



SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NO EXÉRCITO BRASILEIRO: IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE FILTRAGEM DE ÁGUA COM MATERIAIS RECICLÁVEIS PARA REAPROVEITAMENTO E GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS

Jhonatan Leal Vidal¹, Moisés Barbosa Junior², Flavia Sayuri Arakawa³

¹Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção, Campus Ponta-Grossa-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. jhonatanvidalleal13@gmail.com

²Orientador, Doutor, Docente no Curso de Engenharia de Produção, UNICESUMAR. Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. moises.junior@unicesumar.edu.br

³Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Engenharia de Produção, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. flavia.arakawa@unicesumar.edu.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar soluções sustentáveis para o reaproveitamento da água no âmbito do Exército Brasileiro, considerando a crescente demanda por práticas que conciliem eficiência operacional e responsabilidade ambiental. Adota-se pesquisa aplicada, exploratória e qualitativa em três etapas: revisão bibliográfica e documental sobre sustentabilidade no contexto militar e diretrizes institucionais; entrevistas semiestruturadas com especialistas das áreas de logística e meio ambiente, de modo a compreender os métodos atualmente empregados na gestão hídrica das unidades militares e identificar suas limitações; e análise comparativa de tecnologias de tratamento e reúso, priorizando um sistema de captação e filtragem com materiais recicláveis (garrafas PET, areia, brita, manta filtrante de tecidos sintéticos reaproveitados e carvão ativado). O sistema compreende pré-filtro autolimpante nas calhas, reservação intermediária e três estágios de filtração físico-mecânica e adsorção. Espera-se demonstrar viabilidade técnica e econômica para usos não potáveis (limpeza de pátios, irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias), com redução de consumo de água potável e de custos operacionais, além de fomentar cultura de sustentabilidade e economia circular nas organizações militares. A proposta alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como a ODS 6, que trata do acesso à água limpa e saneamento, e ao ODS 12, que aborda padrões sustentáveis de produção e consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso de água; materiais recicláveis; gestão hídrica; Exército Brasileiro.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema fundamental para o desenvolvimento equilibrado das sociedades modernas, especialmente em países com amplos recursos naturais como o Brasil. Ela envolve a integração de aspectos ambientais, sociais e econômicos, visando atender às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprir suas próprias demandas. Segundo Sachs (2009), a sustentabilidade só é possível quando há equilíbrio entre os pilares ecológico, econômico, social e político-institucional. No Brasil, a gestão eficiente dos recursos hídricos é essencial, dada a abundância e, ao mesmo tempo, a desigual distribuição desses recursos no território nacional.

A sustentabilidade hídrica refere-se à capacidade de garantir a disponibilidade e a qualidade da água para usos atuais e futuros, considerando as limitações ambientais e as necessidades humanas. De acordo com Savenije e Van der Zaag (2008), esse conceito é estreitamente ligado à Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), que promove o uso racional e equitativo da água. No Brasil, a escassez de água em determinadas regiões e a poluição dos corpos hídricos são desafios significativos. A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n.º 9.433/1997) estabelece diretrizes para promover a gestão descentralizada e participativa da água, o que representa um passo importante rumo à sustentabilidade hídrica (BRASIL, 1997).



O reaproveitamento da água é uma estratégia eficaz para promover a sustentabilidade hídrica. A reutilização de águas residuárias tratadas pode reduzir a demanda por água potável em atividades como irrigação, limpeza urbana e processos industriais. No entanto, segundo Von Sperling (2014), a legislação brasileira sobre o reúso da água ainda é limitada e difere entre os estados, o que dificulta a padronização das práticas e compromete a segurança do uso. Para que essa prática se consolide, é necessário investir em políticas públicas, tecnologias e conscientização social.

A gestão eficiente dos recursos hídricos também envolve a adoção de tecnologias que minimizem o desperdício e promovam o uso racional da água. Na construção civil, a captação de águas pluviais e o uso de águas cinzas tratadas são exemplos de práticas sustentáveis. Segundo França et al. (2021), tais medidas não apenas reduzem o consumo de água potável, mas também geram economia e atendem às exigências legais ambientais. Essas iniciativas tornam-se ainda mais relevantes em um contexto urbano, onde a demanda hídrica é elevada e os sistemas de abastecimento estão sob pressão constante.

No âmbito das instituições públicas, o Exército Brasileiro tem incorporado os princípios da sustentabilidade em suas operações. A Política de Desenvolvimento Sustentável do Exército Brasileiro, instituída pela Portaria nº 505-EME, de 9 de setembro de 2021, orienta a instituição para a adoção de boas práticas ambientais, como a redução do consumo de recursos naturais e o uso de tecnologias sustentáveis (BRASIL, 2021). O Sistema de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro (SIGAEB) também se destaca por promover o monitoramento ambiental nas organizações militares e por fomentar a cultura da sustentabilidade entre os militares (RIBEIRO; OLIVEIRA, 2020). Destaca-se também a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que estabelece os padrões de potabilidade da água destinados ao consumo humano e define parâmetros de segurança e qualidade também aplicáveis em práticas de reúso, constituindo um instrumento regulatório fundamental para orientar políticas e projetos de sustentabilidade hídrica (BRASIL, 2021).

A integração de práticas sustentáveis no Exército Brasileiro não apenas contribui para a preservação ambiental, mas também serve como modelo para outras instituições. A adoção de medidas como o reúso de água, o gerenciamento adequado de resíduos e a eficiência energética demonstra o comprometimento com o desenvolvimento sustentável e reforça o papel das instituições públicas na promoção da responsabilidade socioambiental. Para Sachs (2009), a sustentabilidade só será plenamente efetiva se houver comprometimento de todos os setores da sociedade, incluindo os setores estratégicos, como o militar.

Neste contexto, o objetivo da pesquisa é propor um sistema de captação e filtragem com materiais recicláveis, adaptado à realidade de unidades militares, e discutir sua viabilidade técnica, econômica e ambiental no assunto do reaproveitamento de água.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo é de natureza qualitativa, exploratória e aplicada, estruturada em três etapas, com o intuito de garantir uma abordagem holística e aprofundada sobre o tema.

Etapa 1 - Revisão bibliográfica e documental, visando compreender o estado da arte sobre sustentabilidade no contexto militar e identificar diretrizes já existentes que orientem práticas sustentáveis dentro do Exército Brasileiro. Serão consultados documentos oficiais, como o SIMEB - PPB/1, que trata do planejamento plurianual com foco em sustentabilidade, e o Plano Estratégico do Exército, que norteia as metas e iniciativas institucionais a longo prazo.

Etapa 2 - Entrevistas semiestruturadas com oficiais do Exército, gestores de logística e técnicos das áreas de meio ambiente e engenharia, buscando identificar práticas já



implementadas, desafios enfrentados, limitações logísticas e culturais, bem como possíveis oportunidades de inovação. As entrevistas serão conduzidas com base em um roteiro pré-estabelecido, mas aberto a contribuições espontâneas, permitindo o aprofundamento em aspectos operacionais e contextuais das unidades militares.

Etapa 3 - Análise comparativa de diferentes tecnologias de tratamento e reaproveitamento de água, com foco nas tecnologias de fácil implementação e de baixo custo. Com base nessa análise e considerando os recursos disponíveis nas unidades militares, será proposto um sistema de captação e tratamento de águas pluviais utilizando garrafas PET em substituição a tubos de PVC tradicionais nas calhas dos pavilhões. As garrafas são conectadas entre si formando um encanamento que será desenvolvido, com cortes angulares de 45° em determinados trechos, acompanhados por peneiras para atuar como barreiras físicas de resíduos maiores como folhas, galhos e insetos. Esse mecanismo funciona como um sistema de autolimpeza, permitindo que os resíduos maiores sejam descartados sem obstruir o fluxo. Após essa filtragem inicial, a água segue para reservação intermediária em caixas d'água de polietileno reutilizadas, onde permanece armazenada até ser direcionada para a zona de tratamento. Esse sistema é composto por três reservatórios sequenciais: R1 (brita + areia) – filtração física; R2 (brita + manta filtrante - manta de bidim + carvão ativado): polimento e adsorção. No R2, as britas são maiores e a manta filtrante é confeccionada com tecidos recicláveis oriundos de roupas velhas feitas de fibras sintéticas como poliéster, lycra, nylon ou tadel. O carvão ativado será utilizado para que a água possa ser purificada; R3 – clarificação/estabilização antes do bombeamento para a reservação nas caixas d'água do quartel destinada a usos não potáveis como limpeza de pátios, irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias.

Dentre os critérios de avaliação será analisado o custo de implantação, disponibilidade de materiais, facilidade de manutenção, segurança operacional e potencial de redução de consumo de água potável.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se comprovar a viabilidade técnica do arranjo proposto para remoção de sólidos em suspensão e melhoria de parâmetros físico químicos básicos, suficiente para usos não potáveis (limpeza, irrigação, descargas). A viabilidade econômica advém do baixo custo de materiais e da manutenção simplificada, com potencial de payback de curto a médio prazo conforme perfil de consumo. Do ponto de vista ambiental e educacional, o sistema promove economia circular pelo reaproveitamento de insumos (PET, tecidos) e fortalece a cultura de sustentabilidade nas OM, alinhando se aos ODS 6 e 12.

Outro resultado esperado é o estímulo à cultura de sustentabilidade dentro do Exército, promovendo a conscientização entre militares sobre o uso racional da água e incentivando práticas que fortaleçam a economia circular, o projeto também pode servir como modelo replicável em outras instituições públicas e privadas, ampliando seu impacto social e ambiental.

No entanto, é importante considerar algumas limitações do sistema, entre elas a necessidade de monitoramento periódico da qualidade da água, uma vez que não é possível garantir a potabilidade sem etapas adicionais de tratamento, como desinfecção validada e controle microbiológico. Recomenda-se que, em implantações piloto, sejam previstos planos amostrais mínimos para parâmetros como turbidez, coliformes, pH e cor aparente, além da elaboração de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) de operação e manutenção, de modo a assegurar a eficiência do sistema e sua conformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS



A proposta demonstra que sistemas de captação e filtragem com materiais recicláveis podem contribuir para a gestão hídrica em unidades militares, reduzindo consumo de água potável, custos operacionais e impactos ambientais, além de fortalecer práticas de economia circular.

Reforça a importância de alinhar a eficiência operacional à preservação ambiental, demonstrando que a sustentabilidade pode ser aplicada inclusive em setores tradicionalmente voltados à logística e à defesa. Ao incorporar soluções de reaproveitamento de água, o Exército Brasileiro fortalece seu compromisso com a Política de Desenvolvimento Sustentável da instituição, reduz custos, aumenta a autonomia e contribui para a preservação de recursos naturais.

Como perspectiva futura, destaca-se a possibilidade de aprimoramento do sistema por meio de testes laboratoriais, certificações técnicas e replicabilidade para outras unidades e instituições públicas. Dessa forma, o trabalho não apenas responde a uma demanda imediata, mas também abre caminhos para a construção de um modelo de referência em inovação sustentável no setor militar e civil.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. Portaria nº 505-EME, de 9 de setembro de 2021. Aprova a Política de Desenvolvimento Sustentável do Exército Brasileiro. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.sgex.eb.mil.br>. Acesso em: 1 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 set. 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 07 maio 2021. Disponível em: Imprensa Nacional. Acesso em: 1 jun. 2025.

FRANÇA, W. C. de et al. **Sustentabilidade hídrica e reúso de água na construção civil: desafios e perspectivas.** Revista Eletrônica de Engenharia e Arquitetura, v. 13, n. 1, p. 25–38, 2021.

RIBEIRO, L. B.; OLIVEIRA, F. R. de. **Sustentabilidade no Exército Brasileiro: uma análise do Sistema de Gestão Ambiental do Exército (SIGAEB).** Revista Intersaberes, v. 15, n. 34, p. 01–18, 2020.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SAVENIJE, H. H. G.; VAN DER ZAAG, P. Integrated water resources management: concepts and issues. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 33, n. 5, p. 290–297, 2008.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2014.