



II - 624 - SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA: REUSO DE EFLUENTES DE ETES PARA O DESENVOLVIMENTO DO SEMIÁRIDO BAIANO - ESTUDO DE CASO EMBASA

Maria Fernanda Souza Matos ⁽¹⁾

Técnica em Meio Ambiente pelo Instituto Federal da Bahia (IFBA). Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Pesquisadora na Rede de Tecnologias Limpas da UFBA (TECLIM).

Alanda Mercês Pires dos Santos ⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Pesquisadora na Rede de Tecnologias Limpas da UFBA (TECLIM).

Alisson Meireles Brandão ⁽³⁾

Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Doutorando do Programa de Engenharia Industrial da Escola Politécnica da UFBA (PEI/UFBA). Pesquisador na Rede de Tecnologias Limpas da UFBA (TECLIM). Engenheiro na Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA).

Francisco Ramon Alves do Nascimento ⁽⁴⁾

Graduado em Engenharia Ambiental pela Faculdade de Tecnologia e Ciências (2007). Doutor Engenharia Industrial da Escola Politécnica da UFBA (PEI/UFBA). Professor Adjunto no Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da UFBA. Pesquisador e líder da Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM-UFBA).

Eduardo Henrique Borges Cohim Silva ⁽⁵⁾

Graduado em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal da Bahia, mestre em Tecnologias Limpas e doutor em Energia e Meio Ambiente. Professor Titular da Universidade Estadual de Feira de Santana. Pesquisador da Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM/UFBA)

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal da Bahia. Rua Augusto Viana, s/n - Palácio da Reitoria, Canela. CEP: 40110-909, Salvador, Bahia, Brasil - e-mail: mariafernanda.embasa@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Universidade Federal da Bahia. Rua Augusto Viana, s/n - Palácio da Reitoria, Canela. CEP: 40110-909, Salvador, Bahia, Brasil.

Endereço⁽³⁾: Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA. 4ª Avenida, 420, Centro Administrativo da Bahia - CAB, CEP: 41745-002, Salvador, Bahia, Brasil.

Endereço⁽⁴⁾: Universidade Federal da Bahia. Rua Augusto Viana, s/n - Palácio da Reitoria, Canela. CEP: 40110-909, Salvador, Bahia, Brasil.

Endereço⁽⁵⁾: Universidade Estadual de Feira de Santana. Avenida Transnordestina, s/n - Novo Horizonte. CEP: 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

RESUMO

Diante do estresse hídrico, o reuso de efluentes tratados surge como medida crucial, integrando-se globalmente para conservar recursos e reduzir custos. Em países em desenvolvimento como o Brasil, especialmente em regiões semiáridas, o reuso pode reduzir o consumo de água potável. Entretanto, sua implementação enfrenta desafios como falta de regulamentação e normas específicas, especialmente evidentes na Bahia, onde a escassez de água é um problema significativo. Dessa forma, este estudo avaliou o potencial do reuso planejado de efluentes sanitários tratados, provenientes das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) operadas pela Embasa, no estado da Bahia, com foco no desenvolvimento agrícola em regiões semiáridas. A metodologia adotada incluiu um amplo levantamento bibliográfico, coleta de dados, análise da oferta e demanda, caracterização da demanda por água de reuso, e avaliação de conceitos de empreendimentos. Dos resultados obtidos, destacam-se as 230 ETEs com tratamento adequado para reuso, a vazão média anual de efluente tratado de aproximadamente 3.930 L/s, e a demanda potencial para irrigação concentrada na região oeste do estado. Foram delineados conceitos de empreendimentos, como o reuso para Agricultura Irrigada Intensiva e



para Desenvolvimento Sustentável no Semiárido, e selecionadas duas ETEs como possíveis projetos-piloto: Itaberaba e Vitória da Conquista.

A análise dos resultados considerou aspectos ambientais, sociais e econômicos, destacando a contribuição do reuso para a conservação de recursos hídricos, fortalecimento da agricultura familiar e desenvolvimento econômico sustentável. No entanto, foram identificados desafios relacionados à viabilidade técnica, econômica e social dos projetos piloto, ressaltando a importância de uma abordagem adaptada às características locais.

Concluiu-se que o reuso de efluentes sanitários tratados pode ser uma estratégia crucial para promover o desenvolvimento sustentável na Bahia, contribuindo para a segurança hídrica, melhoria da qualidade de vida e resiliência frente às mudanças climáticas. No entanto, é necessário um compromisso conjunto entre governos, setor privado e sociedade civil para superar os desafios e implementar efetivamente essa prática em escala regional.

PALAVRAS-CHAVE: Embasa; Esgotamento Sanitário; Reuso; Agricultura Local, Semiárido.

INTRODUÇÃO

A garantia do acesso à água potável e ao saneamento básico é uma das prioridades globais estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6 - Água Potável e Saneamento. O Brasil, em consonância com esses compromissos, promulgou a Lei nº. 14.026, conhecida como o Marco Legal do Setor Saneamento Básico, estabelecendo metas ambiciosas para a disponibilidade e gestão sustentável da água potável e saneamento até 2033 (BRASIL, 2020; ONU, 2015).

Dado o aumento do estresse hídrico e a crescente demanda por recursos hídricos no Brasil, tornou-se vital a implementação de medidas coordenadas por diversos atores do setor de saneamento. Estas visam não apenas suprir as necessidades hídricas atuais e futuras, conforme ressaltado por Hespagnol (2002), mas também aprimorar os serviços de esgotamento sanitário, sendo uma das alternativas para suprir a demanda as práticas de reuso de água.

O reuso da água, definido como a utilização de água residuária, é um processo crucial para maximizar os recursos hídricos. Esta prática abrange diversas aplicações, desde a irrigação de culturas alimentícias e não alimentícias até a dessedentação animal, considerando que tanto a água tratada quanto a não tratada podem ser reutilizadas, seja de forma direta ou indireta, a depender das exigências do uso (BRASIL, 2005).

O esgoto doméstico, composto principalmente por água, oferece uma oportunidade valiosa para o reuso após tratamento adequado, especialmente vital em regiões onde a água é escassa, complementando os recursos de água doce disponíveis (MENDONÇA, 2016). Dessa forma, o desenvolvimento adequado e eficiente do reuso do efluente sanitário tratado, torna-se uma medida essencial para superar a escassez.

O reuso está intrinsecamente ligado à situação de vulnerabilidade hídrica regional, refletindo políticas de conservação da água em níveis nacional e internacional (PINTO et al. 2021). Particularmente em países em desenvolvimento, sistemas integrados de reutilização de água e nutrientes mostram-se promissores, oferecendo benefícios significativos para uma infraestrutura urbana mais sustentável (WOLTERSDORF et al. 2018)

Segundo perspectivas globais delineadas pelo Projeto Reuso do Governo Federal (CH2M, 2017), o reuso está gradualmente se integrando ao portfólio nacional de abastecimento de água, com o crescimento da busca por alternativas sustentáveis. Mas, no entanto, é importante reconhecer que o reuso de efluentes sanitários ainda está em estágio incipiente no Brasil. No contexto brasileiro, onde a escassez de água representa um desafio significativo, especialmente na região Semiárida, sujeita a longos períodos de seca ao longo do ano, é imperativo explorar alternativas viáveis. Uma dessas alternativas é o planejamento estratégico do reuso de efluentes, uma prática que já se mostrou-se bem-sucedida em diversas áreas, incluindo a agricultura (FERREIRA et al. 2019). Nas regiões semiáridas, onde a principal demanda de água é para irrigação de culturas, muitas vezes dependente de fontes subterrâneas e superficiais, a pressão sobre essas fontes tradicionais tem aumentado. Portanto, é crucial considerar fontes alternativas de irrigação para essas áreas (TRAN et al. 2016).



Entretanto, apesar do notável crescimento do setor agrícola no Brasil, a falta de políticas estabelecidas para controlar e monitorar seus impactos no meio ambiente e na saúde humana é uma preocupação. O país ainda não possui uma legislação específica que estabeleça padrões de qualidade para as águas residuais provenientes do esgoto doméstico (FERREIRA *et al.* 2019).

A ausência de normas e padrões técnicos específicos para orientar o reuso de águas residuais em nível nacional reflete a falta de tradição nessa prática. Embora haja um conjunto diversificado de instrumentos jurídicos que regem o uso da água, esses não oferecem diretrizes claras para a regulamentação do reuso hídrico. A Lei Federal nº 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas, estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), porém não aborda diretamente as práticas de reuso (BRASIL, 1997).

No âmbito das resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 define o reuso de água como uma prática de conservação de recursos hídricos, alinhada aos princípios da Agenda 21. Essa medida visa reduzir a poluição dos corpos receptores, preservar os recursos hídricos para usos prioritários e contribuir para a proteção ambiental e da saúde pública (BRASIL, 2005). Além disso, a Resolução nº 121 de 16 de dezembro de 2010 estabelece brevemente diretrizes para o reuso direto não potável de água na agricultura e na silvicultura, enfatizando a necessidade de evitar riscos ambientais e à saúde pública (BRASIL, 2010).

Em relação às normas técnicas, a ABNT, por meio da NBR 13.969 de 1997, oferece orientações sobre o tratamento e a disposição de esgotos domésticos, incluindo a possibilidade de reutilização para fins que não requerem água potável. Sendo essa a norma que apresentou uma alternativa ao saneamento convencional, visando promover a evolução do saneamento básico e a proteção ambiental (ABNT, 1997).

No contexto baiano, onde se destaca a extensa área semiárida e uma demanda industrial expressiva, a prática de reuso de efluentes para fins agrícolas e industriais ainda não se encontra consolidada, carecendo de institucionalização por parte dos órgãos competentes. Em vista das desafiadoras condições climáticas da região, torna-se vital explorar alternativas para a agricultura na região, especialmente para a agricultura familiar (GARJULLI, 2003).

Na Bahia, a Resolução CONERH nº 75 de 29 de julho de 2010, emitida pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, regulamenta o reuso direto não potável de água na agricultura e na silvicultura. Essa medida estabelece procedimentos para a prática, exigindo que a caracterização e o monitoramento periódico da água reutilizada sigam critérios definidos pelo órgão competente (BAHIA, 2010).

Entretanto, apesar da relevância econômica e ambiental, a regulamentação adequada dessas práticas de reuso ainda não foi estabelecida, representando um desafio significativo para a gestão hídrica e a sustentabilidade no estado. O avanço dessas práticas pode catalisar o desenvolvimento sustentável de sistemas de reuso de efluentes sanitários tratados, promovendo a ampliação da capacidade técnica e institucional da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA) em sua área de atuação na Bahia.

Nesse contexto, é essencial explorar as oportunidades de reuso de efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto na Bahia, bem como os principais aspectos de sustentabilidade associados a essas práticas. Nesse sentido, a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A (EMBASA) empreendeu um estudo com o propósito de avançar na prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na Bahia, através da implementação do Reuso Planejado de Efluente Sanitário Tratado. Esse estudo visou identificar projetos e conceitos de reuso com potencial viabilidade em nível municipal e local, com foco na recomendação de projetos piloto na Bahia. Essa iniciativa integra as ações propostas pelo Projeto de Cooperação Técnica “Universalização e aperfeiçoamento da prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em áreas prioritárias do Estado da Bahia”, estabelecido entre a Embasa, o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e a Agência Brasileira de Cooperação do Ministério das Relações Exteriores (ABC/MRE).



Dessa forma, o propósito deste estudo consistiu em realizar uma avaliação do potencial do reuso planejado de efluente sanitário tratado, proveniente das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) operadas pela Embasa, no estado da Bahia. Especificamente, com foco no desenvolvimento agrícola em regiões semiáridas. Além disso, visou-se aprofundar na análise dos aspectos econômicos, sociais e ambientais associados à implementação e à sustentabilidade dessa prática.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo compreendeu diversas etapas. Inicialmente, realizou-se um amplo levantamento bibliográfico e coleta de dados relevantes, com o intuito de atualizar informações do Projeto Reuso (CH2M, 2017) e consultar órgãos como a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) e o Instituto do Meio Ambiente (INEMA) da Bahia. Além disso, foi feita uma revisão e complementação do arcabouço legal nacional e estadual sobre reuso, bem como a definição de critérios de qualidade, tratamento e monitoramento. Foram também levantadas experiências de reuso no Brasil e no exterior, incluindo a análise da Resolução CONERH nº 75/2010 da Bahia e do Projeto Reuso (CH2M, 2017).

Para caracterizar a oferta de efluente sanitário tratado disponível para reutilização, foram identificadas as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) da Embasa, suas respectivas vazões e níveis de tratamento, diagnosticando-se a eficiência das operações, além de localizar as outorgas de captação de água.

A demanda potencial para água de reuso foi caracterizada considerando a localização, vazão média e fonte de água nos anos de 2019 e 2024, utilizando dados georreferenciados de demanda hídrica industrial e agrícola, outorgas de captação e informações sobre grandes consumidores industriais. Para caracterizar a demanda por água de reuso para fins agrícolas na Bahia, foram utilizados principalmente dados e informações compilados no Atlas Irrigação (ANA, 2017), publicado em 2017, considerando o ano base 2015 e projeções para 2030, bem como os dados de outorga para irrigação do INEMA (INEMA, 2020). Outros fatores influenciadores foram considerados, como balanço hídrico, susceptibilidade à desertificação, conflitos pelo uso da água, potencial para redução de perdas, situação dos mananciais de abastecimento, dessalinização em municípios costeiros e outorgas de captação a jusante das ETEs.

A avaliação das potencialidades de reuso baseou-se na sobreposição de informações georreferenciadas para identificar áreas com maior potencial. O objetivo foi estimar a quantidade de água aproveitável por município, determinando uma ordem de grandeza do potencial de reuso na área de operação da Embasa.

Com base nos resultados, foram definidos três conceitos de empreendimentos de reuso: para agricultura irrigada intensiva, para o desenvolvimento do semiárido e para uso industrial. Áreas com maior potencial foram identificadas e ETEs selecionadas para o desenvolvimento de estudos de caso.

RESULTADOS OBTIDOS

Das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) da Embasa analisadas, 230, 65% do total, possuem tratamento classificado como “secundário ou superior”, o que se configura como o nível de tratamento mais adequado para o desenvolvimento de projetos de reuso. A vazão média anual de efluente tratado por essas ETEs atinge aproximadamente 3.930 L/s, correspondendo a 90% da vazão média anual de efluente tratado pela Embasa.

Quanto à demanda para irrigação, o volume total foi de 2243,79 L/s. A Figura 01 destaca que a maior parte dessa demanda se concentra na região oeste do estado da Bahia, especificamente em Juazeiro e na área de Mucugê-Ibicoara, situada na Chapada Diamantina.

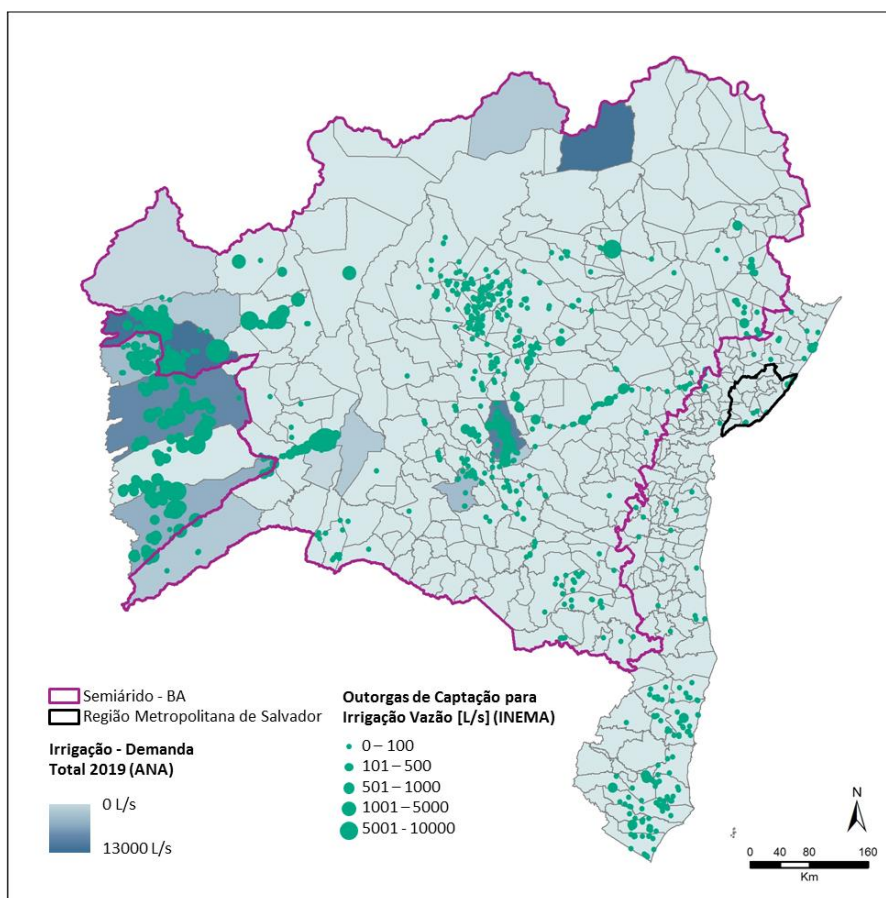


Figura 01. Demanda de água para irrigação em 2019
Fonte: ANA, 2017; INEMA, 2020; EMBASA, 2019.

Por meio da análise da oferta e da demanda para irrigação, foi possível identificar os 10 municípios baianos com maior potencial de reúso agrícola para 2024, conforme a Figura 02.

Cenário 2024			Oferta		Cenário Conservador
Município	Unidade Regional	Região	Cenário Conservador [L/s]	Demanda Irrigação (próxima das ETEs) 2024 [L/s]	Potencial Reúso Agrícola [L/s]
Barreiras	UNB	Norte	200,04	5196,30	200,04
Luís Eduardo Magalhães	UNB	Norte	88,53	412,29	88,53
Vitória da Conquista	USV	Sul	377,59	72,03	72,03
Itaberaba	UNE	Norte	58,05	62,36	58,05
Mata de São João	UMC	RMS	73,67	49,86	49,86
Santo Estêvão	UNF	Norte	48,56	57,48	48,56
Jequié	USJ	Sul	64,29	48,15	48,15
Camaçari	UMC	RMS	231,58	41,79	41,79
Porto Seguro	USU	Sul	80,19	33,71	33,71
Jaguaquara	USJ	Sul	30,24	33,79	30,24

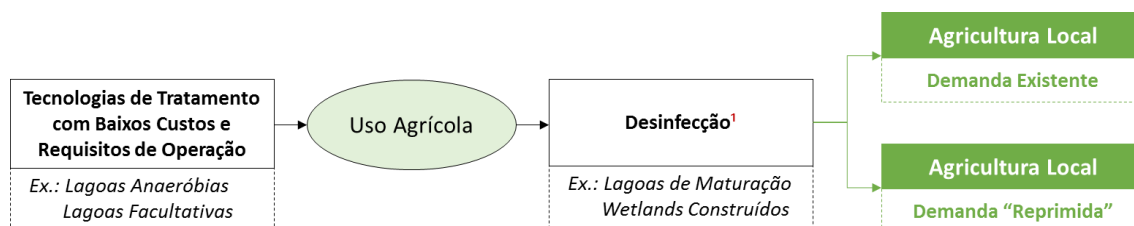
Figura 02. Potencial para reúso agrícola
Fonte: EMBASA (2019)

Após avaliar as potencialidades de reúso, foram delineados conceitos de empreendimentos, destacando duas categorias de desenvolvimento agrícola: reúso para Agricultura Irrigada Intensiva e reúso para Desenvolvimento Sustentável no Semiárido.



O conceito de reúso para desenvolvimento na região semiárida busca atender tanto às demandas existentes quanto às demandas reprimidas/não atendidas, locais que não possuem culturas irrigadas devido a escassez hídrica, nos municípios do semiárido. Isso inclui fornecer água para usos não potáveis que dependem da chuva, como agricultura de sequeiro e irrigação de pastagens para criação de animais.

Além de suprir a demanda de água para a agricultura local ou familiar próxima às Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), esse conceito também busca solucionar o problema de falta de água em áreas onde o cultivo é limitado devido à escassez hídrica. O objetivo é implementar tecnologias acessíveis, mesmo que demandem mais espaço, priorizando o reúso com finalidades agrícolas específicas.



¹ A Resolução CONERH nº 75/2010 permite flexibilização dos critérios de remoção de patógenos (Cter) nas seguintes situações:

- (1) Utilização de barreiras adicionais de proteção ao trabalhador (encontradas em agricultura de elevado nível tecnológico, incluindo o emprego de irrigação localizada e equipamentos de proteção individual); e
- (2) Uso de efluentes (primários e secundários) de técnicas de tratamento com reduzida capacidade de remoção de patógenos, desde que associado ao método de irrigação subsuperficial.

Figura 03. Fluxograma – Reúso para Desenvolvimento no Semiárido

Fonte: EMBASA (2019)

Com base no conceito do empreendimento, foram selecionadas duas ETES como possíveis projetos-piloto devido ao seu potencial de impacto, refletido nas maiores vazões disponíveis. No entanto, outros municípios, mesmo com ETES de vazões menores ou sem essas estruturas, poderiam se beneficiar desse conceito. Para contemplar esse conceito, foram escolhidas a ETE Itaberaba e a ETE Vitória da Conquista.

- Opção 1 – ETE Itaberaba

A ETE Itaberaba possui vazão de 105 L/s estimada para 2024 e a vazão ponderada disponível para reúso é de 52 L/s. Embora não tenham sido identificadas outorgas do INEMA no raio de 10 km da ETE, a vazão disponível poderia ser utilizada exclusivamente para suprir demandas reprimidas na região.

Na Figura 03 é possível observar a região da ETE e seu raio de abrangência de 10 km. Ademais, a região está localizada em bacia com balanço hídrico crítico (ANA, 2017).

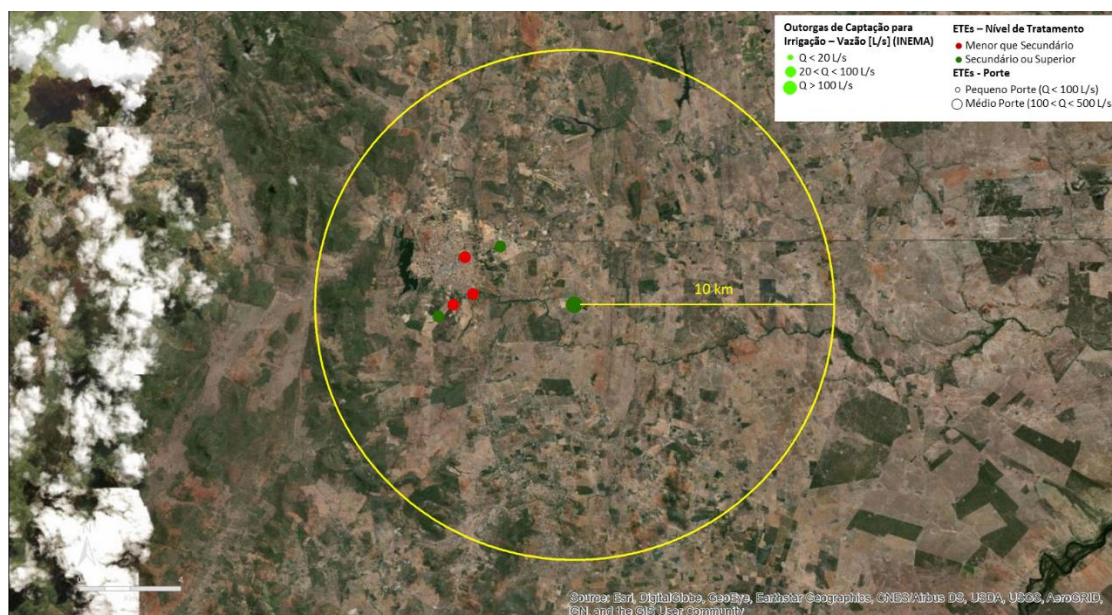


Figura 04. Região da ETE Itaberaba

Fonte: EMBASA (2019)

- Opção 2 – ETE Vitória da Conquista

A ETE Vitória da Conquista, a maior das ETEs operadas pela Embasa, apresenta uma vazão de 377 L/s disponível para reúso, tornando-se a primeira opção considerada devido à sua maior vazão ponderada em comparação com outras ETEs municipais. Além disso, destaca-se a demanda potencial agrícola significativa dentro de um raio de 10 km da ETE. Vale ressaltar que a região está situada em uma bacia com balanço hídrico crítico e necessidade de novos mananciais para abastecimento (ANA, 2010).

Em relação à demanda agrícola existente, foram identificadas três outorgas do INEMA para irrigação próximas à ETE, sendo a maior delas de 55 L/s. Além disso, a Embasa iniciou parcerias com os agricultores locais para promover o reúso. Considerando a demanda atual, ainda restariam 305 L/s da vazão ponderada para o desenvolvimento da agricultura local.

Foi delineado um conceito para o desenvolvimento do semiárido na região da ETE Vitória da Conquista, com foco nas famílias que residem no PA Amaralina, as quais praticam agricultura de sequeiro. O reúso pode impulsionar a produção agrícola dessas famílias, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico da área. Além disso, a Fazenda Miraflores, cujo proprietário já manifestou interesse no reúso no passado, pode ser potencialmente envolvida em um projeto-piloto.

O fornecimento de água de reúso para as famílias no PA Amaralina requer uma rede de distribuição até cada ponto de consumo. A infraestrutura para bombeamento e distribuição é o fator que mais impacta os custos de construção e operação do projeto. Assim, a concepção do sistema de distribuição desempenha um papel crucial na viabilidade do projeto. Foram desenvolvidas três variantes de distribuição, variando até onde a Embasa transportaria a água de reúso: até o limite do terreno do PA Amaralina na Variante 1, até um ponto central elevado no PA Amaralina na Variante 2 e até cada ponto de consumo na Variante 3. O considerável impacto nos custos destaca a necessidade de um Estudo de Viabilidade para avaliar as soluções técnicas e econômicas, selecionando a alternativa mais adequada para atender aos requisitos do projeto.

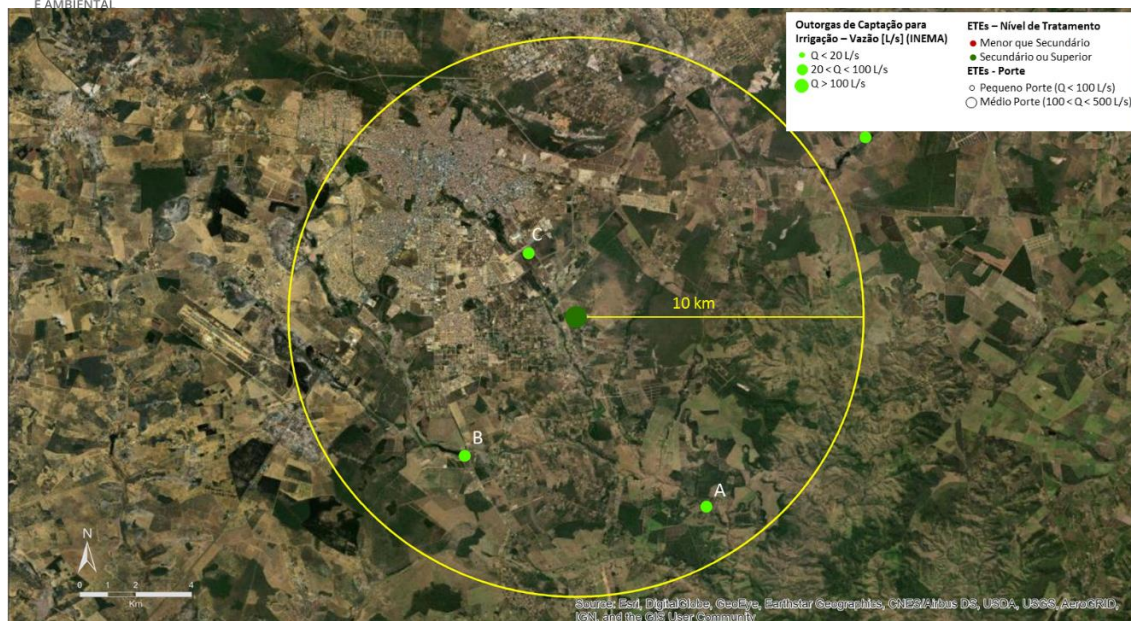


Figura 05. Região da ETE Vitória da Conquista

Fonte: EMBASA (2019)

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O desenvolvimento e implementação de sistemas de reuso de água e nutrientes em países em desenvolvimento apresentam diversos desafios nos aspectos social, ambiental e econômico. Esses desafios são evidenciados pela necessidade de infraestruturas adequadas de água e saneamento, que devem ser estabelecidas de forma sustentável, considerando os recursos naturais e financeiros disponíveis (WOLTERS DORF *et al.*, 2018).

De acordo com Woltersdorf *et al.* (2018), dentre esses desafios estão questões relacionadas às limitações locais, como recursos financeiros limitados e capacidades humanas restritas, exigindo uma abordagem adaptada às características socioeconômicas e ambientais de cada região. Além disso, regiões semiáridas, podem apresenta desafios adicionais, como infraestrutura inadequada de saneamento e baixos níveis de renda e educação, fatores que podem complicar a implementação eficaz dos sistemas de reutilização.

As implicações legais e técnicas da reutilização de águas residuais tratadas também representam desafios significativos, exigindo o estabelecimento de normas e regulamentos que garantam a segurança da saúde pública e a proteção ambiental, enquanto promovem a viabilidade econômica e técnica dos sistemas de reutilização. Além disso, é crucial envolver ativamente os agricultores e outras partes interessadas desde o início do processo, garantindo seu alinhamento com as necessidades locais (MIZYED *et al.*, 2013).

Para avaliar a viabilidade dos projetos pilotos sugeridos, o reuso planejado de efluentes sanitários tratados no desenvolvimento agrícola do semiárido foi analisado sob os pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico.

Quanto à viabilidade ambiental, é primordial apresentar tanto os impactos positivos quanto os negativos do projeto recomendado, juntamente com as questões ambientais identificadas. A reutilização de efluentes tratados pode mitigar a pressão sobre os recursos hídricos naturais, reduzindo a necessidade de extrair água de rios e aquíferos subterrâneos. Isso contribui para a conservação dos ecossistemas aquáticos e a manutenção do equilíbrio hidrológico regional. Além disso, promove a reciclagem de nutrientes presentes nos resíduos, melhorando a fertilidade do solo e reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos, com potenciais impactos positivos na biodiversidade do solo e na qualidade dos alimentos produzidos. É fundamental também apresentar medidas de mitigação para os impactos adversos, juntamente com medidas de compensação ambiental, quando necessário, além de ressalvas e recomendações pertinentes.

Dessa forma, para a análise dos projetos pilotos, torna-se necessário o levantamento desses aspectos ambientais, tais como as principais fontes de recursos hídricos utilizadas pelas comunidades agrícolas no entorno, as áreas de Preservação Permanente (APP) e Unidades de Conservação (UC).

No que tange à viabilidade socioeconômica, é crucial analisar se o projeto é social e economicamente viável. A implantação do reuso pode desempenhar um papel fundamental no fortalecimento da agricultura familiar no semiárido, aumentando a produtividade das culturas agrícolas e gerando mais rendimentos e empregos para as comunidades rurais. Reduzindo a dependência de fontes naturais de água, contribui para a resiliência econômica das famílias agrícolas diante da variabilidade climática, garantindo uma produção mais estável ao longo do ano. Para a análise das propostas de projetos pilotos, será necessário avaliar o perfil socioeconômico das comunidades agrícolas no entorno das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), compreendendo o perfil dos agricultores, o tipo de culturas cultivadas, a possibilidade de aplicação do efluente nessas culturas, a aceitabilidade da prática entre os agricultores e a existência prévia de outros projetos de apoio à agricultura, que podem indicar uma suscetibilidade da comunidade a estar engajada nessa prática.

No âmbito socioeconômico, também devem ser avaliados os aspectos para a empresa. A realização de uma análise completa de custo-benefício é essencial, envolvendo a comparação entre as receitas e os valores econômicos de cada benefício do projeto em relação aos custos totais do empreendimento. A Figura 04 apresenta os principais elementos a serem considerados para assegurar a viabilidade econômica e social na implementação de estratégias de reuso de efluentes. Esta análise proporciona uma abordagem flexível, permitindo uma ampla variação nos dados de entrada e saída, viabilizando assim a quantificação dos incentivos destinados aos investimentos em programas de reuso.

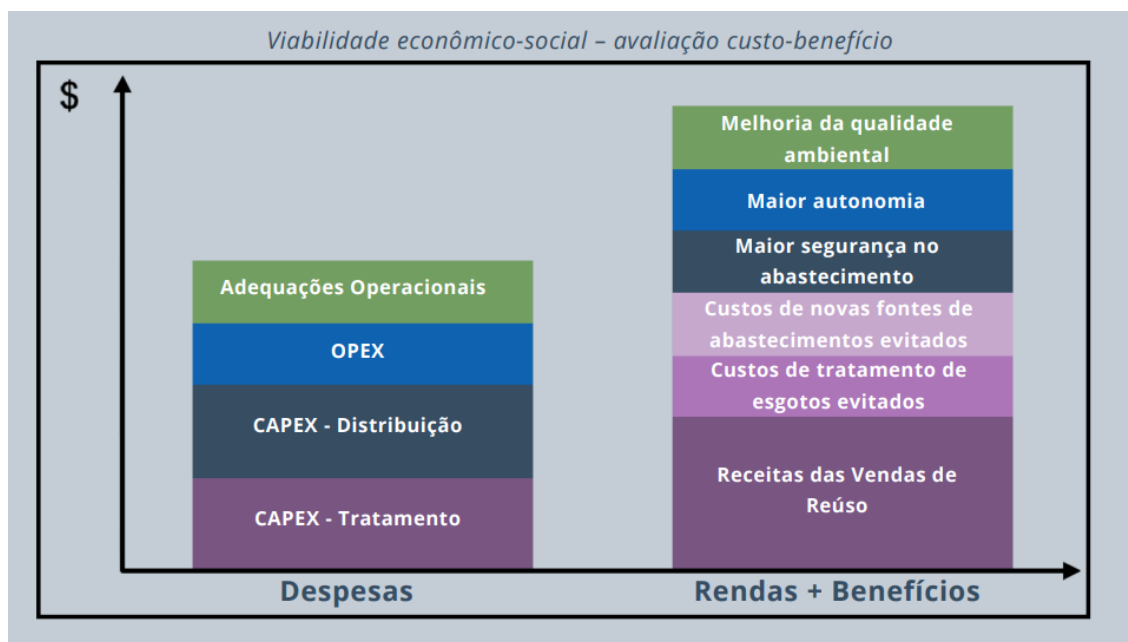


Figura 04: Viabilidade Econômica-Social do Reuso de Efluentes

Fonte: EMBASA (2019)

Diante desse contexto, é fundamental proceder com o levantamento e a avaliação criteriosa de tais aspectos, especialmente no âmbito de projetos piloto, com o propósito de determinar sua viabilidade e estabelecer prioridades, caso se opte por sua realização. Nesse sentido, a Figura 05 oferece uma análise detalhada desses elementos específicos no contexto das Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) escolhidas como piloto, com um recorte direcionado ao reuso no desenvolvimento do semiárido.



Aspecto	Reúso para desenvolvimento do semiárido					
	ETE Vitória da Conquista				ETE Itaberaba	
	Variante 1		Variante 2	Variante 3		
	Avaliação	Justificativa	Justificativa	Justificativa	Avaliação	Justificativa
Critérios Objetivos						
Vazão Média (L/s)	2º	49,28			1º	96,81
Redução do Lançamento (%)	2º	16%			1º	92%
CAPEX (R\$)	2º	\$ 21.960.564,71	\$ 6.738.565,08	\$ 2.490.115,94	1º	\$ 2.748.600,58
OPEX (R\$/ano)	2º	\$ 305.160,69	\$ 166.241,97	\$ 26.784,76	1º	\$ 15.784,24
Custo unitário (R\$/m³)	2º	\$ 2,01	\$ 0,68	\$ 0,22	1º	\$ 0,12
Critérios Subjetivos						
Possíveis subsídios	Alto	Programas de apoio do governo para infraestrutura e abastecimento do PA			Baixo	Não é esperado nenhum tipo de subsídio
Complexidade técnica	Alta	Com EE, desinfecção adicional e rede de distribuição extensa. As variantes 2 e 3 necessitam de soluções adicionais para distribuição até os pontos de consumo.			Baixa	Sem EE, com desinfecção, adutora curta
Complexidade da articulação	Alta	Envolvimento das famílias no PA Amaralina, INCRA e governo da Bahia			Baixa	Negociação com o proprietário da fazenda
Benefício social	Alto	Desenvolvimento social e econômico das famílias no PA Amaralina			Médio	Desenvolvimento econômico da fazenda
Benefício ao balanço hídrico	Alto	Atendimento de demandas reprimidas em região de baixa disponibilidade hídrica e criticidade quantitativa			Baixo	Demanda é esporádica, não seria maximizado o aproveitamento da água de reúso para demanda reprimida
Tempo de implementação	Médio	Requer obras extensas			Alto	Necessidade de aguardar etapa final da ETE, em 2024

Figura 05: Avaliação da do Reuso para o desenvolvimento no semiárido para os projetos pilotos.
Fonte: EMBASA (2019)

Esta avaliação permite examinar os aspectos econômicos e operacionais, denominados objetivos devido à sua mensuração numérica, que abordam custos, despesas evitadas e vazão das estações de tratamento de esgotos (ETEs). Além disso, são considerados critérios subjetivos que englobam questões sociais e de gestão, como programas governamentais de apoio à infraestrutura e abastecimento, envolvimento das famílias, benefícios sociais e necessidade de obras. Esses critérios são avaliados em termos de importância e probabilidade, variando de alto a baixo.

Este processo possibilitou a identificação de prioridades e potenciais obstáculos socioeconômicos para a implementação dos projetos piloto, destacando-se como um elemento essencial para orientar a tomada de decisões. No entanto, para uma análise ainda mais abrangente, seria interessante incorporar métricas específicas relacionadas à sustentabilidade ambiental e ao impacto das possíveis intervenções nas comunidades locais.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

As práticas de reúso emergem como alternativas significativas para enfrentar a crise hídrica, especialmente na região do semiárido baiano, impactado pela escassez. A implementação dessa abordagem promete resultados positivos nos domínios ambiental, social e econômico, promovendo ganhos em sustentabilidade.

Ambientalmente, o reúso planejado de efluentes sanitários tratados traz contribuições significativas para a conservação dos recursos hídricos e a redução da poluição dos corpos d'água. Socialmente, essa prática fortalece as comunidades rurais, em particular as agricultoras familiares, ao garantir acesso a uma fonte segura de água para irrigação, aumentando assim a segurança alimentar e nutricional. Economicamente, o reúso pode impulsionar o desenvolvimento econômico sustentável da região, gerando empregos locais, aumentando a renda das famílias agrícolas e reduzindo a dependência de subsídios governamentais.



A introdução do reuso de efluentes não só oferece uma nova fonte de água, mas também melhora substancialmente a qualidade de vida na região, podendo catalisar o desenvolvimento de serviços de saneamento básico, promovendo o desenvolvimento sustentável no semiárido baiano. Essa iniciativa representa um avanço significativo na prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na Bahia, marcando um passo importante na forma como as necessidades hídricas presentes e futuras são atendidas, garantindo segurança e eficácia no acesso à água.

Para promover o avanço na implantação do Reuso Planejado de Efluente Sanitário Tratado, é recomendável seguir com a implementação de projetos piloto após a identificação dos potenciais das ETES. Isso permitirá testar a viabilidade na prática, identificar ganhos reais e impactos socioeconômicos e ambientais, além de superar possíveis entraves e dificuldades por meio da elaboração de estratégias adequadas.

Em suma, a implementação do reuso de efluentes sanitários tratados nas ETES da Embasa pode ser uma estratégia crucial para promover o desenvolvimento sustentável na região, impulsionando a agricultura familiar, conservando recursos naturais e fortalecendo as comunidades rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA, 2017. Atlas Irrigação - Uso da Água na Agricultura Irrigada. Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: Abnt, 1997.
3. BAHIA. Resolução CONERH nº. 75, de 29 de julho de 2010. Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal. 2010
4. BRASIL. Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020. Brasília, 2020.
5. BRASIL. Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, 1997.
6. BRASIL. Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005. Brasília, 2005.
7. CH2M, 2017. Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reuso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil, PRODUTO I, II, III, IV e V. Para: Ministério das Cidades e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; acordo de Empréstimo Nº 8074- BR – Banco Mundial.
8. EMBASA. Estudo de Avaliação das Potencialidades de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Estado da Bahia, Salvador, 2021.
9. FERREIRA, Douglisnilson de Moraes et al. WASTEWATER USE IN AGRICULTURE: analytical limits of sewage for impact control in brazil. **Revista Caatinga**, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 1048-1059, dez. 2019.
10. GARJULLI, Rosana . Os recursos hídricos no semi-árido. **Cienc. Cult.**, São Paulo , v. 55, n. 4, p. 38-39, Dec. 2003 .
11. HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S. L.], v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.
12. INEMA, 2020. BANCO DE DADOS PROGESTAO. Informações de vazões outorgadas pelo INEMA nos anos de 2014-2018. Recebido em 06/02/2020
13. INEMA. Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH. 2012.
14. MENDONÇA, Luciana Coêlho. A importância do reuso de efluentes de esgotos domésticos tratados na agricultura. In: MENDONÇA, Sérgio Rolim; MENDONÇA, Luciana Coêlho. **Sistemas sustentáveis de esgotos**. São Paulo: Blucher, 2016. Cap. 9. p. 293-316.
15. MIZYED, Numan R. *et al.* Challenges to treated wastewater reuse in arid and semi-arid areas. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 25, p. 186-195, jan. 2013.
16. ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: água potável e saneamento. Água potável e saneamento. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>.
17. PINTO, Gustavo Oliveira et al. Trends in global greywater reuse: a bibliometric analysis. **Water Science And Technology**, [S.L.], v. 84, n. 10-11, p. 3257-3276, 27 set. 2021
18. TRAN, Quynh K. et al. Wastewater Reuse for Agriculture: development of a regional water reuse decision-support model (rwrms) for cost-effective irrigation sources. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 50, n. 17, p. 9390-9399, 19 ago. 2016.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



19. WOLTERSDORF, L. et al. Benefits of an integrated water and nutrient reuse system for urban areas in semi-arid developing countries. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 128, p. 382-393, jan. 2018.