Evento Nacional enactus Brasil 2026 IV SIMPÓSIO NACIONAL EXTENSÃO XI SNESEB
CAMPO GRANDE - MS
DE 21 À 24 DE JULHO DE 2025
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL

TECNOLOGIAS SOCIAIS E SEGURANÇA HÍDRICA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: UMA REVISÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E FILTRAGEM DE ÁGUA DA CHUVA

Maria Luiza Ferreira Leal[1]
Bruna dos Santos Miranda[2]
Evelyn Suzana Bouth Lopes[3]
Geane Yasmim da Silva[4]
Lucas Marques Rodrigues[5]

Resumo

O acesso à água potável na Amazônia Oriental revela um paradoxo persistente, no qual a abundância de recursos hídricos convive com limitações estruturais de saneamento básico. Este estudo tem como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica, a viabilidade técnica e socioeconômica de tecnologias sociais voltadas à captação e filtragem de água da chuva em comunidades rurais e ribeirinhas do estado do Pará. A análise dos estudos selecionados indica que o aproveitamento pluvial apresenta elevado potencial na região, podendo suprir integralmente a demanda mínima de consumo humano em determinadas condições climáticas. Além disso, em contextos de isolamento geográfico, observa-se viabilidade econômica significativa, com retorno financeiro acelerado em comparação ao custo de aquisição de água. Conclui-se que essas tecnologias constituem uma alternativa eficaz para a promoção da segurança hídrica, embora sua ampliação dependa da integração com políticas públicas estruturadas.

Palavras-chave: Amazônia Oriental; água da chuva; tecnologia social; saneamento rural; segurança hídrica.

[1]Graduanda em Engenharia Ambiental e energias renováveis, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA (marialuiza8212@gmail.com).
[2]Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA (bruna.miranda500@gmail.com).
[3]Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA (evelynbouth@gmail.com).
[4]Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA (geane.silva@discente.ufra.edu.br).
[5]Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA (marqueslucas164@gmail.com).

Abstract

Access to drinking water in Eastern Amazon reveals a persistent paradox, in which the abundance of water resources coexists with structural limitations in basic sanitation. This study aims to analyze, through a literature review, the technical and socioeconomic feasibility of social technologies focused on rainwater harvesting and filtration in rural and riverside communities in the state of Pará. The analysis of the selected studies indicates that rainwater harvesting has high potential in the region and may fully meet the minimum human consumption demand under certain climatic conditions. Furthermore, in geographically isolated contexts, significant economic feasibility is observed, with rapid financial return compared to the cost of water acquisition. It is concluded that these technologies represent an effective alternative for promoting water security, although their expansion depends on integration with structured public policies.

Keywords: Eastern Amazon; rainwater; social technology; rural sanitation; water security.

INTRODUÇÃO

A Amazônia é frequentemente associada à abundância hídrica, concentrando uma parcela significativa da água doce disponível no planeta. Ainda assim, essa disponibilidade não se traduz, necessariamente, em acesso à água potável para as populações que vivem na região. Em muitas áreas, especialmente em comunidades rurais e ribeirinhas, o abastecimento ocorre de forma precária, dependendo de fontes naturais que nem sempre apresentam condições adequadas para consumo.

No estado do Pará, essa realidade se torna ainda mais evidente. A baixa cobertura de saneamento básico, somada às dificuldades logísticas impostas pela dispersão territorial, contribui para a permanência de problemas históricos relacionados à qualidade da água e à ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Nesse contexto, discutir alternativas de abastecimento envolve não apenas aspectos técnicos, mas também dimensões sociais e econômicas.

É nesse cenário que as tecnologias sociais ganham relevância. Caracterizadas por soluções acessíveis e adaptáveis, essas iniciativas têm sido aplicadas em diferentes contextos com o objetivo de ampliar o acesso a serviços essenciais (BATISTA et al., 2021). Entre elas, o aproveitamento da água da chuva se destaca por sua compatibilidade com o regime

pluviométrico da Amazônia Oriental, marcado por elevados índices de precipitação ao longo do ano (BATISTA; NAHUM, 2023).

Diante disso, este trabalho busca analisar, a partir da literatura científica, o potencial de sistemas de captação e filtragem de água da chuva como alternativa para ampliação do acesso à água, considerando tanto sua viabilidade técnica quanto econômica.

REVISÃO DA LITERATURA

No estado do Pará, o acesso à água potável ainda está longe de ser uma realidade universal. Embora quase metade da população esteja conectada à rede geral de abastecimento, esse percentual cai de forma significativa nas áreas rurais, atingindo cerca de 22%. Esse cenário evidencia uma desigualdade estrutural que vai além da infraestrutura, refletindo diretamente nas condições de saúde da população. As taxas de internação por doenças de veiculação hídrica, por exemplo, alcançam 8,7%, valor consideravelmente superior à média nacional de 3,2%.

Diante dessa vulnerabilidade, a literatura aponta as tecnologias sociais como alternativas relevantes, especialmente por sua simplicidade e capacidade de adaptação a diferentes contextos. Mais do que soluções técnicas, essas tecnologias são entendidas como instrumentos de transformação social, voltados à autonomia das comunidades. Nesse sentido, o acesso à água potável deixa de ser apenas uma questão de abastecimento e passa a ser reconhecido como um direito humano fundamental, diretamente relacionado à dignidade e à qualidade de vida, sobretudo em populações tradicionais e ribeirinhas.

Entre as estratégias mais discutidas, o sistema de captação de água da chuva se destaca pela adequação às condições climáticas da Amazônia Oriental. A elevada precipitação anual, que pode variar entre 1.300 mm e 3.600 mm, favorece o uso dessa tecnologia como fonte alternativa de abastecimento. Em estudos realizados no nordeste paraense, observou-se que o potencial de aproveitamento da água da chuva varia entre 41% e 100%, com média de economia de água potável de 77% (MARTINS et al., 2015).

Embora o princípio do sistema seja relativamente simples — coleta por telhados, condução por calhas e armazenamento em reservatórios —, a literatura destaca que sua eficiência depende de alguns cuidados específicos. Um dos pontos mais relevantes é o descarte

do escoamento inicial, conhecido como first flush, que corresponde ao primeiro milímetro de chuva. Esse procedimento tem a função de remover impurezas acumuladas na superfície de captação, contribuindo para a melhoria da qualidade físico-química e microbiológica da água armazenada (SANTOS, 2024; BATISTA; NAHUM, 2023).

Outro aspecto amplamente abordado refere-se ao dimensionamento dos sistemas. Utilizando ferramentas como o software Netuno 4, diferentes estudos demonstram que, em áreas de clima equatorial (Af) e monçônico (Am), é possível alcançar alto nível de eficiência. Nesses contextos, reservatórios com capacidade entre 1.500 e 4.500 litros, associados a áreas de captação de 70 m² a 200 m², são capazes de suprir integralmente a demanda mínima de consumo humano, estimada em 20 litros por pessoa por dia (BATISTA, 2021; BATISTA; NAHUM, 2023).

No entanto, quando se amplia essa análise para considerar o consumo total doméstico incluindo higiene e limpeza, a realidade se torna mais complexa. A demanda de 110 litros por pessoa por dia dificilmente é atendida de forma contínua ao longo do ano, especialmente em períodos de menor precipitação. Nessas situações, torna-se necessário recorrer a fontes complementares ou adotar reservatórios de maior capacidade, frequentemente superiores a 5.000 litros (BATISTA, 2021; BATISTA; NAHUM, 2023).

A viabilidade econômica dos sistemas de captação também varia significativamente conforme o contexto regional. Em áreas urbanas do Sul do Brasil, como em Farroupilha (RS), o uso da água da chuva é direcionado principalmente para fins não potáveis, como descarga sanitária e irrigação, o que resulta em um tempo de retorno do investimento relativamente longo, estimado em cerca de oito anos (SANTOS, 2024).

Por outro lado, na Amazônia Oriental, a realidade é bastante distinta. Em comunidades isoladas, onde o acesso à água depende da compra de galões, os custos mensais podem atingir valores elevados, chegando a aproximadamente R$1.050,00 (BATISTA, 2021). Nesse contexto, sistemas com custo de implantação em torno de R$2.300,00 apresentam retorno financeiro em cerca de dois meses. Essa diferença evidencia que, mais do que uma alternativa sustentável, a captação de água da chuva representa, para muitas famílias, uma estratégia essencial de sobrevivência econômica e sanitária.

Além do aproveitamento pluvial, a literatura também destaca outras tecnologias sociais aplicadas ao tratamento da água. A desinfecção solar (SODIS), baseada na ação da radiação ultravioleta e do calor, e o sistema SALTA-z, que utiliza zeólita como meio filtrante, são apontados como soluções acessíveis e eficazes (BATISTA et al., 2021). A implementação do SALTA-z, em particular, tem sido associada a reduções expressivas nos casos de doenças relacionadas ao consumo de água inadequada, alcançando índices de 56,1% em municípios como Abaetetuba e Tartarugalzinho (BATISTA et al., 2021).

Esses resultados reforçam o papel das tecnologias sociais como ferramentas estratégicas para o enfrentamento das desigualdades no acesso à água na Amazônia, evidenciando seu potencial não apenas técnico, mas também social.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa e abordagem exploratória, com o objetivo de analisar a viabilidade técnica e socioeconômica de tecnologias sociais voltadas ao acesso à água na Amazônia Oriental.

A coleta de dados foi realizada por meio de levantamento em bases científicas e repositórios acadêmicos, incluindo artigos publicados em periódicos, trabalhos de conclusão de curso e anais de eventos. Foram selecionados estudos que abordam o aproveitamento de água da chuva, tecnologias sociais aplicadas ao saneamento e análises de dimensionamento de sistemas em contextos amazônicos, com ênfase no estado do Pará.

Para a busca dos materiais, foram utilizados descritores como “captação de água da chuva”, “tecnologias sociais”, “saneamento rural” e “Amazônia Oriental”. A seleção considerou publicações que apresentassem dados técnicos, análises de viabilidade econômica e impactos relacionados à saúde pública, priorizando estudos com aplicação direta em comunidades rurais e ribeirinhas.

A pesquisa foi composta por trabalhos que utilizam metodologias complementares, incluindo simulações de dimensionamento com o software Netuno 4, análises de séries históricas pluviométricas e estudos de caso em municípios paraenses. Também foram incluídas

pesquisas que abordam tecnologias sociais como SODIS e SALTA-z, permitindo uma visão mais ampla das estratégias de acesso à água na região.

A análise dos dados foi conduzida de forma descritiva e comparativa, buscando identificar padrões recorrentes, convergências e divergências entre os estudos selecionados. Foram considerados, principalmente, aspectos relacionados ao potencial de atendimento da demanda hídrica, à eficiência dos sistemas em diferentes condições climáticas e à viabilidade econômica em contextos de isolamento geográfico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidencia que o potencial de aproveitamento da água da chuva na Amazônia Oriental é significativamente elevado, sobretudo em função das condições climáticas da região.

Em áreas de clima equatorial (Af), caracterizadas pela ausência de estação seca definida, os sistemas de captação apresentam alta confiabilidade, sendo capazes de atender integralmente a demanda mínima de consumo humano ao longo do ano (BATISTA; NAHUM, 2023). Em regiões com clima monçônico (Am), observa-se desempenho semelhante, embora com pequenas variações sazonais.

Por outro lado, em áreas onde há maior irregularidade na distribuição das chuvas, a eficiência dos sistemas tende a diminuir, especialmente durante períodos mais secos, o que pode exigir a utilização de fontes complementares.

Outro aspecto recorrente nos estudos diz respeito ao potencial de economia de água. Em análises realizadas em municípios do Pará, foram observadas reduções significativas no consumo de água proveniente de outras fontes, com variações que dependem tanto das condições locais quanto do dimensionamento dos sistemas (MARTINS et al., 2015).

No que se refere à viabilidade econômica, os resultados indicam que o contexto de aplicação é determinante. Em comunidades isoladas, onde o acesso à água envolve custos elevados, os sistemas de captação tendem a apresentar retorno financeiro em curto prazo, tornando-se uma alternativa economicamente vantajosa (BATISTA, 2021).

Em contextos urbanos mais estruturados, como em regiões do Sul do Brasil, o uso da água da chuva costuma ser restrito a fins não potáveis, seguindo recomendações normativas e considerando o baixo custo da água fornecida por redes públicas (SANTOS, 2024). Já no contexto amazônico, essa mesma tecnologia assume um papel mais central, sendo frequentemente associada ao abastecimento para consumo humano.

Essa diferença está diretamente relacionada às condições de acesso à água. Enquanto em áreas urbanizadas o sistema funciona como complemento, em comunidades isoladas ele pode representar a principal fonte de abastecimento disponível.

Além disso, a literatura evidencia que, apesar do potencial já comprovado, a disseminação dessas tecnologias ainda ocorre de forma limitada. Esse cenário sugere que os principais obstáculos não são técnicos, mas institucionais, envolvendo a ausência de políticas públicas estruturadas e a dificuldade de integração entre conhecimento científico e aplicação prática.

CONCLUSÃO

A análise da literatura evidencia que o acesso à água potável na Amazônia Oriental permanece marcado por contradições estruturais. Mesmo em uma região reconhecida pela abundância hídrica, grande parte da população, especialmente em áreas rurais e ribeirinhas, ainda enfrenta dificuldades concretas para garantir o consumo seguro de água. Nesse contexto, as tecnologias sociais se consolidam como alternativas viáveis, não apenas do ponto de vista técnico, mas também social e econômico.

Os sistemas de captação e filtragem de água da chuva demonstram elevada eficiência nas condições climáticas predominantes do estado do Pará, sendo capazes de atender integralmente a demanda mínima de consumo humano em grande parte do território. No entanto, quando se considera o consumo doméstico ampliado, tornam-se evidentes algumas limitações, sobretudo em períodos de menor precipitação, o que reforça a necessidade de integração com outras fontes de abastecimento.

Do ponto de vista econômico, os resultados apontam um contraste significativo entre diferentes realidades regionais. Enquanto em áreas urbanas mais estruturadas o uso da água da

chuva tende a assumir caráter complementar, na Amazônia Oriental essa tecnologia se configura, muitas vezes, como uma solução essencial para redução de custos e garantia de acesso. Em comunidades isoladas, o rápido retorno do investimento reforça seu papel como estratégia viável e, em muitos casos, indispensável.

Apesar do potencial já demonstrado, a difusão dessas tecnologias ainda ocorre de forma limitada, o que evidencia que os principais entraves não estão relacionados à sua eficiência, mas à ausência de políticas públicas capazes de promover sua implementação em larga escala. Dessa forma, a ampliação do acesso à água na região depende não apenas do avanço técnico, mas também do fortalecimento de iniciativas institucionais que integrem essas soluções às estratégias de saneamento rural.

Por fim, destaca-se a importância de aprofundar estudos que considerem a variabilidade climática e os aspectos socioculturais envolvidos na adoção dessas tecnologias, contribuindo para sua adaptação e consolidação em diferentes contextos da Amazônia Oriental.

REFERÊNCIAS

BATISTA, L. M.; NAHUM, J. S. Potencial de aproveitamento de água de chuva para abastecimento unifamiliar no estado do Pará – Amazônia Oriental. Revista GeoAmazônia, 2023.

BATISTA, L. M. Água de chuva, uma alternativa para comunidades rurais no estado do Pará. UFRA, 2021.

BATISTA, V. A. et al. Tecnologias sociais voltadas para o saneamento básico de comunidades ribeirinhas na Amazônia. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2021.

MARTINS, J. L. et al. O potencial de aproveitamento de água de chuva em municípios do estado do Pará. ABRH, 2015.

SANTOS, C. C. Dimensionamento de sistemas de captação de água da chuva em residência unifamiliar. Revista Acadêmica On-line, 2024.