

planeta
natureza
competitividade
investimentos
ODS
desenvolvimento
saúde
reciclar
inovação
empregos
smart
eco
energia
bio
eficiência
tecnologia
inclusão
preservar
água
vida

Tecnologia de tratamento de esgoto: uma alternativa de saneamento básico rural e produção de água para reúso agrícola no semiárido brasileiro

Mateus Cunha Mayer, Rodrigo de Andrade Barbosa, George Rodrigues Lambais, Salomão de Sousa Medeiros, Adrianus Cornelius Van Haandel e Silvânia Lucas dos Santos

Cobertura geográfica: Nordeste

Setor: Infraestrutura

Tipo de medida: Política pública



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL

Esse estudo de caso faz parte do Repositório de casos sobre o *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil, desenvolvido pelo Escritório no Brasil da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas.

Acesse o repositório em: <https://biblioguias.cepal.org/bigpushparaasustentabilidade>.

Os direitos autorais pertencem à CEPAL, Nações Unidas. A autorização para reproduzir ou traduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à CEPAL, Divisão de Publicações e Serviços Web: publicaciones.cepal@un.org. Os Estados-Membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir esta obra sem autorização prévia. Solicita-se apenas que mencionem a fonte e informem à CEPAL tal reprodução.

A imagem da capa foi gerada com o Wordclouds.com.

As opiniões expressadas nesse documento, que não foi submetido à revisão editorial, são de exclusiva responsabilidade dos autores e das autoras e podem não coincidir com a posição da CEPAL ou das instituições em que estão filiados.

Os autores e as autoras são responsáveis pelo conteúdo e pela exatidão das referências mencionadas e dos dados apresentados.

Tecnologia de tratamento de esgoto: uma alternativa de saneamento básico rural e produção de água para reúso agrícola no semiárido brasileiro

Mateus Cunha Mayer¹, Rodrigo de Andrade Barbosa¹, George Rodrigues Lambais¹, Salomão de Sousa Medeiros¹, Adrianus Cornelius Van Haandel² e Silvânia Lucas dos Santos³

Resumo

No Semiárido Brasileiro, 38% das famílias residem na zona rural e geralmente não tem acesso às tecnologias de tratamento de esgoto e à água de qualidade, criando obstáculos para o desenvolvimento sustentável da região. Nesse contexto, o tratamento de esgoto para reúso agrícola se torna uma alternativa para fortalecer a convivência do homem e da mulher do campo com o Semiárido. Esse estudo tem como objetivo analisar o desenvolvimento de uma tecnologia de saneamento básico rural familiar, como alternativa para produção de água de reúso para fins agrícolas no Semiárido Brasileiro. Os resultados comprovaram que esta tecnologia promove uma satisfatória redução dos níveis de matéria orgânica, preserva os nutrientes necessários para o crescimento vegetal e diminui a concentração de microrganismos patogênicos. Com isso, temos um efluente com qualidade satisfatória para ser utilizado

¹ Instituto Nacional do Semiárido (INSA).

² Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

na irrigação de culturas forrageiras, madeireiras, cerealíferas e frutíferas. Analisam-se os investimentos nessa tecnologia à luz da abordagem cepalina do *Big Push* para a Sustentabilidade.

A. Introdução

O crescente aumento populacional, a poluição e a falta de gestão dos recursos hídricos estão impactando diretamente a disponibilidade de água no Brasil e no mundo. Em regiões áridas e semiáridas, a escassez tornou-se um fator limitante para o desenvolvimento econômico. Todavia, esse fenômeno não é exclusivo de tais áreas, mesmo em regiões chuvosas, mas com recursos hídricos insuficientes para atender as demandas excessivamente elevadas, têm ocorrido conflitos de usos e restrições de consumo. Segundo dados da Agência Nacional de Águas – ANA, 38 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil em 2018 (ANA, 2018).

A disponibilidade hídrica vem sendo afetada, tanto sob o ponto de vista qualitativo quanto quantitativo, principalmente devido aos elevados índices de evaporação, distribuição irregular das chuvas, disposição inadequada de resíduos sólidos e lançamento de esgotos sem tratamento nos corpos hídricos. Mesmo assim, o consumo de água nas últimas duas décadas aumentou em cerca de 80%, devendo aumentar em 24% até 2030 (ANA, 2018). Os principais usos de água no país são a irrigação (52%), o abastecimento humano (23,8%) e a indústria (9,1%).

O Brasil é um país em desenvolvimento, que necessita de investimentos em saneamento básico, principalmente no que se refere ao esgotamento sanitário, que é uma das ferramentas mais importantes para promoção da saúde pública preventiva. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2017) e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR/SNS, 2017), 60,2% da população brasileira tem acesso à coleta de esgoto, sendo que quase 100 milhões de pessoas não tem acesso a este serviço. Na região Nordeste, 26,9% das pessoas são atendidas apenas com a coleta de esgotos. Com relação ao tratamento, no Brasil 45,1% dos esgotos são tratados, sendo este índice correspondente a 34,7% na região Nordeste (ANA, 2018). Na zona rural do Semiárido Brasileiro, que abrange principalmente o Nordeste, estes índices se tornam ainda mais desfavoráveis, aumentando os desafios para universalizar o saneamento básico na região.

No Semiárido Brasileiro, a oferta de água para usos múltiplos está aquém da sua demanda. Em período de estiagem prolongada, a situação se agrava, impactando negativamente o abastecimento de seus 1.262 municípios, com reflexo nas atividades econômicas, em especial a agrícola. Por outro lado, existe uma fonte de água não convencional, permanente, atualmente não explorada – o esgoto doméstico, que se coletado e tratado adequadamente, poderia minimizar os conflitos pelo uso da água tão frequentes na região. Estudos realizados por Medeiros e outros (2014) apontam que em 2011 a produção de esgoto na região semiárida alcançou 13,42 metros cúbicos por segundo (m^3/s).

De acordo com Medeiros e outros (2014), apenas 243 municípios da região Semiárida possuem sistema de coleta de esgoto, e cerca de 10,9 milhões de habitantes não dispõem deste serviço, sendo utilizadas fontes alternativas para transporte e destinação final, a exemplo das fossas sépticas, sumidouros, valas a céu aberto e/ou lançamento direto nos corpos hídricos. Desta forma, a saúde da população é colocada em risco, além de contaminar o meio ambiente e degradar a qualidade dos recursos hídricos. Contudo, o tratamento adequado do esgoto pode solucionar esses problemas e ainda gerar uma fonte alternativa de água para reúso agrícola, contribuindo para a melhoria de vida das pessoas da região.

Segundo informações do IBGE (2015), o Semiárido Brasileiro possui aproximadamente 1,83 milhões de estabelecimentos agropecuários com uma área média de aproximadamente 29 hectares (Medeiros, 2018). Nesses estabelecimentos, a infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto é precária e/ou inexistente, expondo a sua população a doenças de veiculação hídrica. Isto evidencia a importância da universalização do saneamento básico, proposta pela Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Nº 11.445/2007).

Boas práticas de saneamento são fundamentais não apenas para evitar doenças, mas também para promover a saúde, proteger o meio ambiente e aumentar a qualidade de vida da população. No entanto, a utilização do saneamento como instrumento de promoção dessa qualidade de vida pressupõe a superação de entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que dificultam, por exemplo, o atendimento às populações que habitam em áreas rurais e às comunidades isoladas. Neste contexto, um dos desafios posto a área de ciência, tecnologia e inovação do Semiárido Brasileiro é o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para o tratamento de esgoto, objetivando a produção de água de reúso para fins agrícolas.

O Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC), vem contribuindo na ampliação da capacidade de resposta do Semiárido Brasileiro à vulnerabilidade hídrica, por meio da pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de saneamento básico rural de custo acessível, que priorizam o tratamento de esgoto para produção de água de reúso para fins agrícolas em escalas familiar, comunitária e municipal. Em parceria com a Universidade Federal de Campina Grande e o Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas – PATAC, o INSA vem estudando uma alternativa de saneamento básico rural familiar, composto por reator UASB e lagoa de polimento, com a finalidade de produzir um efluente com elevada concentração de nutrientes, baixo risco de obstrução do sistema de irrigação e elevada segurança do ponto de vista sanitário.

Este projeto dialoga com a abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, por produzir um ciclo virtuoso de desenvolvimento sustentável, baseado nos aspectos econômico, social e ambiental. O texto abordará, em um primeiro momento, a implementação do sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar e seus resultados, seguido da análise do projeto no contexto do *Big Push* para a Sustentabilidade e de uma conclusão com as principais lições extraídas sobre a implementação da nova tecnologia e seus impactos.

B. O desenvolvimento de tecnologias de saneamento básico rural de custo acessível no Semiárido Brasileiro

O saneamento básico rural é o conjunto de medidas que visam preservar ou modificar as condições do meio ambiente, com a finalidade de prevenir doenças, promover a saúde e melhorar a qualidade de vida da população residente na zona rural (Brasil, 2007).

Devido à falta de saneamento, são comuns casos de contaminação e proliferação de doenças de veiculação hídrica, causadas pelo despejo de esgoto doméstico sem tratamento no ambiente. Desta forma, o tratamento de esgoto associado ao reúso agrícola apresenta-se como solução de saneamento básico rural, além de produzir uma água de qualidade, rica em nutrientes e segura do ponto de vista sanitário, que poderá estar disponível para a produção agrícola.

O sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar, descrito neste documento, foi desenvolvido para atender famílias da zona rural do Semiárido Brasileiro, tendo os seguintes critérios: facilidades de instalação, operação e manutenção; estabilidade e eficiência operacional; dimensões compactas; e custo acessível e produção de água com a qualidade para atender ao reúso agrícola. O sistema é capaz de tratar água cinza, proveniente da pia de cozinha, lavanderia, lavatório e chuveiro da residência, assim como águas escuras (esgoto total). A tabela 1 apresenta as funções das unidades de tratamento e os resultados esperados.

A tecnologia foi implantada no ano de 2018, na zona rural do município de Cubati no estado da Paraíba – PB (Assentamento São Domingos), sendo composta por um sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola, conforme *layout* apresentado na figura 1. O sistema de coleta se conecta ao sistema de tratamento, que possui as seguintes unidades: uma caixa de gordura, um tanque de equalização, um reator UASB, duas lagoas de polimento em paralelo. Já a unidade de reúso é composta por um

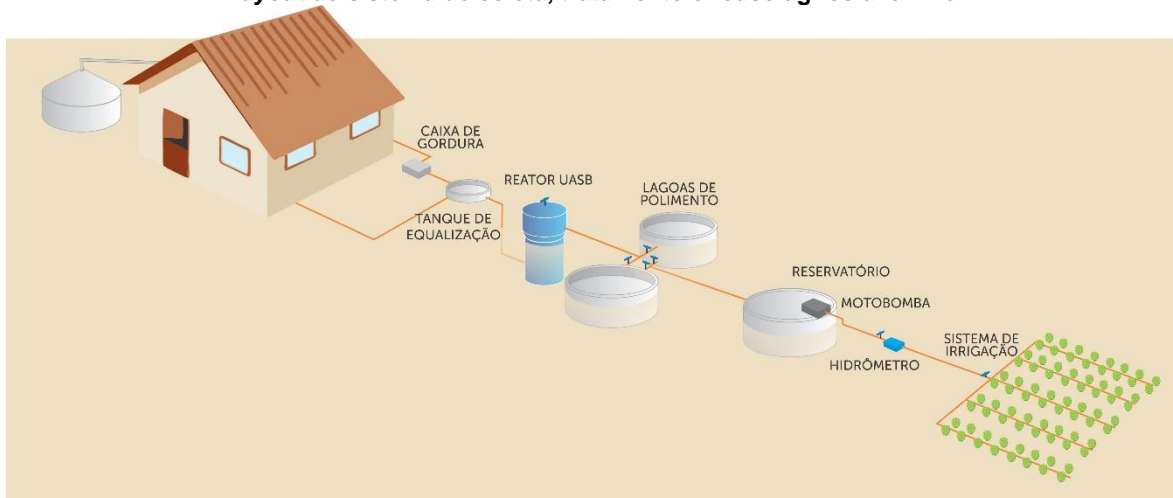
reservatório, uma unidade de bombeamento e medição da vazão e um sistema de irrigação localizada (xique-xique).

Tabela 1
Funções das unidades de tratamento e resultados esperados

Unidades	Funções	Resultados esperados
Caixa de gordura	Retenção de óleos e graxas	Efluente com baixa concentração de óleos e graxas
Tanque de equalização	Amortização da carga hidráulica ao reator UASB e remoção de sólidos suspensos	Efluente com menor concentração de sólidos e turbidez
Reator UASB	Remoção de matéria orgânica	Efluente com menor concentração de matéria orgânica
Lagoa de polimento	Desinfecção	Efluente com baixa concentração de patógenos

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Programa em Saneamento Básico (PROSAB), Pós-tratamento de efluentes de Reatores Anaeróbios, Belo Horizonte, Projeto PROSAB, 2001.

Figura 1
Layout do sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido.

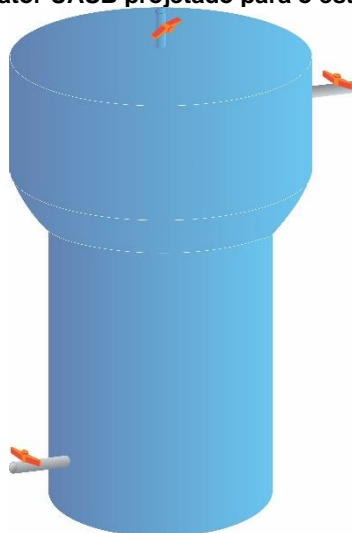
O dimensionamento do sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar levou em consideração a vazão correspondente a uma família da zona rural de Cubati/PB (120 litros/dia), onde a pesquisa foi implantada inicialmente, assim como a concentração de demanda biológica de oxigênio (DBO) caracterizada no esgoto gerado pela família rural (1.300 miligrama por litro – mg/L).

Sendo assim, a caixa de gordura foi dimensionada com base na Norma Brasileira (NBR) 8.160/99, com diâmetro interno de 40 centímetros (cm), profundidade de 26 cm e volume de 31 litros. O tanque de equalização foi baseado na NBR 13.969/97, cilíndrico de câmara tripla, com volume de 1.208 litros, diâmetro interno de 1,00 metro e profundidade de 1,50 metros. O reator UASB foi dimensionado com volume de 250 litros, altura total de 1,30 metros e capacidade de tratamento de 1,0 metros cúbicos ao dia (m³/dia). A lagoa de polimento foi dimensionada com volume de 1.050 litros, profundidade de 1,0 metro, diâmetro interno de 1,20 metros e TDH de 5 a 7 dias.

A configuração do reator UASB foi baseada em Santos e outros (2018) e van Haandel e Lettinga (1994), conforme a figura 2. Já as lagoas de polimento foram dimensionadas com base em Cavalcanti (2009), considerando o decaimento de coliformes termotolerantes (CTT) e a altura da lagoa, visando

diminuir a concentração dos patógenos, a perda de água por evaporação e a manutenção dos nutrientes no efluente (figura 3).

Figura 2
Reator UASB projetado para o estudo



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido.

Figura 3
Lagoas de polimento projetadas para o estudo



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido.

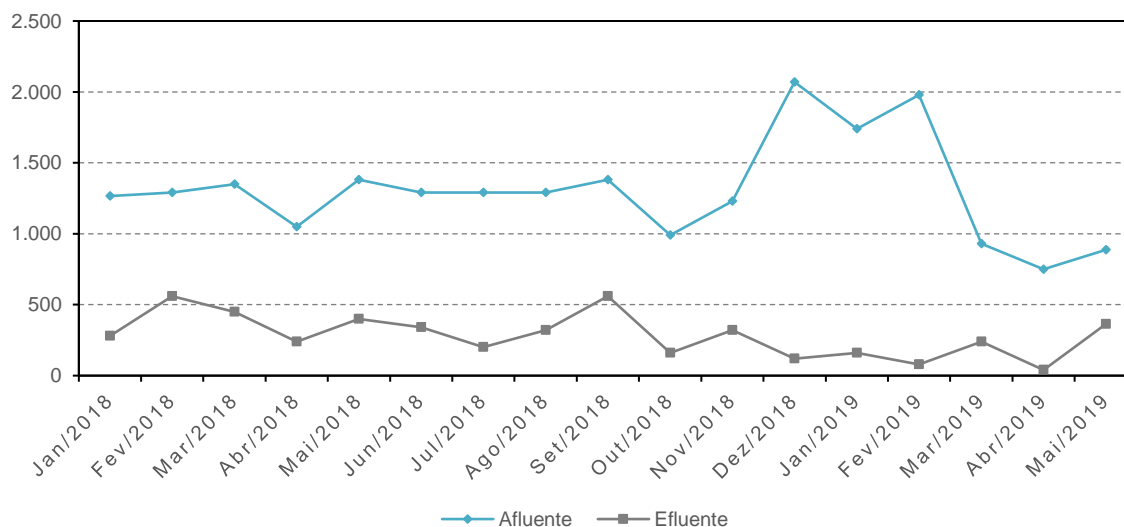
Para implantação do sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar, foi realizado um processo de mapeamento das famílias interessadas, tendo sido selecionada uma propriedade pertencente à zona rural do município de Cubati/PB, que faz parte do Assentamento São Domingos. Posteriormente, foram levantados dados de campo para avaliação técnica da área onde seria instalado o sistema.

A construção do sistema foi finalizada em outubro de 2017, tendo sido composta pelas etapas de escavação das valas, construção do tanque séptico, lagoas de polimento e reservatório da água de reúso em alvenaria de concreto armado, assentamento do reator UASB em fibra de vidro e, por fim, as instalações hidráulicas e elétricas, além da implantação do sistema de irrigação.

O monitoramento do sistema foi realizado entre os anos de 2018 e 2019, através de amostragens mensais, obtendo-se a caracterização química e microbiológica do afluente e efluente produzidos. Os parâmetros químicos monitorados foram a demanda bioquímica de oxigênio (DBO5), o fósforo total e o nitrogênio amoniacal; já o parâmetro microbiológico analisado foi a *Escherichia coli* (bactéria indicadora de contaminação fecal). As análises foram realizadas de acordo com metodologias previstas em APHA, AWWA e WEF (2012).

Os resultados de DBO5 comprovaram uma remoção média de matéria orgânica de 78% no sistema de tratamento de esgoto familiar (gráfico 1), sendo maior do que a eficiência de remoção mínima preconizada pela Resolução CONAMA 430/2011, de 60% (Brasil, 2011).

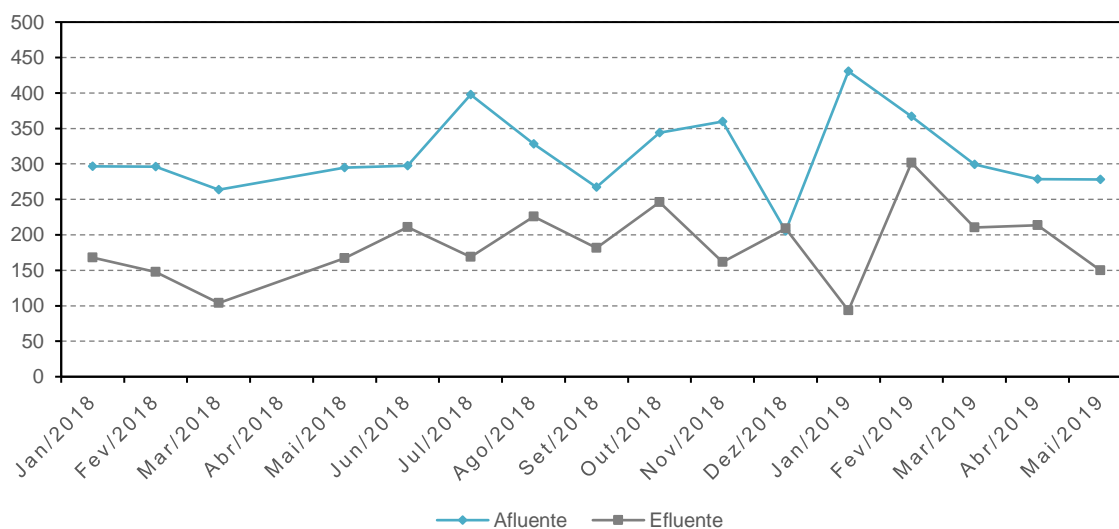
Gráfico 1
Concentrações afluente e efluente de DBO5
(em miligrama por litro)



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido.

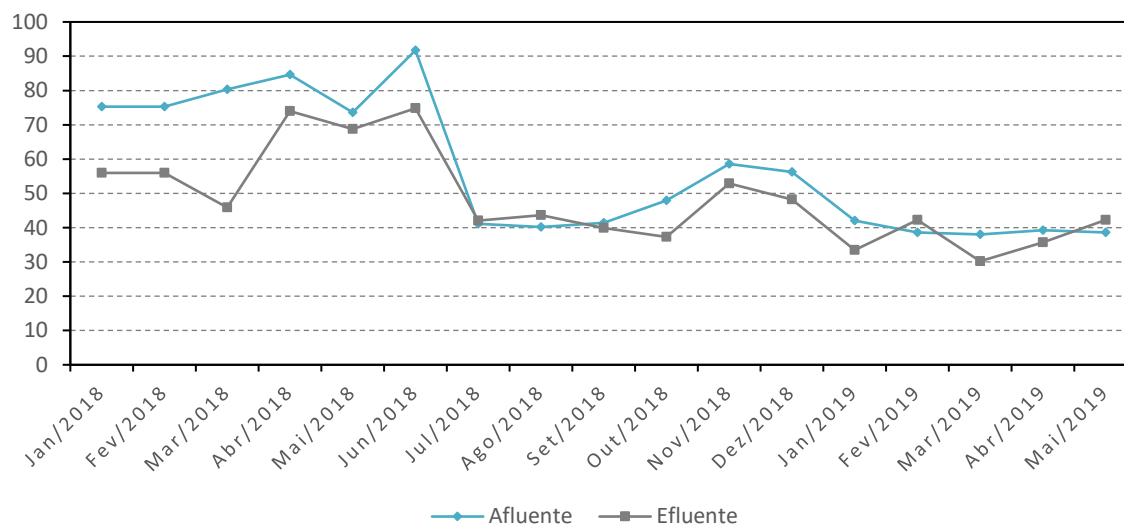
Com relação aos nutrientes, observou-se uma baixa remoção de fósforo e nitrogênio ao longo do período de monitoramento, indicando a eficácia do sistema de tratamento para produzir um efluente rico em nutrientes para o reúso agrícola. Os gráficos 2 e 3 comprovam a relativa preservação dos nutrientes, através dos parâmetros de nitrogênio amoniacal e fósforo total.

Gráfico 2
Concentrações afluente e efluente de nitrogênio amoniacal
(em miligrama por litro)



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido.

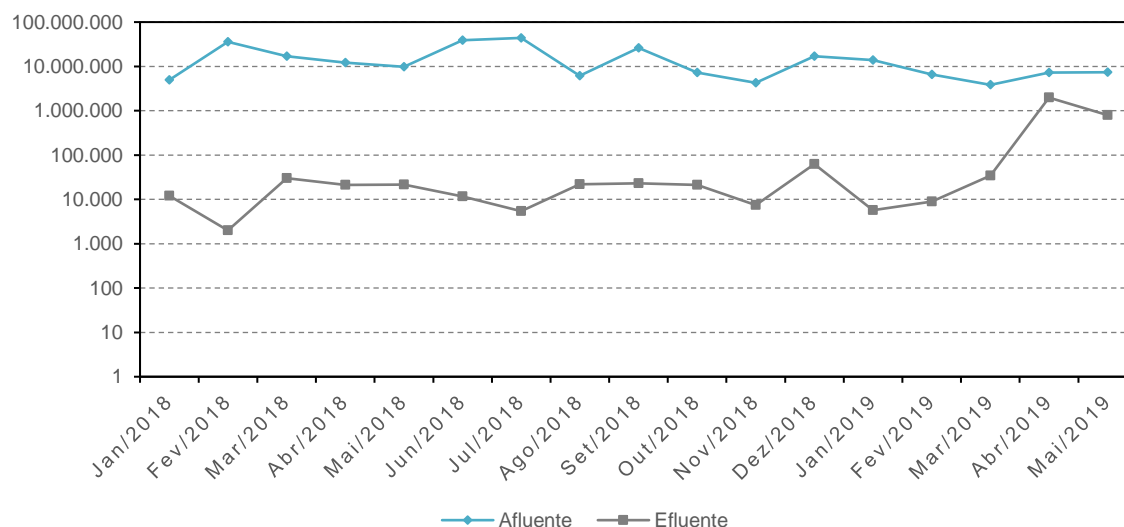
Gráfico 3
Concentrações afluente e efluente de fósforo total
(em miligrama por litro)



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido.

O gráfico 4 apresenta os resultados microbiológicos do sistema de tratamento de esgoto familiar.

Gráfico 4
Concentrações afluente e efluente de *E. coli*
 (em Número Mais Provável – NMP – por 100 mililitros)



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido.

As concentrações efluentes de *E. coli* apresentadas se encaixam na faixa recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para reúso agrícola restrito (10^3 a 10^5 Número Mais Provável por 100 mililitros – NMP/100 mL), na maior parte do período de monitoramento, comprovando a segurança sanitária do efluente tratado para irrigação restrita, onde pode ser utilizado para produção de culturas forrageiras, madeireiras, cerealíferas e frutíferas (OMS, 2006).

A família contemplada com o projeto produziu uma média de esgoto tratado de 3,48 m³/mês, entre janeiro de 2018 e maio de 2019, o que significa uma oferta diária de 116 litros de água de reúso. Essa quantidade de água é suficiente para que uma família agricultora possa realizar a irrigação de subsistência em épocas de estiagem, além de não necessitar da aquisição de fertilizantes químicos, pois a tecnologia de saneamento básico rural está ofertando água com nutrientes a custo acessível.

O custo de implantação do sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar é de R\$ 13.432,00, com base nos Índices da Construção Civil (SINAPI, 2019), possuindo vida útil mínima de 20 anos. Devido à economia na aquisição de fertilizantes químicos e água que o mesmo proporciona, os gastos na implantação tendem a ser recuperados nos primeiros anos de operação do sistema.

O sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar requer mínimas ações de manutenção e cuidados higiênicos no seu manejo, para que o mesmo opere corretamente. Como se trata de processos de tratamento, predominantemente físico e biológico, o sistema apresenta operação e manutenção simplificadas, podendo ser realizadas pelos próprios integrantes da família contemplada. Portanto, sua operação e manutenção não acarretam custos financeiros ou mão de obra especializada.

C. Relação do estudo de caso com o Big Push e a Agenda 2030

A abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade é definida pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), das Nações Unidas, da seguinte forma:

O Big Push representa uma articulação e coordenação de políticas (públicas e privadas, nacionais e subnacionais, setoriais, tributárias, regulatórias, fiscais, de financiamento, de planejamento etc.) que alavancem investimentos nacionais e estrangeiros para produzir um ciclo virtuoso de crescimento econômico, gerador de emprego e renda, redutor de desigualdades e brechas estruturais e promotor da sustentabilidade (CEPAL/FES, 2019).

A busca pelo desenvolvimento de novas capacidades tecnológicas, através da pesquisa, inovação e geração de conhecimento, é parte da primeira eficiência norteadora da abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, a eficiência schumpeteriana. Essa eficiência reconhece as externalidades positivas do aprendizado e do conhecimento a partir de uma matriz produtiva mais integrada, capaz de irradiar mudança tecnológica e inovação para toda a cadeia de valor. O desenvolvimento de uma tecnologia de saneamento básico rural de custo acessível, para implementação em escalas familiar e comunitária, pode ser entendido como uma forma de eficiência schumpeteriana, ao se basear na construção de capacidades tecnológicas e inovativas para gerar soluções sustentáveis.

A segunda eficiência norteadora do *Big Push* para a Sustentabilidade é a eficiência keynesiana, que destaca os ganhos crescentes de escala e de escopo da especialização produtiva em bens, cuja demanda cresce relativamente mais, gerando efeitos multiplicadores e impactos significativos na economia e nos empregos. Dados os reduzidos índices de cobertura de saneamento básico no Brasil, especialmente no meio rural, registra-se o enorme mercado potencial que a tecnologia descrita no presente estudo de caso pode apresentar, caso sejam introduzidas políticas para apoiar essa demanda.

A terceira e última eficiência orientadora do *Big Push* é a clássica eficiência da sustentabilidade, no seu tripé econômico, social e ambiental. A criação de novas tecnologias, que garantem o reúso da água em áreas sem acesso aos recursos básicos de saneamento, corrobora com a possibilidade de haver crescimento econômico com uso mais eficiente dos recursos naturais e garantia de preservação do meio ambiente, enquanto se promove a inclusão social e a redução de brechas históricas de desigualdade.

O caso estudado neste documento gerou impactos positivos que apresentam elevada sinergia com a Agenda 2030 e seus 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015), principalmente com o ODS 1, que visa acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares, o ODS 2, que almeja acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; o ODS 3, que busca assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; o ODS 6, que pretende assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos; e o ODS 11, que objetiva tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Por fim, essa forte relação com o *Big Push* para a Sustentabilidade e a Agenda 2030 enfatiza a importância de replicar o uso dessa tecnologia, possibilitando atender mais famílias que estejam inseridas na região Semiárida do Brasil. Os investimentos necessários para essa expansão podem ser subsidiados por instituições públicas ou privadas. No Brasil, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) está criando polos de economia circular, que preveem, entre outras atuações, o desenvolvimento de estratégia comercial e de novos modelos de negócios sustentáveis, ações consorciadas, associativismo, cooperativismo e economia colaborativa, desenvolvimento da cadeia de fornecedores, desenvolvimento e acesso facilitado a laboratórios de pesquisa, cooperação, consórcios entre instituições para aquisição ou desenvolvimento de novas soluções tecnológicas, e instituições financiadoras de projetos inovadores que estejam alinhados com a economia circular e a Agenda 2030.

Outra forma de conferir escalabilidade à tecnologia apresentada é através da concessão de recursos por bancos de fomento, a exemplo da linha de crédito ambiental do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), que apoia empreendimentos que contribuam para o desenvolvimento sustentável, incluindo ações voltadas ao saneamento e recursos hídricos, ao manejo e destinação de resíduos sólidos e à eficiência energética. Esse apoio pode ocorrer na forma de financiamento reembolsável e não reembolsável, bem como via fundos de investimento (BNDES, 2020). Em escala

regional, existe a linha de crédito verde do Banco do Nordeste, que apresenta recursos para financiar ações de sustentabilidade e inovação (Banco do Nordeste, 2020).

D. Conclusão

O sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar, apresentado neste documento, é uma tecnologia que pode ser utilizada para alavancar a universalização do saneamento rural no Brasil. Além disso, devido à inserção de uma nova fonte de água e nutrientes para a produção agrícola, pode contribuir para o aumento da renda das famílias, redução da fome e da pobreza na região Semiárida. A água de reúso contribui para redução do emprego de fertilizantes químicos na agricultura, diminuindo, portanto, a extração de recursos naturais. A tecnologia em questão possui em sua essência o conceito da economia circular dentro do contexto da agricultura familiar. Sendo assim, pode-se afirmar que o estudo de caso se alinha ao *Big Push* para a Sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental, além de contribuir diretamente com cinco Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

O sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar também se destaca pela sua simplicidade de operação, fácil manutenção, implantação e custos acessíveis à agricultura familiar. Todavia, o acesso ao saneamento básico rural através desta tecnologia necessita de investimentos, que podem ter origem pública ou privada. A alternativa mais abrangente e factível seria a utilização de recursos da União destinados ao Programa Saneamento Brasil Rural do Governo Federal, que está sob a responsabilidade do Ministério da Saúde, através da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), conferindo escalabilidade à tecnologia desenvolvida.

Sendo assim, o Instituto Nacional do Semiárido tem promovido o diálogo, a pesquisa e a inovação entre os vários atores da sociedade, na busca de soluções orientadas aos principais desafios da região Semiárida, numa perspectiva de provocar mudanças estruturais e sustentáveis.

Referências bibliográficas

- ANA (Agência Nacional De Águas) (2018), *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*, Brasília.
- APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) e WEF (Water Environment Federation) (2012), *Standard Methods for examination of water and wastewater*, Washington, American Public Health Association.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (1997), *NBR 13.969. Tanques sépticos. Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação*, Rio de Janeiro.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (1999), *NBR 8.160. Sistemas prediais de esgoto sanitário. Projeto e execução*, Rio de Janeiro.
- Banco do Nordeste (2020), “Espaço temático: Linha de crédito verde e para inovação” [online], Campina Grande/PB <https://www.bnb.gov.br/responsabilidade-socioambiental/linhas-de-credito> [data de consulta: 16 de janeiro de 2020].
- BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) (2020), “Espaço temático: BNDES finem-Meio Ambiente-Redução do uso de recursos naturais” [online], Campina Grande/PB <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-reducao-uso-recursos-naturais> [data de consulta: 16 de janeiro de 2020].
- Brasil (2007), *Lei Nº 11.445*, Presidência da República, Brasília, 5 de janeiro de 2007.
- Brasil (2011), *Resolução nº 430/11*, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Brasília, 13 de maio.

- CEPAL/FES (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe)/(Fundação Friedrich Ebert Stiftung) (2019), “Big Push Ambiental: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável”, *Perspectivas*, Nº 20, (LC/BRS/TS.2019/1 e LC/TS.2019/14), São Paulo.
- Cavalcanti, Paula F. F. (2009), *Aplicação de reatores UASB e lagoas de polimento no tratamento de esgoto doméstico*, João Pessoa/PB, Gráfica Santa Marta.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2015), “Pesquisa nacional por amostra de domicílios” [base de dados online], Rio de Janeiro <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html> [data de consulta: 16 de janeiro de 2020].
- Instituto Trata Brasil (2017), “Dados sobre saneamento básico do país” [online], João Pessoa <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto> [data de consulta: 4 de abril de 2019].
- Medeiros, Salomão S. e outros (2014), *Esgotamento sanitário: panorama para o Semiárido brasileiro*, Campina Grande/PB, Instituto Nacional do Semiárido.
- Medeiros, Salomão S. (2018), *Estabelecimentos agropecuários do Semiárido brasileiro*, Campina Grande/PB, Instituto Nacional do Semiárido.
- MDR/SNS (Ministério do Desenvolvimento Regional)/(Secretaria Nacional de Saneamento) (2017), *Diagnóstico sobre as condições de saneamento no Brasil*, Brasília.
- OMS (Organização Mundial da Saúde) (2006), *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater: volume IV excreta and greywater use in agriculture*, Genebra.
- ONU (Organização das Nações Unidas) (2015), *Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (A/ RES/70/1)*, Nova Iorque, Publicação das Nações Unidas.
- Santos, Silvânia L., e João Paulo de Oliveira Simões, Francisco Vieira Paiva e Adrianus van Haandel (2018), “Projeto de otimização de sistemas anaeróbios para tratamento de esgoto em escala unifamiliar”, *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, vol. 23, Nº 6, Rio de Janeiro.
- SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) (2019), “Índices da Construção Civil” [online], Campina Grande/PB <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx> [data de consulta: 22 de dezembro de 2019].
- van Haandel, Adrianus C. e Gatze Lettinga (1994), *Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente*, Campina Grande/PB, Epgraf.