

AS FOSSAS SÉPTICAS E A UNIVERSALIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Leonardo Rodrigues Moreira – ambiental@agesan-rs.com.br

Agência Reguladora Intermunicipal do Rio Grande do Sul – AGESAN-RS

Endereço Rua Félix da Cunha, 1009 – Sala 802

90570-01 – Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Demétrius Jung Gonzalez – diretoriageral@agesan-rs.com.br

Agência Reguladora Intermunicipal do Rio Grande do Sul – AGESAN-RS

Resumo: A implementação do serviço de limpeza programada de fossas sépticas surge como uma alternativa para avançar na meta universalização do esgotamento sanitário no Brasil até o ano de 2033. Este serviço oferece uma solução técnica e financeiramente viável principalmente para áreas urbanas com baixa densidade populacional, regiões rurais onde sistemas centralizados são impraticáveis e em locais sem viabilidade técnica para conexão com a rede coletora. As fossas sépticas são reconhecidas pelo seu baixo custo inicial de instalação e pela dispensa de redes coletoras, facilitando sua adoção em larga escala.

Além de atender às necessidades básicas de saneamento, a implementação do serviço de limpeza programada de fossas sépticas promove melhorias na qualidade de vida, saúde pública e proteção ambiental. Contudo, para assegurar esses benefícios, é fundamental que a gestão operacional esteja em conformidade estrita com a legislação e com as normas ambientais e sanitárias vigentes. Isso requer uma regulação eficiente por parte das entidades reguladoras. Sob as perspectivas legal e regulatória, a inclusão das fossas sépticas no escopo dos serviços públicos de esgotamento sanitário, conforme estabelecido pelo Novo Marco do Saneamento, e publicação de Normas de Referência por parte da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) consistem em avanços significativos. Dessa forma, foi reconhecida a importância das fossas sépticas na expansão da cobertura do esgotamento sanitário e na proteção da saúde pública e do meio ambiente, fornecendo o arcabouço legal necessário para permitir a regularização dos sistemas alternativos de saneamento. Portanto, a promoção de políticas públicas que incentivem e regulamentem adequadamente a limpeza programada de fossas sépticas é essencial para alcançar a meta de universalização estabelecida, garantindo acesso equitativo a serviços de esgotamento sanitário e promovendo condições de vida dignas e saudáveis para todos os cidadãos brasileiros.

Palavras-chave: Fossas Sépticas, Esgotamento Sanitário, Regulação, Universalização, Saneamento.



SEPTIC TANKS AND THE UNIVERSALIZATION OF SANITATION

Abstract: *The implementation of a scheduled septic tank cleaning service emerges as an alternative to advance Brazil's goal of universalizing sanitation by 2033. This service provides a technically and financially viable solution, particularly for urban areas with low population density, rural regions where centralized systems are impractical, and locations lacking technical feasibility for connection to a sewer network. Septic tanks are recognized for their low initial installation costs and the absence of collection networks, facilitating widespread adoption.*

In addition to meeting basic sanitation needs, the implementation of scheduled septic tank cleaning services enhances quality of life, public health, and environmental protection. However, to ensure these benefits, operational management must strictly comply with existing legislation and environmental and sanitary standards, necessitating efficient regulation by regulatory bodies. From a legal and regulatory perspective, the inclusion of septic tanks in the scope of public sanitation services, as established by the New Sanitation Framework, along with the publication of Reference Standards by the National Agency of Water and Basic Sanitation (ANA), represents significant progress. Thus, the importance of septic tanks in expanding sanitation coverage and protecting public health and the environment has been recognized, providing the necessary legal framework for the regularization of alternative sanitation systems. Therefore, promoting public policies that adequately incentivize and regulate the scheduled cleaning of septic tanks is essential to achieve the established goal of universalization, ensuring equitable access to sanitation services and fostering dignified and healthy living conditions for all Brazilian citizens.

Keywords: *Septic Tanks, Sanitary Sewage, Regulation, Universalization, Sanitation.*

1. INTRODUÇÃO

A Lei Federal n. 14.026, promulgada em 15 de julho de 2020, que atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil, introduziu diversas propostas de avanço, incluindo o estabelecimento da meta 90% de cobertura de esgotamento sanitário até o ano de 2033 (Brasil, 2020). Este representa um desafio significativo em vista da escassez atual desse serviço em todo o território nacional. A iniciativa visa atender demandas urgentes para a expansão da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário básico, confrontando a histórica lentidão observada em seu desenvolvimento.

No contexto nacional, estimou-se que 43% da população seja servida por redes de esgoto, abrangendo coleta e tratamento, enquanto 12% utilizam soluções individuais, como fossas sépticas (ANA, 2017). Esta realidade é consequência do planejamento urbano adotado no Brasil nas últimas cinco décadas, o qual consistiu na expansão de áreas urbanas sem a exigência de infraestrutura prévia de rede de esgoto (Varnier et al 2017). Ainda, em levantamento realizado, verificou-se que 38,6% do total do esgotos não coletado no Brasil tem destinos diversos, incluindo fossas rudimentares ou negras. Essa prática primitiva de destinação final dos efluentes domésticos é amplamente encontrada em várias localidades do



país, destacando a persistência de métodos inadequados de tratamento de esgoto em áreas não atendidas por sistemas públicos (ANA, 2015). Esta informação ressalta a continuidade de métodos de tratamento de esgoto inadequados em diversas localidades brasileiras, frisando a urgência de intervenções eficazes para melhorar a infraestrutura do saneamento. Esses números evidenciam um desafio significativo para políticas públicas voltadas à promoção de saúde pública e à conservação do meio ambiente, incentivando a implementação de soluções sustentáveis e acessíveis para a gestão dos efluentes domésticos urbanos.

Diante deste cenário, alcançar a universalização do esgotamento sanitário no Brasil enfrenta uma significativa barreira devido aos elevados custos associados à implantação da infraestrutura necessária. Estudos destacam que as redes coletoras representam as partes dos sistemas que demandam o maior investimento financeiro (Alem Sobrinho & Tsutiya, 1999), o que enfatiza a necessidade do surgimento de estratégias inovadoras e sustentáveis para viabilizar essa expansão.

Soluções alternativas, como as fossas sépticas, representam uma forma de tratamento de esgoto amplamente difundida em escala global, onde cerca de 20% das populações da Europa e dos Estados Unidos optam pela tecnologia supracitada. Estima-se que a sua adoção seja realizada por cerca de 3,6 bilhões de pessoas nos países em desenvolvimento ao redor do mundo (Mac Mahon et al 2022; Richards et al., 2016; Souza et al., 2023). As fossas sépticas são reconhecidas por oferecerem diversas vantagens significativas, incluindo custo reduzido de implantação, confiabilidade, facilidade tanto na construção quanto na operação, e independência de eletricidade para funcionamento. Estas desempenham um papel prioritário em áreas residenciais com baixa densidade populacional ou com ausência de redes de esgoto instalada. Esses sistemas são fundamentais para garantir o esgotamento sanitário em locais onde outras opções podem não ser viáveis devido a limitações econômicas, geográficas ou ambientais. A sua implementação não atende apenas às necessidades básicas de higiene e saúde pública, mas também promove a sustentabilidade ao minimizar o impacto ambiental dos despejos domésticos ao utilizar tecnologias simples e eficazes. (Singh et al., 2019; Ebrahimi et al 2018). No Brasil, a adoção de fossas sépticas requer a realização periódica de limpeza da unidade domiciliar, conforme estabelecido nas normativas técnicas vigentes (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993).

Diante do cenário apresentado, torna-se imperativo realizar uma análise detalhada do potencial das fossas sépticas como componente essencial da estratégia para alcançar a universalização do esgotamento sanitário. Nesse sentido, é de suma importância investigar não apenas a viabilidade técnica, mas também incorporar uma avaliação abrangente dos aspectos legais e regulatórios associados à implementação dessas tecnologias. Investigar tais aspectos é essencial para subsidiar políticas públicas e orientar decisões estratégicas que visem promover o acesso equitativo e sustentável aos serviços de esgotamento sanitário, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Essa abordagem integral é fundamental para garantir que as soluções adotadas atendam além das necessidades imediatas de saneamento, mas também contribuam para o desenvolvimento socioeconômico e a melhoria da qualidade de vida das populações beneficiadas.



2. OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo principal deste trabalho consiste em avaliar a implementação do serviço de limpeza programada de fossas sépticas como parte integrante do serviço público de esgotamento sanitário, sob as óticas ambiental, legal e regulatória.

A pesquisa visa além de apenas examinar a viabilidade técnica e operacional da inclusão da prática e a possibilidade de sua inclusão no cômputo da universalização, mas também analisar os possíveis impactos ambientais inerentes ao manejo do lodo proveniente da limpeza dos sistemas. Além disso, será abordada as conformidades legal e regulatória indicada para a implementação e gestão eficiente do serviço, considerando as normativas vigentes e as diretrizes estabelecidas para o setor.

Assim, este trabalho visa contribuir para a construção de políticas públicas mais eficientes e sustentáveis para o setor, proporcionando embasamento para decisões estratégicas que promovam o acesso universal e equitativo aos serviços de esgotamento sanitário, garantindo ao mesmo tempo a proteção ambiental e o cumprimento das exigências legais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para investigar a viabilidade da implementação da limpeza programada de fossas sépticas como serviço público de esgotamento sanitário, realizou-se revisão bibliográfica abrangente. Esta envolveu a pesquisa de artigos científicos, produção acadêmica, documentos técnicos, legislações pertinentes e normativas vigentes relacionadas ao manejo de lodo de tanques sépticos individuais e às diretrizes para serviços públicos de esgotamento sanitário.

4. RESULTADOS

As fossas sépticas funcionam como um sistema de tratamento passivo, podendo ser classificadas como digestores anaeróbicos de baixa taxa. O projeto mais comumente utilizado em tais unidades consiste em um sistema de duas câmaras, tendo como principal parâmetro operacional o nível de sólidos acumulados ou lodo na primeira câmara. Os processos realizados incluem segregação de sólidos sedimentáveis e sobrenadantes, acumulação e digestão de matéria orgânica e o lançamento do efluente tratado. Sua principal função é a remoção de sólidos, onde as partículas tendem a afundar ou flutuar para desenvolver uma estratificação de camadas separadas – uma camada de lodo no fundo, uma camada de líquido em sua porção intermediária e uma camada superior de escória composta por graxa e partículas finas. Se a sedimentação dos sólidos for inadequada, a qualidade do efluente irá deteriorar-se. O tempo de retenção hidráulica dentro de uma fossa séptica diminui à medida que a quantidade de lodo acumulado dentro do sistema aumenta, resultando em períodos de tratamento menores. A taxa de acúmulo de lodo é resultante de mecanismos hidráulicos, biológicos e físico-químicos que são desenvolvidos dentro do tanque. Os poucos estudos detalhados sobre o tema, no entanto, têm mostrado uma tendência decrescente na taxa de acumulação ao longo do tempo, sugerindo uma digestão mais eficiente, uma vez que os processos biológicos se desenvolvem continuamente dentro do tanque. Entre os fatores que afetam a taxa de acúmulo de lodo dentro das fossas sépticas estão a concentração de sólidos no efluente doméstico, tempo de retenção hidráulica, temperatura e resistência orgânica do afluente. Estimativas mais recentes de acumulação de lodo em pesquisas realizadas em Kampala, Uganda são superiores a 280 L.pessoa⁻¹.ano⁻¹ para lodo de fossas sépticas (ou seja, 0,77 L.pessoa⁻¹.dia⁻¹), embora esse valor represente o valor médio para fossas



sépticas que atendem a uma variedade de instalações (domicílios individuais, múltiplos domicílios, banheiros públicos, escolas, instituições, restaurantes e hotéis). A taxa média de acumulação de lodo para as residências individuais foi muito menor, de pouco mais de 100 L.pessoa-1.ano-1 (0,28 L.pessoa-1.dia-1) (Mac Manon et al. 2022).

No entanto, ainda existem alguns desafios associados a essa tecnologia. Esta remove apenas cerca de 30-40% da carga orgânica afluente, além de reter sólidos, podendo ser considerada como etapa de pré-tratamento. Ou seja, há a necessidade de mais etapas no tratamento (Ebrahimi et al., 2018). Acredita-se que os efluentes de fossas sépticas tenham tido um impacto negativo inferior, ou até insignificante, na qualidade da água em comparação com a poluição difusa de unidades domiciliares com ausência de tratamento. No entanto, o efluente de fossas sépticas contém uma grande variedade de poluentes potenciais, incluindo organismos patogênicos, bactérias de origem fecal, matéria orgânica, fósforo, nitrogênio, amônia e sólidos em suspensão, além de fármacos, detergentes e demais produtos químicos de uso doméstico, os quais representam um risco de contaminação de águas doces. Muitos estudos indicam que a contaminação por fósforo em águas superficiais esteja ligada a presença de efluentes de fossas sépticas (Richard et al. 2016). Quanto ao lodo gerado, este apresenta elevados níveis de matéria orgânica, nutrientes, poluentes inorgânicos e patógenos. Há a necessidade de remoção sistemática do lodo gerado e que este receba o destino adequado (Ebrahimi et al., 2018; Andreoli e Pompeu, 2009).

Outro aspecto importante e que deve ser fortemente evitado é o transbordamento de efluentes e de lodo em fossas sépticas, sob pena da ocorrência de surtos locais de doenças infecciosas para os consumidores de água de poços rasos localizados em regiões próximas às unidades de tratamento domiciliares (Oduah e Ogunye, 2023). Sob a ótica ambiental e de saúde pública, é necessário que as fossas sépticas sejam projetadas, construídas e operadas adequadamente para evitar danos sanitários e ambientais.

Do ponto de vista legal, o inciso IV do Artigo 3º-B da Lei Federal n. 14.026 de 2020 (Brasil, 2020) estipulou que as fossas sépticas fazem parte do serviço público de esgotamento sanitário, desde que os lodos resultantes da operação dessas fossas recebam uma disposição final ambientalmente adequada. Essa inclusão legal reconhece as fossas sépticas como uma tecnologia legítima em sistemas de esgotamento sanitário, especialmente em áreas onde a infraestrutura convencional de saneamento é técnica ou economicamente inviável. Tal abordagem reflete a compreensão de que fossas sépticas desempenham um papel importante no esgotamento sanitário, contribuindo assim para a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

Sob a ótica regulatória, a Norma de Referência nº 7/2024 da ANA aborda aspectos regulatórios relacionados à definição de metas de universalização dos serviços de saneamento básico, incluindo a utilização de soluções alternativas, como as fossas sépticas, como parte desses serviços. Ainda, a norma permite a consideração de soluções descentralizadas para áreas onde as redes públicas não estão disponíveis. As fossas sépticas devem ser reguladas e estar em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela entidade reguladora infranacional, ressaltando a importância do arcabouço regulatório na promoção de sistemas individuais para a universalização do saneamento básico.

5. DISCUSSÃO

A gestão de fossas sépticas em áreas urbanas deve sem sombra de dúvidas considerar a proteção ao meio ambiente e a segurança da saúde pública como prioridades fundamentais. Embora estas representem uma solução viável para o tratamento de esgoto em locais carentes de infraestrutura centralizada, é de suma importância reconhecer os potenciais impactos negativos inerentes à sua utilização. Um dos principais desafios associados às fossas sépticas é o manejo adequado dos resíduos



sólidos e líquidos resultantes, especialmente durante a etapa de remoção periódica de lodo. A utilização dessa tecnologia pode acarretar riscos à saúde humana e aos ecossistemas aquáticos superficiais e subterrâneos, afetando terras agrícolas, valas de drenagem e cursos d'água. Além disso, a remoção de lodo é o principal custo operacional, tornando essencial a compatibilização das alternativas tecnológicas com os recursos disponíveis em cada localidade. A discussão sobre a gestão eficaz das fossas sépticas também enfatiza a importância de compatibilizar as alternativas tecnológicas disponíveis com os recursos econômicos e ambientais locais. Isso implica não apenas na escolha de tecnologias adequadas para cada contexto específico, mas também na implementação de práticas de operação e manutenção que minimizem os impactos ambientais e maximizem a eficiência dos sistemas. Além disso, a necessidade de um cadastro atualizado das fossas sépticas em cada município, preferencialmente em formato informatizado, é essencial para facilitar a gestão, a fiscalização e o monitoramento contínuo desses sistemas ao longo de seu ciclo de vida. Essa abordagem não apenas simplifica os procedimentos administrativos, mas também fortalece a capacidade de resposta às necessidades emergentes, como inspeções regulares, manutenção preventiva e intervenções corretivas quando necessário. (Andreoli e Pompeu, 2009; Mac Manon et al. 2022; Jakaryia et al., 2023).

Normalmente, a remoção de lodo por caminhão do tipo limpa-fossa é realizada apenas em circunstâncias específicas, como quando ocorre entupimento das fossas sépticas ou quando há a percepção de odores desagradáveis. Esta prática é essencial para garantir o funcionamento eficiente e contínuo das fossas sépticas, que são fundamentais para o tratamento primário dos resíduos domésticos em áreas não servidas por redes de esgoto centralizadas. A remoção periódica de lodo, conforme periodicidade adequada ao dimensionamento da estrutura, não apenas é imprescindível para o funcionamento adequado da unidade, prevenindo problemas operacionais, mas também contribui para a promoção de saúde pública e da preservação ambiental ao reduzir o risco de extravasamentos e as consequentes contaminações do solo e dos recursos hídricos próximos. Ressalta-se, assim, a necessidade da implantação do serviço por pelo prestador local, garantindo continuidade e regularidade no atendimento à população.

Cabe destacar ainda que há um elevado grau de incerteza ao determinar que a universalização do esgotamento sanitário foi alcançada apenas com base na disponibilidade de instalações sanitárias em uma área. Tal afirmação requer uma análise abrangente dos processos de esgotamento sanitário adotados em cada localidade. Além da cobertura de tais unidades domiciliares, deve-se considerar outros aspectos fundamentais como a ocorrência de gestão adequada do lodo produzido nas fossas sépticas (Jakaryia et al., 2023). A quantidade e a qualidade do lodo produzido têm impactos significativos na saúde pública e no meio ambiente, exigindo estratégias eficazes para sua coleta e tratamento ou disposição final. A falta de uma gestão adequada do lodo pode resultar em riscos de contaminação do solo, dos recursos hídricos e até mesmo da saúde humana, comprometendo os benefícios esperados com a utilização de tais estruturas de esgotamento. Além disso, a disponibilidade de serviços e infraestruturas para coleta, tratamento e disposição final do lodo é um indicador crítico para determinar a eficácia e a abrangência do esgotamento sanitário em uma área. Em outras palavras, a universalização não se limita apenas à existência de fossas sépticas, mas também inclui garantir que todo o ciclo de gestão de efluente e lodo seja realizado de forma segura e sustentável. Desse modo, é possível assegurar que as comunidades tenham acesso não apenas a serviços básicos, mas a condições de vida saudáveis e ambientalmente sustentáveis.

Portanto, a integração das fossas sépticas como componente essencial do serviço de saneamento é imperativa, especialmente em regiões onde a implementação de sistemas de esgoto convencionais não é economicamente viável. Estas soluções alternativas descentralizadas desempenham um papel primordial no tratamento eficaz de esgoto em áreas rurais, periurbanas, infraestrutura de saneamento limitada ou com inviabilidade técnica para implantação de rede coletora, como os casos de soleira



negativa. A adoção de fossas sépticas, então, apresenta-se com uma solução adaptável e escalável para comunidades que enfrentam desafios de acesso universal ao saneamento básico.

Adicionalmente, a inclusão do serviço de limpeza programada de fossas sépticas dentro do escopo dos serviços públicos de esgotamento sanitário reduz a necessidade de recursos financeiros na implementação, promovendo a sustentabilidade local (Costa et al., 2019). Essa abordagem fomenta a inclusão social, permitindo o acesso aos serviços de saneamento básico em áreas onde sistemas centralizados encontram dificuldade, assegurando o direito de todos a condições de vida dignas e saudáveis.

É fundamental que as entidades reguladoras infranacionais exerçam um papel rigoroso de fiscalização sobre o serviço de limpeza programada de fossas sépticas. Isso inclui garantir a conformidade estrita com a legislação e normas técnicas vigentes. A implementação eficaz e a gestão responsável desses serviços são essenciais para mitigar impactos adversos, assegurar a eficiência operacional dos sistemas de esgotamento descentralizados e garantir benefícios sustentáveis a longo prazo para as comunidades beneficiadas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto e considerando as metas de universalização propostas pelo Novo Marco do Saneamento, a implementação do serviço de limpeza programada de fossas sépticas surge como uma alternativa técnica e financeiramente viável para ampliação da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário. O baixo custo inicial de instalação das unidades, combinado com a dispensa de redes coletoras, favorece a adoção em larga escala dessa tecnologia, representando um caminho promissor para ampliar o acesso ao saneamento básico adequado.

Esta solução apresenta benefícios significativos, especialmente em áreas urbanas com baixa densidade populacional e em bairros desprovidos de infraestrutura de coleta de esgoto. Além disso, sua implementação é particularmente relevante para regiões rurais, onde sistemas centralizados são menos viáveis. A inclusão do serviço de limpeza programada de fossas sépticas no rol de serviços de esgotamento sanitário não só atende às necessidades de saneamento de forma eficaz, mas também contribui para a melhoria da qualidade de vida, saúde pública e proteção ambiental nas comunidades atendidas. Portanto, promover políticas públicas que incentivem e regulamentem adequadamente essa prática é essencial para alcançar as metas de universalização estabelecidas, garantindo que todas as camadas da população tenham acesso equitativo a condições de vida dignas e saudáveis.

No entanto, é fundamental destacar que a gestão operacional do serviço de limpeza programada deve estar em conformidade com todas as exigências legais e regulatórias aplicáveis. Isso inclui rigorosas normas ambientais e sanitárias, cujo cumprimento é essencial para assegurar a proteção da saúde pública e do meio ambiente. Portanto, a implementação eficaz e sustentável deste serviço requer monitoramento constante por parte das entidades reguladoras infranacionais.

A regulação eficiente é necessária para garantir que todas as etapas da operação atendam aos padrões estabelecidos, desde a coleta e transporte adequados do lodo até sua disposição final ou tratamento seguro. A manutenção de altos padrões de qualidade e segurança é fundamental para maximizar os benefícios do serviço de limpeza programada de fossas sépticas, assegurando que o aumento da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário se constitua em uma universalização factual, garantindo o avanço do saneamento básico e promovendo de condições de vida saudáveis e sustentáveis para a população.



7. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos: Rio de Janeiro. 1993.
- ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, 2015. Disponível em <<https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2015/ConjunturadosRH2015.pdf>> Acesso em: 10 jun. 2024.
- ANA. Agência Nacional de Águas (Brazilian National Water Agency), 2017. Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas/ Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. ANA, Brasília 978-85-8210-050-9 (88p).
- ALEM Sobrinho, P.; TSUTYIA, M. T.; Coleta e transporte de esgoto sanitário. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 1999.
- ANDREOLI, C. V.; POMPEO, R. P. Introdução. In: ANDREOLI, C. V. (org.). PROSAB VI: Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
- BRASIL. Lei Federal nº 14.026, de 17 de julho de 2020.
- COSTA, L. de M. F.; DIAS, I. D.; COSTA, J. G. F.; FILIPPO, S. Comparativo dos custos de sistemas isolados de tratamento de esgotos sanitários para o Distrito Federal. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA – CONTECC, 2019, Palmas.
- EBRAHIMI, A.; YOUSEFI KEBRIA, D.; NAJAFPOUR, G. D. Co-treatment of septage and municipal wastewater in a quadripartite microbial desalination cell. Chemical Engineering Journal, v. 354, p. 1092-1099, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.08.107>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- JAKARIYA, Md et al. ICT-based solution for efficient fecal sludge management: An experience from Bangladesh. Heliyon, p. e15200, abr. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15200>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- MAHON, Joanne Mac; KNAPPE, Jan; GILL, Laurence W. Sludge accumulation rates in septic tanks used as part of the on-site treatment of domestic wastewater in a northern maritime temperate climate. Journal of Environmental Management, v. 304, p. 114199, fev. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114199>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- ODUAH, Uzoma I.; OGUNYE, Emmanuel B. A smart solution for preventing environmental pollution caused by overflowing onsite sewage septic tank. Heliyon, p. e14925, mar. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14925>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- RICHARDS, Samia et al. Septic tank discharges as multi-pollutant hotspots in catchments. Science of The Total Environment, v. 542, p. 854-863, jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.160>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- SINGH, Rajendra Prasad; KUN, Wei; FU, Dafang. Designing process and operational effect of modified septic tank for the pre-treatment of rural domestic sewage. Journal of Environmental Management, v. 251, p. 109552, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109552>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- SOUZA, Hugo Henrique de Simone et al. Environmental assessment of on-site source-separated wastewater treatment and reuse systems for resource recovery in a sustainable sanitation view. Science of The Total Environment, p. 165122, jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165122>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- VARNIER, Claudia et al. Examining nitrogen dynamics in the unsaturated zone under an inactive cesspit using chemical tracers and environmental isotopes. Applied Geochemistry, v.





**12º Simpósio
Internacional de
Qualidade
Ambiental**

**Data do Evento:
04, 05 e 06/11/2024**

**TEMA:
Desafios e soluções
ambientais na
adequação aos
critérios ESG**

78, p. 129-138, mar 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2016.12.022>.
Acesso em: 10 jun. 2024.

Realização



ABES-RS

PUCRS



abes-rs@abes-rs.org.br

(51) 999330700

www.abes-rs.org.br

