



Saneamento descentralizado em escolas públicas da Ilha do Mel/PR: um modelo replicável baseado na natureza

Serena Sühnel Lagreze¹
Fernando Augusto Silveira Armani²
Tamara Simone van Kaick³

Resumo

O déficit de saneamento em comunidades isoladas brasileiras, como a Ilha do Mel (Paraná), evidencia a necessidade de soluções descentralizadas adaptadas às condições locais. O objetivo deste artigo é apresentar o processo de concepção, dimensionamento e implantação de sistemas integrados de biodigestores e tanques de evapotranspiração (TEvap) em duas escolas públicas da ilha, no âmbito de um projeto de extensão universitária. A pesquisa, de caráter aplicado e abordagem qualitativa, envolveu diagnóstico em campo, dimensionamento técnico e execução com técnicas adaptadas ao contexto insular. Os resultados indicaram a viabilidade técnica, econômica e social dos sistemas, com tratamento eficiente da carga orgânica, ausência de efluente residual (exceto em períodos de chuvas intensas), baixo custo de manutenção e aceitação positiva da comunidade escolar. Além da melhoria sanitária, os sistemas demonstraram potencial pedagógico e ambiental, funcionando como instrumentos de educação ambiental e produção de alimentos, alinhados às Soluções Baseadas na Natureza (SbN) e às diretrizes normativas recentes (NBR 17.076:2024). A experiência reforça a relevância da integração entre tecnologia apropriada e participação comunitária na promoção do saneamento descentralizado em contextos vulneráveis.

Palavras-chave: Tanque de Evapotranspiração; Biodigestor; Educação Ambiental.

Decentralized Sanitation for Public Schools in Ilha do Mel/PR: A Replicable Nature-Based Model

Abstract

The sanitation deficit in isolated Brazilian communities, such as Ilha do Mel (Paraná), highlights the need for decentralized solutions adapted to local conditions. The purpose of this article is to present the process of design, sizing, and implementation of integrated systems combining biodigesters and evapotranspiration tanks (TEvap) in two public schools on the island, within the scope of a university extension project. This applied research, with a qualitative approach, involved field diagnosis, technical sizing, and execution using

¹ Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná; Brasil, mestrandna na Universidade Federal do Paraná; serenalagreze@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8559-7656>; <http://lattes.cnpq.br/9518839988606259>

² Doutor em Engenharia, Universidade Federal do Paraná; Brasil, professor de magistério superior da Universidade Federal do Paraná; fernando.armani@ufpr.br; <https://orcid.org/0000-0001-9942-0555>; <http://lattes.cnpq.br/4870174841725558>

³ Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná; Brasil, professora de magistério superior da Universidade Tecnológica Federal do Paraná; tamara@utfpr.edu.br; <https://orcid.org/0000-0003-2959-5223>; <http://lattes.cnpq.br/3098889665319889>

techniques adapted to the island context. The results indicated the technical, economic, and social feasibility of the systems, with efficient treatment of organic load, absence of residual effluent (except during periods of heavy rainfall), low maintenance costs, and positive acceptance by the school community. Beyond sanitary improvement, the systems demonstrated pedagogical and environmental potential, serving as tools for environmental education and food production, aligned with Nature-Based Solutions (NbS) and recent regulatory guidelines (NBR 17.076:2024). The experience reinforces the relevance of integrating appropriate technology and community participation in promoting decentralized sanitation in vulnerable contexts.

Keywords: Evapotranspiration Tank; Anaerobic Digester; Environmental Education.

1 Introdução

O acesso ao saneamento básico é um fator essencial para a promoção da saúde pública, da dignidade humana e da preservação ambiental. No entanto, segundo o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), a realidade brasileira evidencia um cenário de desigualdade: apenas 59,7% da população total é atendida por rede coletora de esgoto, sendo que entre a população rural esse índice cai para apenas 5,6% (Brasil, 2025).

Em áreas isoladas, como comunidades insulares e regiões de difícil acesso, a ausência de infraestrutura convencional de coleta e tratamento de esgoto agrava os riscos sanitários e ambientais. Nas localidades litorâneas, o lançamento de efluentes sem tratamento adequado compromete os recursos hídricos, assim como as atividades econômicas relacionadas, consideradas essenciais, como a pesca, a maricultura e o turismo (Ramos et al., 2014; Lagreze et al., 2022; Trindade et al., 2011).

A Ilha do Mel, localizada no município de Paranaguá-PR, exemplifica esse contexto. Com características geográficas peculiares, como a predominância de planícies arenosas, presença de piçarra e lençol freático superficial, a ilha apresenta limitações significativas para a adoção de soluções convencionais de saneamento (Marques e Britez, 2005). Além disso, o aumento da pressão antrópica decorrente da expansão turística a partir da década de 1980 intensificou os impactos, afetando diretamente a qualidade ambiental local.

Nas edificações da Ilha do Mel, o esgoto doméstico gerado, historicamente, tem sido destinado de maneira inadequada a fossas rudimentares ou, em casos mais graves, lançado diretamente em córregos que deságua no mar. Essa realidade impõe a necessidade de adoção de tecnologias adequadas, especialmente aquelas que possibilitem o tratamento no próprio local de geração, compatíveis com as características específicas do território. A

normatização de sistemas descentralizados de pequeno porte pela ABNT, por meio da NBR 17.076:2024, representa um avanço significativo no ordenamento técnico-normativo, favorecendo a implantação de soluções como biodigestores, tanques de evapotranspiração (TEvap), sistemas alagados construídos, vermifiltros, entre outros.

Os sistemas de tratamento descentralizados baseados em processos anaeróbios apresentam vantagens importantes em comparação aos sistemas aeróbios, como, por exemplo, uma menor demanda por energia externa, baixa produção de lodo e simplicidade operacional (Tchobanoglous et al., 2016). Entre esses, os biodigestores se destacam pela eficiência na digestão da matéria orgânica e pela possibilidade de produção de biogás e biofertilizante (Malinowsky, 2016).

Outra possibilidade de tratamento descentralizado seria a aplicação dos tanques de evapotranspiração (TEvap). O TEvap é composto por áreas impermeabilizadas que contêm substratos minerais, como areia e pedra britada, o qual é vegetado com plantas que possuem alto consumo hídrico, como por exemplo as bananeiras (Gênero Musa), que possuem um grande potencial de evapotranspiração (Galbiati, 2009; Embrapa, 2008). Os TEvap configuram-se como uma Solução Baseada na Natureza (SbN) (World Bank, 2022).

A literatura técnica apresenta evidências da viabilidade do uso combinado de biodigestores e TEvap em zonas rurais e periurbanas, com destaque para sua capacidade de adaptação às condições territoriais e potencial de replicação comunitária (Tonetti et al., 2018). Estudos como os de Gaspar (2003) e Proença e Machado (2018) reforçam o caráter social dos biodigestores, com foco em comunidades de baixa renda. Além disso, pesquisas como as de Sezerino et al. (2015) e Lima (2016) sobre wetlands construídos fornecem parâmetros úteis para comparação, evidenciando as vantagens dos TEVap em termos de área ocupada e simplicidade operacional.

Esses avanços técnicos dialogam com os princípios estabelecidos pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que, ao estabelecer metas para a universalização do serviço, reforça a necessidade de soluções que considerem não apenas a eficácia técnica, mas também a sustentabilidade econômica e social (Brasil, 2015).

Apesar dos avanços identificados na literatura sobre tecnologias descentralizadas, observa-se uma baixa disponibilidade de informações sistematizadas acerca da implantação prática desses sistemas em comunidades isoladas. Essa ausência de registros e análises consistentes torna-se ainda mais evidente em contextos com características semelhantes às da

Ilha do Mel, onde fatores geográficos, socioeconômicos e ambientais impõem desafios adicionais. É justamente nessa lacuna que este estudo se insere, buscando oferecer contribuições aplicadas e replicáveis.

Diante desse cenário, este artigo apresenta o processo de concepção, dimensionamento e implantação de dois sistemas descentralizados de tratamento de esgoto para duas escolas públicas da Ilha do Mel, integrando biodigestores e TEvap. A experiência, derivada de projeto de extensão universitária, demonstra a aplicabilidade de soluções sustentáveis e normatizadas para contextos insulares e comunidades socialmente vulneráveis, contribuindo com subsídios técnicos para replicações em territórios similares.

2 Método

A pesquisa desenvolvida teve caráter aplicado, com abordagem qualitativa e técnica de estudo de caso. A seleção das unidades de intervenção considerou dois colégios públicos localizados em comunidades distintas da Ilha do Mel: Escola de Campo Felipe Valentim (localizada em Encantadas) e Escola de Campo Lucy Requião (em Nova Brasília). O processo metodológico compreendeu três etapas principais: diagnóstico em campo, dimensionamento técnico dos sistemas de tratamento e estratégias construtivas adaptadas ao contexto local.

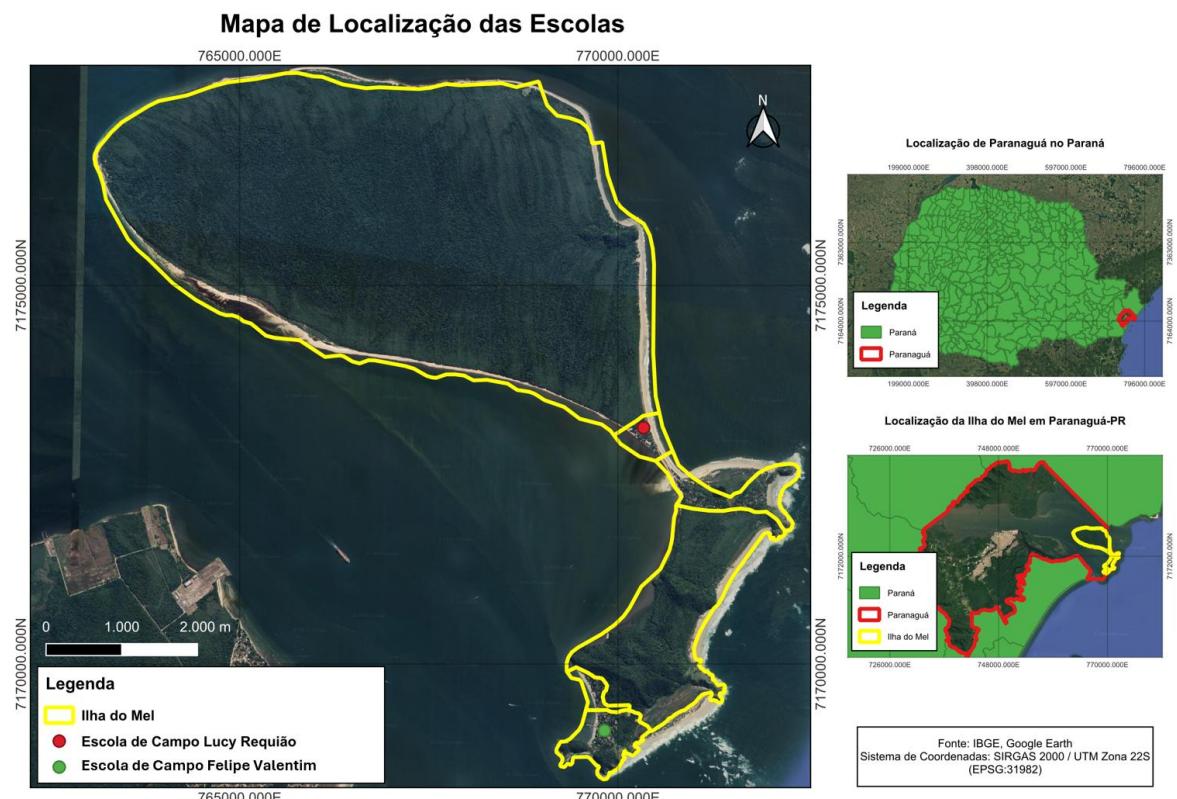
Inicialmente, foi realizado levantamento em campo para reconhecimento das condições físicas, ambientais e infraestruturais das unidades escolares. A distribuição espacial da Ilha do Mel e a localização das escolas estão apresentadas na Figura 1.

Foram inspecionadas as instalações hidráulico-sanitárias, as condições dos sistemas de esgoto existentes e o estado de conservação das fossas rudimentares. Também foram realizadas entrevistas informais com professores e funcionários para identificação das necessidades específicas e percepções sobre os problemas de saneamento.

Com base no diagnóstico realizado, foi planejado o dimensionamento dos sistemas de tratamento descentralizados, integrando biodigestores e TEvap. Embora o projeto e a instalação desses sistemas tenham ocorrido em 2022, seguindo normas anteriores, NBR 7.229:1993 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS,1993) NBR 13.969:1997 (ABNT,1997), que foram canceladas e substituídas pela NBR 17.076:2024 (ABNT, 2024), e orientações encontradas em uma cartilha sobre saneamento ecológico da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) em parceria com a Fundação Nacional de Saúde

(FUNASA) (FIOCRUZ, 2019). Os parâmetros adotados permaneceram compatíveis com a NBR 17.076:2024.

Figura 1: Localização das escolas na Ilha do Mel/PR



Fonte: Os Autores (2025).

As contribuições de esgoto foram estimadas em 50 L/pessoa/dia, conforme a NBR 17.076:2024 (ABNT, 2027). Para os biodigestores, optou-se por unidades comerciais da marca Luxtel (2022) com três câmaras internas para sedimentação, decantação e filtragem, sendo considerados critérios como facilidade de limpeza, modularidade e baixo custo de manutenção.

Para o dimensionamento dos TEVap, considerou-se uma área de 2 m² por pessoa, com altura entre 1,6 e 1,8 m. A impermeabilização das unidades foi realizada com geomanta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), em substituição à alvenaria, principalmente devido às restrições logísticas e à necessidade de agilidade na execução. O material de preenchimento foi composto por brita n.^o 1, escolhida pela disponibilidade na região e pela ausência de entulho de construção civil na ilha, que também pode ser utilizado para esta finalidade. A vegetação implantada incluiu espécies de alto consumo hídrico, com destaque para bananeiras.

Foram também projetadas caixas de retenção de lodo e estruturas encapsuladoras dos biodigestores para mitigação de odores e proteção mecânica. As estruturas foram executadas em blocos de concreto estrutural e lajes de concreto armado, com dimensionamento conforme NBR 6.118:2014 (ABNT,2014), NBR 10.837:1989 (ABNT,1989) e NBR 16.868-1:2020 (ABNT, 2020).

Em ambas as escolas, os projetos foram elaborados com o auxílio de ferramentas de modelagem BIM (Revit) e levantamento topográfico com estação total. A metodologia adotada privilegiou soluções de baixo custo, fácil replicação e compatibilidade com as limitações técnicas, ambientais e sociais da Ilha do Mel.

3 Resultados e discussão

3.1 Escola de Campo Felipe Valentim

A precariedade do sistema de esgotamento existente foi evidenciada por meio da observação de fossas sépticas desativadas e com acúmulo de lodo. Na escola Felipe Valentim, foi registrada a presença de dez fossas inoperantes, algumas com tampas danificadas e exposição de resíduos, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2: As fotos de (A) a (G) correspondem às fossas desativadas na escola Felipe Valentim



Fonte: Os Autores (2025).

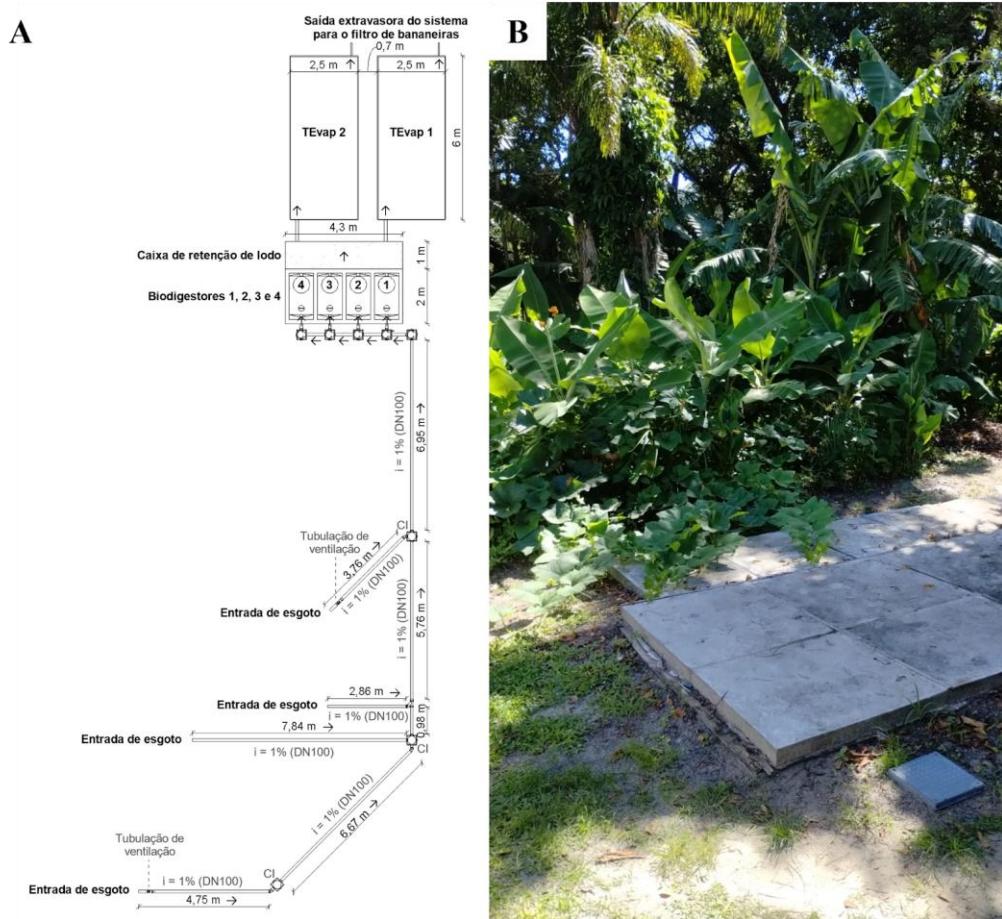
A unidade escolar Felipe Valentim atende a uma população de 111 pessoas, entre alunos, professores e demais funcionários. Considerando a contribuição diária de 50 L de esgoto por pessoa, conforme estabelecido pela NBR 17.076:2024, estimou-se uma vazão de

esgoto de 5.550 L por dia. Com base nesse valor, foram instalados quatro biodigestores com capacidade de 1.300 L cada, totalizando 5.200 L de tratamento diário.

Em relação ao TEvap, foi inicialmente calculada uma área de 14 m², suficiente para complementar o tratamento dos biodigestores. No entanto, a área total implantada foi de 30 m², distribuída em dois TEvap de 15 m², com o objetivo de antecipar futuras ampliações da demanda. Cada unidade possui dimensões de 6 m de comprimento, 2,5 m de largura e 1,5 m de profundidade.

O sistema completo é composto, ainda, por uma caixa de gordura para a cozinha escolar e uma caixa de retenção de lodo comum aos biodigestores. A planta baixa do sistema integrado entre os biodigestores e os TEvap pode ser visualizada na Figura 3. O custo total com materiais foi de R\$ 19.878,68, sendo a mão de obra majoritariamente voluntária, o que não permitiu a sua contabilização neste trabalho.

Figura 3: (A) Planta baixa do sistema da escola Felipe Valentim. (B) Sistema implantado da escola



Fonte: Os Autores (2025).

3.2 Escola de Campo Lucy Requião

Na Escola Lucy Requião, identificou-se uma fossa rudimentar e um tanque séptico de múltiplas camadas em uso, porém ambas se apresentavam inadequadas ao contexto geotécnico da ilha, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4: (A) Fossa rudimentar da escola Lucy Requião. (B) Tanque séptico de múltiplas camadas da escola

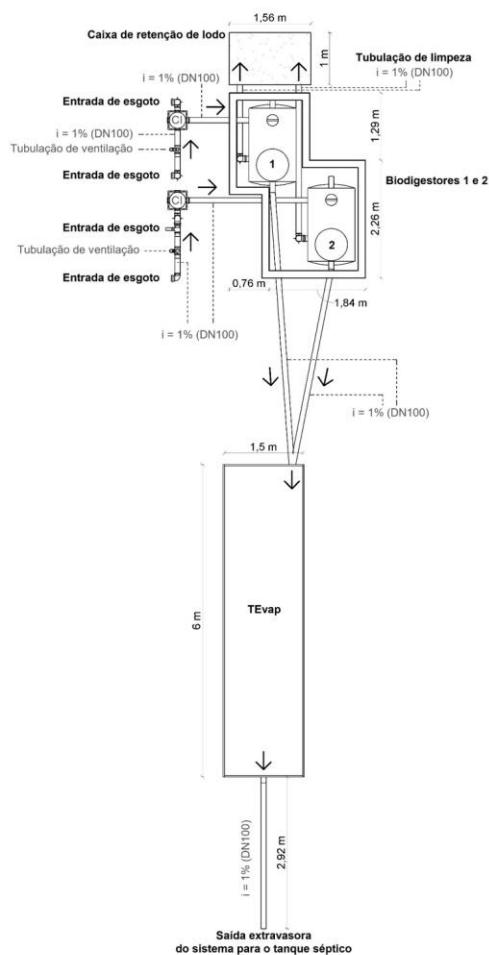


Fonte: Os Autores (2025).

A Escola de Campo Lucy Requião atende 50 pessoas, resultando em uma contribuição diária estimada de 2.500 L de esgoto. Foram instalados dois biodigestores com capacidade individual de 1.300 L, totalizando 2.600 L de capacidade de tratamento, o que atende à demanda prevista, com uma margem de excedente de 100 L.

O TEvap implantado nesta unidade possui 9 m² de área, com dimensões de 6 m de comprimento, 1,50 m de largura e 1,7 m de profundidade. O sistema inclui também uma caixa de retenção de lodo para os dois biodigestores e um tanque séptico seguido, que atua como extravasor do TEvap. A Figura 5 apresenta a planta baixa e uma fotografia do sistema em operação. O custo total com materiais foi de R\$ 11.036,65, também desconsiderando os custos com mão de obra.

Figura 5: (A) Planta baixa do sistema da escola Lucy Requião. (B) Sistema implantado da escola

A**B**

Fonte: Os Autores (2025).

3.3 Avaliação pós-implantação

Em uma visita técnica realizada em 2025, observou-se o pleno funcionamento dos sistemas implantados. A presença de vegetação vigorosa, especialmente as bananeiras, indica adequada absorção de nutrientes e eficiência na evapotranspiração. Os frutos produzidos têm sido incorporados à alimentação dos estudantes, contribuindo positivamente para a qualidade nutricional no ambiente escolar.

Não foram identificados odores significativos, exceto em pontos isolados vinculados à ausência de sifonagem em pias ou à secagem de ralos. Esses eventos foram solucionados com orientações de manutenção preventiva. Também foi reforçada a importância da utilização consciente de produtos de limpeza, evitando compostos que possam comprometer a atividade biológica nos biodigestores.

A abordagem participativa adotada no projeto e na implantação dos sistemas, com a inclusão ativa de funcionários e estudantes, resultou em maior aceitação por parte da comunidade escolar.

Uma das principais vantagens do sistema integrado (biodigestor e TEvap) é a não geração de esgoto final, uma vez que todo o esgoto produzido e tratado nos biodigestores é absorvido e transpirado pela vegetação presente no TEvap. A exceção ocorre apenas em períodos de chuvas intensas, quando o volume de líquidos ultrapassa a capacidade de transpiração do sistema, gerando um excedente que é direcionado para os sistemas anteriormente utilizados pela escola. Isso elimina a necessidade de disposição final líquida e reduz o risco de contaminação do solo ou de corpos hídricos adjacentes.

Paulo et al. (2019) demonstraram que o TEvap constitui uma alternativa eficiente para o tratamento descentralizado de esgoto doméstico, destacando a importância de considerar o volume diário de descarga por pessoa e as condições climáticas locais no dimensionamento do sistema. No presente estudo, essa referência foi utilizada como base de concepção; contudo, a incorporação de biodigestores como etapa de tratamento primário permitiu reduzir a área necessária dos TEvap implantados, resultando em sistemas mais compactos, de baixa complexidade operacional e adequados às condições da Ilha do Mel.

Silva, Carrillo e Scalize (2025) verificaram que o TEvap pode operar em regime de descarga zero e, dentro do tanque, o esgoto apresentou reduções significativas de turbidez, DQO e DBO₅, mesmo com área projetada de apenas 1,0 m² por habitante. De modo semelhante, Capitó et al. (2020) destacaram sua eficiência no tratamento de efluentes provenientes de bacias sanitárias, sem emissão de efluentes líquidos, evitando a contaminação do solo e do lençol freático, com baixo custo, ausência de odores e possibilidade de aproveitamento de materiais reutilizados.

Maia (2023) reforça a viabilidade ecológica e econômica do TEvap ao demonstrar que o sistema promove o tratamento de águas residuárias por evapotranspiração com materiais acessíveis e técnicas simples, adaptadas à realidade rural. Esses estudos consolidam o TEvap como uma solução descentralizada e de baixo custo, aplicável em contextos residenciais e coletivos, com benefícios diretos à saúde pública, à qualidade de vida e ao fortalecimento das políticas de saneamento rural. Complementarmente, a criação da NBR 17076:2024 (ABNT, 2024) confere respaldo técnico e regulatório à adoção dos sistemas analisados.

Além da função sanitária, os sistemas implantados se configuraram como instrumentos didáticos para a promoção da Educação Ambiental aliada aos conteúdos curriculares de diversas disciplinas. Sua exposição parcial, o uso de vegetação produtiva e a integração de processos naturais, como a evapotranspiração, o ciclo dos nutrientes e a dinâmica do solo oferecem às escolas a possibilidade de utilizá-los como laboratórios a céu aberto.

Essa abordagem permite explorar conteúdos curriculares como o ciclo da água, o funcionamento dos sistemas de saneamento e a valorização de SbN de forma prática e contextualizada.

4 Considerações finais

A ausência de infraestrutura convencional de esgotamento sanitário em comunidades insulares representa um desafio persistente à universalização do saneamento básico no Brasil. No caso da Ilha do Mel, a vulnerabilidade geográfica e a inexistência de serviço regular de coleta e transporte de lodo exigem soluções descentralizadas que se adequem às restrições ambientais e operacionais locais.

Neste estudo, a implantação de sistemas integrados compostos por biodigestores e TEvap demonstrou ser tecnicamente viável, economicamente acessível e socialmente apropriada para o atendimento das demandas das escolas públicas Felipe Valentim e Lucy Requião. O projeto contemplou critérios normativos atualizados e adotou estratégias construtivas adaptadas à realidade insular, resultando em sistemas que atendem plenamente à capacidade de geração de efluentes das unidades escolares.

Destaca-se, ainda, que o sistema implantado apresenta a vantagem técnica de não gerar efluente residual (exceto em períodos de chuvas intensas), promovendo o tratamento e a eliminação integral da carga líquida por meio da evapotranspiração vegetal.

Os resultados observados no período de operação indicam bom desempenho funcional, ausência de odores significativos, baixa necessidade de manutenção e aceitação positiva por parte da comunidade escolar. A escolha por materiais alternativos e técnicas simplificadas contribuiu para a redução de custos e para a replicabilidade em outras localidades com características semelhantes.

Além de promover a melhoria da infraestrutura sanitária, os sistemas implantados apresentam potencial pedagógico e ambiental, ao integrarem práticas de educação ambiental,

produção de alimentos e valorização de SbN. A experiência relatada reforça a importância da articulação entre conhecimento técnico, participação comunitária e políticas públicas para a consolidação de estratégias sustentáveis no campo do saneamento descentralizado.

5 Agradecimentos

Ao Projeto Baías e ao Projeto Comunidades Sustentáveis, pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho, e ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial da UFPR, pelo suporte institucional.

Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6.118: Projeto de estruturas de concreto, procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7.229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.837: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.** Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.969: Tanques sépticos, Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16.868-1: Alvenaria estrutural parte 1, projeto.** Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 17.076: Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2024.
- BRASIL, Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Plano Nacional de saneamento básico.** Brasília, DF. 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab>. Acesso em: 25 set. 2025.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Programa Nacional de Saneamento Rural.** Brasília, 2019. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb. Acesso em: 25 set. 2025.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Relatório SINISA: Esgotamento Sanitário 2024.** Brasília, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/RELATORIO_SINISA_ESGOTAMENTO_SANITARIO_2024_v2.pdf. Acesso em: 25 set. 2025.

CAPITÓ, A. C. P.; GOMES, J. R. S.; PINTO JUNIOR, I. M.; SILVA, D. F. Bacia de evapotranspiração - uma tecnologia alternativa para coleta e tratamento de esgoto doméstico. **Interfaces Científicas: Exatas e Tecnológicas**, v. 4, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17564/2359-4942.2020v4n1p175-187>. Acesso em: 01 out. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Comunicado técnico: Efeitos do lodo de esgoto aplicado na cultura de bananeiras “Grande Naine”. Jaguariúna, 2008.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Caminho e cuidado com as águas: faça você mesmo seu sistema de saneamento ecológico**. Paraty, RJ: Fiocruz, 2019. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/download/caminhos-e-cuidados-com-a-agua-faca-voce-mesmo-seu-sistema-de-saneamento-ecologico/>. Acesso em: 10 dez. 2022.

GALBIATI, A. F. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. 30 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

GASPAR, R. M. B. L. Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais, com ênfase na agregação de valor: Um estudo de caso na região de Toledo-PR. 2003. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LAGREZE, F. J. S., et al. Bioaccumulation and depuration of Escherichia coli in the tropical clam Anomalocardia brasiliiana at different salinities. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 74(1), 101–110. 2022.

LIMA, R. F. S. Potencialidades dos wetlands construídos empregados no pós-tratamento de esgotos: experiências brasileiras. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

LUXTEL. Manual Informativo Biodigestor. [S. l.], 2022.

RODRIGUES, M. F. Evapotranspiration Tank (Tvap): A Sustainable Solution for Rural Sanitation. **Journal of Interdisciplinary Debates**, v. 4, n. 02, p. 114–142, 2023. Disponível em: <https://www.periodicojs.com.br/index.php/jid/article/view/1388>. Acesso em: 01 out. 2025.

MALINOWSKY, C. Tratamento dos resíduos sólidos orgânicos da UFSC através de biodigestor anaeróbio. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MARQUES, M. C. M.; BRITEZ, R. M. **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Editora UFPR, 2005.

PAULO, P. L., et al. Evapotranspiration tank for the treatment, disposal and resource recovery of blackwater. **Resources, Conservation and Recycling**, Elsevier B.V, v. 147, p. 61–66, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919301879?via%3Dihub>. Acesso em: 01 out. 2025.

PROENÇA, C. A; MACHADO, G. C. X. M. P. Biodigestores como tecnologia social para promoção da saúde: Estudo de caso para saneamento residencial em áreas periféricas. **Saúde em Redes**, v. 4, n. 3, p.87-99. 2018. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/09/1015741/biodigestores-como-tecnologia-social-para-promocao-da-saude-es_hjYAFti.pdf. Acesso em: 14 abr. 2025.

RAMOS, R. J., et al. Occurrence of potentially pathogenic Vibrio in oysters (*Crassostrea gigas*) and waters from bivalve mollusk cultivations in the South Bay of Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 47(3), 327–333. 2014.

SILVA, A. S. Determinação de condicionantes para uso do tanque de evapotranspiração como elemento de saneamento rural em Minas Gerais. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4444/11143007_SILVA-BAdA_TCC_29-08-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 28 abr. 2022.

SILVA, A.C.; CARRILLO, A.D.D.; SCALIZE, P.S. Operation of a Zero-Discharge Evapotranspiration Tank for Blackwater Disposal in a Rural Quilombola Household, Brazil. **Water**, v. 17, n. 2098, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/17/14/2098>. Acesso em: 01 out. 2025.

SEZERINO, P. H. S. et al. Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 151-158. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/8zwy5WwwLZVxRk5btDHDMkG/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 14 abr. 2025.

TCHOBANOGLOUS, G. et al. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

TONETTI, A. L. et al. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Campinas: Biblioteca Unicamp, 142 p. 2018. Disponível em: <https://saneamentoinclusivo.org.br/publicacao/tratamento-de-esgotos-domesticos-em-comunidades-isoladas/>. Acesso em: 14 abr. 2025.

TRINDADE, W. N. et al. The effects of sewage discharge on the water quality of the beaches of São Luís (Maranhão, Brazil). **Journal of Coastal Research**, 1425-1429. 2011. Disponível em: https://ia803104.us.archive.org/23/items/TheEffectsOfSewageDischargeOnTheW/The_effects_of_sewage_discharge_on_the_w.pdf. Acesso em: 05 out. 2025

WORLD BANK. What you need to know about nature-based solutions to climate change. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/05/19/what-you-need-to-know-about-nature-based-solutions-to-climate-change>. Acesso em: 14 abr. 2025.