

666 - ESTUDO DE AVALIAÇÃO DAS POTENCIALIDADES DE REUSO DE EFLUENTE SANITÁRIO TRATADO NO ESTADO DA BAHIA- DA ELABORAÇÃO DO TR AOS RESULTADOS

Pablo da Silva Avelar⁽¹⁾

Biólogo pela Universidade Católica do Salvador (UCSal). Mestre em Ecologia aplicada à Gestão Ambiental pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Especialista em Auditoria e Fiscalização Ambiental (FGV). Analista de Saneamento pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa).

Endereço⁽¹⁾: Rua José Augusto Tourinho Dantas,1620, Praia do Flamengo - Salvador - BA - CEP: 41603-110 - Brasil - Tel: (71) 991102359 - e-mail: pablo.avelar@embasa.ba.gov.br

Júlio Cesar Mota Rocha⁽²⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Mestre em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (UNB). Gerente de Desenvolvimento Operacional da Embasa.

Vanessa Britto Cardoso⁽³⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental (UFBA/2011); Mestre em Ecologia Ambiental Aplicada à Gestão Ambiental (UFBA, 2018); Especialista em Avaliação de Impacto Ambiental e Recuperação de Áreas Degradadas (UNIFACS, 2013); Diretora Nacional ABES para a Região Nordeste.

Alisson Meireles Brandão⁽⁴⁾

Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Univ. Estadual de Feira de Santana/BA. Pesquisador da Rede de Tecnologias Limpas (Teclim). Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Univ. Federal da Bahia. Funcionário da Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA. Experiência em Desenvolvimento de Projetos, principalmente nos seguintes temas: gestão de ativos no saneamento, tecnologias limpas, meio ambiente, reúso de água, qualidade da água e saneamento ecológico

Viviane Ramos Gomes⁽⁵⁾

Química Industrial pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). MBA em Gestão Empresarial e Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Analista de Saneamento/Assessor de Diretoria da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa).

RESUMO

O estudo mostra a importância de trabalhar a diversidade na matriz hídrica do estado, devendo servir de grande referência para políticas, planos, programas e ações estratégicas e prioritárias de reúso no Estado da Bahia. Em um cenário de mudanças climáticas e poluição hídrica que restringe a oferta, o reúso tem sido cada vez mais considerado no Brasil e no exterior, como alternativa para atendimento das demandas. Isso demonstra o comprometimento da empresa e sua compreensão acerca da relevância do tema e seus impactos na segurança hídrica, na saúde, na inovação e promoção da qualidade de vida.

O estudo revela também o potencial de reúso de esgoto tratado na Bahia, sendo que os maiores potenciais identificados foram para o uso agrícola nas regiões do semiárido no oeste baiano e para o uso industrial na Região Metropolitana de Salvador. Como resultados principais, em um cenário ideal, considerando atendimento de esgotamento sanitário em todos os municípios atendidos por abastecimento de água pela Embasa, o potencial no estado é de 3.700 l/s no total, sendo 3.100 l/s para uso agrícola e 600 l/s para o uso industrial. A região do semiárido teria um potencial significativo para o reúso agrícola, destacando o município de Vitória da Conquista, com potencial de reúso agrícola de 400 l/s disponíveis.

Os resultados desse estudo servirão como base para um melhor entendimento do potencial de reúso no estado para planejamento integrado dos recursos hídricos, além de fornecer subsídios para capacitação técnica e transparência no desenvolvimento de novos projetos de reúso e para a definição de projetos-piloto para avançar no tema de forma planejada e pragmática na Embasa.

O estudo incluiu a preparação de um Manual de Operações e Prática de Reúso com o objetivo de fornecer as diretrizes sobre como implementar o reúso. O manual inclui aspectos regulatórios, formas de controle e acompanhamento, informações sobre como sensibilizar o público para uma melhor aceitação do projeto, além de listar as entidades envolvidas e partes interessadas. O Estudo contempla também a confecção de Mapas

temáticos que geoespacializam as estações de tratamento avaliadas no escopo do projeto, bem como a distância das mesmas para potenciais usuários do efluente sanitário tratado.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso, Efluente Sanitário, Potencial de reúso

INTRODUÇÃO

A indisponibilidade de recursos hídricos e o conseqüente aumento dos conflitos pelos diversos usos da água geraram, de forma premente, a necessidade de desenvolvimento de novas alternativas tecnológicas, a fim de que as mesmas se tornem componentes usuais na gestão de recursos hídricos. Dentre as alternativas tecnológicas para se dirimir o problema da escassez de água, destaca-se uma prática centenária, porém de aplicabilidade e conceito contemporâneos, já que se torna cada vez mais imprescindível o reúso de efluente sanitário tratado. Segundo Hespanhol (2002), nas diversas modalidades de reúso, é fundamental observar que os princípios básicos que devem orientar essa prática são: (i) preservação da saúde dos usuários; (ii) preservação do meio ambiente; (iii) atendimento consistente às exigências de qualidade, relacionadas ao uso pretendido; e (iv) proteção dos materiais e equipamentos utilizados nos sistemas de reúso.

O reúso de efluente com fins agrícolas e industriais, ainda que se apresente como uma prática reconhecida em escala global, não faz parte do conjunto de medidas consolidadas nacionalmente, nem tampouco, é institucionalizada por parte dos órgãos responsáveis. O estado da Bahia, um dos maiores em extensão de área inseridas no perímetro do semiárido brasileiro, bem como possuidor da quinta maior área irrigada do país, além de apresentar demandas industriais muito representativas, não possui práticas desse caráter de forma regulamentada. Por ser ainda uma prática recente no país, carece de arcabouço legal mais estruturado, maior conhecimento e esclarecimento da população, maiores incentivos governamentais, além de desenvolvimento de áreas de pesquisa sobre a temática, para que a mesma se torne uma prática comum, com maior eficácia e melhor aceitação. A partir disso, urgiu a necessidade do desenvolvimento de um Estudo de avaliação das potencialidades de reúso de efluente sanitário tratado no estado da Bahia, além de elaboração de mapas temáticos, de modelos padrões para aplicabilidade da prática do reúso de efluentes e de escopo para um projeto-piloto, visando uma gestão efetiva da água e um manejo ambientalmente adequado das estações de tratamento de esgoto e seus efluentes operados pela empresa.

O presente Estudo buscou diagnosticar as potencialidades do reúso de efluente sanitário tratado no estado da Bahia, identificando, caracterizando, quantificando e qualificando os potenciais produtores e usuários da cadeia de oferta e demanda de efluentes de origem doméstica, gerando produtos que servirão de incentivo e sustentação para implantação da prática do reúso de efluente sanitário tratado no Estado.

O Estudo de Avaliação das Potencialidades de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Estado da Bahia foi elaborado no âmbito do 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” firmado entre a Agência Brasileira de Cooperação (ABC/MRE), a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa) e o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA). A consultoria contratada foi o consórcio Worley

MATERIAIS E MÉTODOS

A etapa inicial do trabalho compreendeu a realização de um extensivo levantamento bibliográfico e coleta de dados relevantes ao estudo, focando na atualização dos dados utilizados no Projeto Reúso (MCID, 2017) e complementação dos dados através de consulta aos órgãos competentes da Bahia, como a SEMA e INEMA. Da mesma forma, foi realizada a atualização e complementação do arcabouço legal para reúso nos âmbitos nacional e estadual, a definição dos critérios de qualidade, tratamento e monitoramento a serem usados para o estudo, o levantamento e atualização das experiências de reúso no Brasil e na Bahia, além de experiências internacionais.

Posteriormente, se deu a caracterização da oferta de efluente sanitário tratado disponível para reutilização e da demanda. A oferta foi caracterizada e quantificada com base na localização das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) operadas pela Embasa, identificação de suas vazões efluentes e nível de tratamento, assim como no diagnóstico da eficiência das operações e localização de outorgas de captação de água.

Para a caracterização da oferta, foram analisadas 355 ETEs operadas pela Embasa. A caracterização das ETEs foi feita para o Cenário Atual (Cenário 2019) e um cenário projetado de curto prazo (Cenário 2024). As seguintes informações de cada ETE foram consideradas na análise:

- Município
- Unidade regional da Embasa
- Regiões de Planejamento e Gestão da Água (INEMA, 2012)
- Corpo receptor do efluente
- Criticidade do balanço hídrico da bacia
- Porte:
 - ✓ Pequeno: menor que 100 L/s
 - ✓ Médio: 100 L/s - 500 L/s
 - ✓ Grande: maior que 500 L/s
- Vazão de operação em 2019 e 2024
- Tecnologia de tratamento
- Nível de tratamento
- Qualidade do afluente e efluente
- Coordenadas geográficas de localização

A demanda potencial para água de reúso foi caracterizada em termos de localização do uso, vazão média e fonte de água nos anos de 2019 e 2024. A caracterização utilizou dados de demanda hídrica industrial e agrícola para irrigação geoespecializados ou documentados em cadastros oficiais, como dados de demanda hídrica para irrigação por município (Atlas de Irrigação ANA, 2017), outorgas de captação para irrigação e para uso industrial (INEMA) e grandes consumidores industriais no estado (EMBASA). Também foram considerados para a caracterização outros fatores que podem influenciar a quantificação da demanda potencial, como o balanço hídrico quali-quantitativo das sub-bacias (ANA), susceptibilidade à desertificação, conflitos pelo uso da água, potencial para redução de perdas de água (SNIS, 2018), situação dos mananciais de abastecimento (ANA, 2017), dessalinização em municípios costeiros e outorgas de captação de água a jusante dos lançamentos das ETEs (ANA, 2017; INEMA).

A avaliação das potencialidades de reúso baseou-se na sobreposição das informações georreferenciadas para identificação de áreas no estado da Bahia que tenham um maior potencial para desenvolvimento de projetos de reúso, com foco no uso agrícola e possibilidade de uso misto (industrial + agrícola), como o caso da Região Metropolitana de Salvador. O objetivo foi estimar a quantidade de água que poderia ser aproveitada para reúso por município (em L/s), de forma a determinar uma ordem de grandeza do potencial de reúso na área de operação da Embasa. Para representação gráfica desse potencial, foram produzidos um banco de dados georreferenciado e mapas temáticos dinâmicos para a apresentação dos resultados, servindo como ferramenta para tomadas de decisão e que são passíveis de alteração conforme sejam disponibilizadas informações atualizadas do estudo. Para representação gráfica desse potencial, foram produzidos um banco de dados georreferenciado e mapas temáticos dinâmicos para a apresentação dos resultados, servindo como ferramenta para tomadas de decisão e que são passíveis de alteração conforme sejam disponibilizadas informações atualizadas do estudo.

A caracterização da oferta e demanda no estado serviram como base para estabelecer recomendações de soluções tecnológicas e práticas para adequação das etapas de tratamento das ETEs da Embasa selecionadas, visando o reúso de seus efluentes. Assim, foram definidos critérios de qualidade em uma análise geral das ETEs, identificando qual a intervenção mínima indispensável (quando necessária) nos sistemas existentes para a proteção da saúde pública e considerando tecnologias atualmente empregadas pela Embasa, com foco nas tecnologias de custo mais baixo que permitam atender aos critérios.

A avaliação quantitativa das potencialidades de reúso na Bahia baseou-se na metodologia desenvolvida para o Projeto Reúso para escala nacional (CH2M, 2016) e adaptada considerando regionalidades e demandas específicas do estado. A metodologia desenvolvida utiliza informações existentes e disponíveis em nível estadual, conforme a caracterização feita para a oferta e a demanda. A caracterização baseou-se no banco de dados enviado pela Embasa em novembro de 2019, que contém informações dos sistemas de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto no final do ano de 2019, para todo o estado da Bahia. Para avaliação do potencial de reúso são utilizadas como ponto de partida as vazões de efluente sanitário e aplica um fator de

correção empírico para cada fator de influência que limitaria o uso do efluente para reúso e/ou as características da demanda. Os fatores da oferta considerados no cálculo de potencial foram: Vazão efluente das ETEs, Outorga de lançamento (necessidade de manter vazão de lançamento para usos a jusante) e nível de tratamento existente. Já pelo lado da demanda, os fatores considerados na análise de potencial foram: Déficit do balanço hídrico (necessidade de novas fontes de água), existência de fontes alternativas de água que não seja água superficial e mercado/demanda potencial para água de reúso. Não foram considerados todos os fatores que viabilizam (ou não) projetos de reúso. Por exemplo, a eficiência das operações das ETEs existentes que irão produzir a água de reúso ou os requerimentos de qualidade dos potenciais usuários (além dos requerimentos para proteção da saúde pública) podem influenciar de maneira significativa a viabilidade de um projeto de reúso ao impactar os custos (CAPEX e OPEX) do projeto. Esses fatores são melhores analisados em nível de empreendimento de reúso.

A partir dos resultados das potencialidades de reúso foram definidos três conceitos de empreendimentos de reúso na Bahia: Reúso para Agricultura Irrigada Intensiva, Reúso para Desenvolvimento no Semiárido e Reúso Industrial. Foram identificadas as áreas com maior potencial e características favoráveis para tais conceitos e selecionadas as ETEs para o desenvolvimento de Estudos de Caso. A metodologia geral focou em identificar projetos e conceitos de reúso potencialmente viáveis em nível municipal e local para recomendação de projetos-piloto na Bahia.

A caracterização da oferta e demanda no estado serviram como base para estabelecer recomendações de soluções tecnológicas e práticas para adequação das etapas de tratamento das ETEs da Embasa selecionadas, visando o reúso de seus efluentes. Assim, foram definidos critérios de qualidade em uma análise geral das ETEs, identificando qual a intervenção mínima indispensável (quando necessária) nos sistemas existentes para a proteção da saúde pública e considerando tecnologias atualmente empregadas pela Embasa, com foco nas tecnologias de custo mais baixo que permitam atender aos critérios. O diagnóstico das ETEs foi feito levando-se em consideração apenas parâmetros de DBO e CTer (como indicadores de eficiência do tratamento e de presença de patógenos, respectivamente). Outros parâmetros de potencial interesse para os usuários e para o órgão ambiental devem ser considerados em empreendimentos de reúso, dependendo da modalidade considerada.

Para a etapa da confecção dos mapas temáticos foram reunidas todas as informações disponíveis referentes à caracterização da oferta e do mercado/demanda potencial para água de reúso, que possibilitaram a definição dos fatores de influência utilizados na metodologia de avaliação quantitativa das potencialidades de reúso na Bahia. A maioria dos dados levantados possui formato georreferenciado e foi utilizada na avaliação quantitativa de potencialidades. Dados não georreferenciados foram utilizados como suporte para análise qualitativa e discussões realizadas na construção dos mapas, uma vez que, para a aplicação da metodologia da análise quantitativa, utilizando método de sobreposição de camadas dos dados georreferenciados de oferta e demanda disponíveis, é necessário que as informações estejam geoespacializadas. A utilização de um banco de dados georreferenciados é imprescindível para a elaboração de mapas temáticos, de forma que também seja possível atualizar e inserir novas entradas para visualização das informações, tornando-os interativos e dinâmicos. A metodologia aplicada na avaliação de potencial utilizou informações existentes e disponíveis a nível estadual e com base nos resultados da caracterização da oferta e da demanda no cenário atual, foi possível agrupar as informações e obter resultados em nível municipal na confecção dos mapas. Cabe ressaltar que a metodologia discutida e o mapeamento associado não permitem definir projetos específicos e/ou estabelecer sua viabilidade sem detalhamento adicional.

A etapa da confecção do manual de práticas e orientações visou apresentar um manual que orientasse a aplicação da prática de reúso de efluente tratado, quando possível, em projetos futuros de sistema de esgotamento sanitário/estações de tratamento de esgoto no estado da Bahia, principalmente os projetos elaborados e analisados pela Embasa, mas que pudessem ser ajustados e especificados, posteriormente, a depender das peculiaridades do sistema em projeção. O manual foi pensado de forma que abordasse minimamente elementos que contribuíssem para uma avaliação prévia da efetividade de um projeto de tratamento de esgoto com prática de reúso incorporada, tais como:

- Qualidade do efluente produzido;
- Tipificação das modalidades de tratamento;
- Formas de armazenamento;

- Sistema de distribuição dos efluentes a serem reutilizados;
- Tecnologia apropriada à especificidade do local;
- Potenciais usuários;

O manual abordou uma metodologia que visou incorporar à cultura da empresa, a possibilidade da prática do reúso na elaboração de projetos futuros de SES. Para tanto, apresentou, passo-a-passo, quais os critérios e parâmetros que devem ser analisados para subsidiar um parecer de viabilidade da implantação de um sistema de tratamento de esgoto que adote a prática do reúso. Neste “manual” foram previstos elementos que auxiliem o entendimento de quais potenciais e limitações do reúso para cada modalidade de ETE e seu respectivo local de implantação, tais como: a viabilidade financeira e econômica, demandas locais que exijam o reaproveitamento do efluente e impactos ambientais mensuráveis.

Na última fase do Estudo, relacionada à escolha de um projeto piloto e confecção de um termo de referência para contratação de um projeto de concepção e viabilidade de uma ETE com reúso de efluente sanitário, a etapa da metodologia de avaliação para cada um dos estudos de caso selecionados abrange as seguintes atividades:

- Definição do conceito do projeto, incluindo a localização da estação de tratamento de esgotos e dos usuários potenciais e do tipo de reúso a ser considerado;
- Definição das premissas de projeto, incluindo a vazão de efluente tratado, a vazão disponível para reúso, a demanda de água de reúso, critérios de qualidade da água de reúso e tratamento adicional requerido;
- Definição/dimensionamento dos sistemas de produção e distribuição em nível preliminar/conceitual;
- Desenvolvimento de estimativas de custos de investimentos (CAPEX) e custos de operação (OPEX) anuais preliminares;
- Conclusões preliminares quanto à viabilidade considerando análise qualitativa dos custos vs. benefícios e identificação dos potenciais impedimentos técnicos e/ou institucionais e recomendações sobre os próximos passos a serem seguidos em uma possível continuação do projeto de reúso.

A variabilidade das características torna complexa a decisão de um projeto-piloto de reúso. Para auxílio na tomada de decisão, foi elaborada uma matriz de decisão composta por critérios de avaliação, aplicada para seleção de projetos-piloto de reúso de efluentes sanitários tratados, em que os diversos aspectos relevantes são classificados e justificados. A aplicação desse modelo pode ser replicada para tomada de decisão e seleção de projetos-piloto similares sempre que necessários. A segunda etapa consistiu na aplicação da matriz de decisões para seleção do projeto-piloto recomendado para o estudo, que foi o objeto do estudo de viabilidade proposto no Termo de Referência desenvolvido. A metodologia adotada não incluiu como critério de seleção para o projeto-piloto aspectos relacionados com aumento de receitas ou redução de despesas. Em fase conceitual, os empreendimentos definidos possuem contextos distintos que inviabilizam uma comparação direta e estimativas dependem de informações que serão definidas em etapas posteriores de projeto.

Apesar de não terem sido realizadas estimativas quantitativas de aumento de receita e redução de despesas, estes critérios são indiretamente abordados na matriz de seleção. As receitas dependem de fatores sociais e estratégia do modelo de negócio, mas estão diretamente relacionadas ao consumo da água de reúso, que foi estimado no critério “Vazão de Reúso”. Diferentes tipos de despesas podem ser reduzidos com a implementação dos projetos. Mais notavelmente, caso existam custos de “poluidor-pagador”, relacionados ao lançamento de efluentes em corpos hídricos, tais despesas serão reduzidas devido ao aproveitamento dos efluentes. Este aproveitamento é estimado no critério “Redução do Lançamento”.

O Termo de Referência, para a área piloto escolhida no estudo, para detalhamento foi estruturado de forma que levasse em conta prioritariamente os seguintes itens:

- Caracterização quali-quantitativa da oferta da ETE e medidas necessárias para adequação do efluente às exigências de qualidade dos usuários;
- Potenciais usuários-âncora a serem atendidos por efluente sanitário tratado;
- Proposição de arranjos de distribuição/reservação de efluente sanitário tratado (traçados de adutoras/condutores e locação de reservatórios), tendo como referência práticas e custos da Embasa;
- Estimativa de tarifas mínimas de produção, condução e reservação de efluente sanitário tratado,

- contemplando capex (custos de capital) e opex (custos de operação e manutenção);
- Indicação dos arranjos que, em termos de viabilidade técnico-econômica, apresentem o maior potencial.

RESULTADOS

O estudo revelou o potencial de reúso de esgoto tratado na Bahia, sendo que os maiores potenciais identificados foram para o uso agrícola nas regiões do semiárido no oeste baiano e, para o uso industrial, na Região Metropolitana de Salvador (RMS). Neste estudo, para identificação, localização e caracterização da oferta no estado, foram analisados os dados de 355 ETEs no cenário atual (2019) e 356 ETEs para o cenário futuro (2024), que representam vazão média anual de efluente tratado da ordem de 4,4 m³/s no cenário atual e 5,5 m³/s no cenário futuro. No cenário atual, 230 ETEs apresentam nível de tratamento classificado como “secundário ou superior”, mais favorável ao desenvolvimento do reúso, isso equivale a aproximadamente 3,9 m³/s de vazão média total. E a tecnologia de tratamento mais comumente aplicada nas ETEs da Embasa, presente em 87 ETEs, é a de reatores DAFA em modalidade isolada (categorizada como tratamento menos que secundário). A tecnologia também aparece combinada com outros processos, tanto em nível de tratamento menor que secundário, como secundário ou superior. Para os casos de reatores DAFA seguidos de tratamento biológico aeróbios, é necessário verificar as características do efluente destes reatores anaeróbios, que deve ter carga orgânica e de nutrientes suficientes para funcionamento de um sistema biológico aeróbio. Em relação a qualidade do tratamento, a eficiência mínima de 80% de remoção de DBO é alcançada em 213 das plantas monitoradas. Os sistemas de desinfecção, entretanto, não apresentaram a eficiência esperada, apenas 10 das plantas monitoradas apresentaram uma remoção maior ou igual a mínima esperada de 2 log, o que pode demandar adequações operacionais para ser condizente ao reúso.

Assim como feito para a caracterização da oferta, neste estudo também foram identificadas, caracterizadas e localizadas as principais demandas e potenciais usuários de efluentes tratados no estado da Bahia, a partir de dados de setores potenciais e suas atividades, considerando a relação consumidores de água e suas exigências de qualidade. O foco da caracterização da demanda por água de reúso no estado foi dado aos usos não potáveis, incluindo os usos agrícola e industrial. Também foram consideradas de forma qualitativa as demandas para uso urbano e paisagístico na rede hoteleira próximas às ETEs. O estado da Bahia é o 8º estado brasileiro com maior potencial de expansão de áreas irrigadas, além disso a Bahia possui regiões com as maiores áreas irrigadas e com as maiores vazões de retirada para irrigação do Brasil. Foram identificadas altas demandas para irrigação em municípios nos quais a Embasa opera apenas com abastecimento de água, como São Desidério e Riachão das Neves no oeste baiano, e nos quais a Embasa opera com coleta e tratamento de esgoto, como Barreiras e Luís Eduardo Magalhães, tanto para o cenário 2019 quanto para 2024. No que se refere a demanda industrial, o volume total de água destinada para indústrias no estado da Bahia é da ordem de 6.394 L/s. Desse total, 2.718 L/s são de indústrias próximas a ETEs (raios de 10 e 20 km), possuem vazão maior que 3,85 L/s (10.000 m³/mês) e seus segmentos permitem utilização de água de reúso. Destacam-se as regiões de Camaçari, Candeias e Luís Eduardo Magalhães, que concentram grande parte das indústrias. Em consequência da Bahia ser um estado com presença de regiões turísticas, destaca-se a possibilidade de reúso em empreendimento hoteleiros. Existem 111 municípios considerados turísticos na Bahia que são atendidos pela Embasa. Além disso, todas as ETEs de médio e grande porte estão localizadas em municípios turísticos com grande concentração hoteleira. Para reúso urbano em empreendimentos hoteleiros, destaca-se a RMS que possui 146 ETEs e um total de 247 hotéis e grandes áreas de criticidade quali-quantitativa e quantitativa, aumentando o potencial de reúso dessa região. De acordo com os dados do balanço hídrico quali-quantitativo (ANA, 2016), a Bahia apresenta aproximadamente 57% de sua área total caracterizada em situação crítica. Além disso, segundo o Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca da Bahia (BAHIA, 2014), a Bahia possui 289 municípios inseridos em Áreas Suscetíveis à Desertificação. Em relação à situação dos mananciais, através do ATLAS de Abastecimento (ANA, 2010) observa-se que vários municípios que requerem ampliação de mananciais ou novo mananciais possuem ETEs com tratamento secundário ou superior; o que apresenta melhor oportunidade para reúso. Destaca-se a Região Metropolitana de Salvador que, além de apresentar grande quantidade de ETEs com tratamento secundário ou superior, possui necessidade de ampliação de sistema em termos de situação de manancial. Outro impulsionador para reúso é a cobrança pelo uso da água. Em âmbito interestadual, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco estabelece mecanismos e sugere novos valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica

do rio São Francisco. Para os comitês da Bahia, apenas o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Verde e Jacaré estabelece mecanismos para cobrança do uso de recursos hídricos.

A partir da avaliação das ofertas, demandas e limitadores de reúso, calculou-se a parcela da vazão efluente das estações de tratamento que é considerada disponível para reúso, após restrição de uso do valor total da vazão por meio de fatores de influência. Calculou-se, também, o potencial de reúso para usos não potáveis para cada município da Bahia considerando três cenários: conservador 2024, otimista 2024 e ideal. Para 2024, o sub-cenário conservador considera apenas a vazão efluente das ETEs com nível de tratamento caracterizado como “Secundário ou Superior” e o sub-cenário otimista considera que a vazão de todas as ETEs operadas pela Embasa. Já o cenário ideal representa o potencial de reúso considerando sistemas de coleta e tratamento de esgotos universalizados na área de abrangência da Embasa. Para o sub-cenário conservador 2024, obteve-se uma vazão ponderada total disponível para reúso de aproximadamente 1,4 m³/s em todo o estado. A vazão ponderada disponível para reúso é parcela da vazão efluente das estações de tratamento que é considerada disponível para reúso, após restrição de uso do valor total da vazão por meio de fatores de influência como necessidade de adequação do tratamento (sub-cenários conservador e otimista) e/ou necessidade de manter vazão de lançamento para usos à jusante. O município de Vitória da Conquista apresentou a vazão ponderada mais alta, seguido do município de Camaçari, Barreiras e Salvador. Já o potencial de reúso total na Bahia para o mesmo cenário é de aproximadamente 1,4 m³/s, representando 62% da vazão ponderada disponível para reúso, o que indica a existência de regiões em que a vazão ponderada disponível para reúso é maior que a demanda identificada próxima às ETEs. Ainda para os resultados do sub-cenário conservador em 2024, existe uma predominância para o potencial de reúso agrícola nos municípios do semiárido e no Oeste Baiano (Barreiras e Luís Eduardo Magalhães). Enquanto isso, a RMS foi a região que apresentou maior concentração de municípios com alto potencial de reúso misto, com predominância do reúso industrial. Já o Cenário Ideal representa o potencial de reúso por município considerando sistemas de coleta e tratamento de esgotos universalizados na área de abrangência da Embasa. Para este cenário, os resultados obtidos mostraram grande aumento na vazão ponderada total disponível para reúso e no potencial de reúso total do estado, se comparado ao Sub-cenário Conservador 2024. Confirma-se, assim, um grande potencial de expansão do sistema de coleta e tratamento de esgoto no estado. Ainda para os resultados cenário ideal, observa-se um aumento significativo no número de municípios com potencial de reúso agrícola na região do semiárido em comparação com o cenário 2024, demonstrando a existência de alta demanda agrícola na região do semiárido que poderia ser parcialmente suprida por meio de alternativas como o abastecimento com água de reúso. Por fim ressalta-se que o potencial de reúso identificado nos municípios só pode ser aproveitado se uma série de desafios sejam superados, incluindo aceitação pública e custo do reúso comparado a outras fontes de água. A identificação de um possível projeto piloto permitirá a avaliação dos desafios e desenvolvimento de planos de soluções em nível local.

Como resultados principais, temos que em um cenário conservador (atual), segundo o Estudo, somente na Bahia, o potencial de reúso é de 1.400 l/s (litros por segundo), sendo 925 l/s para uso na agricultura e 475 l/s, na indústria. O município com maior potencial verificado foi Camaçari, com potencial misto total de aproximadamente 250 l/s e predominância para o reúso industrial, seguido de Barreiras na região do Oeste Baiano, com potencial agrícola de aproximadamente 200 L/s. Como resultados principais, em um cenário ideal, considerando atendimento de esgotamento sanitário em todos os municípios atendidos por abastecimento de água pela Embasa, o potencial no estado é de 3.700 L/s no total, sendo 3.100 L/s para uso agrícola e 600 L/s para o uso industrial. A região do semiárido teria um potencial significativo para o reúso agrícola, destacando o município de Vitória da Conquista, com potencial de reúso agrícola de 400 L/s disponíveis.

Foram desenvolvidos cinco estudos de caso que possuíam potencial para se tornarem casos de sucesso de reúso de efluente tratado na Bahia: Reúso para Agricultura Intensiva Irrigada na ETE Luís Eduardo Magalhães; Reúso para Desenvolvimento no Semiárido para a ETE Vitória da Conquista, ETE Itaberaba e ETE Subaé; e Reúso Industrial na ETE Candeias. Com o objetivo de auxiliar na seleção de um projeto-piloto para ser executado em curto prazo, foi elaborada uma matriz de apoio à decisão, considerando aspectos objetivos e subjetivos dos conceitos apresentados. Após a elaboração de 5 estudos de caso, o conceito da ETE Vitória da Conquista (Reúso para Desenvolvimento no Semiárido) foi selecionado para elaboração de um Termo de Referência para Desenvolvimento de Projeto-Piloto. De fato, a ETE Vitória da Conquista foi selecionada como projeto piloto para contratação de Estudo de Viabilidade, pois a caracterização da oferta e das demandas apresentou a maior oportunidade de concretização. Além disso, este projeto atende a uma

demanda reprimida em região de estresse hídrico, com benefícios sociais positivos. Havendo ainda possibilidade de serem desenvolvidas variantes de concepção de distribuição para reduzir os custos de implementação e operação. Essas características tornam o projeto mais atraente à captação de recursos por meio de programas de subsídio e incentivo ao desenvolvimento regional.

As recomendações de intervenções para otimização dos processos de tratamento identificadas no estudo foram feitas considerando-se as principais tecnologias utilizadas pela Embasa. De modo geral, as tecnologias empregadas pelas ETEs da Embasa são suficientes para atender a critérios mínimos de reúso para proteção à saúde pública na modalidade de reúso agrícola restrito, caso alcancem a eficiência esperada. Antes da adoção das intervenções apresentadas, será necessária uma avaliação diagnóstica específica para cada ETE por parte da empresa.

O estudo contemplou, também, a confecção de Mapas temáticos que geoespacializam as estações de tratamento avaliadas no escopo do projeto, bem como a distância das mesmas para potenciais usuários do efluente sanitário tratado. Os mapas apresentaram legendas, com caracterização quanti-qualitativa das ETEs e dos potenciais usuários, seguindo padronização previamente definida, levando sempre em conta as particularidades sociais, econômicas e ambientais de cada localidade. Importante salientar que o mapa é dinâmico, de forma que caibam sempre novas inserções de informações, visando contemplar futuros projetos e demandas bem como interativo, servindo como ferramenta de apoio nas tomadas de decisão da empresa quando da implantação de uma nova ETE ou na ampliação de uma planta já existente.

O estudo contou com a construção de um Manual de Operações e Prática de Reúso com o objetivo de fornecer as diretrizes sobre como implementar o reúso. O manual incluiu aspectos regulatórios, formas de controle e acompanhamento, informações sobre como sensibilizar o público para uma melhor aceitação do projeto, além de listar as entidades envolvidas e partes interessadas. Após o conhecimento da situação atual das estações de tratamento de esgoto do estado da Bahia, o manual identificou quais características o efluente sanitário tratado para reúso deve possuir, conhecendo, listando e detalhando quais são os principais agentes poluidores da água e quais deles são preocupantes para um sistema de reúso. Descreveu os parâmetros mais comumente impostos como limites de qualidade de água e os mais adequados para se analisar no estado da Bahia. Indicou, também, os procedimentos para o estabelecimento dos pontos de monitoramento e respectiva frequência, assim como procedimentos para análise a curto prazo dos resultados. Para cada tipologia de tratamento, identificou quais concepções de técnicas de reúso de efluentes são mais utilizadas, limitações (vantagens e desvantagens), análise de medidas preventivas que devem identificar os pontos críticos de controle, estabelecendo mecanismos de controle operacional das ETEs. O Manual também identificou como pode ser feita a distribuição e identificação das tubulações de reúso, bem como métodos de inspeção e testes com corantes ou outro método que assegure a separação entre as redes de distribuição de água potável e a rede de água de reúso. Após o conhecimento da situação atual das estações de tratamento de esgoto do estado da Bahia e o devido mapeamento das potencialidades, identificou grupos de estações de tratamento de esgotos e tecnologias apropriadas de reúso de efluentes dependendo do local (semiárido, litoral, etc.). O Manual previu um programa de análise da satisfação do usuário com a água de reúso, procedimentos para aplicação de ações corretivas em caso de não-conformidades e um meio de rápida comunicação para os eventos inesperados. Foi estabelecido também protocolos de monitoramento, rotinas de análises dos resultados, avaliação de materiais, produtos químicos, fornecedores e a implantação de uma via dupla de comunicação com os usuários e empreendedores. Por fim, o manual apresentou um check list de elementos e dados que devam ser aferidos no intuito de prever a viabilidade econômica do sistema de tratamento de esgoto que será readequado ou implantado, à luz da prática do reúso de efluente sanitário tratado.

O Termo de Referência elaborado como último produto do Estudo resultou em um documento que apresentou aos futuros interessados as especificações técnicas necessárias para contratação de serviços de consultoria pessoa jurídica para elaboração e execução de um estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental de projeto-piloto de reúso de efluente tratado no estado da Bahia, sob responsabilidade da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa). O TR traz informações acerca dos princípios, diretrizes, objetivos, público alvo, concepção metodológica, prazos de execução, orçamento, composição de custos, produtos relativos à realização dos trabalhos, local de realização do trabalho, conteúdo da proposta técnica, equipe técnica bem como os procedimentos para o seu acompanhamento e fiscalização.

CONCLUSÕES

Os resultados desse estudo serviram como base para um melhor entendimento do potencial de reúso no estado para planejamento integrado dos recursos hídricos, além de fornecer subsídios para capacitação técnica e transparência no desenvolvimento de novos projetos de reúso e para a definição de projetos-piloto para avançar no tema de forma planejada e pragmática na empresa. Algumas conclusões do Estudo podem ser resumidas da seguinte forma:

- A avaliação de potencial serve como agente impulsionador para um melhor entendimento das carências do arcabouço legal que rege as práticas de reúso de efluente sanitário, possibilitando uma melhor regulamentação do tema;
- Potencial de reúso total identificado: 1.400 L/s no Cenário Atual (2024) e 3.700 L/s no Cenário Ideal;
- Maior potencial de reúso agrícola no Semiárido e Oeste Baiano e industrial na Região Metropolitana de Salvador;
- Regiões com vazão disponível para reúso maior que a demanda próxima às ETEs – Possíveis demandas reprimidas ou que não constam nos cadastros atuais
- Interesse no reúso serve como impulsionador para a expansão do sistema de coleta e tratamento de esgoto

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Atlas Irrigação - Uso da Água na Agricultura Irrigada. Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente. 2017.
2. EMBASA. Empresa Baiana de Águas e Saneamento. Solicitação de Propostas nº 052-2019 (Licitação Internacional). Anexo I – Termo de Referência. Estudo de avaliação das potencialidades de reúso de efluente sanitário tratado no estado da Bahia. Disponível em: http://www.iica-ecuador.org/ftp/tdrs_Brasil/EDITAL
3. EMBASA. Banco de dados ETES Embasa. 2019
4. EMBASA. Banco de Dados Georreferenciados de Outorgas de Captação. 2019.
5. EMBASA. Estudo de Avaliação das Potencialidades de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Estado da Bahia – PRODUTO 1. 2019.
6. EMBASA. Estudo de Avaliação das Potencialidades de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Estado da Bahia – PRODUTOS 2, 3, 4 e 5. 2020.
7. HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, Porto Alegre, ed. comemorativa, v. 7, n. 4, p. 75-97, dez. 2002