

SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA OS DESAFIOS DA ÁGUA: MICROESTAÇÃO DE TRATAMENTO E FOG HARVESTING NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

SUSTAINABLE SOLUTIONS TO WATER CHALLENGES: MICRO WATER TREATMENT STATION AND FOG HARVESTING IN ENVIRONMENTAL EDUCATION

SOLUCIONES SOSTENIBLES PARA LOS DESAFÍOS DEL AGUA: MICROESTACIÓN DE TRATAMIENTO Y CAPTACIÓN DE NIEBLA EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Robson Jeremias¹
Luiz Alberto Nogueira Machado²
Josué Mario de Oliveira³
Joel Porto Alves⁴
Dircelene Teixeira do Nascimento⁵
Rafael Aljona Ortega⁶
Denise Normino de Oliveira⁷
Evandro Ferigato⁸
Bruno Figueiredo dos Santos⁹
Geane Carneiro Santos Vieira¹⁰

RESUMO: A crescente pressão sobre os recursos hídricos, intensificada pelas mudanças climáticas, pela poluição ambiental e pela desigualdade no acesso à água potável, tem colocado em evidência a necessidade de soluções sustentáveis que articulem tecnologia, educação e responsabilidade socioambiental. Nesse cenário, estratégias de baixo custo e com potencial educativo assumem relevância, especialmente quando voltadas à formação de uma consciência crítica sobre o uso e a preservação da água. Este estudo apresenta duas abordagens complementares: o desenvolvimento de um protótipo de micro Estação de Tratamento de Água (mETA) e a análise da técnica de fog harvesting (colheita da neblina) como alternativa sustentável de captação hídrica. O protótipo da mETA foi concebido com materiais reciclados e de fácil acesso, permitindo a simulação das principais etapas do tratamento convencional da água — coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção — por meio do uso de reagentes comumente empregados em sistemas de abastecimento. A proposta teve caráter aplicado e pedagógico, possibilitando a observação direta dos processos físico-químicos envolvidos e a comparação visual entre a água bruta e a água tratada. Os resultados evidenciaram melhorias perceptíveis na qualidade da água, como redução da turbidez e de partículas em suspensão, favorecendo discussões sobre padrões de potabilidade e saúde pública. De forma complementar, a técnica de fog harvesting foi discutida como tecnologia social

1

¹Doutorando em Eng. de Produção Universidade Paulista – UNIP. Consultor - Aequilibriūm.

²Especialista em Liderança e Tecnologia 5.0 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS Professor - FATEC.

³Especialista em Gestão de Pessoas Faculdade Iguaçu Professor - FATEC.

⁴Doutorando em Eng. de Produção Universidade Paulista - UNIP Professor - FATEC.

⁵Mestra em Desenvolvimento Humano Universidade de Taubaté – UNITAU Professora.

⁶Mestre em Eng. de Produção Universidade Paulista-UNIP Superintendente-ETEC.

⁷MBA Gestão Financeira Faculdade Iguaçu Gestora Administrativa.

⁸Mestre em Administração Centro Universitário Campo Limpo Paulista – UNIFACCAMP Professor - UNIFACCAMP.

⁹MBA em Gestão de Pessoas Centro Universitário Anhanguera - UNIAN Professor-FATEC.

¹⁰Doutora em Educação Universidade Federal de São Paulo-UNIFESP Professora PMSP.

voltada à captação de água a partir da umidade atmosférica, especialmente relevante em regiões áridas e costeiras. Sua simplicidade, baixo impacto ambiental e potencial de replicação reforçam sua pertinência no debate sobre soluções alternativas frente à escassez hídrica. A integração entre a mETA e o fog harvesting evidenciou o potencial dessas estratégias como instrumentos educativos e de conscientização ambiental, ao articular ciência, sustentabilidade e inovação tecnológica. Conclui-se que iniciativas dessa natureza contribuem para ampliar a compreensão sobre os desafios hídricos contemporâneos e para promover práticas mais responsáveis e sustentáveis no uso da água.

Palavras-chave: Água potável. Fog harvesting. Estação de Tratamento de Água. Educação ambiental.

ABSTRACT: The increasing pressure on water resources, intensified by climate change, environmental pollution, and unequal access to potable water, highlights the need for sustainable solutions that integrate technology, education, and socio-environmental responsibility. In this context, low-cost strategies with educational potential become particularly relevant, especially those aimed at fostering critical awareness regarding water use and preservation. This study presents two complementary approaches: the development of a micro Water Treatment Station (mWTS) prototype and the analysis of the fog harvesting technique as a sustainable alternative for water capture. The mWTS prototype was designed using recycled and easily accessible materials, enabling the simulation of the main stages of conventional water treatment—coagulation, flocculation, sedimentation, filtration, and disinfection—through the use of reagents commonly applied in water supply systems. The proposal adopted an applied and pedagogical approach, allowing direct observation of the physicochemical processes involved and visual comparison between raw and treated water. The results demonstrated perceptible improvements in water quality, such as reduced turbidity and suspended particles, supporting discussions on potability standards and public health. Additionally, the fog harvesting technique was examined as a social technology focused on capturing water from atmospheric moisture, particularly relevant in arid and coastal regions. Its simplicity, low environmental impact, and replication potential reinforce its importance in discussions on alternative solutions to water scarcity. The integration of the mWTS prototype and the fog harvesting technique highlights their educational and environmental relevance by combining science, sustainability, and technological innovation. It is concluded that initiatives of this nature contribute to a broader understanding of contemporary water challenges and promote more responsible and sustainable water-use practices.

2

Keywords: Potable water. Fog harvesting. Water Treatment Station. Environmental education.

RESUMEN: La creciente presión sobre los recursos hídricos, intensificada por el cambio climático, la contaminación ambiental y la desigualdad en el acceso al agua potable, ha puesto de relieve la necesidad de soluciones sostenibles que articulen tecnología, educación y responsabilidad socioambiental. En este escenario, las estrategias de bajo costo y con potencial educativo adquieren especial relevancia, especialmente cuando están orientadas a la formación de una conciencia crítica sobre el uso y la preservación del agua. Este estudio presenta dos enfoques complementarios: el desarrollo de un prototipo de micro Estación de Tratamiento de Agua (mETA) y el análisis de la técnica de fog harvesting (captación de niebla) como alternativa sostenible para la obtención de agua. El prototipo de la mETA fue concebido con materiales

reciclados y de fácil acceso, lo que permitió simular las principales etapas del tratamiento convencional del agua —coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección— mediante el uso de reactivos comúnmente empleados en los sistemas de abastecimiento. La propuesta tuvo un carácter aplicado y pedagógico, posibilitando la observación directa de los procesos físico-químicos involucrados y la comparación visual entre el agua cruda y el agua tratada. Los resultados evidenciaron mejoras perceptibles en la calidad del agua, como la reducción de la turbidez y de las partículas en suspensión, favoreciendo discusiones sobre los estándares de potabilidad y la salud pública. De manera complementaria, la técnica de *fog harvesting* fue discutida como una tecnología social orientada a la captación de agua a partir de la humedad atmosférica, especialmente relevante en regiones áridas y costeras. Su simplicidad, bajo impacto ambiental y potencial de replicación refuerzan su pertinencia en el debate sobre soluciones alternativas frente a la escasez hídrica. La integración entre la mETA y el *fog harvesting* evidenció el potencial de estas estrategias como instrumentos educativos y de concienciación ambiental, al articular ciencia, sostenibilidad e innovación tecnológica. Se concluye que iniciativas de esta naturaleza contribuyen a ampliar la comprensión sobre los desafíos hídricos contemporáneos y a promover prácticas más responsables y sostenibles en el uso del agua.

Palavras clave: Agua potable. *Fog harvesting*. Estación de Tratamiento de Agua. Educación ambiental.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à manutenção da vida, ao desenvolvimento econômico e à organização das sociedades. Apesar de sua relevância, o acesso à água potável permanece desigual em diversas regiões do mundo, sendo agravado por fatores como crescimento populacional, urbanização acelerada, poluição dos corpos hídricos e intensificação das mudanças climáticas. Mesmo em países com relativa abundância hídrica, como o Brasil, persistem desafios relacionados à gestão, ao tratamento e à distribuição da água, comprometendo o acesso seguro, especialmente em comunidades socialmente vulneráveis (Qasim, 2017).

3

Diante desse cenário, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de soluções sustentáveis que articulem inovação tecnológica, baixo custo e viabilidade social. Estratégias voltadas ao tratamento e à captação alternativa de água ganham destaque não apenas por seus resultados técnicos, mas também por seu potencial de adaptação a diferentes contextos territoriais e por sua capacidade de ampliar o debate sobre o uso responsável dos recursos hídricos. A Figura 1 ilustra o contexto dos desafios hídricos contemporâneos, evidenciando a interação entre escassez de água, mudanças climáticas, poluição ambiental e desigualdade no acesso à água potável, elementos que fundamentam a necessidade de soluções sustentáveis integradas.

Figura 1 – Contexto dos desafios hídricos contemporâneos



Fonte: Elaborada pelos autores

Nesse contexto, a educação ambiental assume papel estratégico ao possibilitar a compreensão crítica dos processos envolvidos no tratamento e na preservação da água, bem como ao estimular práticas sustentáveis e atitudes socialmente responsáveis. A incorporação de abordagens educativas associadas a tecnologias acessíveis contribui para a formação de sujeitos conscientes e comprometidos com a sustentabilidade, articulando conhecimento científico, responsabilidade socioambiental e cidadania (Priya et al., 2023).

4

Além disso, tecnologias sociais de baixo custo, como protótipos didáticos de micro Estações de Tratamento de Água e técnicas alternativas de captação hídrica, a exemplo do fog harvesting, têm sido exploradas como respostas viáveis aos desafios contemporâneos relacionados à escassez e à qualidade da água. Essas iniciativas demonstram que soluções simples, quando integradas a práticas educativas, podem gerar impactos ambientais, sociais e formativos relevantes.

Assim, este artigo tem como objetivo apresentar e discutir a integração entre um protótipo de micro Estação de Tratamento de Água e a técnica de fog harvesting, destacando seu potencial educativo, ambiental e social como resposta aos desafios contemporâneos associados à gestão sustentável da água.

REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Água potável e desafios contemporâneos

O acesso à água potável é reconhecido como um direito humano fundamental e condição essencial para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável (Qasim, 2017; Heo et al., 2021). No entanto, a degradação dos recursos hídricos, associada ao lançamento inadequado de efluentes, ao uso intensivo do solo e à exploração excessiva dos mananciais, compromete tanto a qualidade quanto a disponibilidade da água. As mudanças climáticas agravam esse cenário ao intensificar eventos extremos, como secas prolongadas e alterações nos regimes de precipitação. A Figura 2 ilustra os principais fatores que afetam a disponibilidade e a qualidade da água, destacando a influência conjunta do uso e ocupação do solo, da poluição, do crescimento populacional e das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos.

Figura 2 – Principais fatores que afetam a disponibilidade e a qualidade da água



Fonte: Elaborada pelos autores

Nesse contexto, o tratamento da água torna-se um elemento central das políticas de saneamento e gestão ambiental, exigindo processos capazes de remover contaminantes físicos, químicos e biológicos, assegurando padrões mínimos de qualidade e reduzindo riscos à saúde humana e aos ecossistemas. O Quadro 1 apresenta uma síntese dos principais desafios contemporâneos relacionados à água, organizados a partir de dimensões ambientais, climáticas, sociais, sanitárias e de gestão, contribuindo para a sistematização dos fatores discutidos nesta seção.

Quadro 1 – Síntese dos desafios contemporâneos relacionados à água

Dimensão	Principais aspectos
Ambiental	Poluição dos corpos hídricos, degradação de mananciais
Climática	Secas prolongadas, alterações no regime de chuvas
Social	Desigualdade no acesso à água potável
Sanitária	Riscos à saúde pública
Gestão	Limitações de infraestrutura e planejamento

Fonte: Elaborado pelos autores

1.2 Estações de Tratamento de Água e microETAs

As Estações de Tratamento de Água convencionais operam a partir de etapas sequenciais, como coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, com o objetivo de tornar a água adequada ao consumo humano (Crespilho, 2004; Mayerhoff, 2007; Bender, 2019). Embora eficazes, essas estruturas demandam investimentos elevados e manutenção especializada, o que limita sua difusão em contextos de menor escala. A Figura 3 ilustra as etapas do tratamento convencional da água — coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção — fundamentais para a remoção de contaminantes e para a garantia da potabilidade da água.

6

Figura 3 – Etapas do tratamento convencional da água



Fonte: Elaborada pelos autores

As micro Estações de Tratamento de Água (mETAs) surgem como alternativas em pequena escala, especialmente relevantes para fins educativos e experimentais. Além de permitirem a visualização prática dos processos físico-químicos envolvidos no tratamento da

água, as mETAs favorecem a compreensão dos princípios científicos que sustentam o saneamento básico. O uso de materiais recicláveis e de baixo custo reforça a dimensão sustentável da proposta, estimulando reflexões sobre reaproveitamento de recursos e consumo responsável. O Quadro 2 apresenta uma comparação entre as Estações de Tratamento de Água convencionais e as micro Estações de Tratamento de Água, destacando diferenças relacionadas à escala, custo, complexidade operacional e finalidade de uso, com ênfase no caráter educativo das mETAs.

Quadro 2 – Comparação entre Estação de Tratamento de Água convencional e micro Estação de Tratamento de Água

Critério	ETA convencional	mETA
Escala	Grande	Pequena
Custo	Elevado	Baixo
Complexidade operacional	Alta	Reduzida
Finalidade	Abastecimento público	Educativa e demonstrativa
Aplicação	Sistemas urbanos	Contextos educacionais

Fonte: Elaborado pelos autores

1.3 Fog harvesting como tecnologia alternativa de captação hídrica

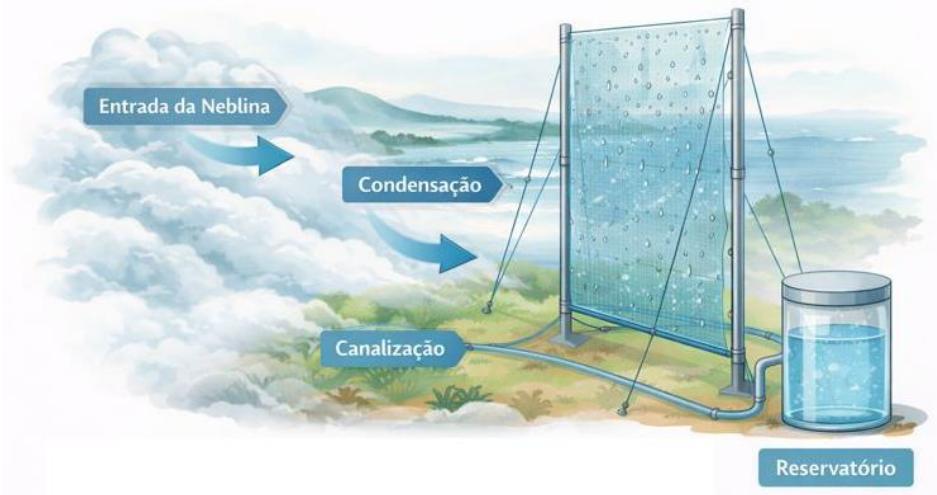
O fog harvesting, ou captação de neblina, consiste na coleta da umidade presente no ar por meio de superfícies coletoras, como telas ou redes, instaladas em áreas com elevada incidência de névoa, configurando-se como uma alternativa sustentável de obtenção hídrica em contextos de escassez (Qasim, 2017; Henze et al., 2008). As gotículas condensadas são direcionadas para reservatórios, possibilitando seu uso para diferentes finalidades, desde irrigação até abastecimento, após tratamento adequado.

Essa técnica destaca-se por sua simplicidade, baixo custo de implantação e reduzido impacto ambiental, sendo especialmente relevante em regiões onde as fontes convencionais de água são escassas ou instáveis. O fog harvesting configura-se, portanto, como uma tecnologia social capaz de articular sustentabilidade ambiental, inovação e inclusão social. A Figura 4 ilustra o funcionamento da técnica de fog harvesting, desde a captação da umidade atmosférica até o armazenamento da água coletada, evidenciando seu caráter simples, sustentável e de baixo impacto ambiental. O Quadro 3 apresenta as principais potencialidades e limitações da técnica

de fog harvesting, evidenciando tanto seus benefícios ambientais, sociais e econômicos quanto as restrições associadas à dependência de condições climáticas específicas.

Figura 4 – Esquema conceitual do fog harvesting

Esquema Conceitual do Fog Harvesting



Fonte: Elaborada pelos autores

Quadro 3 – Potencialidades e limitações da técnica de fog harvesting

Aspecto	Descrição	
Potencialidades	Baixo custo, baixo impacto ambiental, replicabilidade	8
Limitações	Dependência de condições climáticas	
Contextos favoráveis	Regiões costeiras e áreas com neblina frequente	
Caráter social	Tecnologia acessível e educativa	

Fonte: Elaborado pelos autores

1.4 Educação ambiental e tecnologias sociais

A educação ambiental constitui um eixo estruturante na promoção da sustentabilidade, ao estimular a formação de sujeitos críticos, conscientes e comprometidos com a preservação dos recursos naturais (Priya et al., 2023; Qasim, 2017). A incorporação de tecnologias sociais em práticas educativas amplia esse potencial, ao integrar conhecimento científico, participação comunitária e soluções contextualizadas. A Figura 5 ilustra a integração entre tecnologia social, educação ambiental e sustentabilidade, destacando a formação da consciência crítica como eixo central das práticas educativas voltadas à gestão responsável da água.

Figura 5 – Integração entre tecnologia, educação ambiental e sustentabilidade

Integração entre tecnologia, educação ambiental e sustentabilidade



Fonte: Elaborada pelos autores

Projetos que associam protótipos de tratamento de água e técnicas alternativas de captação hídrica contribuem para o fortalecimento da educação ambiental, ao possibilitar experiências práticas, reflexão crítica e diálogo interdisciplinar. Dessa forma, tais iniciativas ultrapassam o caráter técnico, assumindo também uma dimensão ética e social frente aos desafios hídricos contemporâneos.

9

MÉTODO

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e exploratória, voltada ao desenvolvimento e à análise de soluções sustentáveis relacionadas ao tratamento e à captação alternativa de água, com enfoque educativo e socioambiental, em consonância com abordagens metodológicas qualitativas amplamente empregadas em estudos aplicados (Okoli, 2015). A investigação foi estruturada a partir da construção de um protótipo de micro Estação de Tratamento de Água e da análise conceitual da técnica de fog harvesting.

A mETA foi desenvolvida com materiais recicláveis e de baixo custo, como garrafas PET, garrafões plásticos, mangueiras, conexões simples e filtros, permitindo a simulação das principais etapas do tratamento convencional da água. Para a reprodução dos processos físico-químicos, utilizaram-se reagentes comumente empregados em sistemas de abastecimento, possibilitando a observação direta das transformações ocorridas ao longo do tratamento. A Figura 6 ilustra o protótipo da micro Estação de Tratamento de Água desenvolvido neste estudo,

evidenciando sua organização estrutural e o uso de materiais recicláveis e de baixo custo com finalidade didática e demonstrativa.

Figura 6 – Protótipo da micro Estação de Tratamento de Água



Fonte: Elaborada pelos autores

A avaliação do protótipo baseou-se em observações qualitativas e comparativas entre a água bruta e a água tratada, considerando aspectos visuais como cor, turbidez aparente e presença de partículas em suspensão. Ressalta-se que o foco do estudo não foi a análise laboratorial quantitativa, mas o caráter didático, demonstrativo e formativo da proposta. A Tabela 1 apresenta os materiais utilizados na construção da micro Estação de Tratamento de Água, bem como suas respectivas funções no sistema, evidenciando o caráter didático, acessível e replicável do protótipo desenvolvido.

10

Tabela 1 – Materiais utilizados na construção da micro Estação de Tratamento de Água

Material	Função
Garrafas PET	Estrutura do sistema
Filtros	Retenção de partículas
Mangueiras	Condução da água
Reagentes	Simulação do tratamento

Fonte: Elaborada pelos autores

Paralelamente, a técnica de fog harvesting foi analisada a partir de experiências documentadas na literatura, discutindo-se sua aplicabilidade como tecnologia social e seu potencial educativo em contextos de escassez hídrica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise integrada da micro Estação de Tratamento de Água (mETA) e da técnica de fog harvesting evidencia o potencial dessas tecnologias socioambientais como instrumentos articulados de educação ambiental e conscientização sobre a gestão sustentável da água. A adoção conjunta dessas estratégias permitiu relacionar, de forma coerente, os processos de tratamento da água, as alternativas de captação hídrica e a formação crítica dos sujeitos envolvidos, reforçando a compreensão da água como bem comum e direito fundamental (Qasim, 2017; Henze et al., 2008).

No que se refere à mETA, os resultados observados durante sua operação demonstraram que, mesmo em escala reduzida, o protótipo é capaz de representar com clareza as etapas essenciais do tratamento convencional da água. A comparação visual entre a água bruta e a água após o tratamento evidenciou melhorias perceptíveis, como redução da turbidez aparente, diminuição de partículas em suspensão e maior transparência do líquido. Esses aspectos, ainda que avaliados qualitativamente, mostraram-se suficientes para ilustrar os princípios físico-químicos envolvidos e favorecer discussões sobre potabilidade, padrões sanitários e saúde pública.

Do ponto de vista pedagógico, a mETA revelou-se um recurso didático relevante ao possibilizar a aproximação entre conteúdos teóricos e experiências práticas. A observação direta dos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção contribuiu para tornar menos abstratos conceitos frequentemente abordados de forma distante nos contextos educacionais. Além disso, o uso de materiais recicláveis e de baixo custo ampliou o debate sobre sustentabilidade, reaproveitamento de resíduos e responsabilidade ambiental, fortalecendo o caráter formativo e interdisciplinar da proposta.

De forma complementar, a discussão sobre o fog harvesting ampliou a compreensão dos participantes acerca das possibilidades de captação alternativa de água em regiões marcadas pela escassez hídrica. A técnica, baseada na coleta da umidade atmosférica, foi apresentada como uma solução simples, de baixo impacto ambiental e potencialmente replicável, especialmente em áreas com elevada incidência de neblina. Ainda que sua aplicação dependa de condições climáticas específicas, o fog harvesting mostrou-se relevante como tecnologia social, ao evidenciar que soluções não convencionais podem contribuir para a diversificação das fontes hídricas.

A articulação entre a mETA e o fog harvesting reforçou a importância de abordagens integradas na gestão da água, que não se limitem a soluções isoladas, mas considerem simultaneamente tratamento, captação alternativa e educação ambiental, especialmente em um contexto marcado pelo agravamento da crise hídrica e pelos impactos das mudanças climáticas sobre a disponibilidade de recursos hídricos (Miguel et al., 2023). Essa integração favoreceu uma leitura mais ampla dos desafios hídricos contemporâneos, destacando que as respostas à escassez e à degradação da água devem envolver tanto dimensões técnicas quanto educativas e sociais. A Figura 7 ilustra a comparação visual da água bruta e a água após o tratamento realizado pela micro Estação de Tratamento de Água, evidenciando melhorias perceptíveis na transparência e na redução de partículas em suspensão.

Figura 7 – Comparação visual da água antes e após o tratamento



Fonte: Elaborada pelos autores

Assim, os resultados discutidos nesta seção indicam que a combinação de tecnologias socioambientais com práticas educativas constitui um caminho promissor para promover mudanças de percepção e atitude em relação ao uso consciente da água, reforçando a compreensão da água como bem comum e direito fundamental, conforme discutido por Qasim (2017) e Henze et al. (2008). Mais do que ganhos técnicos imediatos, as estratégias analisadas contribuíram para a formação de uma consciência ambiental crítica, aspecto central para a construção de práticas sustentáveis e socialmente responsáveis frente aos desafios atuais da gestão hídrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que a articulação entre um protótipo de micro Estação de Tratamento de Água e a técnica de *fog harvesting* constitui uma abordagem viável, educativa e socialmente relevante frente aos desafios relacionados à escassez e à qualidade da água. A mETA mostrou-se eficaz como recurso didático, permitindo a compreensão prática dos processos de tratamento e fomentando discussões sobre potabilidade, saúde pública e sustentabilidade.

Embora o protótipo não substitua sistemas convencionais de tratamento nem análises laboratoriais rigorosas, sua principal contribuição reside no caráter formativo e na possibilidade de replicação em contextos educacionais e comunitários. O uso de materiais reciclados e de baixo custo reforça o potencial da proposta como tecnologia social acessível.

A técnica de *fog harvesting*, por sua vez, amplia o horizonte de alternativas sustentáveis de captação hídrica, especialmente em regiões vulneráveis, e fortalece o debate sobre soluções adaptadas às realidades locais. Quando integrada a práticas educativas, essa tecnologia contribui para a construção de uma consciência ambiental crítica e propositiva.

Conclui-se que iniciativas que unem ciência, tecnologia e educação ambiental desempenham papel fundamental na formação de sujeitos comprometidos com a preservação dos recursos hídricos. Estudos futuros podem aprofundar a análise por meio de avaliações quantitativas da qualidade da água, bem como investigar a aplicação dessas tecnologias em diferentes contextos socioambientais.

13

REFERÊNCIAS

- BENDER, J. Water treatment technologies and environmental standards. 2019.
- CRESPILHO, F. N. Tratamento de água e efluentes: fundamentos e aplicações. São Paulo: Blucher, 2004.
- HENZE, M.; VAN LOOSDRECHT, M. C. M.; EKAMA, G. A.; BRDJANOVIC, D. Biological wastewater treatment: principles, modelling and design. London: IWA Publishing, 2008.
- HEO, J. et al. Water quality assessment and public health implications. Journal of Water and Health, 2021.
- MAYERHOFF, Z. Processos de tratamento de efluentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.



MIGUELEZ, J. et al. Climate change impacts on water resources and management strategies. *Water Resources Management*, 2023.

OKOLI, C. A guide to conducting a systematic literature review of information systems research. *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, v. 10, n. 26, 2015.

PRIYA, R. et al. Sustainable resource management and environmental education. *Sustainability*, 2023.

QASIM, S. R. Wastewater treatment and reuse: theory and design examples. Boca Raton: CRC Press, 2017.