

555 - SANEAMENTO BÁSICO RURAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DESAFIOS E TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA A SUSTENTABILIDADE

Franciele de Carvalho Messias⁽¹⁾

Técnica em Meio Ambiente (IFBA). Acadêmica em Engenharia Sanitária e Ambiental (UNEB).

Ingrid de Jesus dos Santos⁽²⁾

Acadêmica em Engenharia Sanitária e Ambiental (UNEB).

José Moisés Cruz da Silva⁽³⁾

Acadêmico em Engenharia Sanitária e Ambiental (UNEB).

Marley Oliveira de Souza⁽⁴⁾

Acadêmico em Engenharia Sanitária e Ambiental (UNEB).

Janiara Alves Batista⁽⁵⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental. Mestra em Recursos Hídricos e Saneamento (UFAL). Professora do Departamento de Ciências Exatas e da Terra (UNEB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Joel de Carvalho, 114 – Centro – Alagoinhas – Bahia – CEP: 48000-065 – Brasil – Tel: +55 (75) 9 9966-6797 - e-mail: mfran.esa@gmail.com.

RESUMO

O saneamento básico rural no Brasil enfrenta desafios agravados pelas mudanças climáticas, como secas prolongadas e chuvas intensas, que afetam a disponibilidade e a qualidade da água. Este estudo, baseado em revisão bibliográfica, analisou a relação entre o saneamento rural e os impactos climáticos, com foco nas comunidades vulneráveis. Tecnologias sociais, como o reuso de águas cinzas, fossas sépticas biodigestoras e cisternas, destacam-se como soluções eficazes, de baixo custo e que fortalecem a segurança hídrica em comunidades vulneráveis. A análise reforça a importância da participação comunitária, da educação ambiental e do apoio governamental para garantir a sustentabilidade, fortalecer a resiliência local e avançar na universalização do saneamento com equidade frente às mudanças climáticas. Além disso, destaca-se a necessidade de integração entre políticas públicas, promovendo ações adaptativas que contribuam para a justiça ambiental e social nas áreas rurais.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento rural; Mudanças climáticas; Eventos climáticos extremos

INTRODUÇÃO

O saneamento básico rural brasileiro tem evoluído de forma lenta em todas as áreas do país, enfrentando constantes desafios. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2019, apontou que 46,85% da população brasileira não possuía esgotamento sanitário e 16,38% não tinha acesso a água potável, sendo grande parte dessa porcentagem correspondente às pessoas que vivem em ambientes rurais e em áreas periféricas das grandes cidades. Dessa forma, o saneamento básico é considerado um dos principais desafios enfrentados pela população mais vulnerável do país, desafio esse que tem se intensificado perante as mudanças climáticas, marcadas por períodos longos de seca severa e de chuvas extremas (FERNANDES, 2022).

Desde o período pré-industrial, a temperatura média global já aumentou cerca de 1 °C devido às atividades humanas, resultando em alterações perceptíveis na frequência, intensidade e duração de eventos climáticos extremos (KOHLITZ e IYER, 2021). As mudanças climáticas afetam, principalmente, de maneira desproporcional, os grupos mais vulneráveis e marginalizados que já sofrem com a escassez da cobertura dos serviços do saneamento (CORREIA *et al.*, 2021).

Há um risco concreto de que os avanços no acesso e na expansão do setor em áreas rurais sejam retardados ou até revertidos diante dos desafios das mudanças climáticas, uma vez que a ausência do acesso adequado ao setor do saneamento pode resultar em graves problemas de saúde e alimentar ciclos de vulnerabilidade, nos quais a pobreza e as doenças se intensificam mutuamente, dificultando o progresso social e econômico das comunidades (HINNAH, 2024).

Assegurar práticas adequadas de saneamento e higiene para todos exige superar os desafios relacionados ao acesso e uso, além de garantir que todas as instalações de saneamento sejam operadas de maneira segura e eficiente (KOHLITZ e IYER, 2021).

OBJETIVO

Analisar as interações entre as mudanças climáticas e os sistemas de saneamento rural, identificando vulnerabilidades específicas dessas comunidades e propondo estratégias adaptativas para a gestão eficiente dos recursos hídricos e a resiliência dos serviços de saneamento frente aos impactos climáticos.

METODOLOGIA

Para o autor Leite (2024) uma pesquisa bibliográfica é uma metodologia fundamental para a educação e ciência, pois permite ao pesquisador examinar e reinterpretar conhecimentos já consolidados, além de contribuir para a formulação de novas perspectivas sobre o tema investigado. Desse modo, o presente trabalho constitui-se de uma abordagem descritiva onde foram analisados relatórios de órgãos governamentais e artigos acadêmicos por meio de revisão bibliográfica com o objetivo de entender a relação entre as alterações climáticas e o saneamento rural.

Foram utilizadas palavras chaves como “saneamento rural”, “mudanças climáticas” e “eventos climáticos extremos”, onde foram selecionados trabalhos atuais, buscando garantir a atualização e relevância das informações. Após a seleção, os textos foram resumidos, analisados e sintetizados de forma sistemática. Os resultados apresentados são reflexos da interpretação e da correlação com a questão central da pesquisa, buscando oferecer uma visão abrangente e fundamentada sobre o tema.

RESULTADOS OBTIDOS

IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SANEAMENTO RURALFORMATO DO TRABALHO

Segundo o Instituto Trata Brasil (2024), as mudanças climáticas têm intensificado eventos extremos de chuvas e secas, afetando diretamente os sistemas de saneamento em áreas rurais. Durante os períodos de seca, a escassez de água potável se torna mais crítica, comprometendo o abastecimento e a saúde das comunidades (URYU, 2022). Por outro lado, as chuvas intensas frequentemente causam alagamentos, aumentando o risco de contaminação de fontes hídricas por efluentes não tratados (CORREIA *et al.*, 2021). Porto, Sales e Rezende (2019) destacam que as populações rurais são mais vulneráveis a esses impactos devido à ausência de infraestrutura adaptada às novas condições climáticas.

A falta de acesso a água potável segura e de sistemas de esgotamento sanitário adequados agrava a incidência de doenças de veiculação hídrica, colocando em risco a saúde pública (SILVA *et al.*, 2021). Além disso, a carência de políticas públicas para áreas rurais voltadas às mudanças climáticas contribui para a perpetuação dessas vulnerabilidades (PORTO, SALES e REZENDE, 2019).

Em períodos de estiagem prolongada, as recargas dos aquíferos e o volume dos reservatórios e poços que abastecem as comunidades rurais sofre redução significativa, o que, por sua vez, compromete o abastecimento de água desses locais que dependem de tais fontes hídricas (CASTRO, 2021). Por outro lado, as chuvas intensas, são responsáveis muitas vezes pelo transbordamento de fossas rudimentares comuns em áreas rurais, provocando a contaminação do solo e da água consumida pela população (LEANDRO *et al.*, 2021). Desse modo, com a escassez da água e com o comprometimento da qualidade, surgem consequências como o aumento de doenças de veiculação hídrica e falta de segurança alimentar (o uso da água está diretamente ligada a irrigação, criação de animais, preparo de alimentos, entre outros usos) (PORTO, SALES e REZENDE, 2019).

EFICIÊNCIA DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS E SOLUÇÕES PROPOSTAS

As tecnologias sociais têm se mostrado uma alternativa eficaz para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. Por exemplo, sistemas de reúso de águas cinzas, utilizados em quintais produtivos de regiões semiáridas, têm contribuído para melhorar a segurança hídrica e a produção agrícola em comunidades

de baixa renda (FERNANDES, 2022). Tais sistemas representam uma solução sustentável para a reutilização da água em contextos de escassez.

Além disso, práticas de baixo custo, como as fossas sépticas biodigestoras desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), têm se mostrado soluções eficazes e sustentáveis para os desafios do saneamento rural, especialmente no contexto das mudanças climáticas. Essas fossas sépticas têm a capacidade de tratar o esgoto doméstico, ao converter os dejetos orgânicos em adubo, contribuir para a redução da contaminação ambiental e promover a valorização dos resíduos (EMBRAPA, 2020).

O Clorador Embrapa, por sua vez, garante a desinfecção contínua da água, minimizando os riscos de doenças veiculadas pela água e assegurando a potabilidade (TAVARES, SILVA e SILVA, 2024). As barraginhas, dispositivos de captação e armazenamento de águas pluviais, ajuda na recarga dos lençóis freáticos, mitiga a escassez hídrica e favorece a gestão sustentável dos recursos hídricos (EMBRAPA, 2020).

Nesse contexto, destaca-se soluções como a implementação de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva, a exemplo cisternas de baixo custo, para mitigar os efeitos das secas severas (CAVALCANTI *et al.*, 2024). Essas tecnologias não apenas aumentam a disponibilidade de água, mas também reduzem a dependência de fontes externas ao promover autonomia (TAVARES, SILVA e SILVA, 2024). Programas educativos focados na conscientização sobre práticas de saneamento e higiene, também constitui uma medida positiva para a diminuição de doenças relacionadas à água (BRASIL, 2019).

O Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada (IPEA, 2017), destaca que a participação comunitária é outro aspecto importante para o sucesso das iniciativas citadas ao afirmar que projetos com a participação direta da população local, apresenta tendência a maior durabilidade, eficiência e adaptação ao território. À exemplo tem-se o Programa Cisternas, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS), que alia tecnologia social, segurança hídrica e protagonismo social na convivência com a seca (Brasil, 2023).

Por fim, Os programas educativos com focos na conscientização da população sobre práticas de saneamento e higiene também constituem medidas que auxiliam na prevenção de doenças de veiculação hídrica e na promoção da saúde pública em comunidades rurais (BRASIL, 2019).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A adaptação dos sistemas de saneamento rural aos impactos das mudanças climáticas é de suma importância, uma vez que eventos extremos como secas e chuvas intensas têm afetado a disponibilidade e a qualidade da água, além de comprometerem as infraestruturas existentes (TRATA BRASIL, 2024). A implementação de tecnologias sociais no saneamento rural ainda enfrenta barreiras significativas, como a falta de recursos financeiros, a carência de conhecimento técnico e o apoio governamental consistente (FERNANDES, 2022). Tecnologias sociais de reuso de águas cinzas, as fossas sépticas biodigestoras e as “barraginhas” se mostram como soluções promissoras para enfrentar as limitações e os desafios do saneamento nas áreas mais vulneráveis, uma vez que se caracterizam como alternativas de baixo custo e fácil implementação (SILVA e PICANÇO, 2021). As mesmas constituem-se como tecnologias adaptadas à realidade das populações rurais, com grande potencial para melhorar a segurança hídrica e promover a sustentabilidade no tratamento de esgoto e na gestão de águas pluviais. (SILVA e PICANÇO, 2021). A análise dos resultados sugere que essas soluções não só são eficazes em termos técnicos, mas também contribuem para aumentar a autonomia das comunidades, com o objetivo fazer o uso adequado dos recursos hídricos e o tratamento e reutilização das águas residuais (ALMEIDA, NASCIMENTO e COSTA, 2024).

Além disso, é importante destacar que a participação comunitária desempenha um papel fundamental na efetividade das tecnologias sociais voltadas ao saneamento rural. A adoção de soluções sustentáveis depende não apenas da viabilidade técnica, mas também do engajamento e da apropriação por parte das populações locais (RIBEIRO *et al.*, 2022). Experiências relatadas na literatura apontam que iniciativas que envolvem processos participativos como oficinas, capacitações e o diálogo com saberes tradicionais tendem a apresentar maior sucesso na implantação e manutenção das tecnologias, além de fortalecerem o senso de pertencimento e responsabilidade coletiva sobre os sistemas de saneamento (SILVA *et al.*, 2021; LOPES e MORAES, 2021). Assim, a inclusão social e o protagonismo comunitário, aliado à educação ambiental, contribui para garantir a durabilidade e o uso correto das tecnologias, além de favorecer a adaptação contínua às mudanças climáticas.

A integração de soluções tecnológicas com políticas públicas visa alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, que tem como meta universalizar o acesso à água potável e ao saneamento (FERNANDES, 2022). O apoio técnico e financeiro por parte de programas governamentais é essencial para capacitar as comunidades e promover maior equidade no acesso ao saneamento (FERNANDES, 2022). Essas iniciativas não só reduzem desigualdades regionais, mas também fortalecem a resiliência das comunidades frente às mudanças climáticas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No cenário das mudanças climáticas que intensificam as vulnerabilidades já existentes, as comunidades rurais enfrentam desafios significativos em relação aos serviços do saneamento básico. A ausência de infraestrutura adaptada às condições climáticas extremas aumenta as desigualdades sociais das regiões brasileiras e, em consequência, compromete a sustentabilidade dos recursos hídricos e da saúde pública.

Nesse contexto, o uso de tecnologias sociais – sistemas de reuso de água, fossas sépticas biodigestoras e dispositivos de captação de água da chuva – representa uma estratégia eficaz para mitigar os impactos climáticos, promover o saneamento básico e melhorar a qualidade de vida das populações vulneráveis. Ressalta-se que, tais soluções são capazes de aliar eficiência técnica, baixo custo e integração com as necessidades locais.

Para enfrentar esses desafios, é necessário priorizar soluções adaptativas que promovam o uso de tecnologias simples e acessíveis, além de investir em educação e capacitação técnica, com o objetivo de capacitar as comunidades locais para operar e manter as tecnologias implantadas. Também é necessário fomentar uma cultura de conscientização sobre práticas de saneamento.

Adicionalmente, é fundamental a ampliação de parcerias institucionais entre governos, ONGs e a sociedade civil em busca de fortalecer o desenvolvimento e financiamento de soluções específicas para cada contexto, garantindo maior alcance e eficiência das intervenções. Ao combinar esforços técnicos, educativos e institucionais, é possível fortalecer as comunidades rurais frente aos desafios das mudanças climáticas e avançar na universalização do saneamento básico com equidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.F., NASCIMENTO, G.V.C., COSTA, T.O. Fossa séptica biodigestora: tecnologia eficiente e econômica para saneamento rural sustentável. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento*. 5. ed. Brasília: Funasa, 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Guia de Vigilância em Saúde*. Brasília, 2019.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS). *Relatório de Execução do Programa Cisternas*. Brasília, 2023.
- CASTRO, C.N.D. Plano Nacional de Segurança Hídrica, problemas complexos e participação social. 2021.
- CAVALCANTI, A.C.S., BARBOSA, C. B.O., DOS SANTOS, D. J., JALES, F. E. B., & DA SILVA, G. J. Quintais produtivos e o reuso de águas na convivência com o semiárido para a mitigação das mudanças climáticas. *Cadernos de Agroecologia*, v. 19, n. 1, 2024.
- CORREIA, C.V.; HUSZCZ, G.B.; ARAUJO PAES, B.; SANTOS, A.G.E.; MARTENS, L.B. Doenças de veiculação hídrica e seu grande impacto no Brasil: consequência de alterações climáticas ou ineficiência de políticas públicas? *Brazilian Medical Students*, v. 5, n. 8, 2021.
- EMBRAPA. Tecnologias para o tratamento de águas residuais e saneamento rural. Brasília: *Embrapa*, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural/sobre-o-tema>. Acesso em: 8 jan. 2025.
- FERNANDES, B. Saneamento ambiental em comunidade rural: pesquisa intervenção sobre autonomia, educação e tecnologias sociais. 2022. *Tese (Doutorado)* – Universidade de São Paulo.
- HINNAH, S.S. Saneamento rural em um município no interior do Amazonas: proposta de sistema de apoio ao saneamento rural (SASAR). 2024.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. As mudanças climáticas no setor de saneamento: como tempestades, secas e ondas de calor impactam o consumo de água?. 2024. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/11/Estudo-Completo.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2025.

- IPEA. Catálogo de Tecnologias Sociais. Brasília, 2017. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10299/10/bmt_63_tecnologias_sociais.pdf. Acesso em: 8 jan. 2025.
- KOHLITZ, J.; IYER, R. Saneamento rural e alterações climáticas: levar as ideias à prática. 2021.
- LEANDRO, D.; CASTRO, A.S.; QUADRO, M.S.; LEON, O.M.M.D.; ZIRBES, E.R.; CECCONELLO, S.T.; ANJOS, M.E.S.D. Desastres naturais em São Lourenço do Sul-RS: coleção diagnóstico dos desastres naturais na metade sul do Rio Grande do Sul. 2024.
- LEITE, L.B.M. Ensino de ciências: avaliação da aprendizagem e inclusão escolar. 2024.
- LOPES, T.G.R.; MORAES, L.R.S. Tecnologia social, agroecologia e educação do campo na promoção do saneamento rural. *Lutas Anticapital*, 2021.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO RURAL. *Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnóstico de Serviços de Água e Esgotos*. Brasília: SNS/MDR, 2019. 226 p.
- PORTO, B.B.; SALES, B.M.; REZENDE, S. Saneamento básico em contextos de agricultura familiar. *Revista DAE*, v. 6, n. 220, p. 52-69.2019.055
- RIBEIRO, T. O., MARTINS, M. V. L., FERREIRA, A. C., CARREIRA, R. B., BARBOSA, F. C., SANTOS, G. A. S., ... & COSTA, P. M. Análise da produção científica sobre o saneamento rural nos últimos cinco anos. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13, p. e62111334370-e62111334370, 2022.
- SILVA, B.B., SENNA, D. A., PENA, J. L., ZANCUL, J., MAGALHÃES, L., SANTOS, L. D. S., ... & REZENDE, S. Programa Nacional de Saneamento Rural PNSR: processos participativos. *Série Memórias do Programa Nacional de Saneamento Rural*, 2021.
- SILVA, L.C.; PICANÇO, A.P. Visão geral sobre as tecnologias sustentáveis do saneamento rural no tratamento de esgotos sanitários no Brasil entre 2008 e 2018. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*, p. 1444-1462, 2021.
- TAVARES, S.; SILVA, W.; SILVA, D. Integração de tecnologias sociais no manejo ambiental da agricultura familiar no suporte hídrico e alimentar no semiárido brasileiro – INTECS. *Enciclopédia Biosfera*, v. 21, n. 50, p. 130-141, 2024.
- URYU, L.V. Mudanças climáticas: considerações sobre impactos no abastecimento de água do Brasil. 2022.