

# O Manejo das Águas Cinzas do CAECDT: uma alternativa para o Saneamento Básico Rural

Marcones Rios de Oliveira<sup>1</sup>, Klebson Souza Santos<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Educação – Campus XIV

E-mail: [klebsonsantos@uneb.br](mailto:klebsonsantos@uneb.br)\*

## RESUMO

O saneamento básico constitui um direito fundamental, cujo déficit afeta significativamente as populações rurais, acarretando problemas de saúde pública e degradação ambiental. Neste contexto, o manejo adequado das águas cinzas – efluentes de pias, chuveiros e lavanderias – surge como uma alternativa sustentável, com potencial para transformar um passivo ambiental em recurso para a agricultura, especialmente em regiões semiáridas. Esta pesquisa, caracterizada como um estudo de caso de abordagem qualitativa e experimental, teve como objetivo geral compreender as potencialidades e os desafios do manejo de águas cinzas no Centro Acadêmico de Educação do Campo e Desenvolvimento Territorial Paulo Freire (CAECDT) na Universidade do Estado da Bahia-UNEB Campus XIV, localizada no município de Conceição do Coité no semiárido baiano, como alternativa de saneamento básico rural. O método compreendeu revisão teórica com base em textos de 2009 a 2024 e intervenção prática, que consistiu na implantação de um sistema de vala de infiltração utilizando materiais locais (brita e palha de sisal). Os resultados demonstraram a eficácia do sistema na eliminação de focos de mosquitos e odores, na criação de uma área úmida propícia para o cultivo de bananeiras e forrageiras (fertilização) e na melhoria da qualidade de vida no espaço. A análise de questionários aplicados à comunidade (n=29) revelou alta percepção da importância do manejo e da eficácia da tecnologia, embora desafios como a falta de recursos e o envolvimento comunitário tenham sido apontados. Conclui-se que a tecnologia social implementada se mostrou uma solução viável, de baixo custo e adaptada ao contexto local, reforçando a necessidade de políticas públicas que integrem soluções técnicas, gestão comunitária e processos educativos contínuos para a universalização do saneamento rural ecológico.

**Palavras-chave:** Saneamento Rural; Águas Cinzas; Tecnologia Social; Semiárido; Reúso de Água; Agroecologia.

## ABSTRACT

Basic sanitation is a fundamental right, and its deficit significantly affects rural populations, leading to public health issues and environmental degradation. In this context, the proper management of greywater—effluents from sinks, showers, and laundry—emerges as a sustainable alternative, with the potential to transform an environmental liability into a resource for agriculture, especially in semiarid regions. This research, characterized as a qualitative and experimental case study, aimed to understand the potential and challenges of greywater management at the Paulo Freire Academic Center for Rural Education and Territorial Development (CAECDT), at the State University of Bahia (UNEB) – Campus XIV, located in the municipality of Conceição do Coité in the semiarid region of Bahia, as an alternative for rural sanitation. The method included a theoretical review based on literature from 2009 to 2024 and a practical intervention, which consisted of implementing an infiltration trench system using local materials (gravel and sisal straw). The results demonstrated the effectiveness of the system in eliminating mosquito breeding sites and odors, creating a wet area suitable for cultivating banana trees and forage plants (fertilization), and improving quality of life in the area. The analysis of questionnaires applied to the community (n=29) revealed a high perception of the importance of greywater management and the effectiveness of the technology, although challenges such as lack of resources and community involvement were highlighted. It is concluded that the social technology implemented proved to be a viable, low-cost solution adapted to the local context, reinforcing the need for public policies that integrate technical solutions, community management, and continuous educational processes for the universalization of ecological rural

sanitation.

**Keywords:** Rural Sanitation; Greywater; Social Technology; Semi-Arid; Water Reuse; Agroecology.

## 1.0 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um direito fundamental garantido pela Lei nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para a prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana, visando à promoção da saúde pública e à proteção ambiental (BRASIL, 2007). E para sanar algumas lacunas no saneamento básico essa Lei nº 11.445/2007, foi alterada pela Lei nº 14.546/2023 (BRASIL, 2023) que enfatiza principalmente práticas sustentáveis. Conforme ressalta Souza (2002, p. 44), essas práticas são essenciais para "evitar a exposição inadequada de resíduos no meio ambiente, o que pode causar sérios problemas à saúde humana, animal e ambiental".

No contexto brasileiro, a falta de acesso a esses serviços afeta especialmente populações de baixa renda e áreas rurais, acarretando graves implicações à saúde pública (Silva, 2020). Estima-se que 31 milhões de pessoas residem em zonas rurais no país, das quais aproximadamente 24 milhões ainda não possuem acesso a sistemas adequados de saneamento (Resende et al., 2018; EMBRAPA, 2016). Para Silva (2021), o saneamento rural tem como objetivo principal "promover a saúde da população por meio da adoção e correto manejo de sistemas de tratamento simples e eficientes", assegurando qualidade de vida a comunidades isoladas.

Nesse cenário, as águas cinzas – definidas como efluentes provenientes de lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar e pias de cozinha, excluindo-se os dejetos sanitários (EMBRAPA, 2023; Oteng-Peprah et al., 2018) – representam tanto um desafio quanto uma oportunidade. Se mal manejadas, contribuem para a contaminação do solo e de aquíferos, proliferação de vetores e incidência de doenças (Oteng-Peprah et al., 2018). Por outro lado, seu reaproveitamento, especialmente por meio da fertirrigação, pode converter um passivo ambiental em recurso valioso para a agricultura, sobretudo em regiões semiáridas (Lopes; Silva, 2021).

A carência de soluções adaptadas à realidade rural e semiárida tem agravado problemas de saúde pública e degradação ambiental. A implementação de sistemas descentralizados e de baixo custo para o manejo de águas cinzas surge como uma alternativa viável e sustentável, alinhada aos princípios da agroecologia e da

convivência com o semiárido. Nesse contexto, a presente pesquisa elegeu como lócus de estudo o Centro Acadêmico de Educação do Campo e Desenvolvimento Territorial Paulo Freire (CAECDT)<sup>1</sup> na Universidade do Estado da Bahia (UNEB) Campus XIV, localizado no município de Conceição do Coité/BA, no território do Sisal composto por 20 municípios.

A escolha justifica-se pela representatividade do local, que vivencia problemas típicos do rural baiano: ausência de infraestrutura de saneamento, exposição de águas cinzas e seus impactos socioambientais. A experiência desenvolvida no centro serve, portanto, como estudo de caso aplicado, com potencial de replicação em outras comunidades rurais.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral compreender as potencialidades e os desafios do manejo de águas cinzas no espaço educacional como alternativa de saneamento básico rural. Além de seu caráter técnico de compreender e promover intervenções, mitigação para o problema, a pesquisa busca inspirar jovens, estudantes e agricultores na adoção de práticas acessíveis e resilientes, contribuindo para a construção de territórios rurais saudáveis e sustentáveis.

## **2.0 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Saneamento Básico Rural: Conceito, Desafios e Políticas Públicas**

O saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais que englobam o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, bem como a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Santana (2014) salienta que o saneamento básico visa garantir ações relacionadas a questões sanitárias e ambientais, favorecendo a qualidade de vida das pessoas. No meio rural, seu papel é ainda mais estratégico, constituindo um importante requisito para a produção de alimentos saudáveis e seguros, conforme destacado pelo programa de Boas Práticas Agropecuárias instituído pela portaria nº35 de 12/05/2016 (EMATER-DF, 2021).

---

<sup>1</sup> Centro Acadêmico de Educação do Campo e Desenvolvimento Territorial Paulo Freire (CAECDT), ligado à [Universidade do Estado da Bahia \(UNEB\)](#), é um centro acadêmico territorial que promove o ensino, a pesquisa e a extensão em Educação do Campo e Desenvolvimento Territorial, com foco nos princípios da agroecologia e da pedagogia da alternância.

No entanto, o cenário nacional é marcado por profundas desigualdades. De acordo com Silva (2021), o Brasil possui cerca de 31,2 milhões de habitantes na área rural e comunidades isoladas, dos quais 3,2 milhões não possuem banheiro e cerca de 17 milhões sofrem com a falta crônica de saneamento básico, estando expostos a doenças como hepatite, cólera e verminoses. Essa realidade é agravada pela negligência do poder público, que, historicamente, priorizou áreas urbanizadas e economicamente viáveis (BRASIL, 2019). Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2019, citados pela EMATER-DF (2021), revelam que apenas 49,1% do esgoto gerado no Brasil é tratado, situação que contribui para a poluição de mananciais e agrava os riscos à saúde pública.

Um dos entraves centrais para a universalização desses serviços é a própria definição do que é "rural". Conforme discutido por (Galizoni, 2021), o conceito de ruralidade é histórico, polissêmico e dinâmico, articulando três dimensões fundamentais: as relações com a natureza viva, os laços interpessoais e as relações de interdependência com as cidades. A definição puramente administrativa, que classifica como rural o espaço remanescente dos perímetros urbanos, é considerada restritiva e insuficiente para captar a enorme diversidade e heterogeneidade das manifestações rurais contemporâneas. (Wanderley e Favareto, 2013) apontam tendências que conformam as ruralidades atuais, como a mudança do perfil demográfico, a perda da centralidade da agricultura na ocupação e o surgimento de uma "economia da nova ruralidade" que valoriza atributos locais. Essa complexidade exige que as políticas de saneamento rural sejam flexíveis e periodicamente revisadas, adotando, por exemplo, uma abordagem baseada em escalas de ruralidade que permitam compreender as diversas e complexas situações envolvidas, podendo os setores censitários serem uma alternativa metodológica viável (Galizoni, 2021).

A superação desse cenário de carência exige, portanto, políticas públicas específicas e adaptadas. Lopes e Silva (2021), apontam que "No que diz respeito ao saneamento básico, predomina-se na área rural uma realidade de déficit, em termos quantitativos e qualitativos". É fundamental que as ações não apenas levem em conta as particularidades locais, mas também promovam a participação social e a gestão comunitária. Nesse sentido, as tecnologias sociais surgem como soluções promissoras, por conjugar baixos custos de implantação e operação, simplicidade de manejo e adequação às realidades locais (BRASIL, 2006).

Diversas tecnologias têm se mostrado eficazes e são amplamente difundidas por instituições como a EMATER-DF e a EMBRAPA. O Tanque Séptico Econômico (TSE), composto por tambores interligados, é uma opção de baixo custo e fácil implantação para o tratamento de efluentes por biodigestão anaeróbia (EMATER-DF, 2021). A Fossa Biodigestora modelo Embrapa, composta por três caixas interligadas, trata o esgoto do vaso sanitário e produz um biofertilizante rico em nutrientes NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), que pode ser utilizado de forma segura na agricultura, exceto em hortaliças (EMATER-DF, 2021; Otenio et al., 2014). O Tanque de Evapotranspiração (TEVAP), ou "fossa de bananeiras", é um sistema impermeabilizado que trata o efluente do vaso sanitário através da evapotranspiração de plantas, não gerando efluente líquido e, portanto, não poluindo o lençol freático (EMATER-DF, 2021; Galbiati, 2009).

Para o tratamento das águas cinzas (efluentes de pias, chuveiros e tanques), soluções como o Círculo de Bananeiras e o Jardim Filtrante são altamente recomendadas. O Círculo de Bananeiras consiste em uma vala circular preenchida com material orgânico e inerte, onde são plantadas bananeiras e outras espécies que absorvem os nutrientes e a água (EMATER-DF, 2021; Leal, 2016). Já o Jardim Filtrante é um sistema mais elaborado, com camadas de brita, areia e plantas, que atua como um filtro físico e biológico, permitindo o reúso da água para fins não potáveis (EMATER-DF, 2021).

O Módulo de Fossa Verde (MFV), estudada por Coelho, Reinhardt e Araújo (2018), é outro modelo inovador. Ela combina uma câmara de digestão anaeróbia com um canteiro bioseptico, onde o efluente é tratado e absorvido por plantas. A pesquisa demonstrou que esse sistema apresenta baixa demanda de manutenção (remoção de lodo a cada 5,3 anos em média) e, crucialmente, que os vegetais cultivados (tomate, pimenta, banana) apresentaram qualidade sanitária comprovada, com ausência de *Salmonella* sp. e níveis de coliformes termotolerantes inferiores aos limites legais, atestando a segurança do sistema.

A gestão comunitária da água e do saneamento é outro pilar essencial. Para as populações rurais, o acesso à água é um patrimônio comum, regido por pressupostos morais e éticos de partilha, sendo fundamental incorporar esses saberes e sistemas locais de gestão no desenho das políticas públicas (Galizoni, 2021). Programas como o "Um Milhão de Cisternas" (P1MC) criado e executado pela Articulação do Semiárido Brasileiro-ASA são exemplos de sucesso que combinam tecnologia social com gestão participativa.

Por fim, é imperativo que um Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) contemple a participação social ativa em todas as suas etapas, incorpore as singularidades de gênero, etnia, geração e renda, e considere os fatores ambientais específicos de cada bioma e bacia hidrográfica. Saneamento rural não é apenas levar infraestrutura, mas promover um saneamento ecológico e integrado, que valorize os recursos naturais, apoie transições agroecológicas e fortaleça a autonomia das comunidades, garantindo o direito humano à água e a um ambiente saudável.

## **2.2. Ruralidades e a Complexidade do Espaço Rural no Brasil**

O conceito de “rural” no Brasil é histórico, polissêmico e dinâmico, articulando três dimensões fundamentais: as relações com a natureza, os laços interpessoais e as relações de interdependência com as cidades (Wanderley; Favareto, 2013). (Galizoni, 2021) reforça que a definição puramente administrativa, que considera rural o que não é urbano, é limitada e não capta a enorme diversidade de manifestações do rural no território brasileiro.

Essa diversidade se reflete diretamente nos desafios para a implementação de políticas de saneamento. Conforme destacado no PNSR, as áreas rurais apresentam particularidades como a maior dispersão populacional, a distribuição em pequenas aglomerações e a necessidade de adoção de tecnologias não convencionais, fatores que dificultam a formulação e a execução de políticas públicas padronizadas (IPEA, 1989b). O projeto rejeitava explicitamente a possibilidade de um modelo único para a implantação de sistemas de saneamento em um país de dimensões continentais e realidades socioculturais tão distintas.

As ruralidades contemporâneas são marcadas pela heterogeneidade e pela multifuncionalidade. Kageyama (2008) identifica três dimensões da ruralidade: ocupacional (atividades agrícolas e extrativistas), ecológica (área geográfica de baixa densidade populacional) e sociocultural (sentimento de pertencimento e identidade territorial). O PNSR reconhecia essa complexidade ao valorizar o conhecimento, as práticas e as experiências locais, propondo soluções técnicas que deveriam ser culturalmente aceitas e operacionalmente viáveis para as comunidades, com o uso de mão de obra e materiais regionais (IPEA, 1989a).

A agricultura familiar, que responde por 84,4% dos estabelecimentos rurais no Brasil (França et al., 2009), é um ator central na construção dessas ruralidades,

combinando atividades agrícolas e não agrícolas e mantendo fortes vínculos com o território. Nesse contexto, a proposta do PNSR de envolvimento comunitário e gestão compartilhada dos serviços de saneamento alinha-se à noção de território como uma representação social, alimentada por uma rede de relações, e não apenas como um espaço fisicamente delimitado (Carneiro, 2012). A sustentabilidade dos sistemas, portanto, dependia não apenas da infraestrutura, mas da participação ativa da população e do respeito às especificidades locais.

A falta de políticas adequadas a essa complexidade tem consequências graves. Conforme demonstrado por Costa & Guilhoto (2012), as altas taxas de mobilidade, mortalidade e doenças estão associadas a ausência de saneamento básico na zona rural com impactos desproporcionais sobre as populações mais pobres e sobre as crianças. O estudo estima que a implementação de tecnologias apropriadas, como a fossa séptica biodigestora, poderia evitar anualmente cerca de 250 mortes e 5,5 milhões de infecções, além de gerar retornos econômicos significativos para a sociedade.

Compreender essa complexidade é, portanto, essencial para o planejamento de políticas de saneamento que sejam, de fato, efetivas e sustentáveis. O legado do PNSR, ao enfatizar a intersetorialidade, o planejamento em múltiplas esferas e a adoção de tecnologias apropriadas, demonstra a importância de uma abordagem que vá além da visão tecnicista e incorpore as múltiplas dimensões do rural brasileiro – um desafio que permanece atual e urgente.

### **2.3. Águas Cinzas: Definição, Características e Potencial de Reuso**

As águas cinzas são definidas como águas residuais geradas nas atividades domésticas, como lavagens de roupas, louças, banhos e tanques, com exceção dos efluentes de vasos sanitários, conhecidos como águas negras (SENAR, 2019; EMBRAPA, 2023). Elas contêm sabões, gorduras, graxas, sólidos em suspensão e matéria orgânica, mas, em geral, apresentam carga patogênica e de nitrogênio significativamente menor que as águas negras.

Estudo realizado em Dhaka mostrou que, excluindo a água da cozinha (altamente poluída), cerca de 67% da água utilizada em uma residência pode ser classificada como água cinza e potencialmente reutilizada (Abedin; Rakib, 2013). No entanto, sua qualidade varia conforme a fonte: águas de lavanderias podem ter alto pH e turbidez devido a detergentes, enquanto águas de cozinha tendem a ser mais ácidas e com alta carga orgânica.

A prática de segregar as águas cinzas é comum no meio rural brasileiro. Conforme Figueiredo et al. (2019), em estudo realizado em uma comunidade rural de Campinas (SP), mais de 90% dos domicílios realizavam a separação de pelo menos parte de suas águas cinzas, sendo a lavanderia (91,2%) e a cozinha (83,2%) as fontes mais comumente segregadas. Essa separação é um passo fundamental para um tratamento mais ecológico e eficiente do esgoto, permitindo seu reuso não planejado próximo ao local de geração (FUNASA, 2015).

A composição das águas cinzas é altamente variável e influenciada pela fonte geradora e pelos hábitos culturais. A pesquisa de Figueiredo et al. (2019) constatou que o efluente da cozinha apresentou os maiores valores de Demanda Química de Oxigênio (DQO) ( $2331 \pm 308 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$ ) e Sólidos Suspensos Totais (SST) ( $1109 \pm 706 \text{ mgL}^{-1}$ ), superando os valores típicos do esgoto doméstico misto. Já as águas do chuveiro se destacaram pela elevada concentração de Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) ( $126,0 \pm 132,0 \text{ mgN L}^{-1}$ ), atribuída ao hábito de urinar durante o banho. As águas da lavanderia, por sua vez, exibiram pH alcalino ( $8,6 \pm 1,4$ ) e alta condutividade elétrica ( $2,1 \pm 1,3 \text{ mS cm}^{-1}$ ) devido aos sabões e produtos de limpeza.

O manejo inadequado das águas cinzas, caracterizado pelo lançamento direto e exposto no solo, pode levar à contaminação do subsolo e do lençol freático, criar focos de insetos e oferecer riscos à saúde de animais (SENAR, 2019). No entanto, quando tratadas, essas águas deixam de ser um problema ambiental e passam a ser uma alternativa socioeconômica valiosa, especialmente nas regiões semiáridas que enfrentam longos períodos de estiagem.

O tratamento das águas cinzas tem a finalidade de permitir seu reuso seguro em atividades produtivas agrícolas. Conforme afirma Moraes et al. (2023, p.54), "um sistema dimensionado corretamente e bem manejado suprime coliformes a níveis aceitáveis pelos órgãos de controle ambiental e mantém nitrogênio e fósforo oriundos do esgoto para reutilização segura e benéfica no cultivo de frutíferas e plantas forrageiras".

Na comunidade estudada por Figueiredo et al. (2019), a disposição final das águas cinzas se dava principalmente no solo (45%) ou próximo a plantas frutíferas (32%), como bananeiras e taiobas, uma prática comum, porém não intencionalmente planejada para irrigação. O estudo também alerta para a necessidade de cautela, uma vez que todas as amostras de águas cinzas analisadas, exceto as da lavanderia,

apresentaram elevadas concentrações de *E. coli*, superando o limite recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para irrigação.

Portanto, a instalação de um sistema de tratamento e reúso eficiente e acessível, como filtros de mulch ou círculos de bananeiras (FUNASA, 2018), são cruciais para resolver o problema do descarte inadequado, evitar o desperdício de água e contribuir para a mitigação dos efeitos da seca, garantindo segurança hídrica no semiárido. É fundamental que tais sistemas sejam tratados como tecnologias sociais, associadas a processos formativos que capacitem as comunidades para a boa gestão e o manejo adequado dos recursos hídricos. Para Tundisi (2006, p.03), “Esse aumento do consumo global e sua possível redução dependem do gerenciamento e da inovação tecnológica disponível para aperfeiçoar os mecanismos de gestão”.

#### **2.4. Tecnologias Sociais para o Manejo de Águas Cinzas no Semiárido**

Em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, o manejo adequado de águas cinzas representa uma estratégia essencial para a segurança hídrica e a convivência sustentável com a seca. Tecnologias sociais de baixo custo têm se mostrado alternativas viáveis e eficazes para o tratamento e reaproveitamento desses efluentes, promovendo ao mesmo tempo a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local (Melo et al., 2023).

Dentre as soluções tecnológicas mais apropriadas para o contexto semiárido destacam-se os sistemas de tratamento por infiltração no solo, os filtros biológicos e as zonas de raízes, que utilizam processos naturais para a depuração das águas cinzas. Esses sistemas se baseiam em princípios ecológicos e podem ser implementados com materiais locais, o que reduz significativamente seus custos e aumenta sua apropriação pelas comunidades rurais (Moraes et al., 2023).

A concepção dessas tecnologias como verdadeiras tecnologias sociais implica necessariamente na associação entre o saber técnico e o conhecimento local, integrando processos formativos contínuos à gestão compartilhada dos recursos hídricos (Tundisi, 2006). A capacitação das comunidades para operação, manutenção e monitoramento desses sistemas é fundamental para garantir sua sustentabilidade e eficácia a longo prazo.

Estudos internacionais têm demonstrado a viabilidade técnica do reúso de águas cinzas em diversas regiões do mundo. Em Kalmar, na Suécia, foi desenvolvido um sistema de purificação baseado em ecotonos ripários que alcançou níveis de tratamento

bastante avançados, com teores de nitrogênio inferiores a 1/10 dos padrões de água potável (Abedin; Rakib, 2013). Da mesma forma, em países do Oriente Médio como Jordânia e Iêmen, o reuso de águas cinzas para irrigação tem sido praticado como estratégia de gestão da demanda hídrica, demonstrando a adaptabilidade dessas tecnologias a diferentes contextos culturais e ambientais.

A qualidade das águas cinzas, no entanto, varia significativamente conforme sua origem, o que demanda cuidados específicos no tratamento. Pesquisas realizadas em Dhaka revelaram que as águas provenientes de cozinhas apresentam níveis de poluição mais elevados, com valores de DQO podendo atingir até 1846 mg/L e coliformes fecais alcançando 226.000 UFC/100mL, indicando a necessidade de tratamento adequado antes de qualquer forma de reuso (Abedin; Rakib, 2013).

No contexto brasileiro, especialmente no semiárido, é crucial que as tecnologias adotadas considerem as particularidades locais, incluindo aspectos climáticos, características do solo, disponibilidade de materiais e saberes tradicionais. A integração desses elementos permite o desenvolvimento de soluções verdadeiramente adaptadas às necessidades e realidades das populações rurais, transformando um passivo ambiental em oportunidade de desenvolvimento sustentável.

A implementação dessas tecnologias deve ainda considerar a gestão participativa e o fortalecimento comunitário, aspectos fundamentais para o êxito de iniciativas de saneamento rural. Moraes et al. (2023, p.54) apresenta experiências de saneamento rural desenvolvida, inclusive implementada pelo Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPA) essa instituição que discute o saneamento rural e desenvolve experiências com sistemas eficientes de reuso, em todas elas a apropriação social da tecnologia é tão importante quanto sua eficiência técnica, sendo essencial para garantir a permanência e a replicabilidade das soluções adotadas.

## **2.5. Saneamento Rural, Agroecologia, Sustentabilidade e Marco Legal: Interfaces com a Fauna, Flora e o Direito à Água**

A integração entre saneamento rural e agroecologia representa uma abordagem fundamental para a sustentabilidade socioambiental, estabelecendo conexões profundas entre a gestão adequada de recursos hídricos, a conservação da biodiversidade e o exercício de direitos fundamentais. O manejo apropriado de águas cinzas e resíduos orgânicos fortalece a transição para sistemas agroecológicos ao fechar ciclos de nutrientes, aumentar a diversidade de espécies e variedades vegetais e contribuir

decisivamente para a segurança alimentar e nutricional (Lopes; Silva, 2021). Esta perspectiva transforma o saneamento rural de um mero problema técnico em uma oportunidade estratégica para a construção de sistemas produtivos resilientes e adaptados às realidades locais.

Os impactos da ausência de saneamento adequado manifestam-se de forma interconectada na fauna e na flora. O lançamento inadequado de resíduos sólidos e efluentes contamina solos, corpos hídricos e cria ambientes propícios para a proliferação de vetores de doenças. Grings (2006), demonstra que os ratos, atraídos por essas condições insalubres, tornam-se agentes de transmissão de diversas enfermidades, incluindo leptospirose, peste e salmoneloses. A contaminação do solo por materiais de decomposição lenta, como plásticos e metais, compromete severamente a vegetação e intoxica a fauna silvestre e doméstica, que frequentemente consome água contaminada por águas cinzas lançadas inadequadamente em quintais e áreas de circulação.

A paisagem rural, quando submetida a práticas inadequadas de saneamento, vê sua integridade ecossistêmica profundamente afetada. O acúmulo de resíduos sólidos e o lançamento de efluentes sem tratamento não apenas degradam a estética cênica, mas introduzem contaminantes persistentes que afetam toda a cadeia ecológica. Esta realidade contrasta violentamente com o potencial do espaço rural como território de conservação e produção sustentável.

No âmbito jurídico-institucional, o direito à água potável e ao saneamento básico consolida-se como direito humano essencial, conforme estabelecido pela Lei nº 14.546/2023, que enfatiza a universalização do acesso e a gestão participativa e a necessidade de incorporar práticas sustentáveis, como o reuso de águas cinza (BRASIL, 2023). Contudo, para as populações rurais, o acesso à água transcende a dimensão legal para constituir-se em patrimônio comum, guiado por pressupostos morais e éticos de partilha profundamente enraizados na cultura local (Galizoni, 2021). As normas costumeiras de gestão comunitária, embora frequentemente invisibilizadas pelos marcos legais oficiais, representam sistemas sofisticados de governança que historicamente garantiram o acesso equitativo a este recurso, especialmente em contextos de escassez hídrica.

A regulamentação do reuso de águas cinzas no Brasil ainda apresenta caráter incipiente, embora constitua tema em crescente ascensão, impulsionado pela necessidade urgente de conservação dos recursos hídricos. A construção de marcos legais específicos que considerem as particularidades do saneamento rural, promovam a

segurança sanitária e, simultaneamente, reconheçam e valorizem os saberes e práticas tradicionais de gestão, representa etapa necessária para a consolidação desta prática.

A implementação de saneamento rural adaptado às realidades comunitárias converte-se, assim, em eixo promotor de saúde ecossistêmica e humana. A destinação correta de resíduos e o tratamento de efluentes permitem o fortalecimento dos sistemas agroecológicos, favorecendo a conservação da fauna e flora, o resgate de sementes crioulas e a redução dos impactos das mudanças climáticas. Esta abordagem integrada alinha-se aos princípios da agroecologia, que compreende a propriedade rural como organismo complexo onde todos os elementos mantêm inter-relações dinâmicas.

A interface entre o marco legal nacional e os sistemas comunitários de gestão configura campo fértil para a inovação institucional. Programas como o P1MC criado pela ASA demonstram a viabilidade de políticas públicas que articulam o direito universal à água com tecnologias sociais e gestão comunitária, constituindo paradigma promissor para as políticas de saneamento rural. A efetivação do direito humano à água neste contexto demanda, portanto, não apenas a provisão de infraestrutura, mas o reconhecimento e fortalecimento dos arranjos institucionais locais que historicamente têm garantido a gestão sustentável deste recurso vital, promovendo simultaneamente a saúde dos ecossistemas e das comunidades rurais.

### **3.0 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Delineamento da Pesquisa**

Esta pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa e experimental, ancorada no método de estudo de caso. O estudo foi conduzido no espaço do CAECDT, localizado no município de Conceição do Coité, no estado da Bahia, e compreendeu duas fases principais: a fundamentação teórica e a intervenção prática. A opção pelo estudo de caso justifica-se pela possibilidade de investigar profundamente um contexto real e específico, permitindo a análise detalhada de uma problemática socioambiental concreta – a gestão inadequada das águas cinzas – e a proposição de uma alternativa tecnológica e educativa adaptada à realidade do semiárido.

#### **3.2 Local de Estudo e Período**

O CAECDT situa-se em uma zona rural representativa do semiárido baiano, onde a carência de infraestrutura de saneamento é uma realidade comum. O espaço

serve como residência temporária para estudantes em regime de alternância, além de abrigar atividades de ensino, extensão e produção agroecológica, nesse espaço a forma de captação da água é através das cisternas, uma com capacidade de apenas 13 mil litros, além dessa, contamos com quatro cisternas com capacidade de cerca de 15 mil litros cada que serve para o armazenamento da água da embasa, sendo essa a principal fonte de água utilizada, porém devido ao alto consumo e a quantidade limitada pela embasa, torna-se necessário a compra de água que é fornecida por carros pipas. O período de realização da pesquisa estendeu-se de agosto de 2023 a abril de 2025, se baseando em leituras e materiais de 2006 a 2024, abrangendo desde o diagnóstico inicial até a fase de consolidação e avaliação do sistema implementado.

### **3.3 Procedimentos Metodológicos**

A pesquisa foi estruturada em três etapas inter-relacionadas, que integraram abordagens teóricas, práticas e avaliativas, conforme descrito a seguir:

#### **3.3.1 Revisão Teórica e Contextualização**

Realizou-se um levantamento bibliográfico sistemático, com o objetivo de embasar conceitualmente a pesquisa e situá-la no contexto do saneamento rural e do manejo sustentável de águas cinzas no semiárido. Foram consultadas fontes diversificadas, incluindo:

- **Publicações científicas:** artigos indexados, teses e dissertações relacionadas ao tema;
- **Manuais técnicos e cartilhas:** documentos produzidos por instituições de referência, como Embrapa, Funasa e Senar;
- **Legislação e políticas públicas:** análise da Lei nº 11.445/2007 e da Lei nº14.546/2023 e do Programa Nacional de Saneamento Rural (2019);
- **Referências regionais:** estudos sobre convivência com o semiárido e tecnologias sociais adaptadas.

Essa revisão permitiu a construção de um quadro teórico consistente, abordando temas como: a definição e características das águas cinzas, os impactos da falta de saneamento na saúde pública, as potencialidades do reuso na agricultura e as particularidades dos solos e do clima na região do semiárido baiano.

#### **3.3.2 Diagnóstico e Intervenção Prática**

A etapa prática teve início com um diagnóstico ambiental participativo, que identificou os principais problemas decorrentes do manejo inadequado das águas cinzas no CAECDT, tais como:

- Acúmulo de água em valetas e áreas abertas;
- Proliferação de mosquitos e outros vetores;
- Presença de odores desagradáveis;
- Risco de contaminação do solo e de animais.

Com base nesse diagnóstico, projetou-se e implementou-se um sistema de vala de infiltração, cujo desenho considerou:

- **Dimensões e localização:** 30 metros de comprimento por 0,50 metros de profundidade, posicionada transversalmente ao fluxo natural da água para maximizar a distribuição e infiltração;
- **Camadas e materiais:**
  - **Base de brita:** atuou como meio drenante e reservatório subterrâneo, evitando água exposta;
  - **Camada de palha de sisal:** funcionou como filtro biológico, retendo sólidos e reduzindo odores;
  - **Cobertura com terra:** permitiu a integração paisagística e a manutenção da umidade no perfil do solo;
- **Crítérios técnicos:** a profundidade foi limitada pela presença de rocha matriz em subsuperfície, característica dos Neossolos Litólicos da região, o que influenciou diretamente a capacidade de infiltração e a dinâmica hídrica do sistema.

O monitoramento do sistema foi realizado por meio de visitas regulares e registro fotográfico, com observação da umidade do solo, presença de vegetação espontânea e ausência de focos de mosquitos.

### 3.3.3 Coleta e Análise de Dados

Para avaliar a eficácia da intervenção e a percepção da comunidade, foram utilizados os seguintes métodos e instrumentos:

- **Observação participante e registro fotográfico:** acompanhamento contínuo das transformações no espaço, com ênfase na redução de água exposta, no comportamento da umidade do solo e na interação da comunidade com o sistema;

- **Aplicação de questionários:** foram aplicados 29 questionários semiestruturados a estudantes, professores e funcionários do CAECDT, contendo perguntas em escala Likert (1 a 10) e de múltipla escolha sem identificação dos participantes, que abordaram:
  - Conhecimento prévio sobre águas cinzas;
  - Percepção sobre a eficácia do sistema implantado;
  - Impactos na qualidade de vida e no ambiente;
  - Dificuldades e potencialidades para replicação;
- **Análise de dados:** os dados quantitativos foram tabulados e representados graficamente para análise descritiva, enquanto as respostas abertas e as observações de campo foram analisadas qualitativamente, com triangulação de informações para validar os resultados.

### 3.4 Materiais e Recursos Utilizados

A execução da pesquisa e da intervenção demandou a utilização dos seguintes materiais e recursos:

- **Materiais de construção:**
  - Brita (cerca de 4 m<sup>3</sup>): utilizada como meio filtrante e de armazenamento temporário da água;
  - Palha de sisal: empregada como cobertura filtrante e antiodor;
  - Ferramentas manuais: pás, enxadas, carrinho de mão e nível a laser para escavação e acabamento;
- **Equipamentos de registro:**
  - Câmera digital: para documentação visual das etapas de implantação e dos resultados;
  - Smartphone: para registro complementar e armazenamento de imagens;
- **Instrumentos de pesquisa:**
  - Questionários impressos: aplicados presencialmente para garantir adesão e clareza nas respostas;
  - Planilhas eletrônicas (Excel): para organização, tabulação e análise estatística descritiva dos dados;
  - Software de edição de imagens: para tratamento e organização do acervo fotográfico;
- **Recursos humanos:**

- Participação voluntária de estudantes e servidores do CAECDT durante a escavação e instalação do sistema, reforçando o caráter colaborativo e educativo da experiência.
- 

### **3.5 Aspectos Éticos e de Sustentabilidade**

A pesquisa priorizou o uso de materiais locais e de baixo custo, visando à replicabilidade da tecnologia em contextos similares. Além disso, a intervenção foi concebida como uma tecnologia social, integrando dimensões educativas, ambientais e comunitárias. O envolvimento dos estudantes em todas as etapas do processo reforçou o caráter formativo e participativo da experiência, contribuindo para a construção de conhecimentos coletivos e para a sensibilização acerca do saneamento ecológico.

## **4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Esta seção apresenta uma análise integrada dos resultados da intervenção prática realizada no CAECDT, articulando-os de forma crítica e sistemática com o arcabouço teórico exposto e com a literatura científica pertinente. A discussão é estruturada para demonstrar como a experiência local dialoga, confirma, complexifica ou oferece novas perspectivas às questões mais amplas do saneamento rural, do manejo de águas cinzas e da convivência com o semiárido.

### **4.1 Diagnóstico Inicial: A Materialização do Déficit de Saneamento Rural**

O cenário encontrado no CAECDT era a expressão concreta do "déficit quantitativo e qualitativo" do saneamento rural brasileiro, conforme diagnosticado por Lopes e Silva (2021). A ausência de um sistema de manejo para as águas cinzas levava ao seu lançamento direto no solo, criando um ambiente insalubre que exemplificava perfeitamente as "sérios problemas à saúde humana, animal e ambiental" previstos por Souza (2002, p. 44).

As figuras 1, que mostram a água acumulada e a vala de escoamento, ilustram mais do que um simples problema local; elas representam a realidade de milhões de domicílios rurais, onde, como aponta Silva (2021), cerca de 17 milhões de brasileiros estão expostos a doenças devido à falta de saneamento.

**Figura 1:** Diagnóstico inicial do manejo inadequado de águas cinzas no CAECDT.



**A)** Vista da entrada do CAECDT, com evidência de umidade e solo encharcado;

**B)** Vala com acúmulo de água cinza exposta, formando poça permanente.

Fonte: Acervo do autor, 2025

A Figura 2, com a proliferação de larvas de mosquito, materializa o risco de proliferação de vetores citado pelo SENAR (2019) e por Oteng-Peprah et al. (2018), que alertam que o manejo inadequado cria focos de insetos e oferece riscos à saúde. A inquietação inicial dos estudantes com a quantidade de mosquitos, que dificultava o sono, e a presença constante de moscas no refeitório localizado a menos de 100 metros do foco, são consequências diretas dessa realidade.

**Figura 2:** Larvas de mosquito na água cinza exposta no espaço do CAECDT/UNEB.



Fonte: Acervo do autor, 29/08/2023.

A contaminação do solo e o risco ao lençol freático, embora não quantificados quimicamente neste estudo para melhor análise, eram uma preocupação latente, alinhando-se às características das águas cinzas descritas por Figueiredo et al. (2019) – que contêm sabões, gorduras e carga orgânica. Os animais domésticos e silvestres que circulam no CAECDT tinham acesso direto a essa água contaminada, corroborando os alertas de Grings (2006) sobre os riscos de intoxicação e veiculação de patógenos. Esta situação inicial configurava, portanto, um cenário de "contaminação por doenças veiculadas pela urina, fezes e água contaminada" (Silva, 2021), ainda que a fonte principal fosse a água cinza e não a negra.

#### **4.2 A Intervenção Prática: Uma Tecnologia Social Adaptada ao Semiárido**

A opção pelo sistema de vala de infiltração não foi aleatória. Ela se insere no conceito de Tecnologia Social definido pelo (BRASIL, 2006) e operacionalizado por instituições como a EMATER-DF (2021) e a EMBRAPA (2023), que preconizam soluções de baixo custo, fácil implantação e manejo, e adequação às realidades locais. Tal como o "Círculo de Bananeiras" ou o "Jardim Filtrante" recomendados por essas

instituições, o sistema implementado buscou tratar o efluente através de processos naturais a exemplo da figura 3 abaixo.

**Figura 3:** Escavação da valeta para condução das águas cinzas.



Fonte: Acervo do autor, 07/09/2023.

A escavação da vala com 0,50 m de profundidade (Figura 4) foi um critério técnico crucial, determinado pela presença da rocha matriz em subsuperfície, uma característica dos Neossolos Litólicos da região. Essa adaptação à limitação local demonstra a importância da flexibilidade e do conhecimento do ambiente, princípio este que era um pilar do extinto PNSR), o qual, segundo IPEA (1989a), valorizava soluções "culturalmente aceitas e operacionalmente viáveis".

O princípio de funcionamento do sistema foi validado pela observação da umidade do solo (Figura 4). Através da capilaridade, descrita por Baldovino et al. (2017), a água distribuída pela vala umedeceu uma área estimada de 150 m<sup>2</sup>, criando uma faixa de solo propícia para o cultivo e materializando o potencial de reuso agrícola.

**Figuras 4:** Medição e observação da umidade do solo após a implantação do sistema.



Fonte: Acervo do autor, 15/09/2023.

O uso da brita como meio drenante e de armazenamento subterrâneo (Figura 5) atua de forma análoga aos filtros de mulch estudados por Zuma et al. (2009) e citados por Oteng-Peprah et al. (2018), criando um meio poroso que evita a água exposta. A camada de palha de sisal (Figura 8) funcionou como um filtro biológico, um princípio também utilizado em sistemas mais elaborados, que removem sólidos e promovem a degradação da matéria orgânica (Oteng-Peprah et al., 2018).

**Figura 5:** Etapas de implantação do sistema de vala de infiltração no CAECDT.



- A) Colocação da brita no interior da vala para atuar como meio drenante e reservatório;  
B) Cobertura da vala com palha de sisal, funcionando como filtro biológico.

Fonte: Acervo do autor, 29/09/2023

### 4.3 Análise da Eficácia: Do Controle Sanitário ao Reuso Produtivo

A eficácia do sistema foi avaliada em múltiplas dimensões, confirmando seu potencial como alternativa de saneamento ecológico. A eliminação das poças de água parada resultou no desaparecimento das larvas de mosquitos e na drástica redução dos odores. Este resultado é um indicador claro de sucesso no controle de vetores, um objetivo central do saneamento básico para a promoção da saúde pública (BRASIL, 2007; FUNASA, 2015). O sistema, portanto, atua como uma barreira sanitária, impedindo a "exposição inadequada de resíduos no meio ambiente" (Souza, 2002). A transformação do espaço, evidenciada nas Figura 6, é a materialização desse sucesso.

**Figura 6:** Transformação do espaço após a intervenção, com o solo integrado e sem água exposta.



Fonte: Acervo do autor, 24/09/2024.

A umidade constante criada pelo sistema abriu a possibilidade para o reuso agrícola. O cultivo de bananeiras e forrageiras na área é a materialização do conceito de que um "sistema dimensionado corretamente e bem manejado (...) mantém nitrogênio e fósforo oriundos do esgoto para reutilização segura e benéfica no cultivo de frutíferas e plantas forrageiras" (Moraes et al., 2023, p.54). Esta prática alinha-se perfeitamente aos

princípios da agroecologia e da convivência com o semiárido, transformando o saneamento de um "mero problema técnico em uma oportunidade estratégica" (Lopes; Silva, 2021) para a produção de alimentos.

O baixo custo da intervenção, utilizando materiais locais (terra, palha de sisal) e de fácil aquisição, dos materiais adquiridos apenas a brita foi comprada, gerando um custo de R\$ 300,00 (trezentos reais), é um fator crítico para a replicabilidade em contextos de escassez de recursos, tal como observado nas tecnologias sociais analisadas por Melo et al. (2023). A manutenção simples (Figuras 7) – basicamente a limpeza eventual de acúmulos de lama na entrada da vala – reforça sua característica de tecnologia apropriada, dependendo mais do envolvimento da comunidade do que de insumos externos complexos, um princípio defendido por Tundisi (2006) para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

**Figura 7:** Processo de manutenção do sistema de reuso das águas cinzas.



Fonte: Acervo do autor, 07/04/2025.

#### **4.4 A Percepção Social e a Análise dos Dados: Educação, Envolvimento e Desafios**

Para avaliar a percepção dos usuários diretos do CAECDT, foram aplicados 29 questionários a estudantes, professores e funcionários. Os dados revelam nuances importantes sobre a apropriação social da tecnologia.

A comunidade do CAECDT possui um alto nível de consciência sobre a importância do manejo de águas cinzas, com 26 dos 29 entrevistados classificando-a como "essencial". Este dado é significativo e pode estar diretamente relacionado ao

perfil educacional do público, majoritariamente vinculado a um curso de Agroecologia. Isso corrobora a afirmação de que o nível de educação e conscientização contribui para o sucesso de iniciativas de reuso (Adewumi et al., 2010, citado por Oteng-Peprah et al.).

A avaliação majoritariamente positiva sobre a eficiência do sistema – 19 dos 29 entrevistados o avaliaram como "muito eficaz" – demonstra que a tecnologia social foi não apenas implementada, mas também apropriada e validada pelos seus usuários. No entanto, os desafios apontados – "falta de recursos financeiros" e "falta de envolvimento da comunidade" – ecoam as dificuldades encontradas em outros contextos, como na oficina de implementação descrita por Bugelli e Felício (2019), que também enfrentou baixa adesão inicial. Isso indica que a mera oferta de uma solução técnica não é suficiente. É necessário, como argumenta (Galizoni, 2021), incorporar os "saberes e sistemas locais de gestão" e promover uma "gestão comunitária" efetiva, o que demanda processos formativos contínuos e uma abordagem participativa que vá além da intervenção pontual.

#### **4.5 Interfaces com a Fauna, Flora e Marco Legal**

A experiência do CAECDT permite uma reflexão ampliada sobre as interfaces do saneamento rural. Ao eliminar o lançamento de efluentes expostos, a intervenção contribuiu diretamente para a "saúde ecossistêmica" (Lopes; Silva, 2021), reduzindo o risco de contaminação da fauna local, que antes tinha acesso à água poluída. A posterior introdução de cultivos na área úmida fortalece a diversidade vegetal, fechando ciclos de nutrientes e criando um microecossistema mais resiliente, princípio fundamental da agroecologia.

No âmbito jurídico, a iniciativa se alinha aos princípios da Lei nº 11.445/2007, que estabelece a universalização do acesso ao saneamento. Embora a regulamentação do reuso de águas cinzas no Brasil ainda seja incipiente, a experiência demonstra na prática a viabilidade e a segurança de sistemas descentralizados, pressionando por um marco legal que reconheça e incentive tais soluções, tal como defendido por Lopes e Silva (2021). A iniciativa se assemelha a programas de sucesso como o "Programa um Milhão de Cisternas" (P1MC) da Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), que articulam o direito à água com tecnologias sociais e gestão comunitária.

Por fim, a experiência evidencia que o conceito de ruralidade, como um espaço dinâmico e multifuncional (Wanderley; Favareto, 2013; Galizoni, 2021), exige políticas de saneamento igualmente flexíveis e adaptadas. O CAECDT, enquanto espaço

educacional e produtivo, exigiu uma solução específica, que pode não ser a mesma para uma propriedade familiar ou uma aglomeração rural. A vala de infiltração mostrou-se como uma resposta viável para uma dessas múltiplas ruralidades, contribuindo para a construção de "territórios rurais saudáveis e sustentáveis", objetivo central deste trabalho.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O saneamento básico rural faz uma grande diferença no contexto social, ambiental e econômico na vida das pessoas. Diante da histórica falta de investimentos que atenda a população que habita o meio rural, esta pesquisa partiu da premissa de que é urgente pensar em alternativas de saneamento básico adaptadas a essa realidade. A experiência desenvolvida no CAECDT comprovou que é possível reverter um cenário de déficit sanitário por meio de uma tecnologia social de baixo custo como já descrito e alta eficácia. A intervenção prática, materializada no sistema de vala de infiltração, transformou um passivo ambiental – as águas cinzas lançadas a céu aberto – em uma solução produtiva, promovendo uma melhor qualidade de vida no espaço com a imediata redução dos mosquitos e do mau cheiro, alcançando plenamente o objetivo central planejado.

Para além dessas mudanças tangíveis, o sistema implantado consolidou-se como um espaço vivo de estudo, troca de experiências e produção agroecológica. A área que antes representava um problema sanitário tornou-se um laboratório a céu aberto, demonstrando na prática o potencial do reuso para a fertirrigação de frutíferas e forrageiras. Esta transformação confere ao CAECDT um papel social e político relevante, reafirmando o compromisso da instituição com a preservação dos recursos naturais e servindo de referência para a comunidade acadêmica e o território.

Os resultados obtidos nos questionários evidenciam que a conscientização e a capacitação devem partir dos próprios espaços educativos, construindo novas relações com o ambiente, superando resistências culturais e abrindo caminhos possíveis para a convivência com o semiárido. A pesquisa deixou claro que a apropriação social da tecnologia é um pilar tão importante quanto sua eficiência técnica. Portanto, a replicação desta experiência em outras comunidades depende da conjugação de três elementos fundamentais: a disseminação de processos educativos contínuos, o fortalecimento da gestão comunitária e a implementação de políticas públicas específicas que incentivem e financiem soluções adaptadas às múltiplas ruralidades.

Através da educação e da demonstração de alternativas viáveis, pode-se fomentar a construção de novas políticas públicas que, de fato, atendam às necessidades da população rural, transformando o saneamento em um eixo central para a saúde, a segurança hídrica e o desenvolvimento territorial sustentável.

## AGRADECIMENTOS

Ao Centro Acadêmico de Educação do Campo e Desenvolvimento Territorial Paulo Freire (CAECDT), Departamento de Educação – DEDC e a Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

## REFERÊNCIAS

**ABEDIN, S. M. A.; RAKIB, Z. B.** Greywater reuse in urban agriculture: a case study in Dhaka, Bangladesh. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2013.

**ADEWUMI, J. R.; ILEMOBADE, A. A.; VAN ZYL, J. E.** Guidelines for the selection and implementation of sustainable urban water management measures. *Water SA*, v. 36, n. 5, p. 663-670, 2010.

**BALDOVINO, J. A.; MOREIRA, L.; IZZO, R.** Análise da ascensão capilar de um solo arenoso. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, v. 2, n. 3, p. 39-49, 2017.

**BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.** *Política Nacional de Saneamento Ambiental: Diretrizes para o Saneamento Básico no Meio Rural*. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2006.

**BRASIL.** Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 28 abr. 2024.

**BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (Funasa).** *Manual de Saneamento*. 4. ed. Brasília: Funasa, 2015. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br/documents/729555/0/Copy+of+Manual+de+Saneamento>. Acesso em: 28 abr. 2024.

**BRASIL.** Lei nº 14.546, de 4 de abril de 2023. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para dispor sobre o reúso de águas cinzas e o aproveitamento de águas pluviais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 5 abr. 2023.

**BUGELLI, L.; FELÍCIO, R.** Implementação participativa de tecnologias sociais para o tratamento descentralizado de efluentes domésticos. *Revista Brasileira de Tecnologias Sociais*, v. 6, n. 2, p. 45–58, 2019.

**CARNEIRO, M. J.** Ruralidades: novas identidades em construção. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 20, n. 2, p. 1-30, 2012.

**COELHO, C. F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J. C.** Fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida do Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 4, p. 801-810, jul./ago. 2018.

**COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.** Importância de uma política de saneamento rural no Brasil. In: **SOBER**. *Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural*. Brasília: SOBER, 2012.

**EMATER-DF.** *Saneamento Rural*. Brasília: EMATER-DF, 2021. (Coleção Emater-DF, n. 28).

**EMBRAPA.** *Saneamento básico rural*. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural>. Acesso em: 28 abr. 2024.

**EMBRAPA. SILVA, W. T. L. et al.** *20 anos do Saneamento Rural na Embrapa Instrumentação: do Básico ao Ambiental*. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226681/1/Livro-20-anos-saneamento-rural-2021.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2024.

**FIGUEIREDO, I. C. S. et al.** Águas cinzas em domicílios rurais: separação na fonte, tratamento e caracterização. *Revista DAE*, v. 67, n. 220, p. 142-158, 2019.

**FRANÇA, C. G. et al.** *Censo Agropecuário 2006: Agricultura Familiar – Primeiros Resultados*. Brasília: IBGE, 2009.

**FUNASA.** *CataloSan: Catálogo de soluções sustentáveis de saneamento – gestão de efluentes domésticos*. Brasília: Funasa, 2018.

**GALBIATI, A. F.** *Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração*. 2009. 52 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

**GALIZONI, F. M.** *Rural e Ruralidades: Reflexões para o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) – Volume 1*. Belo Horizonte: UFMG, 2021.

**GRINGS, V. H.** *Controle integrado de ratos*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

**IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.** *Diagnóstico do Saneamento Rural*. Brasília: IPEA, 1989. (Relatório Técnico).

**KAGEYAMA, A. A.** Ruralidade e territórios rurais no Brasil. In: *Anais do XLVI Congresso da SOBER*. Rio Branco, 2008.

**LEAL, J. T. C. P. C.** *Círculo de bananeiras para tratamento de efluentes rurais*. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016.

- LOPES, T. G. R.; SILVA, A. M. N.** Reflexões sobre o saneamento rural: análise multidimensional, desafios e possibilidades. In: *Encontro Nacional pelos Direitos Humanos à Água e ao Saneamento*, evento online, 2021.
- MELO, R. F.; SILVA, P. T. S.; LIMA, J. R. F.** *Bioágua familiar: reuso de águas cinza para produção de alimentos*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2023.
- MORAES, V. L. A. et al.** *Sistemas de Tratamento de Esgoto e Reuso Agrícola: uma contribuição ao saneamento básico rural*. Juazeiro: IRPA, 2023.
- OTENIO, M. H. et al.** *Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor*. Brasília: Embrapa, 2014.
- OTENG-PEPRAH, M.; ACHEAMPONG, M. A.; DE VRIES, N. K.** Greywater characteristics, treatment systems, reuse strategies and user perception—a review. *Water, Air & Soil Pollution*, v. 229, n. 255, 2018. DOI: 10.1007/s11270-018-3909-8.
- RESENDE, R. G.; FERREIRA, S.; FERNANDES, L. F. R.** O saneamento rural no contexto brasileiro. *Revista Agrogeoambiental*, v. 10, n. 1, p. 129-150, 2018.
- SANTANA, M. V. P.** *Saneamento básico: um estudo sobre a sustentabilidade*. Curitiba: Appris, 2014.
- SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.** *Tratamento e Reúso de Água na Propriedade Rural*. Brasília: Senar, 2019.
- SILVA, D. X.** O saneamento básico e suas implicações no meio ambiente e na saúde humana. *Engineering Sciences*, v. 8, n. 3, p. 10-18, 2020.
- SILVA, J. R.** Impactos da falta de saneamento básico na saúde de populações rurais brasileiras. *Revista Brasileira de Saúde e Ambiente*, v. 15, n. 2, p. 112–128, 2021.
- SILVA, A. M.** Saneamento básico rural e riscos à saúde: uma revisão integrativa. *Revista de Saúde e Ambiente*, v. 22, n. 3, p. 45-60, 2021.
- SOUZA, M. S.** Meio Ambiente Urbano e Saneamento Básico. *Mercator*, ano 1, n. 1, 2002.
- TUNDISI, J. G.** *Recursos Hídricos no Século XXI*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- TUNDISI, J. G.** Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. *Revista USP*, n. 70, p. 24-35, jun./ago. 2006.
- WANDERLEY, M. N. B.; FAVARETO, A.** A nova ruralidade e o desenvolvimento territorial. In: ABRAMOVAY, R. (Org.). *Agricultura familiar e desenvolvimento territorial*. Porto Alegre: UFRGS, 2013. p. 437-456.
- ZUMA, L.; UMPHATHI, S.; MOMBA, M. N. B.** Microbial quality of greywater and evaluated treatment systems for rural application. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 34, n. 13–16, p. 850–857, 2009.