

MULHERES, TRABALHO REPRODUTIVO E ACESSO À ÁGUA: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E INOVAÇÃO SOCIAL EM SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE CHUVA NA AMAZÔNIA

WOMEN, WORKLOAD BURDEN AND ACCESS TO WATER: WATER QUALITY ASSESSMENT AND SOCIAL INNOVATION IN RAINWATER HARVESTING SYSTEMS IN THE AMAZON

MUJERES, TRABAJO REPRODUCTIVO Y ACCESO AL AGUA: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA E INNOVACIÓN SOCIAL EN SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE LLUVIA EN LA AMAZONÍA

RESUMO: A água é um direito humano e elemento estruturante da cidadania. Entretanto, milhões de pessoas no Brasil, especialmente na Amazônia, ainda enfrentam dificuldades no acesso à água potável, recorrendo a fontes contaminadas e sistemas informais. Este estudo, desenvolvido como pesquisa-ação tecnológica, teve como objetivo avaliar a qualidade da água, analisar a percepção de mulheres beneficiadas com Sistemas de Captação de Água da Chuva (SCAC) e desenvolver um Dispositivo Artesanal Boia-Mangueira (DABM), projetado para captar água na porção intermediária do reservatório. A pesquisa foi realizada na comunidade Vila Tamaruteua, situada na Reserva Extrativista Marinha Mestre Lucindo (Marapanim/PA), e em uma residência urbana em Ananindeua/PA, entre 2024 e 2025. Foram aplicados questionários e entrevistas, complementados por diagnóstico socioambiental participativo e análises físico-químicas e microbiológicas, segundo protocolos da Portaria GM/MS n. 888/2021. Os resultados evidenciaram que as fontes hídricas apresentavam contaminação microbiológica e inadequações físico-químicas, reforçando a necessidade de tecnologias sociais apropriadas. O SCAC coletivo reduziu a vulnerabilidade hídrica, e o uso do DABM demonstrou melhoria significativa nos parâmetros de qualidade da água. Conclui-se que a integração entre inovação técnica, participação social e equidade de gênero constitui caminho estratégico para promover justiça hídrica e saúde em territórios amazônicos.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento; Tecnologia Social; Gênero; Amazônia.

Patricia Cordeiro

Técnica em Saneamento, Graduada em Comunicação Social e especialista em Marketing, Gestão de Pessoas e Tecnologia Social. Servidora Pública da Companhia de Saneamento do Pará. patriciacordeiro2053@gmail.com

Vania Neu

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Maria (2002), mestrado em Ecologia de Agroecossistemas pela Universidade de São Paulo (2005), Doutorado em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (2009). Docente do Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da UFRA, do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará e do programa de Pós-Graduação em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia do IFPA. bioneu@yahoo.com.br

SUBMISSÃO: 01/12/2025

ACEITE: 25/05/2026

Licença CC BY:
Artigo distribuído sob os termos
Creative Commons, permite
uso e distribuição irrestrita em
qualquer meio desde que o autor
credite a fonte original.



ABSTRACT: Water is a human right and a fundamental element of citizenship. However, millions of people in Brazil, particularly in the Amazon region, still face difficulties in accessing safe drinking water, often relying on contaminated sources and informal systems. This study, developed as a technological action research, aimed to assess water quality, analyze the perception of women benefiting from rainwater harvesting systems (SCAC), and develop an artisanal float-hose device (DABM) designed to collect water from the intermediate portion of the reservoir. The research was carried out in the Vila Tamaruteua community, located in the Mestre Lucindo Extractive Reserve (Marapanim/PA), and in an urban household in Ananindeua/PA, between 2024 and 2025. Questionnaires, interviews, participatory socio-environmental diagnosis, and water sampling for physicochemical and microbiological analyses were performed following Ordinance GM/MS 888/2021. Results showed that community water sources presented microbiological contamination and physicochemical inadequacies, reinforcing the need for appropriate social technologies. The collective SCAC reduced water vulnerability, while the DABM improved water quality parameters. Integrating technical innovation, social participation, and gender equity is a strategic pathway to promote water justice and health in Amazonian territories.

KEYWORDS: Sanitation; Social technology; Gender; Amazon;

RESUMEN: El agua es un derecho humano y un elemento estructurante de la ciudadanía. Sin embargo, millones de personas en Brasil, especialmente en la Amazonía, aún enfrentan dificultades para acceder al agua potable, recurriendo a fuentes contaminadas y a sistemas informales. Este estudio, desarrollado como una investigación-acción tecnológica, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua, analizar la percepción de mujeres beneficiarias de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) y desarrollar un Dispositivo Artesanal Flotador-Manguera (DAFM), diseñado para captar agua en la porción intermedia del reservorio. La investigación se realizó en la comunidad de Vila Tamaruteua, situada en la Reserva Extractivista Marina Mestre Lucindo (Marapanim/PA), y en una residencia urbana en Ananindeua/PA, entre 2024 y 2025. Se aplicaron cuestionarios y entrevistas, complementados por un diagnóstico socioambiental participativo y por análisis físico-químicos y microbiológicos, según los protocolos de la Portaria GM/MS 888/2021. Los resultados evidenciaron que las fuentes hídricas presentaban contaminación microbiológica e inadecuaciones físico-químicas, lo que refuerza la necesidad de tecnologías sociales apropiadas. El SCALL colectivo redujo la vulnerabilidad hídrica, y el uso del DAFM demostró una mejora significativa en los parámetros de calidad del agua. Se concluye que la integración entre innovación técnica, participación social y equidad de género constituye un camino estratégico para promover justicia hídrica y salud en territorios amazónicos.

PALABRAS CLAVE: Saneamiento; Tecnología Social; Género; Amazonía.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à vida e um direito humano fundamental, reconhecido pela Assembleia Geral das Nações Unidas desde 2010. Ainda assim, garantir o acesso universal à água potável constitui um dos maiores desafios globais, sobretudo em regiões marcadas por vulnerabilidades socioambientais, como a Amazônia brasileira. Estima-se que cerca de 2 bilhões de pessoas no mundo consomem água contaminada, com sérios riscos à saúde e ao bem-estar (OMS/UNICEF, 2020). No Brasil, embora seja detentor de abundantes recursos hídricos, persiste um cenário de desigualdade estrutural: apenas 22% da população rural dispõe de acesso adequado a serviços de saneamento básico (EMBRAPA, 2020).

A Amazônia concentra aproximadamente 81% da disponibilidade hídrica nacional (ANA, 2020), mas sua população convive cotidianamente com a exclusão hídrica, resultado da ausência de infraestrutura, da fragilidade das políticas públicas e da invisibilidade política que historicamente marginaliza a região (Jacobi; Empinotti; Schmidt, 2016). Além disso,

fatores como mudanças climáticas, pressões antrópicas e desigualdade territorial acentuam os riscos de contaminação da água consumida por comunidades ribeirinhas, extrativistas e periféricas (Figueiredo et al., 2023; Mendonça et al., 2023).

Entre as fontes mais utilizadas, destacam-se poços do tipo “Amazonas” (boca aberta) e a coleta artesanal de água da chuva, ambos suscetíveis à contaminação microbiológica e a desequilíbrios físico-químicos (Neu et al., 2018; Batista; Neu; Meyer, 2022). Tais condições tornam-se ainda mais críticas porque recaem desproporcionalmente sobre as mulheres, principais responsáveis pelo abastecimento, higienização e cuidado da água nos domicílios. Além de responderem pelo trabalho reprodutivo não remunerado, são também as primeiras a enfrentar os impactos do consumo de água insegura: sobrecarga no cuidado com familiares adoecidos, limitação de oportunidades de estudo e renda, e aumento das desigualdades de gênero (Souza; Machado, 2018; Machado; Borge; Miranda Neto, 2023).

Esse contexto revela que o acesso à água potável não é apenas um problema técnico, mas uma demanda por justiça social, equidade de gênero e reconhecimento político das populações amazônicas. Tal perspectiva encontra ressonância na Agenda 2030, que articula o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n. 6 (Água e Saneamento) ao ODS n. 5 (Igualdade de Gênero), reforçando a urgência de estratégias interseccionais.

Nesse cenário, as Tecnologias Sociais (TS) emergem como soluções promissoras. Definidas como um conjunto de técnicas e métodos desenvolvidos a partir do diálogo entre saberes locais e conhecimento científico, elas buscam enfrentar desigualdades estruturais por meio de práticas de baixo custo, reaplicáveis e participativas (Dagnino, 2014; Batista; Neu, 2024). Entre elas, os sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva têm se consolidado como alternativa eficaz em regiões amazônicas, pela elevada pluviometria, simplicidade de instalação e possibilidade de gestão comunitária (Figueiredo et al., 2023; Cavazzani, 2022).

No entanto, a qualidade da água captada permanece como desafio central. Estudos apontam que a ausência de dispositivos complementares compromete a potabilidade e limita a sustentabilidade da tecnologia (Ribeiro, 2018; Peixoto et al., 2021). Diante disso, foi desenvolvido o Dispositivo Artesanal Boia-Mangueira (DABM), projetado para captar a água da camada intermediária do reservatório, evitando tanto o arraste de sedimentos do fundo quanto a coleta da lâmina superficial sujeita a impurezas.

Este artigo busca, portanto, avaliar a qualidade da água de sistemas coletivos e unifamiliares de captação de água da chuva, testar a efetividade do DABM e analisar a interseção entre gênero, qualidade da água e sobrecarga de trabalho feminino em contextos amazônicos. A investigação combina métodos qualitativos e quantitativos, articulando diagnóstico socioambiental participativo, análises laboratoriais e experimentação tecnológica, de modo a evidenciar o potencial das TS como instrumentos de inovação social, justiça hídrica e equidade de gênero.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tipo de estudo

A pesquisa adotou abordagem qualitativa com suporte de dados quantitativos, estruturada em quatro etapas interdependentes: (i) revisão bibliográfica; (ii) estudo de caso em dois contextos amazônicos; (iii) aplicação de questionários e entrevistas; e (iv) desenvolvi-

mento e teste de um dispositivo artesanal inovador. Essa combinação caracteriza o trabalho como pesquisa-ação tecnológica (Thiollent, 2011), uma vez que envolve a participação direta da comunidade na implementação e avaliação de soluções. Também se classifica como estudo exploratório e descritivo, pois investiga uma realidade pouco documentada, relacionada à captação da lâmina intermediária de reservatórios de água da chuva como estratégia para melhoria da qualidade da água.

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em duas localidades do estado do Pará, representativas de diferentes contextos amazônicos:

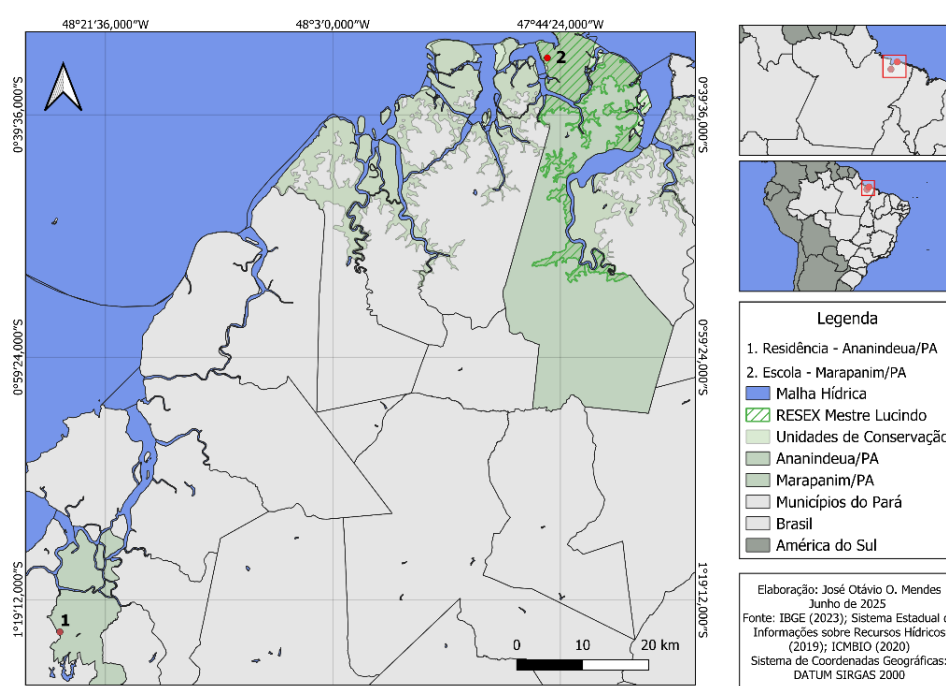
Vila Tamaruteua (Figura 1), situada na Reserva Extrativista Marinha Mestre Lucindo (Marapanim/PA), comunidade ribeirinha de acesso exclusivamente fluvial, com base econômica na pesca artesanal e no extrativismo sustentável. O sistema analisado foi um SCAC coletivo (Figura 2 – a) instalado na escola local, com reservatório de 3.000 litros e participação comunitária em todas as etapas de construção e manutenção.

Residência no bairro Quarenta Horas, em Ananindeua/PA (Figura 1), região urbana da Região Metropolitana de Belém, onde foi instalado o sistema unifamiliar (Figura 2 – b), realizado o desenvolvimento experimental do dispositivo artesanal boia-mangueira (DABM) e a análise comparativa da qualidade da água com e sem o uso do equipamento.

A escolha dos locais permitiu comparar um sistema coletivo comunitário e um sistema unifamiliar urbano, ambos inseridos em realidades amazônicas distintas, mas marcadas pela vulnerabilidade hídrica.

Os parâmetros climáticos foram obtidos na estação meteorológica automática de Castanhal/PA (A202), operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerada a mais adequada, devido à consistência e completude dos registros. O clima local é classificado como tropical úmido (Af, Köppen-Geiger), com temperatura média anual de 22,7°C, umidade relativa de 78,6% e precipitação anual de aproximadamente 4.340 mm (INMET, 2025).

Figura 1 – Mapa da área de estudo: Ananindeua/PA e Marapanim/PA



Fonte: Banco de Dados do Laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA - José Otávio Mendes (2025).

Figura 2 – a) SCAC Coletivo – Vila Tamaruteua; b) SCAC Unifamiliar – Ananindeua



Fonte: autoria própria (2025).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diagnóstico socioambiental

O diagnóstico foi conduzido na Vila Tamaruteua em 2025, por meio de visitas técnicas, oficinas participativas e aplicação de 13 questionários semiestruturados em todos os domicílios ocupados. O instrumento contemplou oito blocos temáticos: (i) dados demográficos; (ii) abastecimento de água; (iii) práticas de tratamento; (iv) divisão sexual do trabalho; (v) esgotamento sanitário; (vi) resíduos sólidos; (vii) saúde ambiental; e (viii) práticas comunitárias.

Os questionários foram aplicados principalmente a mulheres, reconhecidas como principais responsáveis pela gestão da água na comunidade. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com a Resolução CNS n. 510/2016.

Desenvolvimento do dispositivo artesanal boia-mangueira

O DABM (Figura 3) foi construído com materiais de baixo custo e fácil acesso, visando a captar água da camada intermediária dos reservatórios. O dispositivo consiste em uma mangueira flexível acoplada a uma boia de politereftalato de etileno (PET), que flutua dentro do reservatório, mantendo a extremidade de sucção submersa em nível intermediário. Essa configuração evita tanto o arraste de sedimentos acumulados no fundo quanto a coleta de impurezas superficiais, melhorando a qualidade da água retirada.

Figura 3 - Dispositivo Artesanal Boia-Mangueira (DABM)

Fonte: autoria própria (2025).

O dispositivo foi instalado em bombonas de armazenamento de água de chuva em Ananindeua e testado em diferentes condições, possibilitando a análise comparativa de desempenho.

COLETA E ANÁLISE DE ÁGUA

Foram coletadas amostras em diferentes pontos dos sistemas analisados (poços, cisternas, torneiras com e sem o DABM, filtros domésticos), conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 1 - Pontos e tipos de água coletada

Tamaruteua			Ananindeua		
Cisterna	Filtro casa	Filtro escola	Torneira sem Dispositivo	Torneira c/ Dispositivo	Filtro
Água bruta	Água tratada	Água tratada	Água bruta	Água bruta	Água tratada

Fonte: autoria própria (2025).

As análises físico-químicas foram realizadas in situ, utilizando: peagâmetro Orion Star A221 para determinação do pH; condutivímetro Orion Star A122 para condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (TDS) e turbidímetro Orion AQ4500 para turbidez.

As análises microbiológicas foram realizadas por coleta direta em frascos esterilizados, aplicação do Colitest®, incubação em estufa B.O.D SL (36°C/15h) e posterior contagem de coliformes totais e Escherichia coli, expressos em UFC/100 mL. Os procedimentos seguiram a Portaria GM/MS n. 888/2021 e recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS).

TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram tabulados em planilhas Excel e processados no software SPSS v.29. Foram aplicadas análises descritivas e comparativas entre os diferentes sistemas (coletivo e unifamiliar), com e sem o uso do DABM.

As informações qualitativas provenientes dos questionários e entrevistas foram analisadas segundo análise temática de conteúdo, buscando integrar percepções femininas à avaliação técnica da qualidade da água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade da água antes da implantação do SCAC

A comunidade Vila Tamaruteua dependia majoritariamente de poços do tipo “Amazonas” (boca aberta), fontes desprotegidas e suscetíveis à contaminação (Figura 3).

Figura 4 - Poço do tipo Amazonas: a) quadrado; b) redondo; c) SCAC improvisado



Fonte: autoria própria (2025).

A análise das amostras (Tabela 2, a seguir) revelou valores médios de pH de 5,88, caracterizando a água como levemente ácida e fora do intervalo recomendado pela Portaria GM/MS n. 888/2021 (6,0-9,5). Embora a condutividade elétrica média (112,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$) se mantivesse dentro dos limites de potabilidade, superava a referência da CETESB (100 $\mu\text{S}/\text{cm}$), indicando presença de sais dissolvidos. A turbidez apresentou média de 3,9 NTU, com um dos pontos acima do limite máximo (7,81 NTU).

O dado mais crítico foi a contaminação microbiológica, com presença de coliformes totais em todas as amostras e E. coli em dois dos quatro ensaios realizados. Isso caracteriza alto risco sanitário e explica os relatos de alterações de cor, odor e sabor da água consumida pela comunidade.

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos e biológicos da água dos poços "tipo Amazonas"

Fonte	Temp °C	pH	Cond. Elétr. (µS/cm)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Turbidez (NTU)	E. Coli	C. Totais
Poço Quadrado	27,5	5,69	103,67	94	7,81	⊙	*
Poço Quadrado	27,8	6,14	-	39	2,37		*
Poço Redondo	28	5,87	170	96,5	3,67	⊙	*
Poço Redondo	28	5,81	62,9	31	1,98		*
Média ± DP	27,8 ± 0,2	5,88 ± 0,18	112,2 ± 54	65,1 ± 34,9	3,9 ± 2,7	-	-
Port. nº 888/2021	-	6 a 9	-	500	5	Ausência	Ausência

Legenda: ⊙ Presença de E. Coli; * Presença de coliformes totais; □ Sem presença de coliformes; - Não analisado, sem amostragem.

Fonte: banco de dados do laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA.

Tais achados confirmam estudos prévios sobre a inadequação dos poços rasos amazônicos como fonte de água potável (Neu et al., 2018; Souza; Machado, 2018). Além disso, revelam que, apesar da abundância hídrica regional, a falta de infraestrutura adequada mantém populações rurais em condições de vulnerabilidade sanitária e social.

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA COLETIVO

O SCAC coletivo implantado na escola da Vila Tamaruteua foi dimensionado para um telhado de aproximadamente 50 m², com reservatório de 3.000 litros. O sistema incluiu dispositivos, como desvio das primeiras águas (Figura 5) e filtros domésticos (Figura 6), conforme recomendações de Alves et al. (2014) e Batista et al. (2024). A construção envolveu diretamente a comunidade, que adaptou soluções às condições locais de solo arenoso e acesso restrito.

O sistema mostrou-se eficiente ao reduzir a dependência dos poços contaminados, garantindo água para consumo escolar e familiar. A comunidade, no entanto, adaptou o sistema para incluir uma torneira externa, levando parte da água para tratamento doméstico. Essa prática evidencia tanto a apropriação social da tecnologia quanto a necessidade de manutenção constante dos filtros e reservatórios.

Figura 5 - Desvio das primeiras águas - SCAC Tamaruteua



Fonte: autoria própria (2025)

Figura 6 - Filtros domésticos



Fonte: autoria própria (2025)

A experiência de Tamaruteua confirma que o sucesso das TSs depende de processos participativos, que conciliem inovação técnica e saberes locais (Cavazzani, 2022; Batista; Neu, 2024).

Qualidade da água no SCAC coletivo

As análises das amostras da cisterna indicaram contaminação microbiológica inicial, com presença de coliformes totais e detecção pontual de *E. coli*, resultado esperado para águas pluviais armazenadas sem tratamento. Contudo, os parâmetros físico-químicos mostraram boa qualidade: turbidez média de 0,27 NTU e condutividade entre 5,5–12,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabela 3).

Após o tratamento por filtros domésticos, os resultados foram satisfatórios: ausência de *E. coli* e redução da turbidez para valores entre 0,01–0,27 NTU. Apenas no filtro da escola foi detectada presença de coliformes totais em uma amostra, associada à necessidade de substituição do elemento filtrante.

Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de chuva bruta armazenada na cisterna e pós-tratamento e filtração

Fonte	Temp. °C	pH	Cond. Elétr. (µS/cm)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Turbidez (NTU)	E. Coli	C. Totais
Cisterna	26,1	5,69	12,7	6	0,32	⊙	*
Cisterna	30,6	6,10	5,5	3	0,22		*
Filtro casa	25,8	6,40	31,3	13,2	0,27		
Filtro casa	27,4	6,76	19,8	10	0,01		
Filtro escola	25,6	6,27	50,5	24	0,98		*
Filtro escola	27,1	9,43	71,8	35	0,2		
Média ± DP	28,4 ± 1,9	7,44 ± 1,74	32,4 ± 34,9	16 ± 16,8	0,14 ± 0,11	-	-
Port. n. 888/2021	-	6 a 9	-	500	5	Ausência	Ausência

Legenda: ⊙ Presença de E. Coli; * Presença de coliformes totais; □ Sem presença de coliformes; - Não analisado, sem amostragem.

Fonte: banco de dados do laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA.

Os resultados confirmam a efetividade dos SCAC quando associados a processos simples de filtração e desinfecção. Reforçam, também, a importância da manutenção periódica e do monitoramento comunitário para a sustentabilidade da solução (Batista; Neu; Meyer, 2022).

Desenvolvimento e desempenho do dispositivo artesanal boia-mangueira

O Dispositivo Artesanal Boia-Mangueira (DABM) foi instalado e testado em reservatório unifamiliar de Ananindeua. Sua função de captar água da camada intermediária demonstrou impacto positivo: a turbidez reduziu-se em comparação às coletas na base ou superfície do reservatório, e as análises microbiológicas apresentaram menores índices de coliformes.

Esses resultados corroboram estudos de Ribeiro (2018) e Peixoto et al. (2021), que apontam a captação intermediária como estratégia eficaz para reduzir a contaminação. Ao aliar baixo custo, facilidade de instalação e reutilizabilidade, o DABM se configura como uma inovação social com potencial de disseminação em comunidades amazônicas.

Qualidade da água no sistema unifamiliar

No sistema unifamiliar, os testes comparativos, com e sem o uso do DABM revelaram melhorias consistentes. Sem o dispositivo, a água apresentou turbidez média superior e presença de coliformes em maior frequência. Com o DABM, houve redução da turbidez para valores próximos a 0,4 NTU e ausência de E. coli em amostras filtradas.

Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos e biológicos da água de chuva bruta armazenada na cisterna, coletada a partir do dispositivo boia-mangueira e pós-filtração

Fonte	Temp °C	pH	Cond. Elétr. (µS/cm)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Turbidez (NTU)	E. Coli	C. Totais
Torneira s/ Dispositivo	27,5	5,58	9,7	5	0,52	⊙	*
	27	6,23	5,5	2,9	0,39	⊙	*
	26,6	6,17	5,6	3,3	0,41		*
Torneira c/ Dispositivo	27,8	5,48	9,8	5	0,50		*
	27,7	6,13	15,5	2,9	0,46		*
	26,7	6,15	5,9	3,2	0,43		*
Filtro	27,4	4,95	40,1	21	0,36		
	27,5	6,66	22,4	9,3	0,34		
	26,6	5,72	25,2	11,7	0,39		
Média ± DP	27,2 ± 0,47	5,89 ± 0,50	15,5 ± 11,7	7,15 ± 6,0	0,42 ± 0,06	-	-
Port. n.º 888/2021	-	6 a 9	-	500	5	Ausência	Ausência

Legenda: ⊙ Presença de E. Coli; * Presença de coliformes totais; □ Sem presença de coliformes; - Não analisado, sem amostragem.

Fonte: banco de dados do laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA.

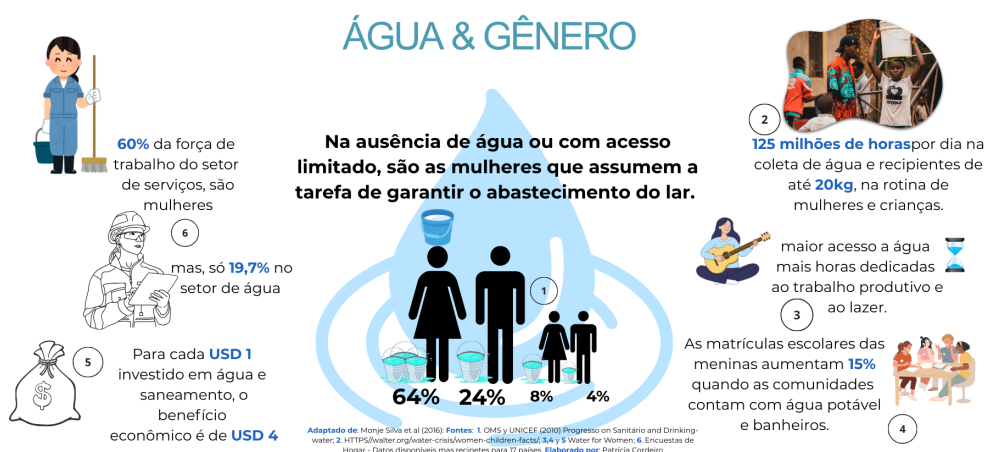
Esses resultados confirmam a eficácia do dispositivo como complemento a sistemas já implantados, ampliando a segurança sanitária e reforçando a autonomia das famílias na gestão hídrica.

Gênero, sobrecarga de trabalho e governança da água

Os questionários aplicados em Tamaruteua revelaram que as mulheres (76,9%) são as principais responsáveis pela coleta, armazenamento e tratamento da água. Além disso, são elas que cuidam de familiares adoecidos por doenças de veiculação hídrica. Essa sobrecarga limita seu tempo disponível para educação, trabalho remunerado e participação política, perpetuando desigualdades de gênero (Souza; Machado, 2018; Federici, 2019).

O déficit hídrico, portanto, agrava a divisão sexual do trabalho e reproduz padrões de exclusão (Figura 7). No entanto, as mulheres também se destacam como protagonistas na governança comunitária da água, liderando mobilizações, definindo estratégias de manutenção do SCAC e promovendo a conscientização sobre saúde e saneamento.

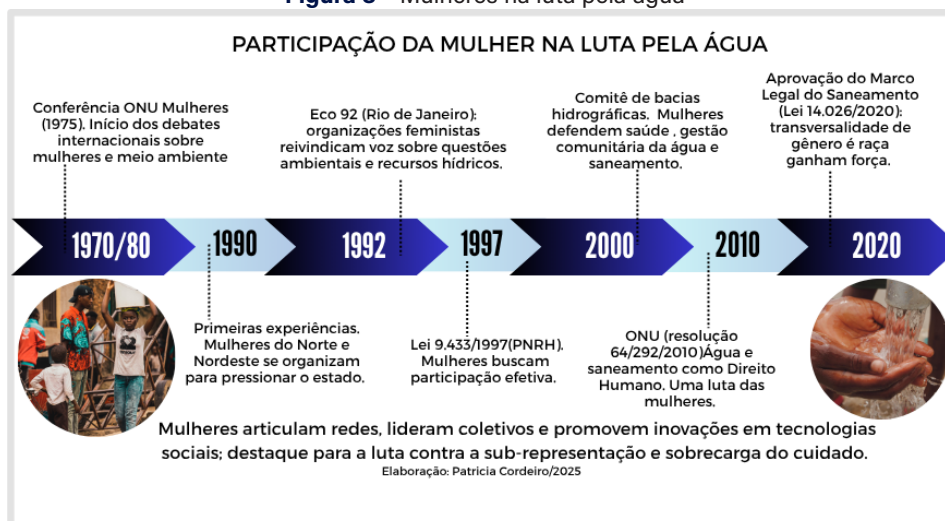
Figura 7 - O déficit hídrico e a questão de gênero



Fonte: autoria própria (2025), adaptado de Monje Silva et al. (2018).

A experiência confirma a literatura, que aponta o papel central das mulheres na gestão hídrica cotidiana e na luta pelo direito à água (Matos; Carrieri, 2022; Pierobom; Fernandes, 2023; Habitat para a Humanidade Brasil, 2024), conforme a Figura 8. Evidencia, ainda, a necessidade de políticas públicas interseccionais que reconheçam gênero, raça e território como dimensões fundamentais do saneamento (Machado; Borge; Miranda Neto, 2023).

Figura 8 - Mulheres na luta pela água



Fonte: autoria própria (2025).

Integração dos resultados

Os resultados permitem destacar três eixos centrais:

Tecnologia social e inovação – a combinação entre SCAC e DABM demonstrou ser solução de baixo custo, eficaz e culturalmente apropriada, com potencial de reaplicação em diferentes contextos amazônicos.

Segurança hídrica – os parâmetros físico-químicos e microbiológicos indicam melhoria significativa da qualidade da água, sobretudo, após filtração e uso do DABM, atendendo aos limites da Portaria GM/MS n. 888/2021.

Equidade de gênero – a análise de gênero revelou tanto a sobrecarga feminina na gestão da água quanto seu protagonismo na governança comunitária, reforçando a necessidade de integrar políticas de saneamento e igualdade de gênero.

Esses achados reforçam que o acesso à água potável vai além de infraestrutura: envolve justiça social, valorização dos saberes locais e fortalecimento das mulheres como agentes de transformação.

O estudo demonstrou que o SCAC, associado a outros dispositivos de TS, representa uma alternativa viável para reduzir a vulnerabilidade hídrica.

CONCLUSÃO

O estudo realizado em dois contextos amazônicos – a comunidade Vila Tamaruteua, na RESEX Mestre Lucindo, e uma residência unifamiliar em Ananindeua – demonstrou que os sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva (SCAC) representam uma alternativa viável para reduzir a vulnerabilidade hídrica em territórios excluídos dos serviços convencionais de abastecimento.

Os resultados laboratoriais evidenciaram que as águas provenientes de poços do tipo “Amazonas” não atendem aos padrões de potabilidade, apresentando pH inadequado e contaminação microbiológica. Por outro lado, os SCAC, quando associados a dispositivos de filtração, mostraram-se eficazes na produção de água com qualidade compatível ao consumo humano.

O desenvolvimento do Dispositivo Artesanal Boia-Mangueira (DABM) revelou potencial inovador ao captar água da camada intermediária do reservatório, reduzindo turbidez e carga microbiana. Seu caráter artesanal, de baixo custo e reuplicável, consolida-o como tecnologia social de relevância para contextos amazônicos e outros territórios de vulnerabilidade hídrica.

Além da dimensão técnica, a pesquisa destacou a centralidade das mulheres na gestão da água. Foram identificadas sobrecargas significativas de trabalho, mas também protagonismo na manutenção, na conscientização comunitária e na governança dos sistemas implantados. Essa perspectiva confirma que o acesso à água não pode ser tratado apenas como questão de infraestrutura, mas como tema de justiça social, equidade de gênero e cidadania.

Conclui-se que a integração entre inovação tecnológica, participação comunitária e reconhecimento das desigualdades de gênero constitui caminho estratégico para a promoção da justiça hídrica na Amazônia. O fortalecimento de políticas públicas que incorporem tecnologias sociais e valorizem o protagonismo feminino é fundamental para assegurar o direito humano à água e ampliar a saúde coletiva em territórios historicamente invisibilizados.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. P. et al. **Captação e aproveitamento da água da chuva: recomendações técnicas**. Brasília: ANA, 2014.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**. Brasília: ANA, 2020.

BATISTA, A. C.; NEU, V.; MEYER, S. **Tecnologias sociais e a qualidade da água em comunidades amazônicas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 27, p. 1–15, 2022.

BATISTA, A. C.; NEU, V. **Tecnologias sociais em saneamento: experiências em comunidades rurais amazônicas**. Belém: UFRA, 2024.

BRASIL. Portaria GM/MS n. 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2021.

BRASIL. **Programa Cisternas: relatório de implementação 2024**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome, 2024.

CAVAZZANI, A. **Tecnologias sociais para saneamento: análise de casos na Amazônia**. Ambiente & Sociedade, v. 25, e02315, 2022.

DAGNINO, R. **Tecnologia social: ferramenta para construção de uma nova sociedade**. Campinas: Komedi, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Relatório técnico: acesso ao saneamento rural no Brasil**. Brasília, 2020.

FEDERICI, S. **O ponto zero da revolução: trabalho doméstico, reprodução e luta feminista**. São Paulo: Elefante, 2019.

FIGUEIREDO, C. et al. Saneamento e tecnologias sociais na Amazônia: desafios e perspectivas. **Revista de Desenvolvimento Regional**, v. 29, n. 1, p. 45–63, 2023.

HABITAT PARA A HUMANIDADE BRASIL. **Com sede de esperança: relatório sobre saneamento e gênero**. São Paulo: Habitat, 2024.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados da estação meteorológica automática de Castanhal/PA (A202), período 2015–2024**. Brasília: INMET, 2025.

JACOBI, P.; EMPINOTTI, V.; SCHMIDT, L. Injustiça hídrica e invisibilidade da Amazônia. **Cadernos MetrÓpole**, v. 18, n. 36, p. 623–646, 2016.

MACHADO, F.; BORGE, F.; MIRANDA NETO, J. Justiça hídrica e gênero: desafios para o saneamento no Brasil. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 13, p. 211–229, 2023.

- MATOS, F. C.; CARRIERE, A. Gênero e governança da água no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 56, n. 1, p. 85–103, 2022.
- MENDONÇA, J. et al. Saneamento e mudanças climáticas na Amazônia. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 26, n. 1, p. 115–134, 2023.
- NEU, V. et al. Vulnerabilidade hídrica e contaminação microbiológica em comunidades amazônicas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 3557–3569, 2018.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking-water quality**. 4th ed. Geneva: WHO, 2017.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO); UNICEF. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2020**. Geneva: WHO, 2020.
- PEIXOTO, N. et al. Influência da estratificação e das saídas de água na qualidade de reservatórios. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, p. 105–117, 2021.
- PIEROBOM, T.; FERNANDES, A. Mulheres, saneamento e desigualdades urbanas. **Revista de Estudos Feministas**, v. 31, n. 1, p. 1–27, 2023.
- RIBEIRO, R. **Estratificação térmica e qualidade da água: implicações para captação em reservatórios**. Belo Horizonte: UFMG, 2018.
- SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2023**. Brasília: MDR, 2023.
- SOUZA, A.; MACHADO, M. Saneamento, gênero e a luta pelo comum na Amazônia. **Revista Ciências Sociais Unisinos**, v. 54, n. 2, p. 150–168, 2018.