CNRH, 2005).

Dessa forma, além do estímulo à eficiência no uso da água na indústria, a cobrança na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca poderia impulsionar a prática do reuso de outras formas: diretamente, utilizando as receitas para o financiamento de projetos-piloto de reuso na bacia; e indiretamente, caso o custo da água de reuso fosse inferior ao da água bruta, tornando-a mais atrativa para os consumidores.

De acordo com a Política Estadual de Recursos Hídricos, a aplicação dos recursos arrecadados através da cobrança deve ocorrer prioritariamente na bacia hidrográfica que os originou, com aprovação do respectivo COBH (PERNAMBUCO, 2005b). Assim, destaca-se a importância de promover o debate sobre saneamento e reuso de efluentes no comitê de bacia hidrográfica, para que os representantes estejam aptos a tomar decisões quanto à alocação dos recursos priorizando a prática do reuso na bacia.

Sistema de Informações de Recursos Hídricos

O primeiro Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de Pernambuco (SIRH-PE) foi estabelecido em 1996. Ele incluía recursos do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e a capacidade de acesso pela internet através de uma interface gráfica amigável. O SIRH-PE desempenhou um papel fundamental no apoio às decisões do governo e na elaboração do primeiro Plano de Recursos Hídricos do estado. No entanto, o sistema foi descontinuado por falta de estruturas de suporte que garantissem sua atualização contínua (MOURA, 2020).

Atualmente, a Agência Pernambucana de Águas e Clima vem trabalhando no desenvolvimento de um SIRH específico, visando integrar processos internos e torná-los mais eficientes através da automatização de tarefas cotidianas e garantia da qualidade dos dados. Além de atender às necessidades dos usuários internos da Apac, o novo SIRH permitirá publicar produtos para a sociedade, na forma de formulários de consulta, e estabelecer um portal de geoinformações de recursos hídricos, onde as informações serão apresentadas de forma clara e de fácil acesso aos interessados.

A primeira etapa foi lançada em novembro de 2023. Dessa forma, considerando que o SIRH está implantado, mas ainda incompleto, e que ele abrange não somente a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, mas, sim, todo o estado, de acordo com a escala proposta na metodologia, o grau de implementação desse instrumento foi classificado como médio.

Na época do lançamento da plataforma, não havia qualquer menção ao reuso de efluentes no sistema. No entanto, ele representa uma importante ferramenta para o cadastramento de futuros produtores e possíveis usuários da água de reuso da BHRI, bem como poderá fornecer informações úteis e atualizadas sobre o reuso de efluentes para o público.

ANÁLISE SWOT

Considerando o exposto nos tópicos anteriores, será realizada uma discussão sobre os aspectos de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, com base na análise SWOT, cujos resultados estão sintetizados no Quadro 3.

Quadro 3. Matriz SWOT interinstitucional sobre o reuso de efluentes na BHRI (continua)

FORÇAS	FRAQUEZAS
1. Interesse da COMPESA em produzir e comercializar água de reúso em suas ETEs: estudos preliminares e projetos piloto em execução na BHRI.	1. Necessidade de investimentos para adequação das ETEs em operação para inclusão de etapas de polimento do efluente e produção de água de reúso.
2. Possibilidade de comercialização de água de reúso para cobrir os custos com o tratamento avançado.	2. As ações voltadas para melhoria do abastecimento de água são priorizadas nos municípios da BHRI.

Quadro 3. Matriz SWOT interinstitucional sobre o reúso de efluentes na BHRI (conclusão).

FORÇAS	FRAQUEZAS
3. Qualificação do corpo técnico da COMPESA e APAC. Parcerias com as universidades e comunidade acadêmica.	3. Outorga para lançamento de efluentes ainda está em estágio de implementação na BHRI, necessária inclusão de categoria para o produtor de reúso.
4. A Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos está implementada na BHRI.	4. O reúso de efluentes ainda é pouco discutido no COBH-Ipojuca e CRH/PE.
5. Os estudos para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos e do enquadramento já foram realizados pela APAC.	5. Cadastro de usuários da BHRI inexistente ou desatualizado.
6. O novo Plano Diretor de recursos hídricos da bacia poderá incluir ações mais direcionadas para viabilizar a prática do reúso de efluentes.	6. Necessidade de reforço no quadro de pessoal da APAC e criação de escritórios regionais para reforço da fiscalização.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
1. Baixa disponibilidade hídrica na bacia: necessidade de incluir fontes alternativas de água no balanço hídrico.	1. Falta de regulação à prática do reúso direto não potável com definição de padrões de qualidade e segurança, que considerem a realidade nacional e regional.
2. Fatores climáticos, como a ocorrência de seca (El Niño), restringindo ainda mais o uso da água na bacia.	2. Baixa demanda para os usos industriais e agricultura irrigada, principalmente nos municípios do Agreste e Sertão.
3. Restrições quanto ao lançamento de efluentes em trechos intermitentes do rio Ipojuca, colocando o reúso como solução.	3. Falta de interesse do consumidor final (indústria, irrigação e outros) em utilizar e pagar pela água de reúso.
4. Conclusão de obras estratégicas que permitirá o aumento da oferta de água nos municípios do Agreste, gerando um incremento também na produção de esgoto.	4. Baixos indicadores de saneamento nos municípios. Dependência de repasse orçamentário federal ou estadual para execução de obras.
5. Adequação ao novo marco legal do saneamento (Brasil/2020), à agenda 2030 e aos ODS, à Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil/1981).	5. Alternância política e a descontinuidade de projetos na bacia.

Fonte: Elaboração própria.

Ambiente interno: forças

A concessionária de serviços de saneamento tem demonstrado interesse na produção de água de reuso, desenvolvendo ações em parceria com a comunidade acadêmica e órgãos de pesquisa. Além do projeto em andamento na ETE Rendeiras, há outros dois projetos nos municípios de Parnamirim e Afogados da Ingazeira, em colaboração com universidades. A água de reuso das ETEs é destinada principalmente à irrigação de áreas verdes, campos de futebol, lavagem de equipamentos, produção de espécies vegetais da caatinga, oleaginosas e forragem animal (COMPESA, 2020a). A Apac também tem desenvolvido parcerias com as universidades e a comunidade acadêmica, o que favorece o desenvolvimento de novas técnicas e soluções inovadoras para lidar com os desafios institucionais.

A comercialização da água de reuso pode ser considerada uma estratégia para aumentar a resiliência do sistema, permitindo que o prestador do serviço garanta recursos fundamentais de forma sustentável (IDS, 2019). A Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento (SANASA), por exemplo, cobra 2,50 R\$/m³ para a retirada da água de reuso pelo solicitante na Estação Produtora de Água de Reuso (EPAR) com caminhão próprio, o equivalente a aproximadamente 60% da menor tarifa de água tratada (4,213 R\$/m³, com consumo de até 10 m³) (ARES-PCJ/SP, 2021). Em cidades como Sydney (Austrália) e Paris (França), a venda de água de reuso faz parte do negócio dos prestadores de serviços. Em Sydney, o valor da água de reuso é equivalente a 90% da tarifa de água potável; em Paris, a tarifa da água de reuso é equivalente à metade do valor da tarifa para água potável (IDS, 2019).

Em face da possibilidade de concessão dos serviços de coleta e tratamento de esgoto à iniciativa privada, a partir das mudanças estabelecidas através da Lei N° 14.026/2020 (BRASIL, 2020), a água de reuso, enquanto produto, também pode representar um atrativo para investidores do setor privado, assim como o reuso do lodo e a geração de biogás produzidos em estações de tratamento de esgoto (COMPESA, 2020a).

Quanto aos instrumentos de gestão, a outorga de uso de recursos está implementada na bacia. Embora outros instrumentos como cobrança e enquadramento ainda não estejam funcionando na BHRI, considerou-se uma força a realização e a conclusão dos respectivos estudos para viabilizar essa implantação. Da mesma forma, a atualização do plano diretor de recursos hídricos da bacia, que deve ocorrer até 2025, foi considerada uma força no sentido de que o reuso poderá ser mais discutido e incluído com um peso maior no planejamento das ações futuras.

Ambiente interno: fraquezas

A avaliação dos instrumentos de enquadramento e outorga na bacia mostrou que os custos para a requalificação das estações de tratamento de esgoto com vistas a alcançar o nível de tratamento terciário, assim como os custos de adequação das ETEs para a produção e fornecimento de água de reuso, são elevados (APAC, 2019a).

Além da dependência de investimentos do Estado e financiamentos externos para a execução das obras de saneamento, as ações voltadas à melhoria do abastecimento de água são priorizadas na região devido à baixa disponibilidade hídrica na bacia. Como exemplo, cita-se a inclusão da Adutora de Serro Azul no escopo do PSA Ipojuca, cujos recursos deveriam ser empregados prioritariamente em obras de saneamento (COMPESA, 2022a).

Pela observação das discussões nas esferas do COBH-Ipojuca e do CRH/PE, percebeu-se que o reuso de efluentes ainda é pouco discutido nessas esferas, merecendo uma maior atenção das instituições. Embora a outorga de uso dos recursos hídricos esteja implementada na bacia, a outorga para o lançamento de efluentes ainda está em estágio de implantação, e as discussões para a inclusão de outorga ao produtor de água de reuso ainda não foram iniciadas. Ademais, verifica-se a falta de cadastro atualizado dos usuários da bacia, bem como de ações de fiscalização, dificultadas pela centralização da Apac em sua sede na capital, Recife, não havendo escritórios regionais no interior do estado.

Enquanto o reuso é apontado como alternativa ao lançamento de efluentes no Rio Ipojuca, devido ao seu caráter intermitente, notou-se a carência de estudos específicos sobre o tema na bacia. Recomenda-se a promoção do debate específico sobre o tema visando ao nivelamento de informações, à educação e à formação de todos os entes envolvidos nos processos de regulamentação, produção, comercialização, distribuição e consumo da água de reuso com segurança e eficiência.

Ambiente externo: oportunidades

A baixa disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, as restrições quanto ao lançamento de efluentes no rio, especialmente em seus trechos intermitentes, e a implementação do instrumento de enquadramento são fatores que impulsionam o reuso de efluentes como uma fonte alternativa de água. Em paralelo, fatores climáticos como o fenômeno El Niño podem agravar o cenário de escassez (INPE et al., 2023), aumentando os conflitos pelo uso da água e a busca por fontes alternativas desse recurso.

Outro fator externo que traz oportunidades para o desenvolvimento da prática do reuso na bacia é a melhoria nos sistemas de abastecimento de água que permitem a redução da intermitência no fornecimento de água e o consequente incremento no volume de esgoto que chega até as estações de tratamento. Como exemplo, destaca-se a expectativa de conclusão de duas adutoras de água bruta (Adutora do Agreste e de Serro Azul) que levarão mais água para os municípios da bacia situados na Região Agreste, a exemplo de Caruaru, Bezerros e Gravatá, sendo o abastecimento humano o uso prioritário (COMPESA, 2022b).

O reuso de efluentes está diretamente ligado ao ODS 6 – água potável e saneamento, portanto o desenvolvimento da prática na bacia e no estado contribuirá para o alcance das metas firmadas. Em paralelo, os municípios e os prestadores dos serviços de saneamento também devem se adequar ao que propõe o Novo Marco Legal (Brasil, 2020) quanto às metas de universalização e de expansão e eficiência do reuso de efluente sanitário.

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei Nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981), traz, entre seus instrumentos, o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; a avaliação

de impactos ambientais; o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, entre outros. O reuso de efluentes está alinhado aos princípios da política ambiental ao contribuir para a conservação dos recursos hídricos e redução da poluição hídrica.

A integração da prática do reuso com as políticas ambientais e de saneamento se alinha com princípios de sustentabilidade, permitindo o ciclo fechado da água, contribuindo para a conservação de ecossistemas aquáticos e preservando a biodiversidade. Ao incorporar a prática do reuso em políticas públicas, os municípios podem avançar em direção a uma gestão mais responsável e eficiente dos recursos hídricos.

Ambiente Externo: Ameaças

Enquanto a comercialização da água de reuso pode ser vista como uma força, a falta de interesse do consumidor em utilizar e pagar pela água de reuso é percebida como uma ameaça, visto que, durante a realização do Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI) pela Compesa, uma das maiores dificuldades relatadas pelas empresas participantes foi a identificação e captação de possíveis clientes (COMPESA, 2020a).

Uma estratégia adotada foi a elaboração de uma pesquisa de intenção das empresas em conhecer o projeto que visava à comercialização de água de reuso da Compesa e a divulgação às empresas da Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco (FIEPE). No entanto, apenas 12 empresas se mostraram interessadas, nenhuma delas dentro da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, sendo três de outros estados e as restantes da RMR.

De acordo com as atas acostadas ao processo, a PMI resultou em procedimento fracassado, de tal modo que as empresas participantes alegaram que a estratégia só lograria êxito na RMR, onde a concentração de indústrias é maior (COMPESA, 2020a). Corroborando esse resultado, o levantamento dos possíveis usuários para a água de reuso na bacia feito por Soares et al. (2023) indicou demandas para a indústria e a agricultura irrigada abaixo da capacidade nominal das ETEs, exceto nos municípios de Ipojuca (RMR) e Gravatá (Agreste).

Embora a concessionária esteja realizando projetos com água de reuso da BHRI e em outras bacias, ainda não há regulação para o reuso direto não potável nas esferas estadual e federal. Destarte, não há como exigir ou recomendar que o reuso seja adotado em larga escala na BHRI antes que avance a discussão para a regulação, considerando as especificidades regionais. Nesse âmbito, a participação do COBH e do CRH/PE é fundamental, inserindo a pauta do reuso de efluentes domésticos em suas agendas.

Pontuam-se, ainda, os baixos indicadores de saneamento (água e esgoto) nos municípios e a dependência do meio político para a alocação de recursos e priorização na execução de ações visando à melhoria desses indicadores. Para que o reuso de efluentes seja efetivado como ação estratégica de combate à escassez hídrica e revitalização de bacias, torna-se essencial que os poderes públicos municipal, estadual e federal tratem como prioridade a melhoria da cobertura dos serviços de saneamento e do tratamento das águas residuais na bacia. Dessa forma, aumentam-se a vazão e a qualidade do efluente tratado, contribuindo para a produção e o fornecimento seguros da água de reuso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados alcançados, depreende-se que os instrumentos da PNRH têm papel direto e indireto na promoção e regulação do reuso de efluentes na bacia. Portanto, para que a prática seja consolidada na BHRI, faz-se necessário o avanço na implantação de tais ferramentas, especialmente o enquadramento e a cobrança, que foram classificados como de baixo grau de implantação, além da outorga ao produtor de água de reuso, para a qual ainda não há ações referentes à implantação. Ademais, para além da regulação, os instrumentos de gestão de recursos hídricos devem fornecer maiores incentivos à prática do reuso de efluentes sanitários na bacia e no estado.

A metodologia empregada permitiu identificar as forças internas e as oportunidades para o desenvolvimento da prática do reuso na BHRI, ao mesmo tempo em que aponta fragilidades e ameaças a serem corrigidas e neutralizadas, podendo ser replicada para outras unidades de planejamento. A matriz SWOT apresentou um diagnóstico prévio que deve servir como ponto de partida para os tomadores de decisão, podendo ser complementada posteriormente com a contribuição de grupos de trabalho.

Por fim, espera-se que os resultados obtidos através de análise inédita na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca sirvam de referência para os formuladores e executores das políticas de gestão integrada de recursos hídricos, além de incentivo aos potenciais produtores e consumidores da água de reuso, na BHRI e nas demais bacias hidrográficas do estado.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE PERNAMBUCO (CPRH/PE). Instrução normativa Nº 003, de 12 de novembro de 2018. Dispõe sobre o benefício da progressividade dos públicos de sistemas esgotamento sanitários existentes, nos termos do artigo 3º da Resolução Consema n.º 06/2016. Disponível em: https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/INSTRUCAO_NORMATIVA_CPRH_No_003-2018.pdf. Acesso em: 3 mar. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília, DF: ANA, 2017. 88 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021: relatório pleno. Brasília: ANA, 2022. 132 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Encarte especial sobre a crise hídrica: conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – informe 2014. Brasília, DF: ANA, 2015. 31 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Enquadramento dos corpos d'água em classes. Brasília, DF: ANA, 2020. 57 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução Nº 1.163, de 26 de setembro de 2016. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=136733>. Acesso em: 11 ago. 2022.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). A cobrança pelo uso da água bruta no estado de Pernambuco. 2019b. Apresentação realizada na Reunião do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco (CRH/PE), realizada em 15 ago. 2019.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca: Produto 15 - Relatório Final. Recife: APAC, 2019a.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). Proposta de Implantação de Outorga de Lançamento de Efluentes na Bacia do Rio Ipojuca: Produto 7 - Relatório Final. Recife: APAC, 2017.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). Resolução Nº 02/2021 – DC, de 16 de abril de 2021. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/outorga>. Acesso em: 30 abr. 2023.

AGÊNCIA REGULADORA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (ARES-PCJ/SP). Resolução ARES-PCJ Nº 409, de 29 de dezembro de 2021. Dispõe sobre o reajuste dos valores das Tarifas de Água e Esgoto e dos Preços Públicos dos Demais Serviços a serem aplicados no Município de Campinas e dá outras providências. Disponível em: https://www.arespcj.com.br/public/media/arquivos/1640877641-resolucao_n_409_2021_-_reajuste_tarifario_-_sanasa_campinas.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

ÁGUAS DO BRASIL. Reuso: instrumento de um novo modelo de gestão das águas. 14 jan. 2020. Disponível em: <https://aguasdobrasil.org/artigo/reuso/>. Acesso em: 1º set. 2022.

ALMEIDA, J. de A. Governança da água do açude do Bitury na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca – Pernambuco. 2021. 135 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

ASSIS, W. D.; RIBEIRO, M. M. R.; SILVA, S. R. Multi-level governance application to a shared river basin. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 25, e. 44, p. 1-16, 2020.

BARBOSA, F. D. Comitês de Bacias Hidrográficas, representação e participação: desafios e possibilidades à gestão da água e dos recursos hídricos no Brasil. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

BRASIL. Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 21 out. 2022.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 15 mar. 2020.

BRASIL. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera disposições das Leis nº 9.984/2000, nº 10.768/2003, nº 11.107/2005, nº 11.445/2007, nº 12.305/2010, nº 13.089/2015 e nº 13.529/2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 15 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Câmara Técnica de Educação, Informação e Ciência e Tecnologia (CTEC). 13ª reunião da CTEC – Pauta e Arquivos. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/camaras-tecnicas/ctect>. Acesso em: 14 out. 2022.

CEARÁ. Lei Nº 16.033, de 20 de junho de 2016. Dispõe sobre a Política de Reuso de Água Não Potável no Âmbito do Estado do Ceará. Disponível em: <http://www2.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis2016/16033.htm>. Acesso em: 8 ago. 2022.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. The issue of water in the Brazilian semi-arid region. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, C. B. (ed.). *Waters of Brazil: Strategic Analysis*. [S. l.]: Springer International Publishing, 2017. 191 p.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA (COBH-IPOJUCA). Resolução Nº 01/2019, de 11 de dezembro de 2019. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/down/not_1307_15803252555e31d987c12d0_resolucao_01_2019_cobh_ipojucaassinada.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). Edital Chamamento Público Compesa Nº 004/2020. 2020a. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2020/12/1-ANEXO-I-004.2020-PMI-reuso-Termo-de-Referencia.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). Obras das Adutoras de Serro Azul e do Agreste são vistoriadas pela diretoria da Compesa. 2022b. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/obras-das-adutoras-de-serro-azul-e-do-agreste-sao-vistoriadas-pela-diretoria-da-compesa/> Acesso em: 10 set. 2023.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). Plano de comunicação do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca. Volume I Mapeamento, análises das áreas e dos Públicos. 2016. Disponível em: https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2016/02/volume1_plano_executivo-ilovepdf-compressed.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). Relatório Semestral PSA Ipojuca: janeiro a junho de 2022. Recife: Compesa, 2022c. 167 p.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS (CERH/MG). Deliberação Normativa Nº 65, de 18 de junho de 2020. Estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reuso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências. Disponível em: www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52040. Acesso em: 28 ago. 2022.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução Nº 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/legislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2054.pdf>. Acesso em: 16 out. 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 8 ago. 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/CONAMA_n.430.2011.pdf. Acesso em: 8 ago. 2022.

FUKASAWA, B. N.; MIERZWA, J. C. Modelo de suporte à decisão para implantação de programas de reuso não potável como ferramenta de planejamento. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 14604-14641, 2020.

GARCIA, X. et al. Is river rehabilitation economically viable in water-scarce basins? *Environmental Science & Policy*, [s. l.], v. 61, p. 154-164, 2016.

GARCIA, X.; PARGAMENT, D. Reusing wastewater to cope with water scarcity: economic, social and environmental considerations for decision-making. *Resources, Conservation and Recycling*, [s. l.], v. 101, p. 154-166, 2015.

HESPANHOL, I.; RODRIGUES, R.; MIERZWA, J. C. Reuso potável direto: estudo de viabilidade técnica em unidade piloto. *Revista DAE*, [s. l.], v. 67, n. 217, p. 103-115, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 351 p.

INSTITUTO DEMOCRACIA E SUSTENTABILIDADE (IDS). Recomendações para o aprimoramento da tarifa da Sabesp. São Paulo: IDS, 2019. 67 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE); INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA); CENTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES (CENAD). Painel El Niño 2023-2024: Boletim Mensal nº. 01, 20 de setembro de 2023. [S. l.]: Inpe; Inmet; ANA; Cenad, 2023. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/El-Ni%C3%B1o-2023_boletim-setembro.pdf. Acesso em: 6 out. 2023.

INTERÁGUAS. Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reuso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil: Produto VII – Resumo Executivo. Brasília, DF: Ministério das Cidades; IICA, 2018. 31 p.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION (IWA). Wastewater report 2018: the reuse opportunity. London: IWA, 2018. 24 p.

MONTEIRO, P. B. C. L.; CABRAL, J. J. da S. P. Análise SWOT da gestão de águas subterrâneas no Piauí. *REGA*, Porto Alegre, v. 15, e. 5, 2018.

MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reuso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. *Revista DAE*, [s. l.], v. 67, n. 215, p. 40-55, 2019.

MOURA, M. R. F. Gestão integrada e desafios à segurança dos recursos hídricos: proposta de índice de vulnerabilidade hídrica (IVH) na bacia do rio Capibaribe. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

OBRACZKA, M. et al. Reuso de efluentes de tratamento secundário como alternativa de fonte de abastecimento de água no município do Rio de Janeiro. *Sistemas & Gestão*, [s. l.], v. 14, p. 291-309, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Implementing the OECD Principles on Water Governance: Indicator Framework and Evolving Practices, OECD Studies on Water. Paris: OECD Publishing, 2018.

PERNAMBUCO. Grupo de Trabalho Intercâmara (GTI) do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH). Relatório Final de atividades do GTI/CRH/PE Nº 01/2021. Recife: CRH, 2021.

PERNAMBUCO. Lei Nº 12.984, de 30 de dezembro de 2005. 2005b. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=12984&complemento=0&ano=2005&tipo=&url=>. Acesso em: 22 jul. 2022.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (Sectma). Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco: síntese. Recife: Sectma, 1998. 212 p.

PERNAMBUCO. Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos (Seinfra). Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco: tomo I: diagnósticos. Recife: Seinfra, 2022. 367 p.

PERNAMBUCO. Secretaria de Planejamento (Seplag); Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (Condepe/Fidem). Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca: Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco Nº 1. Recife: Condepe/Fidem, 2005a. 63 p.

PERNAMBUCO. Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco (SRH/PE). Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca. Recife: SRH/PE, 2010. Tomo IV: Resumo Executivo/Projetos Técnicos. 92 p.

PINTO FILHO, J. L. de O.; CUNHA, L. Gestão dos recursos hídricos: diretrizes de aperfeiçoamento para o Conselho da Região Hidrográfica do Centro de Portugal e para o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Apodi-Mossoró/RN no Brasil. *Agua y Territorio/Water and Landscape*, [s. l.], n. 20, p. e5607, 2022.

SANTOS, A. S. P. et al. Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reuso de água: 01 – terminologia e conceitos de base. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SSRH/SP). Instrução técnica DPO Nº 13, de 30 de maio de 2017. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1ysWAlhT5ufpsGv5KoV4Ix_WWlTNR6JwG/view. Acesso em: 3 jun. 2022.

SOARES, A. E. P. et. al. Analysis of the Potential for Reusing Sanitary Effluents in the Hydrographic Basin of the Ipojuca River. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, [s. l.], v. 17, n. 10, e04259, 2023.

SOARES, S. R. A.; SANTOS, A. S. P. Priorização da água de reuso em bacias hidrográficas com base no planejamento de recursos hídricos: proposta metodológica e exemplos das bacias do rio Grande e do Piancó-Piranhas-Açu. *Gesta*, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 111-125, 2021.

UNITED NATIONS (UN). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 13 out 2022.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 2017: wastewater the untapped resource. Paris: Unesco, 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Guidelines for Water Reuse. Washington: USEPA, 2012.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.