



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

# **TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA CAPTAÇÃO, TRATAMENTO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES NA AMAZÔNIA**

Guilherme Azzolini Cavazzani, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia,  
[guilherme.cavazzani@gmail.com](mailto:guilherme.cavazzani@gmail.com)

Regina Oliveira, Museu Paraense Emílio Goeldi, [oliveira@museu-goeldi.br](mailto:oliveira@museu-goeldi.br)

## **RESUMO**

As tecnologias sociais de captação e armazenamento de água se mostram como importante estratégia na distribuição e qualidade da água, para a segurança hídrica e alimentar de comunidades vulneráveis. Em áreas protegidas da Amazônia há comunidades vulnerabilizadas, especialmente, em relação ao acesso a este recurso. O objetivo deste trabalho foi identificar, por meio da revisão de literatura científica e dados secundários, tecnologias sociais voltadas à captação e armazenamento de água na Amazônia brasileira. Foram localizadas, mapeadas e descritas as tecnologias sociais comunitárias de acesso, tratamento e captação e/ou armazenamento de água para consumo humano. Nos sete estados da Amazônia brasileira foram identificadas 45 experiências.

**PALAVRAS-CHAVE:** acesso à água - comunidades vulneráveis - descrição de tecnologias sociais.



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

### **INTRODUÇÃO**

A sabedoria que se remete à visão sistêmica das populações tradicionais revela a forma ancestral (leia-se original) de reproduzir modos de vida compatíveis com a capacidade suporte do nosso macroambiente e um retorno a uma civilização menos predatória e mais consciente dos limites dos bens naturais (MORIN, 2002). De acordo com o autor, os saberes necessários à educação do futuro envolvem o entendimento dos processos globais para a ação local. O uso de tecnologias sociais, para o acesso a bens naturais de forma coletiva e principalmente a reaplicação das mesmas, se contrapõe a reprodução da estrutura da socioeconomia e do desenvolvimentismo vigentes que priorizam o uso da terra apenas para a reaplicação do agro-mínero-hidro-bio-carbono-negócio (MALHEIRO; PORTO-GONÇALVES; MICHELOTTI, 2021).

Ainda que a Amazônia seja considerada abundante em recursos hídricos, o acesso à água potável e de qualidade é uma questão-chave nas cidades e vilas da região (CIDADE, 2017). Segundo a autora, a infraestrutura de abastecimento e gestão de água existente atualmente não condiz com a realidade local da região. Bordalo (2017) faz uma reflexão sobre o paradoxo da água na Amazônia brasileira e afirma que nela não existe uma crise de disponibilidade de água doce, mas sim a crise do desigual acesso à água potável. Segundo o autor, essa “crise” da água é causada pela má gestão de nossos recursos hídricos, bem como decorrente do baixo investimento financeiro e tecnológico, seja ele público ou privado, na ampliação e melhoria dos serviços de abastecimento de água. Configurando a Amazônia brasileira como uma das regiões críticas do país na questão do acesso e abastecimento de água segura para o consumo.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Na Amazônia brasileira, conforme relatado por Bernardes (2013) o acesso à água se dá pelas cacimbas ou no curso do rio. Assim, o acesso propriamente dito não é o problema, mas sim a qualidade da água que é coletada. Em geral, essas águas estão contaminadas em virtude da proximidade com áreas do esgotamento sanitário das comunidades rurais. E o tratamento dessa água, realizado pelos seus residentes, não necessariamente elimina os agentes patógenos, provocando uma miríade de doenças de veiculação hídrica (GIATTI e CUTOLO, 2012).

Para muitos, na Amazônia, o abastecimento de água via recursos pluviais é considerado um paradoxo. No cenário amazônico, as águas pluviais podem ser uma importante alternativa de abastecimento como forma de sanar o déficit que, ironicamente, ainda existe em muitos locais. Para Veloso et al. (2012) é inconcebível que uma região reconhecida mundialmente como a maior reserva superficial de água doce venha a sofrer com problemas relacionados ao fornecimento de água. No entanto, os autores afirmam que estudos demonstram o grande potencial de aproveitamento da água da chuva para abastecimento humano na região Amazônica, podendo atender cerca de 50% da população amazônica como potenciais usuários.

A captação de água está diretamente ligada ao seu armazenamento. Pacífico et al. (2021) alertam para a precariedade do armazenamento em locais impróprios e sem nenhum tipo de proteção, ou em locais com condições precárias de saneamento. Assim, a captação de água e seu armazenamento devem ser considerados como uma melhoria da infraestrutura doméstica, pois são indispensáveis para a melhoria na qualidade de vida das populações vulneráveis à insegurança hídrica.

Discutir tecnologias sociais (TS) destinadas à acesso e conservação da água perpassa pela luta pelo direito de acesso a água em oposição às pressões hegemônicas de



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

controle da escassez da água, uma vez que dentro do sistema capitalista a água é vista como mercadoria (MACHADO, 2019. BERNARDES, 2016). Diegues (2000) chamou a atenção para a necessidade de manter o acesso das populações tradicionais aos recursos naturais de seus territórios, valorizando o extrativismo sustentável, o manejo dos recursos pesqueiros e sistemas de produção baseados em tecnologias apropriadas.

O objetivo deste trabalho foi identificar, mapear e descrever, por meio da revisão de literatura científica, as tecnologias sociais voltadas à captação, tratamento e armazenamento de água na Amazônia brasileira.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi desenvolvido mediante uma pesquisa qualitativa, exploratória e bibliográfica. Portanto, foram realizados levantamentos de dados secundários nas bases referenciais online (SciELO, Periódico Capes, Repositórios de dissertações e Teses das Universidades e Institutos de Pesquisa e outras) utilizando-se como critério de busca os termos “Tecnologias Sociais, Água, Amazônia”. O levantamento focou em literaturas que abordam a temática das tecnologias sociais na Amazônia brasileira. O trabalho de campo inicialmente idealizado foi cancelado devido a pandemia de Covid-19 causada pelo vírus SARS-CoV-2.

Posteriormente, os dados foram tabulados e as experiências localizadas e com auxílio do SIG, gerando o mapeamento. As principais tecnologias sociais foram descritas e categorizadas por presença e/ou ausência em áreas protegidas, o modelo de tecnologia social utilizado, forma de captação e ocorrência ou não de tratamento.

## **DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS)**



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

As tecnologias sociais descritas nos artigos e demais levantamentos realizados foram organizados em uma tabela e contabilizadas suas ocorrências por Estado da Amazônia brasileira (Quadro 1).



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
 Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Quadro 1: Distribuição de tecnologias sociais para água nos estados da Amazônia brasileira.

Estado	Área protegida	Presença de TSA	Forma de Captação	Ocorrência de Tratamento	Modelo de TSA
Acre	Sim	Sim	Pluvial	Sim	Sanear
Amazonas	Sim	Sim	Pluvial e fluvial	Sim	SODIS /Sanear/ energia solar/ Clorador por difusão
Amapá	Sim	Sim	Pluvial	Sim	Sanear
Mato Grosso	Sim	Sim	0	Sim	SODIS
Maranhão	Não	Sim	Pluvial	Não	0
Pará	Sim	Sim	Pluvial e fluvial	Sim	SODIS/Captação Pluvial/ Sanear. minicisternas
Tocantins	Não	Não	0	Não	0
Rondônia	Não	Sim	Pluvial	Não	Sanear
Roraima	Não	Não	0	Não	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

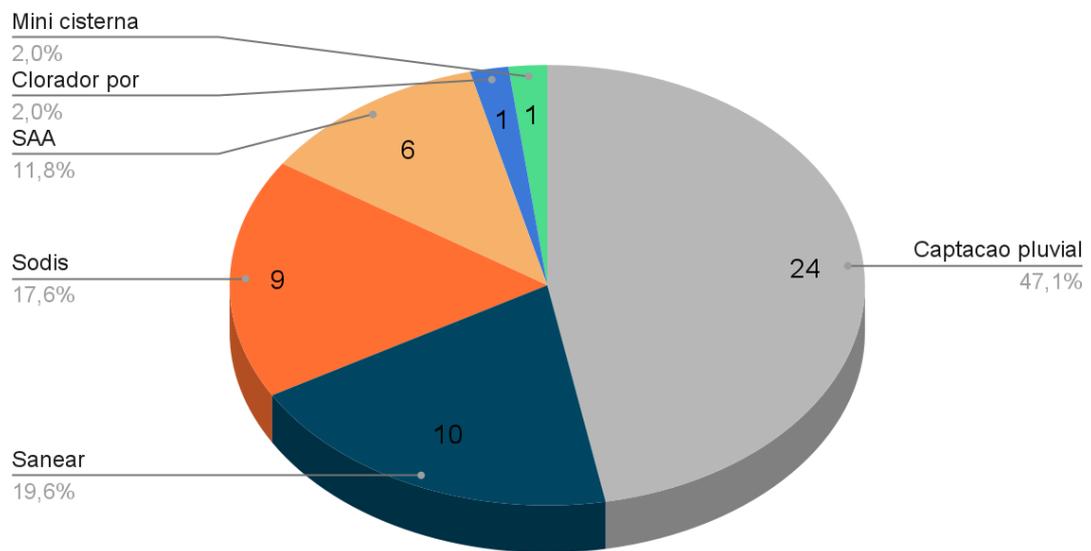
O levantamento bibliográfico possibilitou a identificação de seis modelos de TSA: Prochuva, Sistema de captação de água da chuva - Mini Cisterna, Sodis (Sistema de Desinfecção Solar), Sanear, Sistema de Abastecimento de Água - Mamirauá (SAA) e Clorador por difusão (Figura 1).

Os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Maranhão e Pará apresentaram experiências de tecnologias sociais voltadas à captação, armazenamento e tratamento da água, seja essa de fonte fluvial e/ou pluvial. O Amazonas é o estado que contém o maior número de TSA, seguido pelo estado do Pará. Os estados do Tocantins e de Roraima não foram encontrados nenhuma prática registrada e socializada sobre o uso de TS relacionadas à água em comunidades.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
Rio de Janeiro - RJ, Brasil

Figura 1 - Tecnologias sociais voltadas à água na Amazônia



FONTE: Do autor, 2022.

Os estados do Maranhão e Rondônia não apresentaram nenhum registro na literatura sobre práticas de TS para tratamento de água, mas ambos comunicam sobre experiências (uma em cada) de TS para captação de águas pluviais. No entanto, no Mato Grosso, a experiência documentada reporta uma TS para tratamento de água, mas não existem documentações sobre TS para captação de água. O estado do Acre apresenta duas tecnologias de captação de água pluvial e o estado do Amapá apenas uma.

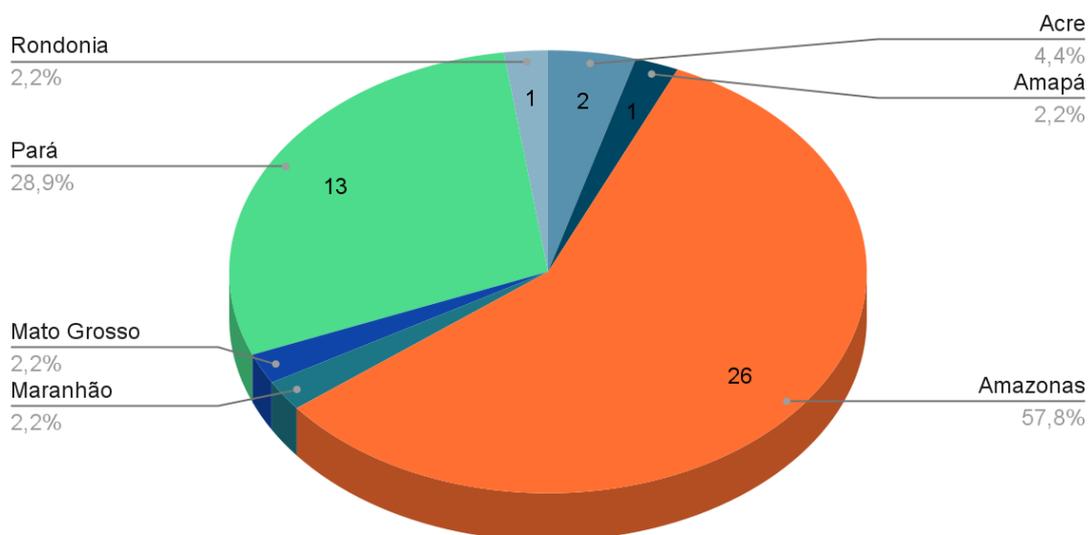
Os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Maranhão e Pará apresentaram experiências de tecnologias sociais voltadas à captação, armazenamento e tratamento da água, seja essa de fonte fluvial e/ou pluvial. O Amazonas é o estado que



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
Rio de Janeiro - RJ, Brasil

contém o maior número de Tecnologias Sociais para Água (TSA), seguido pelo estado do Pará. Nos estados do Tocantins e de Roraima não foram encontradas nenhuma prática registrada e socializada sobre o uso de TS relacionadas à água em comunidades ou em áreas protegidas.

Figura 2 - Distribuição das tecnologias sociais voltadas à água por estados da Amazônia.



FONTE: Do autor, 2022.

A presença de tecnologias encontradas em áreas protegidas no levantamento (Figura 3) reflete a falta de acesso a água nas comunidades. No entanto, evidencia a luta dos povos para reivindicar seus direitos através de políticas públicas. Um exemplo descrito é o caso da tecnologia social “Sanear” que surgiu de uma demanda do movimento das comunidades tradicionais (CNS) e foi executada pelo Memorial Chico Mendes, como parte do Programa Cisternas do Governo Federal, para atender as populações tradicionais das Reservas Extrativistas (BERNARDES, 2018). O programa



## XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

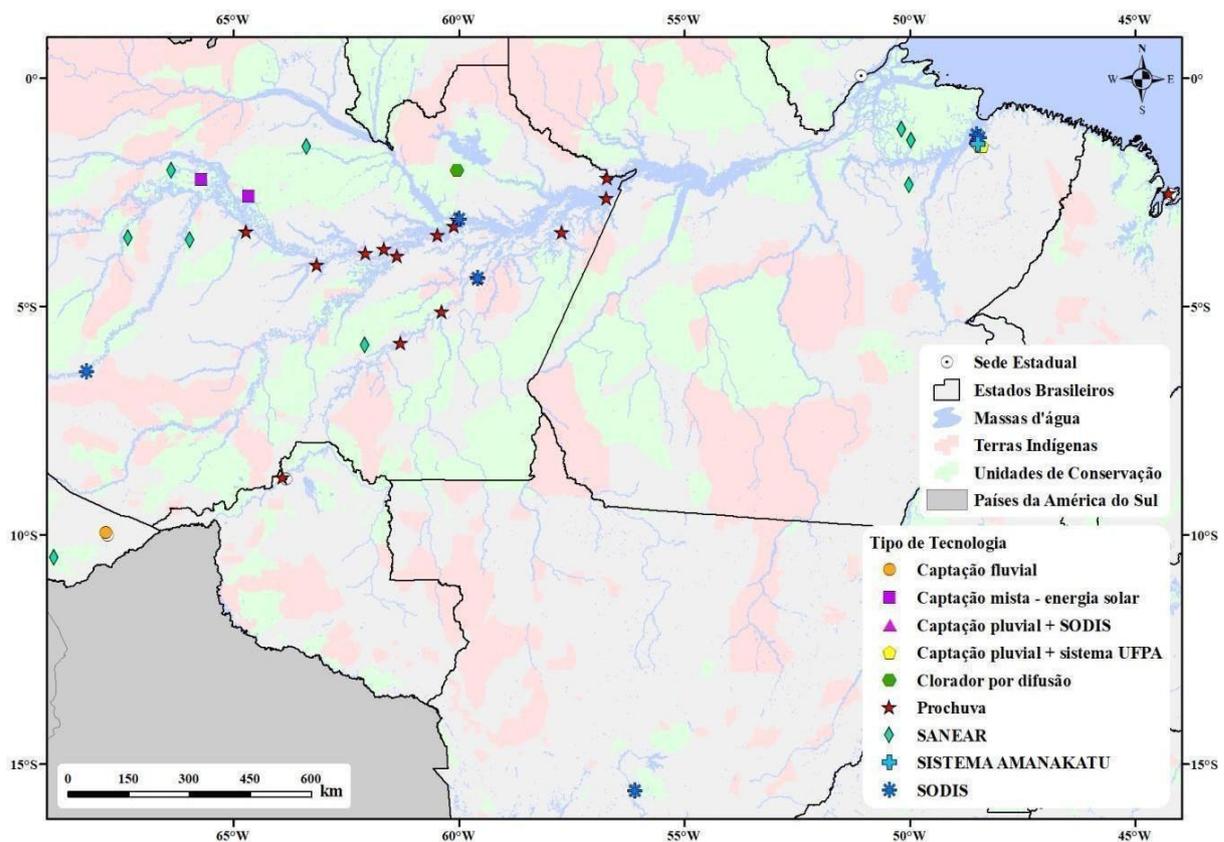
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

21 a 25 de novembro de 2022

Rio de Janeiro - RJ, Brasil

Prochuva que se mostrou com a maior ocorrência dentre as TSA no estado do Amazonas, por meio do uso do recurso pluvial, beneficiando as comunidades afetadas com a seca dos rios e que não possuíam nenhum sistema de fornecimento doméstico de água (VELOSO, 2012).

Figura 3. Mapa: Localização das tecnologias sociais identificadas na literatura, voltadas à captação e armazenamento da água em áreas protegidas na Amazônia Legal brasileira.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), assinada na ECO-92, traz a seguinte definição de área protegida "...uma área definida geograficamente que é destinada,



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

regulamentada e administrada para alcançar objetivos específicos de conservação”. A criação e a manutenção de Áreas Protegidas – Unidades de Conservação, Terras Indígenas e demais espaços territoriais de conservação – é uma das estratégias mais eficazes para a conservação dos recursos naturais na Amazônia. A estratégia de garantir áreas protegidas tangencia questões inerentes ao direito de propriedade e uso do território como forma de bem comum (VERÍSSIMO et al., 2011).

Em relação às unidades de conservação de uso sustentável como as Reservas Extrativistas e as Reservas de Desenvolvimento Sustentável onde as populações tradicionais mantêm seus modos de vida e culturas, portanto, a implementação de tecnologias sociais para a água se dá pela organização e planejamento participativo pela comunidade. As demandas deliberadas pelos conselhos dessas unidades de conservação e dos movimentos sociais de base comunitária oferecem à coletividade a oportunidade de terem suas vozes ouvidas dentro dos espaços de tomada de decisão. Essas organizações podem, quando percebem que não tem seus direitos assegurados, como os demais membros da sociedade, exigí-los de forma mais contundente. Como já afirmado, o Sanear Amazônia é o principal exemplo.

### **Descrição das Tecnologias sociais em uso na Amazônia**

As descrições das tecnologias sociais apresentadas nos levantamentos bibliográficos foram realizadas considerando a origem e sua aplicação (Quadro 2). Em um cenário amazônico marcado por uma significativa riqueza hídrica, seja superficial, atmosférica ou subterrânea, com uma população rural e urbana extremamente vinculada aos rios, lagos e igarapés, é preocupante saber que mais da metade da população em 2008 ainda estava sujeita a consumir água de má qualidade. Segundo



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Bordalo (2017), sequer havia acesso, e nos últimos anos não houve avanço significativo em questão de políticas públicas para mudar esse cenário.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
 Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Quadro 2: Levantamento bibliográfico das tecnologias sociais para a água na Amazônia.

Ano	Autores	Publicação	Título	Proposta	Modelo de TS
2011	Bertholini e Bello	Ata do II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental	Desinfecção de água para consumo humano através do método Sodis: estudo de caso em localidade rural do município de Cuiabá - MT.	Estudos de ensaios de exposição de água à radiação solar, através da metodologia (SODIS) na zona rural de Cuiabá	SODIS
2012	Veloso et al	Revista Movendo Ideias	Água da chuva para abastecimento na Amazônia	Este trabalho apresenta um panorama geral das experiências de aproveitamento da água da chuva na Amazônia brasileira (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará e Rondônia).	Captação pluvial - PROCHUVA e SODIS
2013	Lobo et al	Revista Ciência e Saúde Coletiva	Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas	O estudo avalia a viabilidade econômica do uso do sistema SODIS na situação investigada. Obtidos por meio de questionários respondidos por famílias moradoras de três ilhas: Jutuba, Nova e Urubuoca em Belém do Pará.	SODIS
2014	Veloso e Mendes	Revista Brasileira de Recursos Hídricos	Brasileira de Recursos Hídricos	Aproveitamento da Água da chuva na Amazônia: Experiências nas Ilhas de Belém/PA	PROCHUVA
2015	Ferreira, Luz e Buss	Ciência & Saúde Coletiva	Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil	São discutidas as vantagens e as limitações do uso deste método de tratamento para esse contexto em assentamento de Rio Pardo-AM	Clorador por difusão



## XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

2017	Fernanda Cabral Cidade	Dissertação UFAM	Água para beber: uma análise socioambiental da água para consumo humano em vilas indígenas do alto Solimões .	Aponta as formas de armazenamento nas residências e as infraestruturas construídas para o abastecimento de água como os principais impactos socioambientais nas Vilas do Alto Solimões	Captação pluvial
2018	Bernardes et al	Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente UFPR	Projeto Sanear Amazônia: tecnologias sociais e protagonismo das comunidades mudam qualidade de vida nas reservas extrativistas	Este artigo retrata o histórico do projeto Sanear Amazônia. Os resultados indicam que o projeto Sanear Amazônia ampliou em 100% o acesso ao saneamento rural das populações nas reservas extrativistas.	Sanear
2019	Orlet e Silva	Terceiro Simpósio Nacional De Empreendedorismo Social Enactus Brasil	Universalização do acesso à água na Amazônia e Direitos Humanos	Apresentação da tecnologia como modelo tecnológico em Belém-PA	Sistema de captação de água da chuva - minicisterna
2020	Santanae Rahal	CEPAL - série Comércio Internacional	Tecnologias Sociais como impulso para o acesso à água e o desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro: a experiência do Programa Cisternas	As tecnologias apresentadas têm como foco a captação e armazenamento de água de chuva, buscando garantir o acesso à água para consumo humano e a produção de alimentos.	Cisternas
2020	Castro, et al	Revista Research, Society and Development	Panorama sanitário das populações ribeirinhas da Amazônia Brasileira e as tecnologias sociais aplicáveis	Foi realizada uma pesquisa descritiva e bibliográfica, tendo como foco as informações relacionadas às comunidades ribeirinhas da Amazônia Brasileira e um levantamento das tecnologias sociais desenvolvidas para o atendimento de suas necessidades no âmbito do saneamento básico.	Prochuva, Sodis

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

As tecnologias sociais voltadas à captação, armazenamento e tratamento de água potável são essenciais para a sobrevivência dos povos da floresta, e trazem uma ideia de intervenção da ciência e tecnologia no sentido de resolver problemas sociais, a partir da expressão de necessidades e carências sociais e com o concurso das coletividades atingidas. Esse ponto de vista permite ter a ideia das tecnologias sociais como ação coletiva que busca caminhos para o comportamento humano e para as relações sociais através de estruturas capazes de assegurar a dignidade humana e a sustentabilidade social e natural (BAUMGARTEN, 2006).

### ***1. Sistema SODIS- Solar Water Disinfection***

O sistema SODIS, (sigla em inglês para Purificação Solar da água), é uma tecnologia empregada para desinfecção de água por meio da radiação solar, referendada por órgãos internacionais como a Organização Mundial de Saúde e o Fundo das Nações Unidas para a Infância. Essa tecnologia utiliza duas componentes da radiação: os raios UVA responsáveis pela modificação do DNA dos microrganismos e os infravermelhos que promovem a elevação da temperatura da água para aniquilar os microrganismos sensíveis ao aquecimento (LOBO et al., 2013).

A tecnologia incentivada via política pública pelo Decreto Federal nº 8.038/2013, que instituiu o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais de Acesso à água, que até 2018 já contava com mais de 3.283 famílias atendidas do projeto (BERNARDES e BERNARDES, 2018). O sistema consiste na utilização de radiação solar como mecanismo de tratamento para desinfetar a água (Figura 3). É um método simples que se mostra uma boa alternativa para pequenas comunidades, por oferecer baixos custos (VELOSO, 2012).



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Figura 3: Representação esquemática do modelo Sodis.



Fonte: Bertholini, Bello; 2011

**2. Prochuva- Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva**

O Prochuva é uma iniciativa estatal, desenvolvido inicialmente pela Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas – SDS, atualmente Secretaria de Estado do Meio do Amazonas - SEMA/AM e, posteriormente, em parceria com a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. O programa funciona desde 2006 e consiste na distribuição de um kit de infraestrutura contendo as partes essenciais do sistema: calha, tubulação e reservatório de água. Segundo a SDS, o objetivo é, através do uso do recurso pluvial, beneficiar comunidades afetadas com a seca dos rios e que não possuem nenhum sistema de fornecimento doméstico de água. A seleção das comunidades a serem beneficiadas com as ações do programa, deveriam apresentar as seguintes características: Comunidades rurais, isoladas e localizadas, prioritariamente, em unidades de conservação do Estado do Amazonas e/ou, comunidades rurais, localizadas em áreas que historicamente estão sujeitas ao isolamento durante o período da seca (VELOSO et al., 2012).



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

A descrição desta tecnologia foi realizada por Veloso et al. (2012). Trata-se de tecnologia de captação pluvial simplesmente que, segundo a autora, visa o fornecimento de água, a fim de garantir o abastecimento em termos quantitativos, não demonstrando, aparentemente, comprometimento com a potabilidade da água (Figura 4).

Figura 4 - Aplicação da TS, Prochuva no Amazonas.



Fonte: Veloso et al (2012).

A aplicação desta tecnologia pela SDS já atendeu cerca de 80 famílias da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Piranha, na localidade de Manacapuru. Segundo Veloso et al. (2012), o local foi escolhido porque as famílias que moram em casas flutuantes tinham o hábito de retirar água do lago para consumo diário, sem qualquer tratamento, além de sofrerem com as vazantes do rio. Além disso, essa captação ocorre em três diferentes formas, assim categorizadas: 1) onde há a captação somente 2) a captação é armazenada e tratada no sistema SODIS e 3) onde o sistema é integrado a um tratamento experimental da Universidade Federal do Pará com a adição de hipoclorito de sódio a fim de cumprir padrões físico-químicos da água.



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Destaca-se que esta tecnologia social foi amplamente difundida em Unidades de Conservação no estado do Amazonas.

### ***3. Sistema de Captação de Água de Rio com Energia Solar Fotovoltaica- SAA***

A SAA funciona por meio de energia solar fotovoltaica e capta água da superfície dos rios, bombeando-a até um reservatório central. Nesse reservatório, é realizado seu pré-tratamento (remoção de sólidos grosseiros) e distribuição por canalização para os domicílios. Essa solução tecnológica foi ajustada à realidade socioambiental da várzea amazônica e, por isto, utiliza estruturas móveis, recurso madeireiro local, energia solar e força de trabalho dos usuários. Segundo Pacifico et al. (2021), essa tecnologia social não tem capacidade técnica para tornar a água potável, pois o filtro usado não garante o padrão nacional de potabilidade do Ministério da Saúde. Porém, no estudo avaliativo dos impactos realizado pelos autores é relatado que o Instituto realiza ações complementares, como orientações aos usuários sobre técnicas de tratamento domiciliar simplificado de água, foram realizadas buscando melhorar a qualidade da água do SAA (Figura 5).



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Figura 5 - Aplicação da tecnologia social SAA, em Mamirauá

1a) Reservatório de água na época da seca



1b) Reservatório de água na época da cheia



1c) Balsa flutuante com os módulos solares e a bomba d'água



Fonte: Pacífico et al. (2021).

Importante destacar que o desenvolvimento dessa tecnologia na região de Mamirauá considerou o que Gomes et al. (2013) descrevem sobre: a) as questões da sazonalidade com períodos de abundância e escassez de água; b) ausência de energia elétrica de qualidade e de uso contínuo; c) predominância de pequenos agrupamentos populacionais dispersos e distantes dos principais centros comerciais da região; d) que essas populações precisam se deslocar para outros lugares em períodos que correspondem a menos de duas gerações, em média, em virtude de episódios



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

naturais de desmoronamento de talude. O que vai ao encontro do descrito pelos autores como Veloso et al. (2012), Giatti e Cutolo (2012), Bernardes e Bernardes (2018), Cidade (2017) e Bordalo (2020) em relação às condições necessárias de atendimento às demandas sociais para a adequação das tecnologias sociais.

### **4. Sanear Amazônia**

Os poucos avanços nas políticas públicas direcionadas ao setor de abastecimento hídrico têm gerado incentivos para a implantação de sistemas de captação e uso da água da chuva. Nesse cenário, destaca-se o Sanear Amazônia. Diante do desafio de universalizar o acesso à água aos menos favorecidos, principalmente com o paradoxal abastecimento amazônico, o sistema foi desenhado atribuindo responsabilidades ao morador, tornando-o um componente fundamental de sua estrutura (VELOSO, 2019). Assim, a fim de reverter o quadro de dívida sanitária em reservas extrativistas, um processo de implementação de infraestrutura para saneamento rural, contemplando ações de acesso a água e esgotamento sanitário, o Sanear começou a ser formulado, em caráter piloto, em 2007, para 145 famílias, na região do médio rio Juruá, no estado do Amazonas. A partir de 2014, por meio do projeto Sanear Amazônia, 2.800 famílias foram beneficiadas, em diferentes estados da região, resultado de ações de integração das relações entre a sociedade civil, poder público e população beneficiária (BERNARDES, 2018) através de política pública.

O Sanear tem o objetivo de promover acesso à água para o consumo humano em comunidades extrativistas da Amazônia, por meio da disponibilidade das tecnologias sociais denominadas Sistema de Acesso à Água Pluvial Multiuso Comunitário e Sistema de Acesso à Água Pluvial Multiuso Autônomo. A tecnologia social Sistema Pluvial Multiuso Autônomo tem como objetivo proporcionar a cada unidade familiar um sistema domiciliar de captação e reserva de água de chuva. O sistema é constituído por um componente para captação de água de chuva do telhado, dispositivo de tratamento,



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

um reservatório individual elevado (1.000 litros), um reservatório complementar (5.000 litros), uma instalação sanitária domiciliar com fossa e a instalação de 4 pontos de uso, incluindo vaso sanitário (MDS, 2018).

A tecnologia social Sistema Pluvial Multiuso Comunitário tem como objetivo proporcionar a cada unidade familiar um módulo domiciliar de captação e reserva de água de chuva e um módulo comunitário complementar de abastecimento de água acionado em ocasiões de escassez pluviométrica. O módulo familiar é constituído pelo componente para captação de água de chuva do telhado, dispositivo de tratamento, um reservatório individual elevado com capacidade de 1.000 litros, uma instalação sanitária domiciliar com fossa e a instalação de 4 pontos de uso, incluindo vaso sanitário. O módulo complementar é composto por captação de água de fonte complementar, unidade de tratamento, reservatório comunitário de 5 mil litros e rede de distribuição de água aos módulos familiares (MDS, 2018). Ambas as tecnologias possuem adaptações para viabilizar a implementação em ambiente de várzea.

Iniciado como um projeto piloto, o projeto Sanear Amazônia foi desenvolvido em comunidades extrativistas do Médio Juruá, no Amazonas, em 2007, contando então com apoio financeiro da Petrobras. Arelado ao programa de cisternas do Ministério do Desenvolvimento Social, foram lançados editais para a implementação das tecnologias sociais cadastradas no órgão, culminando na contratação do Memorial Chico Mendes para executar o Projeto Sanear em reservas extrativistas de quatro estados da Amazônia: Amazonas, Pará, Amapá e Acre, tornando-se, assim, uma política pública voltada ao acesso a tecnologias sociais de saneamento rural para populações de baixa renda em vulnerabilidade social na Amazônia (BERNARDES, 2018).

A expansão do projeto foi dimensionada tendo como exemplo o sistema coletivo implementado no Projeto Piloto Sanear. A proposta dessa nova TS foi, então, denominada de Sistema Pluvial Multiuso Autônomo. O dimensionamento da tecnologia



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

considerou aspectos técnicos, sociais e ambientais. Foi, então, normatizada no âmbito do Programa Cisterna em 2014 e 2018, sendo o programa interrompido em 2019 (BRASIL, 2018a). O Sistema Pluvial Multiuso Autônomo (em terra firme) consiste em dois reservatórios (um de 1.000 litros e outro de 5.000 litros) conectados a uma estrutura de captação de água do telhado da casa (calhas e canos), que leva água para quatro pontos de água e uma fossa simplificada. Além disso, a tecnologia dispõe de um filtro de barro para tratamento da água para consumo humano (Figura 6).

Figura 6: Representação esquemática do modelo Sanear.



Fonte: Bernardes e Bernardes (2018, p. 27)

## 5. Clorador por difusão

Esta tecnologia foi recomendada pelo Ministério da Saúde do Brasil como método doméstico de desinfecção de água. Ferreira, Luz e Buss (2016) descrevem e avaliam essa tecnologia. Segundo os autores, o clorador consiste de um recipiente plástico (tubo de PVC ou garrafa PET) contendo 340 gramas de hipoclorito de cálcio  $[Ca(ClO_2)]$  a 65% de cloro ativo, como desinfetante, misturadas a 850 gramas de areia lavada, com dois furos opostos de 6 milímetros de diâmetro, aproximadamente 10 centímetros abaixo do topo.

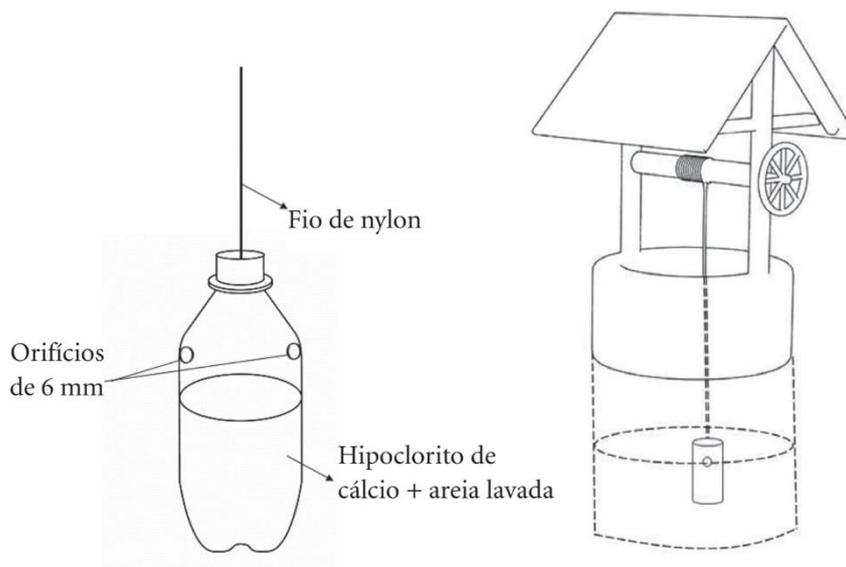


**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

A areia deve ser lavada, sem matéria orgânica ou argila. Não é conveniente que a areia seja muito grossa e nem muito fina, e não pode ser procedente de córregos ou rios que recebem poluentes e contaminantes em níveis elevados.

O hipoclorito de cálcio é liberado em concentrações supostamente homogêneas, mantendo um teor residual até o término de sua vida útil e a areia tem a função de controlar a quantidade do desinfetante liberado para a água. Esta mistura é suficiente para a desinfecção de 2 mil litros de água, e pode permanecer liberando o cloro por cerca de trinta dias dentro do cacimbão. O equipamento deve ser amarrado a uma linha de nylon e submergido, mantendo-se o topo próximo ao nível d'água (Figura 7).

Figura 7 - Demonstração esquemática do uso da TS clorador por difusão.



Fonte: Ferreira, Luz e Buss (2016).

A tecnologia foi aplicada no Projeto de Assentamento Rio Pardo, no município de Presidente Figueiredo, no Amazonas. Os autores que consideraram a TSA como método



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

alternativo de tratamento de água avaliaram sua aplicação por meio de análises bacteriológicas. Os autores concluíram que caso seja considerado o seu custo-efetivo, este método poderá ser incorporado à política de saúde pública deste e de outros municípios, servindo de modelo para implantação em outros assentamentos rurais da Amazônia. Caso seja considerado custo-efetivo, este método poderá ser incorporado à política de saúde pública deste e de outros municípios, servindo de modelo para implantação em outros assentamentos rurais da Amazônia.

### ***6. Sistema de captação de água da chuva - Projeto Amana katu***

O Sistema de captação de água da chuva é o produto desenvolvido pelo projeto Amana Katu que é um negócio social gestado na Universidade Federal do Pará e que atua no setor da construção civil, no segmento água e saneamento. O Sistema teve como base e inspiração um processo de intercâmbio tecnológico realizado pela equipe do projeto junto ao inventor paulista Edison Urbano, criador de uma tecnologia social de captação de água da chuva para fins não-potáveis denominada “Tecnologia da Mini cisterna” (Figura 8).

O projeto Amana katu objetiva a universalização do acesso a água de qualidade por comunidades sem acesso ou com acesso prejudicado à água. Se caracteriza por ser um projeto de empreendedorismo social. Para tanto, foram fornecidos sistemas de captação de água da chuva a preço de custo às comunidades sem acesso à água, conforme o modelo “5-por-1”: a cada cinco sistemas vendidos, um sistema é doado a uma família de baixa renda e com acesso prejudicado ou inexistente à água (ORLET e SILVA, 2019).



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Figura 8- Sistema de captação da água da chuva no Projeto Amanakatu.



Fonte: [Enactus Brasil](#), UFPA.

O empreendedorismo social do projeto é relevante no sentido de que busca-se alcançar a universalização do acesso à água pela iniciativa privada, que pode ser compartilhada através da capacitação das comunidades ou de programas de habitação social.

## **DISCUSSÃO**

Como aponta Riva (2016) em “aspectos intergeracionais do direito à água” ao defender que as gerações atuais, como beneficiárias temporárias dos recursos naturais, têm direitos e obrigações relativos à água, entre eles: (i) manter a diversidade nas formas de extração de água – utilizando de forma sustentável rios, lagos e reservatórios subterrâneos; (ii) investir em métodos de extração e reuso que reduzam o



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

desperdício; e (iii) priorizar as atividades que sejam menos consumidoras de água por meio de políticas públicas e educacionais.

Para Maciel e Fernandes (2011) as tecnologias sociais emergiram no cenário brasileiro como um movimento considerado de “baixo para cima”, ou seja, foram construídas a partir do desenvolvimento da “capacidade criativa e organizativa de segmentos da população em gerar alternativas para suprir as suas necessidades e/ou demandas sociais”. Neste estudo, algumas das TS desenvolvidas em comunidades surgiram de parcerias entre pesquisadores e moradores, ações de políticas públicas locais e incentivos externos.

Veloso et al. (2012), Bernardes (2013) e Bernardes e Bernardes (2013) que descrevem o panorama das experiências de sistemas de água da chuva na região amazônica e mostram que além dos atuais programas e projetos públicos da esfera federal, as comunidades vêm sendo atendidas com iniciativas governamentais e não governamentais, que já beneficiaram milhares de famílias.

Afinal, a obtenção de uma trajetória de desenvolvimento, com qualidade de vida, é um desafio altamente contemporâneo para os países e suas regiões. Dois pontos se apresentam como relevantes nesta questão: 1 – O estilo de desenvolvimento mais adequado para que a partir de recursos escassos obtenha-se a melhor qualidade de vida possível; 2 – Os capitais (econômico, humano, social) necessários para se investir para se investir para a otimização destas trajetórias de estilo de desenvolvimento (RODRIGUES, 2017).

Em relação às unidades de conservação de uso sustentável como as Reservas Extrativistas e as Reservas de Desenvolvimento Sustentável e demais áreas protegidas,



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

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

há consenso que as demandas das comunidades é que movem a promoção de políticas públicas para implementação de tecnologias sociais.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Há que se destacar a inserção do tema tecnologias sociais nos recentes debates da interface entre água, saúde e saneamento, no cenário de emergência climática, para além dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Isso será ainda mais relevante no cenário pós-Covid-19, onde garantir o bem-estar social e a retomada das atividades econômicas dependerá de estratégias mais inclusivas, capazes de conciliar prioridades nacionais com os principais desafios globais de mitigação da escassez de água e seu acesso para todos, livres de contaminações e resíduos tóxicos como os provenientes da exploração de minérios.

As tecnologias sociais voltadas para captação de água na Amazônia estão em processo de reaplicação constante nos últimos anos, o desafio do acesso à água pelas comunidades e povos da floresta requer a inserção das tecnologias sociais no contexto das comunidades e nos processos de tomada de decisão nos territórios.

Dado que há muito por avançar para a segurança hídrica das populações amazônicas que estão pouco abastecidas do serviço público de saneamento básico, que inclui o abastecimento de água, é preciso saber como investir recursos de forma apropriada. Nesse contexto, comunidades isoladas, em áreas protegidas ou não, devem estar munidas de instrumentos de análise e revisão das tecnologias sociais que existam na região para que a tomada de decisão seja assertiva no processo de gestão do território, e garantam o acesso e reaplicação das tecnologias sociais.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**



## XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

21 a 25 de novembro de 2022

Rio de Janeiro - RJ, Brasil

### Referências

BAUMGARTEN, M. **Ciência, tecnologia e desenvolvimento** – redes e inovação social. In: Parcerias estratégicas. Brasília, DF. N.26. 2008

BERNARDES, C.; BERNARDES, R. S. Projeto Sanear Amazônia: tecnologias sociais e protagonismo das comunidades mudam qualidade de vida nas reservas extrativistas. **Desenvolv. Meio Ambiente**, vol. 48, edição especial: 30 Anos do Legado de Chico Mendes, p. 263-280, nov. 2018.

BERTHOLINI, T M; BELLO, Adriana Xavier da Silva, **Desinfecção de água para consumo humano através do método sodis**: estudo de caso em localidade rural do município de Cuiabá - MT. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental - IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2011.

BORDALO, C. A. O paradoxo da água na região das águas: o caso da Amazônia brasileira. **Geosp – Espaço e Tempo**, vol. 21, n. 1, p. 120-137, abril 2017. ISSN 2179-0892. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/107531>. Acesso em: 22 ago. 2020

CASTRO, Lucilla Raphaele Carmo et al. Panorama sanitário das populações ribeirinhas da Amazônia Brasileira e as tecnologias sociais aplicáveis. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e5891210898-e5891210898, 2020

CIDADE, Fernanda. **Água para beber**: uma análise socioambiental da água para consumo humano em vilas indígenas do alto Solimões – Amazonas. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia Universidade Federal do Amazonas. 2017. 120p

FERREIRA, Danielle Costa; LUZ, Sergio Luiz Bessa; BUSS Daniel Forsin. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva** [online]. 2016, v. 21, n. 3 [Acessado 5 Agosto 2022], pp. 767-776. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.23562015>.

GIATTI, Leandro Luiz; CUTOLO, Silvana Audrá. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambient. Soc.**, São Paulo, vol. 15, n. 1, p.93-109, abril 2012.



## XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

21 a 25 de novembro de 2022

Rio de Janeiro - RJ, Brasil

GOMES, Maria & Correa, DAVILA & Brito, OTACILIO & Moura, EDILA & Nascimento, Ana Claudeise. **Abastecimento de água com energia solar em comunidades de várzea nas amazonas: experiência Mamirauá.** 10.13140/2.1.4983.2326. (2013).

LOBO, M. A A. et al Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência & Saúde Coletiva**, 18(7):2119-2127, 2013. v. 18, n. 7 [Acessado 3 Agosto 2021], pp. 2119-2127. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000700027>>.

MACIEL, Ana Lúcia Suárez; FERNANDES, Rosa Maria Castilhos. Tecnologias sociais: interface com as políticas públicas e o Serviço Social. **Serv. Soc. Soc.** [online], n.105, p.146-165, 2011.

MALHEIRO, Bruno; PORTO-GONÇALVES, C. W.; MICHELOTTI, F. **Horizontes amazônicos: para repensar o Brasil e o mundo.** São Paulo: Expressão popular / Fundação Rosa Luxemburgo, 2021. 306p.

MDS – Ministério de Desenvolvimento Social. Marco Legal – **Programa Cisterna**, 2018. Disponível em: [www.mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/acesso-a-agua-1/marco-legal-1](http://www.mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/acesso-a-agua-1/marco-legal-1). Acesso em :03/12/2019

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2002. 118p.

ORLET, Noel Amadeus; SILVA, Erick Matheus Nery. **Universalização do acesso à água na amazônia e direitos humanos.** Catálogo ENACTUS.2019 Disponível em: <http://brazil.enactusglobal.org/wp-content/uploads/sites/2/2018/11/Universaliza%C3%A7%C3%A3o-do-acesso-%C3%A0-%C3%81gua-na-Amaz%C3%B4nia-e-Direitos-Humanos-88037.pdf> Acesso em 07/07/2022.

RIVA, Gabriela Saab. **Água, um direito humano** – São Paulo: Paulinas, 2016. – (Coleção cidadania) 224 p. ISBN 978-85-356-4086-1

RODRIGUES, Waldecy. Capital social e desenvolvimento regional no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, vol. 14, n. 1, fev. 2018. ISSN 1809-239X.

SANTANA, Vitor Leal et al. Tecnologias sociais como impulso para o acesso à água e o desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro: a experiência do Programa Cisternas. Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento



## XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

sustentável: Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil, 2020. SEBRAE. **Tecnologias sociais**: como os negócios podem transformar comunidades / Cuiabá, MT: Sebrae, 2017.

VELOSO, Nircele da Silva Leal; MENDES, Ronaldo Lopes Rodrigues. Aproveitamento da água da chuva na Amazônia: experiências nas ilhas de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 229-242, 2014.

VERÍSSIMO, Adalberto et al. **Áreas Protegidas na Amazônia Brasileira**: avanços e desafios. 2011.