



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

# Segurança Hídrica e Esgotamento Sanitário por meio de Tecnologias Sociais na Amazônia Oriental

Lucas Mota Batista, Universidade Federal de Minas Gerais, [lucasmotab4@gmail.com](mailto:lucasmotab4@gmail.com);

Henrique Costa Cardoso, Universidade Federal Rural da Amazônia,  
[costacardosohenrique@gmail.com](mailto:costacardosohenrique@gmail.com);

Rafael Keiichi Nagashima, Universidade Federal Rural da Amazônia,  
[rafael.nagashima@gmail.com](mailto:rafael.nagashima@gmail.com);

Vania Neu, Universidade Federal Rural da Amazônia, [bioneu@yahoo.com.br](mailto:bioneu@yahoo.com.br)

## RELATO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA

### EIXO TEMÁTICO: Universidade, formação na engenharia e educação

#### RESUMO

A região Norte do Brasil se destaca no país pela baixa cobertura de serviços básicos em saneamento, sobretudo quanto ao abastecimento regular de água e esgotamento sanitário. A falta de soluções convencionais estimula o desenvolvimento de medidas alternativas, a fim de garantir os direitos basilares da população local, em especial nos espaços rurais e ocupados por povos tradicionais. Assim, o presente relato objetiva descrever a experiência de implantação de tecnologias sociais na comunidade ribeirinha do Canal Furo Grande, na Ilha das Onças, município de Barcarena, Pará. Um projeto de parceria da Universidade Federal Rural da Amazônia com a comunidade do Furo Grande oportunizou a reimplantação de dezenas de Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva e Banheiros Ecológicos Ribeirinhos. Esta iniciativa envolveu a participação de ao menos 21 famílias, ao longo de mais de 10 anos, e contribuiu com melhorias para a qualidade de vida, saúde, bem estar e autonomia dos moradores locais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento rural. Tecnologias alternativas. Abastecimento de água. Banheiro ecológico.

#### CONTEXTO

##### Saneamento básico e territórios rurais

O saneamento é elemento basilar para o desenvolvimento sustentável de populações e territórios. O acesso à água e ao esgotamento sanitário são reconhecidos pelas Nações Unidas como Direitos Humanos Universais (resolução A/RES/64/292). A precariedade no fornecimento de serviços básicos como o abastecimento regular e seguro de água, tratamento do esgoto, além da coleta e tratamento de resíduos sólidos



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

está diretamente relacionada com uma baixa expectativa e qualidade de vida, comprometimento da saúde, renda e bem estar das pessoas (WHO, 2018).

No Brasil, aproximadamente 33 milhões de pessoas (15,8%) não têm acesso permanente a serviços de abastecimento de água, enquanto 92 milhões (44,2%) não têm acesso à rede de esgoto (SNIS, 2021). E esses números são ainda mais alarmantes em duas principais regiões do país, o Norte amazônico e o semiárido Nordeste. Os municípios nortistas destacam-se entre aqueles com as piores coberturas em serviços de saneamento, na garantia de direitos fundamentais à água e ao esgoto, por exemplo (BORDALO, 2022).

Os ambientes rurais são os principais afetados e os impactos são sentidos principalmente pelos povos tradicionais que habitam essas regiões. É o caso de diversos territórios indígenas, quilombolas, ribeirinhos e outros grupos caracterizados por populações do Campo, Floresta e Águas (PCFA) (LOBÃO, 2019; RESENDE; FERREIRA; FERNANDES, 2018).

### Tecnologias Sociais em saneamento

As Tecnologias Sociais (TS) podem ser definidas como um conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida. Assim, assumem diferentes dimensões, como relevância social; conhecimento, ciência, tecnologia e inovação; educação; além da participação, cidadania e democracia, cada uma com suas características peculiares (ITS, 2007).

Na prática, esse conceito implica numa abordagem científica e tecnológica bastante inovadora, principalmente porque coloca a comunidade como parte ativa no processo de pesquisa, deixando de ser meramente usuária (BARRETTO; PIAZZALUNGA, 2012). A partir dessa compreensão, diferentes setores das esferas política, social, econômica e



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

ambiental assumem forte relação com esse compromisso técnico-científico e com o desenvolvimento social. O saneamento é integrante basilar desta estrutura e representa um dos principais segmentos ponderados pelas tecnologias sociais. O desenvolvimento dessas alternativas pode garantir importantes soluções para problemas públicos, como enchentes, a escassez na oferta de serviços básicos de abastecimento de água, coleta de esgoto e resíduos, segurança alimentar, além de promover saúde, qualidade de vida e eventualmente uma renda extra aos beneficiários.

Ao menos a partir das duas últimas décadas, o Estado brasileiro passou a apostar gradativamente nas TS como alternativas para o saneamento, fundamentalmente através de políticas públicas. Com realizações em níveis municipais, estaduais e federais, o governo passa cada vez mais a instituir programas que visam o protagonismo dos beneficiários, desde o processo de planejamento e execução à gestão. No país, o Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC) é considerado a iniciativa de maior destaque, atualmente difundido em diferentes estados brasileiros, localizados sobretudo nas zonas rurais de municípios do semiárido nordestino, e beneficiando centenas de milhares de famílias com o abastecimento por água de chuva (ASA, 2023).

Estas inovações tecnológicas estão cada vez mais agregadas aos diferentes campos constituintes do saneamento e direcionadas ao desafio da universalização. Alguns ensaios já relacionam estas medidas, por exemplo, as técnicas de drenagem de águas pluviais (MORAIS, 2021; OLIVEIRA; REZENDE; PIZZO, 2021), de resíduos (OLIVEIRA, SANTOS, 2016; SILVA et al., 2020), e principalmente no que se refere ao esgotamento sanitário e ao abastecimento de água.

Devido a precariedade da condição sanitária denotada pelas populações rurais brasileiras, o trabalho conjunto entre o corpo científico e as próprias comunidades, unindo conhecimentos técnicos aos conhecimentos tradicionais, passou a possibilitar diversas inovações voltadas a superação da falta de recursos básicos. Alguns exemplos são os sistemas de abastecimento de água por captação dos recursos pluviais (DIAS; MENDES, 2021), ou aproveitamento de águas superficiais e subterrâneas, a exemplo do



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

SALTA-Z da Funasa (VENTURIERI, 2017). Como alternativas ao esgoto doméstico, existem os tanques de evapotranspiração (COSTA et al., 2021), os jardins filtrantes (SILVA, 2014) e os banheiros secos (CASTRO; CASTRO, 2019).

### Experiências com Tecnologias Sociais na Amazônia

Regionalmente, os estados amazônicos são amostras destacadas de realizações descentralizadas em saneamento, especialmente nas áreas rurais e em territórios isolados. Nessas regiões, são mais frequentes as iniciativas coordenadas por entes não públicos à garantia desses direitos, com atuações independentes ou mesmo apoiadas pelo Estado (BATISTA, 2023).

Nos últimos 20 anos, o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMM), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), vêm fomentando a reaplicação de tecnologias sociais voltadas para a ampliação do acesso à água e esgotamento sanitário em comunidades amazônicas. Estas iniciativas se concentram sobretudo nas comunidades rurais que compõem as áreas das Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã, no estado do Amazonas. Alguns desses sistemas, que também buscam promover a interação e inclusão social, são os sanitários secos e hídricos adaptados às áreas alagáveis, as unidades de tratamento de esgoto para residências flutuantes e os sistemas de abastecimento de água com bombeamento por tecnologia fotovoltaica (IDSMM, 2023).

Outros exemplos são os Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva, também em crescente difusão na Amazônia. Um estudo recente mostra que estas inovações tecnológicas foram alvo de ao menos 10 experiências na região, com apoio do Estado, seja na proposição, execução, monitoramento, ou mesmo no financiamento dos projetos. O Governo Federal investiu mais de R\$ 180 milhões em três grandes projetos, beneficiando milhares de famílias com cerca de 25 mil sistemas coletivos e unifamiliares (BATISTA, 2023).



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

Os dois principais programas nacionais de fomento ao aproveitamento de água de chuva estiveram envolvidos nessas iniciativas (Programa Água Para Todos, Decreto Nº 7.535/2011 e o Programa Cisternas, Lei 12.873/2013). Naturalmente, os principais resultados, em termos de pessoas beneficiadas, foram alcançados pelos projetos que receberam grandes investimentos. No entanto, a maior parte das iniciativas estiveram relacionadas a experiências piloto, com orçamentos consideravelmente menores (BATISTA, 2023).

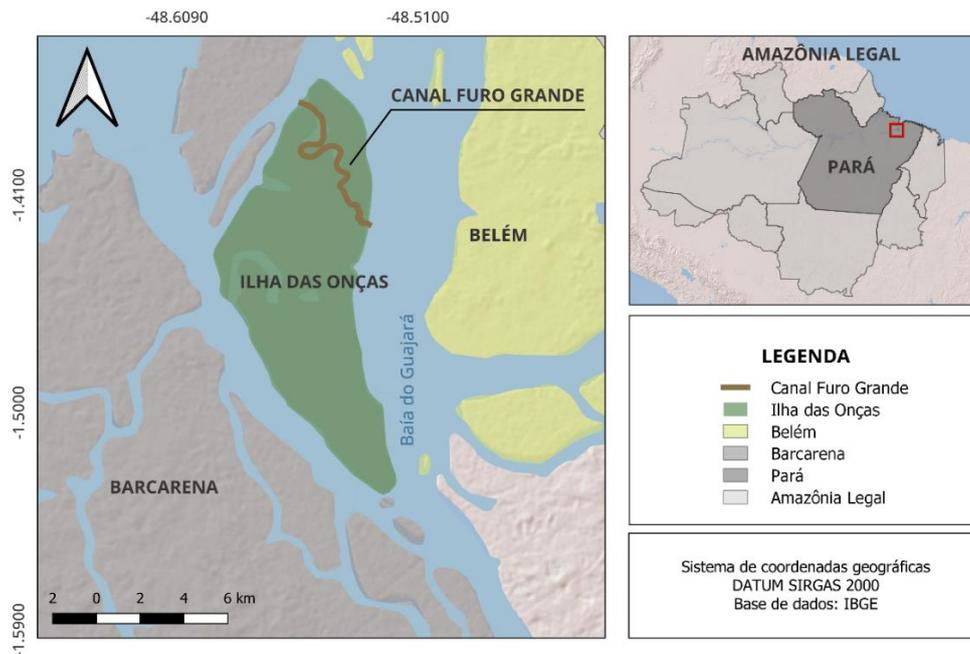
Entre estas propostas pontuais está a iniciativa da Cáritas da Arquidiocese de Belém/PA, que atuou na região insular da capital paraense, entre os anos de 2006 e 2009, beneficiando ao menos 370 pessoas com a construção de 221 SAAC (VELOSO et al., 2017). Outros diferentes projetos de extensão universitária também alcançaram resultados significativamente importantes (NEU et al., 2018; DIAS; MENDES, 2021). Existem exemplos até mesmo onde não houve colaboração do poder público, como a realização coordenada e executada exclusivamente pela Associação de Moradores de Ilhas (FAPIP), no estado do Pará, que organizadamente conduziu a implementação de um sistema em uma escola na Ilha do Combu (Belém/PA) (MACEDO; MENDES; COSTA, 2018).

Outras experiências divulgam também o desenvolvimento de iniciativas locais para o fomento de métodos inovadores para o tratamento do esgoto doméstico. O estudo de Nascimento, Silva e Souza (2022), mapeou os principais conceitos e tipos de TS de esgotamento sanitário implantados ou indicados para a Amazônia. O resultado disso foi a identificação de quatro principais sistemas implementados e/ou recomendados para a região, dos tipos Wetland, Banheiro seco (BS), Fossa Séptica Biodigestora (FSB) e Tanque de Evapotranspiração (TEvap). Estas tecnologias foram consideradas de baixo custo, fácil apropriação, construção, operação e manutenção, sustentáveis, geradoras de renda, melhoram a qualidade de vida dos usuários e de fácil reaplicação. Além disso, o BS e a FSB demonstraram ser mais viáveis para regiões ribeirinhas, por suas características construtivas, que se adaptam com maior facilidade a tais ambientes.

## O caso da Ilha das Onças

No estado do Pará, na porção Oriental da Amazônia brasileira, muitos são os exemplos da ineficiência e insuficiência na garantia dos direitos fundamentais à água e ao esgotamento sanitário. Na região de ilhas que circundam a capital paraense, Belém, diversas comunidades enfrentam o abandono e negligência do Estado, além do desinteresse da iniciativa privada. Esta é a condição da Ilha das Onças, que faz parte do município de Barcarena, distante 5 quilômetros da cidade de Belém e encontra-se no estuário do Rio Pará, à margem esquerda da Baía do Guajará (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização do Furo Grande, Ilha das Onças - Barcarena/Pará.



Fonte: elaborado pelos autores.

Em uns dos canais que recortam a Ilha das Onças, o Furo Grande, as mais de 80 famílias ribeirinhas convivem com a falta de estruturas mínimas. As residências comuns são predominantemente construídas em madeira, tanto a estrutura quanto o piso e cobertas, principalmente com telhas de barro. Poucas residências são construídas em alvenaria e/ou possuem cobertura com telhas de amianto. A comunidade não conta com



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

serviço público de fornecimento de energia elétrica, sendo este recurso acessado majoritariamente por geradores particulares e mais recentemente por placas solares.

No que diz respeito ao saneamento, as famílias não beneficiadas pelo projeto dependem principalmente do serviço de distribuição de água contratado pela prefeitura de Barcarena, sem garantias de qualidade, regularidade e quantidade. Alguns sistemas de captação, filtração, armazenamento e distribuição de água, implementados no passado por iniciativas do Instituto Nacional da Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), atualmente não se encontram em funcionamento. Além disso, a ausência de quaisquer serviços de coleta de esgoto e resíduos sólidos também retratam a condição de vulnerabilidade.

Uma das alternativas mais adotadas para o manejo do esgoto produzido na comunidade é a fossa, que pode ser do tipo rudimentar (mais comum), ou mesmo séptica (poucos casos). Muitas famílias sequer possuem estas opções, depositando as fezes e urina em pequenos buracos cavados no solo, ou até mesmo em espaços à céu aberto. Contexto que retrata uma condição de escanteamento e negligência pela atuação pública e que reflete as ocorrências frequentes de doenças vinculadas a precariedade do saneamento, além de uma difícil condição de vida para a população local.

### DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Uma das experiências envolvendo tecnologias sociais e saneamento, direcionadas às áreas rurais amazônicas, é o projeto de pesquisa e extensão Segurança Hídrica e Esgotamento Sanitário na Região Insular de Belém. Esta é uma iniciativa da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), vinculada ao Laboratório de Hidrobiogeoquímica e que objetiva promover soluções eficientes e acessíveis para o saneamento, a partir de uma parceria entre o ambiente universitário e os territórios tradicionais amazônicos.



## **XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

**30 de Outubro a 01 de novembro de 2023**

**Belo Horizonte - MG, Brasil**

Este projeto existe há mais de 10 anos e atua principalmente junto à comunidade ribeirinha do Canal Furo Grande, na Ilha das Onças, município de Barcarena - Pará.

As atividades no Furo Grande foram iniciadas ainda no ano de 2012. A princípio, o objetivo da relação era voltado a práticas de restauração ambiental e geração de renda para os moradores locais. Uma das primeiras ações que deram início a esse vínculo foi a reintrodução de espécies de abelhas nativas na região. Esta iniciativa tinha interesse tanto na recuperação dos agentes polinizadores quanto na produção de mel.

O contato frequente com a comunidade revelou então uma série de outras faces da vulnerabilidade socioeconômica, ambiental e política, com reflexos na saúde e na qualidade de vida da população. A observação da ausência de estruturas para fornecimento de energia elétrica e saneamento mostraram um cenário de maior complexidade do que o esperado. A carência de serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto, além da falta de um sistema de coleta seletiva, eram os principais exemplos. Condição que justificava hábitos comuns entre os locais, como o consumo da água do rio e o descarte inadequado do esgoto e de outros resíduos sem tratamento no ambiente a céu aberto, estimulando a frequência de doenças de veiculação hídrica e outras patologias, sobretudo entre as crianças.

Os banheiros, quando existentes, eram construídos sem mecanismo adequado para o tratamento das fezes e urina, que passavam a ser depositadas sob o solo e em seguida carregadas para o rio, pelo ciclo das marés e das águas pluviais, ou contaminando o rio de forma indireta, via fossas rudimentares. Os banheiros ribeirinhos rudimentares também representam uma fonte de zoonoses, por permitirem que animais domésticos entrem em contato com dejetos fecais potencialmente contaminados. Parte das residências que não foram contempladas com o Banheiro Ecológico ainda hoje vivenciam essa realidade.

A partir de 2014 foram incorporadas novas ações ao projeto, dessa vez voltadas tanto à promoção de renda quanto ao saneamento básico, seria essa uma segunda fase. Tal resignificação somou aos objetivos iniciais o maior enfoque na geração de

autonomia, pertencimento, desenvolvimento socioeconômico e inclusão à comunidade. Nesse novo momento foi realizado um levantamento com 27 famílias do Furo Grande, das quais foram selecionadas 15, posteriormente, para um acompanhamento mais aproximado. Este levantamento foi limitado a disponibilidade de recursos financeiros e humanos, e os objetivos não eram de cunho estritamente estatístico, mas sim uma forma de conhecer melhor a realidade socioeconômica da comunidade. Assim, foram aplicados questionários a representantes das famílias (SANTOS; ARAÚJO; NEU, 2016). Na seleção dos beneficiários para as etapas seguintes foi estabelecida prioridade às pessoas vinculadas ao projeto desde a fase anterior.

Durante a segunda fase do projeto, foram instalados 16 Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC), cisternas ainda com capacidade de mil litros, por unidade familiar, e 1 Banheiro Ecológico Ribeirinho (BER). Os sistemas foram implementados inclusive na Associação dos Meliponicultores e Produtores de Açaí e Artesanato do Furo Grande) (Barcarena) (AMPAFUG) (Figuras 2a e 2b), fundada com auxílio do projeto e em fomento aos negócios locais desenvolvidos pelos próprios moradores da ilha.

Figura 2 - a) Sistema de abastecimento de água de chuva e b) banheiro ecológico na AMPAFUG.



A partir do ano de 2018, com novos recursos, o projeto deu início a uma terceira fase. Com novos apoios institucionais e financeiros, outros 15 SAAC foram reaplicados; alguns existentes desde a fase anterior foram reformados e outros novos foram construídos. Além disso, 15 unidades familiares de BER também foram entregues às famílias integrantes. As cisternas dessa vez passaram a ser instaladas com volume de dois mil litros. A seleção dos beneficiários considerou principalmente os participantes ativos do projeto, que receberam os sistemas atualizados. Novos participantes também foram contemplados, de acordo com as necessidades observadas.

Todas as decisões relacionadas ao desenvolvimento das atividades do projeto aconteceram de forma conjunta, buscando-se o protagonismo da comunidade. Ao longo do tempo, foram realizados diferentes encontros para trocas de experiências, levantamento de informações e discussões de propostas (Figura 3).

Figura 3 - Reunião estratégica para planejamento das atividades do projeto.



Fonte: Banco de dados do Laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA.

Com base nas definições de objetivos que nortearam o projeto, em cada fase foram realizados diferentes procedimentos para a seleção dos interessados e para a

aquisição de materiais necessários para a construção dos sistemas. A logística de recebimento dos materiais e destinação aos respectivos locais de instalação das estruturas, em todos os momentos, foram combinadas com os próprios moradores (Figura 4).

Figura 4 - Entrega de materiais a) dos caminhões para os barcos; e b) dos barcos para as residências, na logística de deslocamento da matéria-prima para construção dos sistemas.



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

As montagens dos sistemas aconteceram sempre em regimes de mutirões (Figura 5). A colaboração entre os responsáveis do corpo técnico do Laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA junto aos beneficiários e a outros parceiros eventuais (a exemplo de técnicos e estagiários da Embrapa Amazônia Oriental), foi a força de trabalho para a execução das atividades práticas (Figura 6).

Figura 5 - Mutirões para a montagem das tecnologias.



Fonte: Banco de dados do Laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA.

Figura 1 - Diferentes atores na colaboração do mutirão.



Fonte: Banco de dados do Laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA.



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

Os SAAC implementados nas residências do Furo Grande são unifamiliares, acoplados às residências. A cobertura das casas funciona como área para a captação da água de chuva. Após escorrer pelo telhado, a água é captada por calhas e segue pelos sistemas condutores, passando por um primeiro sistema de filtração, com uma tela para retenção de material sólido, como folhas e galhos. Em seguida, a água segue para o preenchimento de um dispositivo para o descarte do primeiro milímetro da água de chuva. O dispositivo é necessário para separar os primeiros milímetros de água de chuva, que chegam no sistema carregados com maior quantidade de sujeiras.

Após o desvio dos primeiros milímetros, a água continua entrando no sistema, seguindo um caminho direto para o reservatório principal. Outros sistemas condutores fazem a distribuição da água das cisternas para um ou mais pontos de saída na residência (torneiras, chuveiros ou outros). Essa distribuição acontece sem a necessidade de bombeamento ou qualquer outro método dependente de energia elétrica. A atuação da força gravitacional que acontece pela diferença de cotas entre a altura do reservatório e dos pontos de condução e saída da água garante a pressão suficiente para um abastecimento eficiente.

Outros métodos de tratamento da água são adotados após a coleta nos pontos internos das casas. São esses a) a adição do hipoclorito de sódio, segundo a recomendação do Ministério da Saúde, como medida para eliminação de microrganismos que causam doenças de vinculação hídrica, como diarreia, amebíase e hepatite infecciosa (MS, 2018); e b) a utilização de filtros com velas de carvão ativado. Um dos filtros que passaram a ser utilizados atualmente pelos usuários desses sistemas foi artesanalmente confeccionado pelo Laboratório de Hidrobiogeoquímica (Figura 8). A função destes filtros com tratamento à base de carvão ativado é o de reter micropartículas presentes na água e eliminar o sabor deixado pelo hipoclorito.

Figura 2 - Filtro em material polipropileno termoformado, com vela de carvão ativado, utilizado para filtração de água em SAAC.



Fonte: Banco de dados do Laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA.

Os BER instalados no Furo Grande também são sistemas unifamiliares. Estas tecnologias utilizam a técnica dos banheiros secos, não dependendo da utilização de água no processo de tratamento do esgoto doméstico. As fezes e urina são armazenadas em um reservatório de 200 litros, acoplado abaixo da estrutura do banheiro, na parte externa. A adição de um substrato para retenção da umidade, por exemplo a serragem de madeiras, é uma etapa importante, pois esse material seco tem grande capacidade de agregação física aos compostos orgânicos. Esse procedimento ajuda com a inibição de odores, facilitando o uso e tornando a experiência mais agradável.

Após o preenchimento do reservatório do banheiro em até 75% da sua capacidade limite, adiciona-se ao composto um material inoculante microbiano, que pode ser do tipo esterco bovino, suíno ou terra de mato. As bactérias presentes no material inoculante são responsáveis por acelerar o processo de degradação do material orgânico (processo conhecido como compostagem). Consequentemente, o resultado também busca a inibição da atuação de agentes parasitários. O produto final é um

composto terroso, isento de odores, com baixo risco de contaminação, e alto potencial fertilizante.

As duas tecnologias sociais podem ser utilizadas de formas individualizadas ou acopladas em conjunto às estruturas residências (Figura 9). Integrado à tecnologia das cisternas, o banheiro ecológico, por exemplo, pode ser equipado com uma torneira para higienização das mãos. Da cisterna sai uma tubulação que chega até o banheiro, levando água até a torneira. A distância e altura da torneira dependem da altura do telhado. A presença da torneira e de uma pia elementos importantes da tecnologia do BER, pois estimulam o hábito de lavar as mãos após o uso do banheiro (NEU; SANTOS; MEYER, 2016).

Figura 3 - Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva e Banheiro Ecológico Ribeirinho de forma integrada a uma residência.



Fonte: Planta desenvolvida por pesquisadores do Laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA.

Diferentes parcerias com instituições financeiras (privadas), órgãos públicos, instituições de ensino e com o terceiro setor oportunizaram as fases de execução do projeto (Quadro 1). Alguns desses vínculos foram responsáveis pelo financiamento direto das ações, desde os momentos iniciais de aproximação com a comunidade, a



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

identificação dos problemas apontados pelos próprios moradores, a aquisição dos materiais e construção das tecnologias, os momentos de acompanhamentos pós implementação (com orientações e assistências), além de melhoramentos e eventuais manutenções das estruturas. Os financiamentos de instituições de apoio a pesquisas também contribuíram com o custeio de bolsistas e para o desenvolvimento de diferentes estudos.

Quadro 1 - Parcerias institucionais do projeto.

Nome do Parceiro	Natureza da instituição	Tipo de contribuição
EMBRAPA	Pública	Apoio técnico para análise da qualidade da água e do composto orgânico produzido pelo BER.
Banco Santander	Privada	Apoio Financeiro para a implantação inicial de 15 SAAC e 1 BER.
CNPq	Pública	Avaliação química das amostras de água e do composto produzido pelo BER
SECTET	Pública	Apoio Financeiro para reaplicação de 15 SAAC e 15 BER.
Evandro Chagas	Pública	Análise de metais pesados nas água de chuva e análise microbiológica do composto produzido pelos BER.
FAPESPA	Pública	Monitoramento da qualidade da água.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## RESULTADOS

Ao todo, são contabilizados ao menos 46 estruturas de sistemas reaplicados pelo projeto, entre Banheiros Ecológicos e cisternas e entre estruturas novas e outras reformadas. As tecnologias foram distribuídas para ao menos 21 famílias da Ilha das



Onças. A descrição da quantidade de sistemas (SAAC e BER) e suas respectivas características estão resumidas no Quadro 2.

Quadro 2 – Sistemas implementados pelo projeto.

<b>Fase do projeto</b>	<b>Tecnologia</b>	<b>Unidades familiares</b>
1ª fase (2012)	-	-
2ª fase (2014)	SAAC	15
	BER	1
3ª fase (2018)	SAAC	15 (novos ou reformados)
	BER	15

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 2015, o Banheiro Ecológico Ribeirinho foi reconhecido e certificado pela Fundação Banco do Brasil como Tecnologia Social promotora de saneamento descentralizado para comunidades ribeirinhas (FBB, 2023).

A iniciativa da UFRA também contribuiu com a formação de diferentes profissionais aptos a trabalhar pelo desenvolvimento da região amazônica e para a universalização do saneamento. Ao longo de mais de 10 anos de existência, o projeto teve uma notável contribuição para o desenvolvimento da linha de pesquisa compreendida por tecnologias sociais em saneamento rural, com a publicações de artigos, livro, cartilhas, trabalhos de conclusão de cursos, iniciações científicas e tantas outras produções.

Já foram foco de pesquisas e levantamento de dados sobre o projeto os aspectos técnicos de funcionamento das tecnologias (NEU; SANTOS; MEYER, 2016), o dimensionamento hidroclimático (BATISTA; NEU; MEYER, 2022; BATISTA; NAHUM, 2023) e econômico (BATISTA, 2023), a qualidade da água dos SAAC (NEU et al., 2018), o produto pós tratamento no BER, além de um estudo mais recente, sobre a percepção dos usuários das tecnologias sociais em consideração as suas experiências de uso dos sistemas.



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

Em dois estudos sobre o dimensionamento de SAAC para o território paraense, os resultados apontaram um grande potencial para o aproveitamento de água de chuva na região. As condições climáticas incidentes no estado do Pará atestam o método de captação de águas pluviais como uma proposta viável para o abastecimento regular de água e para a garantia do acesso em comunidades locais (BATISTA; NEU; MEYER, 2022; BATISTA; NAHUM, 2023). Em termos de qualidade, quando observados as recomendações básicas de higiene e cuidados com os sistemas, a água de chuva também pode ser utilizada de forma segura para o consumo humano (NEU et al., 2018).

Em um dos estudos de caso sobre a comunidade do Furo Grande, o método baseado no aproveitamento de água de chuva demonstrou maior viabilidade econômica do que a medida atualmente adotada pela prefeitura de Barcarena, para o abastecimento de água das famílias na Ilha. Uma substituição entre os métodos, em um cenário de 20 anos, poderia gerar uma economia superior a 300 mil reais aos cofres municipais. Valor esse que poderia ser revestido no desenvolvimento de novas estruturas em saneamento e na gestão destas tecnologias sociais (BATISTA, 2023).

A partir de um levantamento de dados, realizado a partir de uma série de questionários aplicados a moradores do Furo Grande e usuários das tecnologias implementadas pelo projeto, foram coletados relatos sobre as experiências dos ribeirinhos com os sistemas. Os resultados deste novo estudo destacam diversos pontos, entre eles:

- Economia de dinheiro e custo de oportunidade. Os novos sistemas resultaram na evitação de gastos de tempo e dinheiro na compra e aquisição de água e remédios – especialmente por conta de problemas de saúde veiculados a precariedade do saneamento, como o consumo de água sem quaisquer garantias de qualidade. O tempo economizado passou a ser dedicado à família e às atividades geradoras de renda.

“Pra mim trouxe muito benefício [o projeto], de maneira que eu já não ando pra pegar tanta água, eu deixei de comprar água.” (Moradora da Ilha das Onças, participante do projeto, em entrevista em setembro de 2022).



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

- Percepções positivas sobre o projeto. A maior parte dos relatos foram dedicados a percepções positivas sobre o projeto e relacionados especificamente aos sistemas.

“Eu acredito que esse projeto, aonde chegar e colocarem, ele vai ser bem vindo. Porque o projeto é muito bom.” (Moradora da Ilha das Onças, participante do projeto, em entrevista em junho de 2019).

“Olha, de tudo que veio pra cá, esse foi o projeto que eu mais gostei. Porque agora eu não dependo da prefeitura.” (Moradora da Ilha das Onças, participante do projeto, em entrevista em setembro de 2022).

- Percepções adversas e melhorias a serem feitas no projeto. Poucas narrativas foram direcionadas a percepções adversas, no entanto, houve diferentes relatos sobre melhorias consideradas necessárias, em perspectivas futuras de reações e ampliação do projeto. Entre as sugestões, está a própria expansão das ações, de forma a envolver um número maior de famílias; o aumento da capacidade volumétrica dos reservatórios de água já instalados; o uso de madeiras de melhor qualidade/resistência, e outras.

“O banheiro não ajudou muito aqui, porque aqui tem muita gente. Esse banheiro seco é bom pra casa que tem pouca gente. Mas aqui tem muita gente, aí todo mundo quer usar, e não sabe usar, aí vai ficando uma confusão. Por isso achei melhor fazer uma fossa.” (Morador da Ilha das Onças, participante do projeto, em entrevista em setembro de 2022).

“Na hora de comprar madeira, cuidado. Porque a madeira que veio, não veio de qualidade.” (Morador da Ilha das Onças, participante do projeto, em entrevista em junho de 2019).

Ao longo do tempo, o desenvolvimento das atividades do projeto e o contato com as comunidades rurais na Amazônia revelaram novos desafios. Para algumas famílias e em algumas comunidades, o Banheiro Ecológico demonstrou não ser a tecnologia mais adequada, principalmente por conta das dificuldades apresentadas em atender as exigências habituais de higiene e as manutenções exigidas para o bom funcionamento do sistema. Assim, uma terceira tecnologia social passou a ser estudada e incorporada ao projeto, a ser os Tanques de Evapotranspiração (TEvap).

A iniciativa da UFRA, por meio de um desenvolvimento contínuo, segue avançando com as ações, que objetivam a promoção de melhorias técnicas para problemas sociais recorrentes na região. Acredita-se que nos próximos anos seja possível uma expansão do horizonte de comunidades parceiras do projeto, possibilitando uma maior



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

representatividade sobre os resultados das realizações. A confirmação da cidade de Belém como a sede da 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP-30), no ano de 2025, já gera efeitos consideravelmente positivos sobre o interesse de novas entidades (potenciais financiadores) em cooperar com o projeto.

O propósito basilar desta iniciativa é o de contribuir com o desenvolvimento de metodologias eficientes e socialmente adaptadas a realidades das populações locais e que possam ser aproveitadas e difundidas por meio de políticas públicas. Na perspectiva de universalização do acesso à água e ao esgotamento sanitário, a integração destes métodos democráticos em planos e programas governamentais, pautados no desenvolvimento sustentável, se inserem no contexto amazônico como um caminho viável, seguro e comprometido com o futuro.

### REFERÊNCIAS

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). **Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC)**. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>. Acesso em: 09 de fevereiro, 2023.

BARRETTO, Saulo Faria Almeida; PIAZZALUNGA, Renata. Tecnologias sociais. **Ciência e Cultura**, v. 64, n. 4, p. 4-5, 2012.

BATISTA, L. M. **Políticas de Estado e tecnologias sociais de água de chuva na Amazônia brasileira**. [Dissertação de mestrado]. Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais – Universidade Federal do Pará. Belém, 2023.

BATISTA, L. M.; NAHUM, J. dos S. Potencial de aproveitamento de água de chuva para abastecimento unifamiliar no estado do Pará – Amazônia Oriental. **Revista GeoAmazônia**. v. 11, n. 23, 2023.

BATISTA, L. M.; NEU, V.; MEYER, L. F. F. Água de chuva: uma alternativa para comunidades rurais no estado do Pará. **Revista Tecnologia e Sociedade**. v. 18, n. 54, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14779>. Acesso em 22 de fevereiro, 2023.



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

BORDALO, C. A. L. Pelo direito humano ao acesso à água potável na região das águas: uma análise da exclusão e do déficit dos serviços de abastecimento de água potável à população da Amazônia brasileira. **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 1, p. 261-284, 2022.

BRASIL. **Decreto Nº 7.535 de 26 de julho de 2011**. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - "ÁGUA PARA TODOS". Brasília, DF: Presidência da República, [2011]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/decreto/d7535.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7535.htm). Acesso em 03 de abril, 2023.

BRASIL. **Decreto Nº 8.038, de 4 de julho de 2013**. Regulamenta o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água - Programa Cisternas, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/Decreto/D8038.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Decreto/D8038.htm). Acesso em: 23 de março, 2023.

CASTRO, Alex Bruno Cunha; DE CASTRO, Sâmia Rubielle Silva. Banheiro ecológico uma alternativa sustentável para comunidades no interior da Amazônia. **Nature and Conservation**, v. 12, n. 2, p. 1-10, 2019.

COSTA, Pablo Soares de Alvarenga *et al.* Tanque de evapotranspiração para saneamento rural: estudo de caso no planejamento micro e macro. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. Supl. 2, p. 1-20, 2021.

DIAS, Luís Lisboa; MENDES, Ronaldo Lopes. O uso da tecnologia social de aproveitamento de água da chuva e a interação das partes envolvidas com o sistema (stakeholders) – o caso das ilhas de Belém e região. **Colóquio Organizações, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, v. 11, n. 1, 2021.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB). **Estratégias De Inclusão Produtiva E Sustentável De Empreendimentos De Catadores**. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/estrategias-de-inclusao-produtiva-e-sustentavel-de-empreendimentos-de-catadores>. Acesso em 12 de junho, 2023.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ (IDSM). Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/>. Acesso em 12 de junho, 2023.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Conhecimento e cidadania: tecnologia social**. 23p. 2007. Disponível em: <https://irp.cdn-website.com/c8d521c7/files/uploaded/T1.pdf>. Acesso em 12 de junho, 2023.

LOBÃO, Mário. Amazônia rural brasileira: aspetos sociodemográficos. **GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 17, p. 123, 2019.



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

MACEDO, Robson Raposo; MENDES, Ronaldo Lopes Rodrigues; COSTA, Tony. Sistema de Informação Geográfica (SIG) aplicado a gestão de recursos naturais. Atlas do aproveitamento de água da chuva nas ilhas de Belém – iniciativas, demandas e potencialidades. **Geo UERJ**, n. 32, p. 29876, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). **Qualidade da água para consumo humano. Cartilha para promoção e proteção da saúde**. Brasília, DF, 53 p. 2018. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualidade\\_agua\\_consumo\\_humano\\_cartilha\\_promocao.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualidade_agua_consumo_humano_cartilha_promocao.pdf). Acesso em 03 de fevereiro, 2023.

MORAIS, Bárbara Roberta *et al.* Os telhados verdes nas políticas ambientais e como medida mitigadora das inundações urbanas: uma revisão sistemática. **Labor e Engenho**, v. 15, p. e021018-e021018, 2021.

NASCIMENTO, Anna Jessyca Corrêa; SILVA, Valdinei Mendes da; SOUZA, Cezarina Maria Nobre. Estado da arte das tecnologias sociais de esgotamento sanitário: conceitos e principais alternativas aplicadas na Amazônia. **Cadernos UniFOA**, v. 17, n. 50, p. 1-11, 2022.

NEU, V. *et al.* Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental. **Inclusão Social**. Brasília, DF, v.12 n.1, p.183-198, 2018.

NEU, Vania; SANTOS, Marcos Antônio Souza dos; MEYER, Leandro Frederico Ferraz. Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. **Revista Em Extensão**, v. 15, n. 1, p. 28-44, 2016.

OLIVEIRA, Greice Kelly Lourenco Porfirio de; SANTOS, Nivaldo dos. Tecnologias Sociais Aplicadas a Política Nacional de Resíduos Sólidos: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no Campo. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 205-220, 2016.

OLIVEIRA, Wevelton Ney Machado de; REZENDE, Ramon Germano de; PIZZO, Henrique da Silva. Telhados verdes e a drenagem urbana. **Revista Artigos. Com**, v. 25, p. e6127-e6127, 2021.

RESENDE, Rachel G.; FERREIRA, Sindymara; FERNANDES, Luiz Flávio Reis. O saneamento rural no contexto brasileiro. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 1, p. 131-149, 2018.

SANTOS, M. A. S. dos.; ARAÚKO, J. G. de.; NEU, V. **Perfil socioeconômico de famílias ribeirinhas da Ilhas das Onças, região insular de Belém**. In: NEU, V.; GUEDES, V. M.; ARAÚJO, M.G.S. (org.). Sustentabilidade e sociobiodiversidade na Amazônia: integrando ensino, pesquisa e extensão na região insular de Belém. Belém: Edufra, 2016. p. 65-86.



## XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

SILVA, Monica Maria Pereira da *et al.* Tecnologias sociais para gestão de resíduos sólidos recicláveis secos e prevenção de riscos no exercício profissional de catadores de materiais recicláveis. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 14951-14978, 2020.

SILVA, W. T. L da. ABC da Agricultura Familiar: saneamento básico rural. **Embrapa Instrumentação**. Brasília, DF. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>. Acesso em 06 de março, 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Painel do Saneamento 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/ptbr/assuntos/saneamento/snis/painel>. Acesso em 24 de março, 2023.

VELOSO, Nircele da Silva Leal *et al.* Água da chuva para abastecimento na Amazônia. **Movendo Ideias**, v. 17, n. 1, 2017.

VENTURIERI, Alberto. **Solução Alternativa de Tratamento de Água (Salta-z)**. FUNASA: Repositório do conhecimento. 2017. Disponível em <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/376>. Acesso em 06 de março, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines on Sanitation and Health**. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514705>. Acesso em 18 de outubro, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). United Nations General Assembly. **Human right to water and sanitation**. Geneva: 2010. (UN Document A/RES/64/292).