ISSN 2525-4812 (versão on-line)
ISSN 2238-7641 (versão impressa)
http://www.revistaterceiramargem.com/index.php/terceiramargem/index

Recebido em: 27/4/2023
Aceito em:29/5/2023
Período de publicação: 2023

Revista Terceira Margem Amazônia
(v. 9 • n. 21 • 2023)

Como citar o artigo:

CAVAZZANI, G. A.; SILVA, R. O. da . Indicadores de replicabilidade de tecnologias sociais para captação de água na Amazônia: considerações preliminares. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 75-90, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p75-90.

INDICADORES DE REPLICABILIDADE DE TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA NA AMAZÔNIA

CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Guilherme Azzolini Cavazzani[1]
Regina Oliveira da Silva[2]

Resumo: Este estudo apresenta um exercício para definir indicadores de replicabilidade de tecnologias sociais reaplicadas para captação de água na Amazônia. A abrangência do estudo deu-se na Amazônia Legal e foi construída com base em levantamento de dados secundários em diferentes plataformas de busca. Para a elaboração dos indicadores de replicabilidade utilizaram-se parâmetros com base nos definidos por Machado (2016): disponibilidade da água; difusão de tecnologias; métodos participativos e sustentabilidade. 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 para as comunidades e povos da floresta é a inserção das tecnologias no contexto das comunidades para a tomada de decisão.

Palavras-chave: Amazônia Legal, comunidades tradicionais, ODS.

INDICATORS OF REPLICABILITY OF SOCIAL TECHNOLOGIES FOR WATER CAPTURE IN THE AMAZON: PRELIMINARY CONSIDERATIONS

Abstract: This study presents an exercise to define indicators of replicability of social technologies reapplied for water harvesting in the Amazon. The scope of the study was the Legal Amazon and was built based on a survey of secondary data in different search platforms. To elaborate the replicability indicators we used parameters based on those defined by Machado (2016): water availability, diffusion of technologies, participatory methods and sustainability. The social technologies for water catchment in the Amazon

[1] Biólogo, mestre em Gestão de Áreas Protegidas da Amazônia/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: guilherme.cavazzani@gmail.com
http://orcid.org/0009-0004-6680-0980

[2] Bióloga, doutora em Desenvolvimento Sustentável e Políticas Ambientais, pesquisadora no Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.
E-mail: oliveira@museu-goeldi.br
http://orcid.org/0000-0003-0557-8584

are in a process of constant reapplication in recent years, the challenge of access to water for communities and forest peoples is the insertion of technologies in the context of communities for decision making.

Keywords: Legal Amazon, traditional communities, ODS.

Introdução

Segundo os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 6) para a segurança hídrica (Organização das Nações Unidas, 2020) até 2030, é preciso alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos, sendo: Meta 6.b (Organização das Nações Unidas, 2020) – Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento; Meta 6.b (Bronzatto *et al.*, 2018) – Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais e promover o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento (Organização das Nações Unidas, 2020).

Contudo, têm sido publicados estudos e feito registros em eventos de debates sobre o tema acerca das dificuldades de se respeitar a cultura, os valores, o modo de vida e as formas de lidar com a água nas comunidades locais e entre os povos indígenas. Uma vez que a meta trata de "comunidades locais" e o sentido dos ODS é "não deixar ninguém para trás", ressalta-se a compreensão de que há diferenças importantes entre "participação social" e "participação comunitária". Como a Agenda 2030 trata claramente de inclusão socioambiental, no processo de adequação das metas para a realidade nacional, foi reforçada a importância de as comunidades locais, inclusive no tocante ao controle social, obterem os avanços necessários.

Nesse sentido, a gestão comunitária da água é um exemplo de iniciativa em que essa compreensão é relevante. No plano internacional, principalmente na zona rural e em pequenas comunidades tradicionais (quilombolas, seringueiros, ribeirinhos, entre outras), o acesso à água na forma estabelecida nas metas 6.1 e 6.2, em pequenos sistemas e mesmo em soluções individuais, é possível somente a partir da atuação protagonista das comunidades e de suas associações.

Embora haja grande oferta de água na Amazônia, o acesso a serviços de saneamento básico, relacionado com o controle e distribuição dos recursos básicos (abastecimento, tratamento e distribuição de água, esgoto sanitário, coleta e destino adequado do lixo, limpeza pública) atinge apenas 16,2% da população da região Norte (IBGE, 2020). Segundo Fachinneto (2017), gera consequências ao sistema público de saúde.

Ainda que esse bioma seja considerado abundante em recursos hídricos, o acesso à água potável e de qualidade é uma questão chave nas cidades e vilas da região (Cidade, 2017). Existem diversos estudos que contribuíram com o debate dos desafios do acesso e distribuição de água potável na Amazônia Brasileira. Esses estudos trouxeram à luz a realidade das distintas escalas espaciais, os aspectos das infraestruturas de abastecimento de água e as dinâmicas socioculturais existentes na região. A partir da perspectiva deste cenário, percebe-se a Amazônia Brasileira como uma das regiões críticas do país na questão do acesso e abastecimento de água segura para o consumo.

Este estudo visou uma revisão bibliográfica das tecnologias sociais de captação e armazenamento de água na Amazônia e avaliação da sua replicabilidade.. Além de mapear as tecnologias

sociais, fez-se uma análise a partir de dados secundários sobre a replicabilidade dessas tecnologias, por meio de proposição de indicadores.

Referencial Teórico

Estudos realizados por Giatti (2007), Giatti e Cutolo (2012) e Lima *et al.* (2011) concluíram que, de modo geral, a grandiosidade de oferta de recursos hídricos na Amazônia não constitui, por si só, a possibilidade de atender as necessidades básicas de suas populações. A infraestrutura de abastecimento e gestão de água existente atualmente não condiz com a realidade local da região.

Captação de água

Segundo a Organização das Nações Unidas (2020), a escassez de água afeta mais de 40% da população mundial, número que deverá aumentar ainda mais como resultado da mudança do clima e da gestão inadequada dos recursos naturais. No Brasil, país que possui 12% de toda a água potável do mundo, 34 milhões de pessoas não têm acesso ao recurso e cerca de 60% da água tratada é desperdiçada em sua distribuição e quase 100 milhões de pessoas não possuem acesso à rede de esgoto (IBGE, 2020). Esses números são apresentados de forma diferente em cada região do país, porém são um retrato de como é tratado o recurso natural mais importante para a sobrevivência humana (Grecco *et al.*, 2017).

No tocante ao acesso à água isso pode implicar dificuldades nos processos não só de segurança hídrica, mas também alimentar, em que temos um cenário político atual de desmonte na assistência aos povos da floresta. Tonneti *et al.* (2018) ressaltam que as comunidades isoladas podem se localizar em periferias urbanas, rurais ou litorâneas e podem, inclusive, estar muito próximas ou ser contíguas às regiões atendidas pelos serviços municipais de saneamento e, mesmo assim, estarem desconectadas destes. As comunidades isoladas também podem estar localizadas em territórios especiais, como unidades de conservação, terras indígenas, territórios quilombolas e outros de populações tradicionais. Todos esses territórios apresentam especificidades que os diferenciam consideravelmente dos núcleos com acesso aos serviços centralizados de saneamento, requerendo, portanto, uma abordagem diferenciada para a implantação e operação dos seus sistemas de saneamento básico.

Tecnologia social

As tecnologias sociais (TS) ou tecnologias apropriadas têm longa história de desenvolvimento no mundo todo envolvendo diversos grupamentos humanos, mostrando não só como as soluções são dadas em nível comunitário, mas como a organização social se dá no seu desenvolvimento histórico (Maciel; Fernandes, 2011). Para Baumgarten (2008), a própria identificação das tecnologias sociais reflete a construção dos conhecimentos, práticas e processos que visam a ampliação de direitos, pois demonstra uma atividade socialmente organizada e de caráter prático que vai contra a hegemonia do domínio capitalista no cotidiano da comunidade. Miranda (2011) diz que as tecnologias sociais são todas aquelas tecnologias e metodologias simples, viáveis e

efetivas que facilitam a inclusão social das pessoas, famílias e comunidades em processo de desenvolvimento sustentável local.

Para Gutierrez *et al.* (2017), como ser consciente, o homem é capaz de atividade inteligente, embora nem sempre racional, em toda e qualquer situação em que se encontre. A partir disso se faz necessário que as tecnologias sociais sejam apropriadamente valorizadas e difundidas pelo seu potencial na melhora da qualidade de vida das pessoas, tendo sua reaplicação sistematizada para fácil compreensão e adaptabilidade aos diferentes contextos. Além disso, devem ser observadas características ou indicadores que possam dar uma previsão de como cada tecnologia social pode ser apropriada pela comunidade que deseja reaplicá-la.

Indicadores de tecnologias sociais

Araújo e Cândido (2017) afirmam que para garantir que haja inclusão e aumento da qualidade de vida é necessário também medir a eficácia e o grau de empoderamento de cada tecnologia social. Somente com o processo de reaplicação é que surge o empoderamento e a apropriação do conhecimento. Os autores ainda afirmam que a ampliação de escala é um desafio que se impõe para que a tecnologia social alcance os seus propósitos.

Indicadores são ferramentas que podem auxiliar a traduzir o significado social e ambiental de projetos, visto que detalham, quali e quantitativamente, os dados dotados de significado social substantivo, usados para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse difuso (Burgardt; Belli Filho; Martins, 2018). Os indicadores e seus índices propostos neste estudo buscam sugerir como as comunidades podem avaliar, fazer uso e/ou reaplicar tecnologias sociais, no sentido de se tornarem autônomas.

Metodologia

A metodologia foi desenvolvida por meio da pesquisa qualitativa, exploratória e bibliográfica. Portanto, foram realizados levantamentos 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 voltadas a captação e armazenamento de água na Amazônia Brasileira. Foram considerados os estudos com foco em tecnologias sociais para armazenamento e captação de água a partir da legislação para tecnologias sociais. Posteriormente foram levantados dados sobre indicadores de replicabilidade. A busca serviu para uma revisão que previamente identificou os temas que têm sido priorizados nas pesquisas sobre indicadores socioeconômicos, ambientais e voltados para tecnologias sociais.

Elaborou-se um conjunto de palavras-chave baseadas nos objetivos do trabalho relacionados ao mapeamento das tecnologias sociais para captação e armazenamento de água na Amazônia. Definidas as palavras (tecnologias sociais; água; Amazônia) nessa mesma ordem, foram pesquisadas em plataformas de busca (Scielo, Google acadêmico, periódico Capes, *Web of Science*) os termos em Português e em Inglês e acessados os artigos pelo *Sci Hub*. Os resultados encontrados foram catalogados em fichamento no *Word* para hierarquização das referências e leitura dos tex-

tos, para posterior redação e mapeamento. Para a elaboração dos indicadores de replicabilidade também foi seguido o mesmo procedimento com as palavras-chave (indicadores, tecnologias sociais, replicabilidade), desenvolvendo os indicadores com base nos parâmetros definidos por Machado (2016) e nas literaturas especializadas.

Análise dos dados

Para o mapeamento das tecnologias foram plotadas as tecnologias encontradas na plataforma Google Maps, conforme a indicação das localidades descritas nos periódicos e posteriormente plotadas em programa de geoprocessamento (ArcGIS 10.3). Também foi construída uma tabela para a inserção das tecnologias sobre o mapa de áreas protegidas do Brasil (Instituto Socioambiental, 2021).

Para a proposição de indicadores (quantitativos e qualitativos) de replicabilidade das tecnologias sociais selecionadas foram utilizados os parâmetros desenvolvidos por Machado (2016) como: 1) disponibilidade da água; 2) difusão de tecnologias; 3) métodos participativos; e 4) sustentabilidade.

Os indicadores propostos sugerem que as comunidades locais e os assentamentos possam avaliar as tecnologias sociais de acesso e armazenamento de água replicadas utilizando as características e dimensões apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros, indicadores, características e dimensão dos indicadores de replicabilidade propostos.

Parâmetro	Indicador	Características do indicador	Dimensão do indicador
Disponibilidade da água	Manejo da água, segurança hídrica	Qualidade do uso	Social, ambiental
Difusão do sistema	Tecnologias apropriadas, participação e aprendizagem	Estratégias de disseminação da TS, de fácil repasse	Social
Método participativo	Planejamento participativo; monitoramento participativo	Organização social, comunicação	Social
Sustentabilidade	Materiais de construção sustentáveis, autoconstrução assistida	Melhora da qualidade de vida; inclusão social	Ambiental, política

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Resultados e Discussão

Segundo o documento final do Fórum Alternativo Mundial da Água (2018), realizado em 2018 em Brasília, "a água é dom que a humanidade recebeu gratuitamente, é direito de todas as criaturas e bem comum. Por isso, nos comprometemos a unir mística e política, fé e profecia em suas práticas religiosas, lutando contra os projetos de privatização, mercantilização e contaminação das águas que ferem a sua dimensão sagrada" (p.6), e ainda defende: "convocamos todos os povos a lutar juntos para defender a água. A água não é mercadoria. A água é do povo e pelos povos deve ser controlada" (p.7).

A situação se agrava quando é analisada a distribuição espacial dos municípios atendidos por rede de abastecimento. Visualmente é possível identificar que muitas cidades amazônicas apresentam índices não satisfatórios, com médias abaixo de 60% de atendimento e até mesmo municípios sem informações do status de abastecimento (Veloso, 2019).

Discutir tecnologias sociais voltadas à água perpassa a luta pelo direito de acesso a água em oposição às pressões hegemônicas de controle da escassez da água, uma vez que dentro do sistema capitalista a água é vista como mercadoria (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018; Machado, 2016). Trabalhar com o conceito do direito ao acesso à água é também discutir democracia, paz e justiça, construídas coletivamente de forma a manter a solidariedade entre os povos (Malheiro *et al.*, 2021).

Isso evita, por exemplo, a concorrência pela água como recurso, o que vem causando enormes disputas no território brasileiro, como demonstrado em dados de conflito no campo pela água elaborado pela Comissão Pastoral da Terra (2021) e compilado na Tabela 2.

Tabela 2. Conflitos pela água no campo. Brasil (2012–2021).

Eventos	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Conflitos por água no Brasil	78	103	131	151	177	199	279	502	350	304
Assassinatos	2	2	-	-	2	1	1	2	6	-
Pessoas envolvidas	145.755	158.180	204.255	217.710	223.455	178.090	379.035	317.524	225.168	224.540

Fonte: Adaptado dos relatórios da Comissão Pastoral da Terra sobre conflitos pela água (2021).

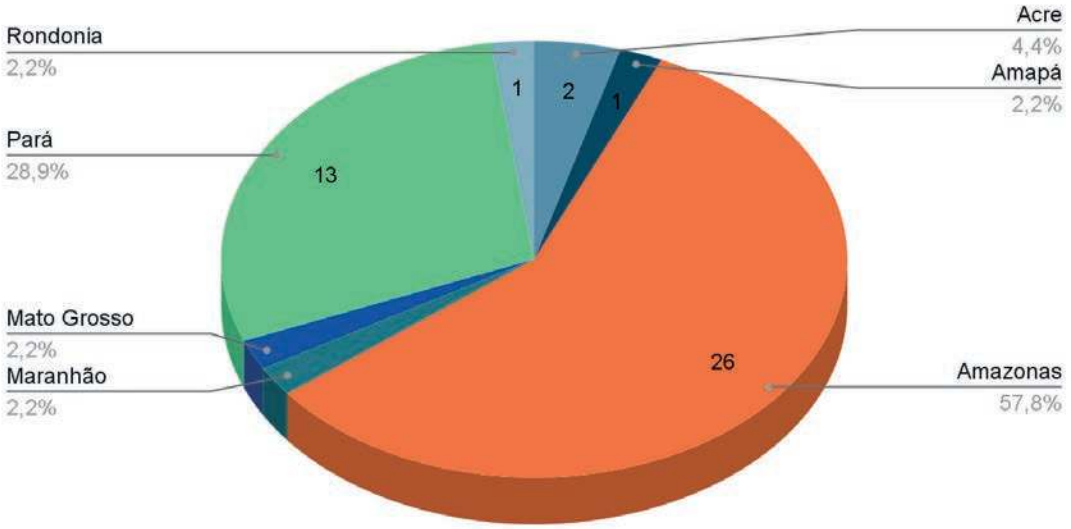
Unir a luta pela água à revisão de tecnologias sociais que garantam seu acesso e qualidade é como estar de frente a uma encruzilhada. Como defendido por Luiz Rufino (2019, p. 171):

> A encruzilhada é justamente um desses conceitos, que diz o seguinte: não há só um caminho. A encruzilhada desmantela isso tudo, rompe com os binarismos e aponta uma perspectiva de responsabilidade para nossas escolhas, é sinal de que existem cabeças que estão funcionando em outra lógica e que estão acontecendo ações nas frestas e vazios deixados pela dominação colonial. Pensar ecologia a partir das margens do sistema é falar também das lutas na América Latina e de imperialismo/colonialismo. E pensar que a alternativa exige romper com o projeto antiecológico que nos foi imposto.

Os dados secundários

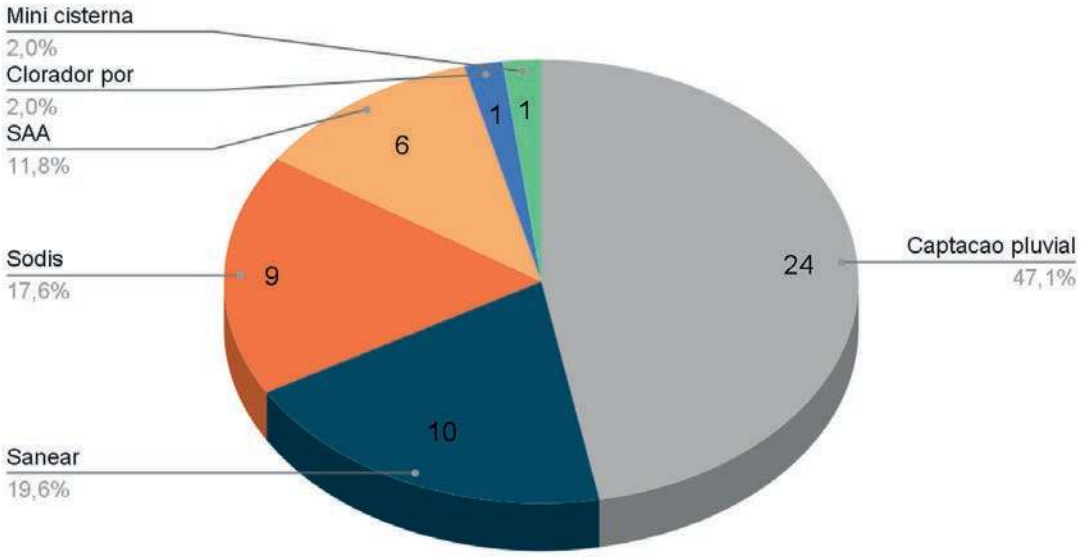
As tecnologias sociais identificadas no levantamento bibliográfico foram quantificadas por estado da Amazônia (Figura 1), assim como a distribuição dos modelos de tecnologias sociais existentes (Figura 2).

Figura 1. Tecnologias sociais identificadas e quantificadas por estado na Amazônia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 2. Tecnologias sociais voltadas à água na Amazônia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Maranhão e Pará apresentam experiências de tecnologias sociais voltadas ao uso e gestão comunitária da água. São tecnologias para captação e/ou tratamento da água, seja essa de fonte fluvial e/ou pluvial. O Amazonas é o estado que contém o maior número de TSA, com um total de 26 experiências socializadas na literatura em quatro modelos para captação de água tanto da chuva quanto dos rios. Destaca-se assim que entre todos os estados da Amazônia, o Amazonas é o estado que mais acumula nas práticas de TS para tratamento da água. Seguido pelo estado do Pará, que apresenta três modelos de TS para tratamento de água com cinco experiências para captação de água da chuva e dos rios. Pode-se

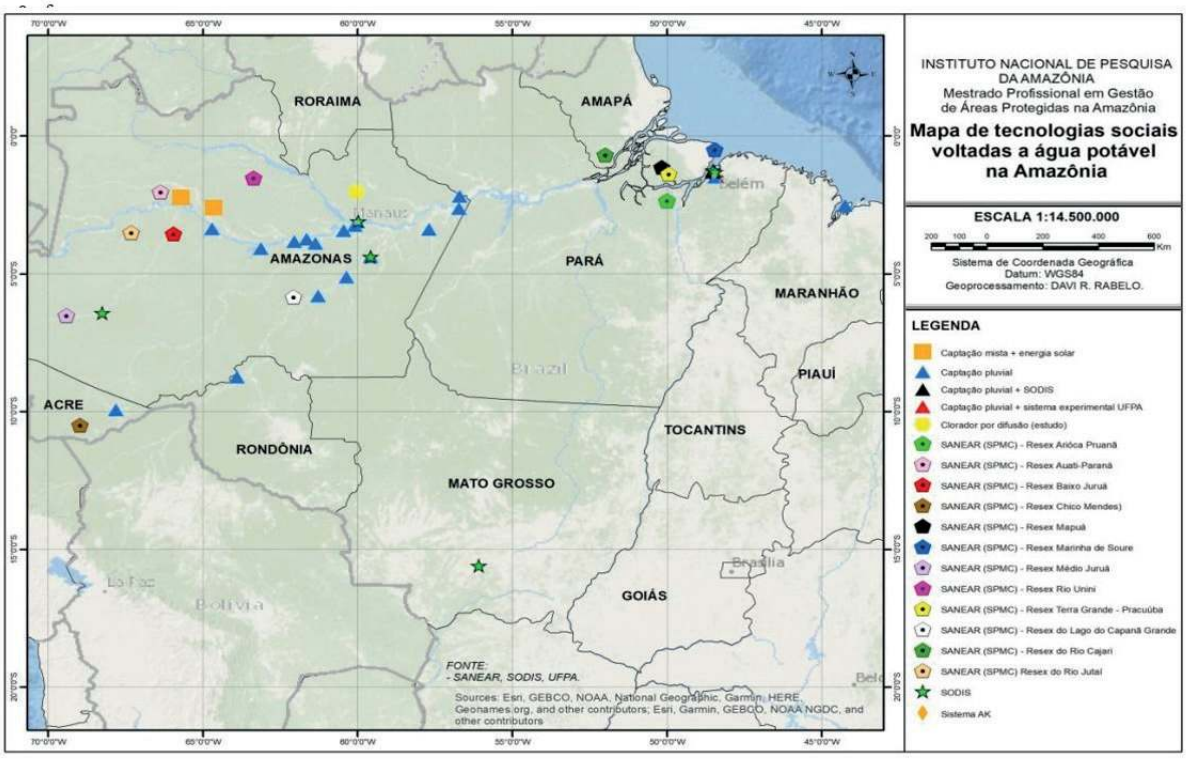
observar que, entre os nove estados da Amazônia, apenas nos estados do Tocantins e de Roraima não foi encontrada nenhuma prática registrada e socializada sobre o uso de TS relacionada a água e comunidades.

Os estados 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. Enquanto em Mato Grosso a experiência documentada reporta uma TS para tratamento de água, mas não existem documentações sobre TS para captação de água. Já os estados do Amapá e do Acre socializam três experiências de TSA cada, ambas com duas experiências para captação de águas da chuva.

As experiências para captação de águas pluviais compreendem 47,1% das tecnologias sociais. Em segundo lugar está a tecnologia Sanear, que envolve tratamento de água, referindo-se a 19,6% das TSA.

O mapeamento da localização e distribuição das tecnologias sociais na Amazônia identificadas na literatura valida o acúmulo de tecnologias sociais no estado do Amazonas (Figura 3). Sendo a captação de água da chuva a tecnologia social predominante em relação a outros modelos de captação, devido a fatores como a sazonalidade e sua influência nas comunidades ribeirinhas presentes na várzea. A captação pluvial oferece mais segurança na qualidade da água e beneficia as comunidades afetadas com a seca dos rios e que não possuem nenhum sistema de fornecimento doméstico de água.

Figura 3. Mapa de localização de uso de tecnologias sociais voltadas a captação e armazenamento da água na Amazônia Legal Brasileira.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Modelos de tecnologias sociais para captação de água na Amazônia

As tecnologias sociais voltadas a captação, armazenamento e tratamento de água potável são essenciais para a sobrevivência dos povos da floresta dada a importância de uma água limpa para garantir a saúde das comunidades. Por mais que a água seja um recurso abundante na região amazônica, apenas uma pequena fração é potável e está disponível para consumo (Neu; Santos; Meyer, 2016). Dentre os seis modelos de tecnologias sociais voltados à água estarão descritos abaixo somente os que se referem a captação, a saber: Minicisterna, Sodis, Sanear, Captação pluvial e Sistema de Captação de Água de Rio com Energia Solar Fotovoltaica (SAA).

Minicisterna

O sistema de captação da 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 Minicisterna"

O projeto Amana Katu objetiva a universalização do acesso a água de qualidade por comunidades sem acesso ou com acesso prejudicado à água. Caracteriza-se 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; Silva, 2019).

Sistema Sodis

O Sistema Sodis é uma tecnologia empregada para desinfecção de água por meio da radiação solar, referendada por órgãos internacionais como a Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância. Essa tecnologia utiliza dois componentes da radiação: os raios UV-A, 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). Essa tecnologia foi encontrada em diversos pontos do território amazônida (Figura 3) e em vários estudos encontrados na literatura (Bertholini; Bello, 2011; Lobo *et al.*, 2013).

A tecnologia foi 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 réplicas do projeto em implantação na Amazônia (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018).

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 chuva. Nesse cenário, destaca-se o Sanear Amazônia ou Sistema Pluvial Multiuso Comunitário. O Sanear 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 sistema é constituído por um componente para captação de água de chuva do telhado, dispositivo de tratamento, um reservatório individual elevado (1.000 L), um reservatório complementar (5.000 L), uma instalação sanitária domiciliar com fossa e a instalação de quatro pontos de uso, incluindo vaso sanitário (Brasil, 2018). O sistema possui adaptações para viabilizar a implementação em ambiente de várzea.

Segundo Bernardes, Costa e Bernardes (2018), o Projeto Sanear foi atrelado ao programa de cisternas do Ministério do Desenvolvimento Social, e por meio de editais houve a implementação das tecnologias sociais cadastradas no órgão, com a contratação do Memorial Chico Mendes para executá-lo nas 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. A partir de 2014, por meio do Projeto Sanear Amazônia, 2.800 famílias foram beneficiadas, em diferentes estados da região, resultado de ações integradas entre sociedade civil, poder público e população beneficiária (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018).

Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva (Prochuva)

Para essa tecnologia a pesquisa se baseou nos trabalhos de Veloso (2012) sobre captação pluvial (Prochuva). Este estudo apresenta um panorama geral das experiências de aproveitamento da água da chuva na Amazônia Brasileira (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará e Rondônia) e descreve as iniciativas implantadas: sistemas em operação e pesquisas científicas desenvolvidas e conclui: "O potencial de abastecimento da região é muito grande. A partir das pesquisas apresentadas, estimamos que cerca de 50% da população amazônica são potenciais usuários, o que corresponderia a mais de 10 milhões de pessoas" (Veloso, 2012, p. 99). Essa tecnologia foi registrada e aplicada em cinco estados e 20 localidades. Está presente nos estados do Maranhão, do Pará, do Amazonas, de Rondônia e do Acre.

Além disso, a captação ocorre de 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.

Sistema de Captação de Água de Rio com Energia Solar Fotovoltaica (SAA)

Buscando soluções para o desafio do abastecimento domiciliar de água em comunidades rurais do Amazonas, nos últimos 15 anos, o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – organização social fomentada e supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e

Inovações, atua na área de pesquisa socioambiental no Médio Solimões, especificamente na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDS Mamirauá). O Instituto Mamirauá desenvolveu, testou e aplicou um sistema eficaz de bombeamento e abastecimento de água, movido a energia solar fotovoltaica em 21 comunidades. A equipe do Instituto Mamirauá, desenvolvendo projetos com essa temática ao longo dos anos, chegou à definição de que o sistema de abastecimento de água adequado deveria considerar as seguintes questões: a) uso de energia solar fotovoltaica; b) bombeamento de água de superfície (direto do rio); c) uso complementar de captação de água da chuva, sempre abundante na região; d) uso de equipamentos móveis e flutuantes; e) gestão comunitária para a construção e operação do sistema; f) envolvimento das prefeituras locais para que possam assumir em médio prazo a reaplicação dos sistemas experimentais e a reposição das bombas (Penteado e*t al.,* 2019).

Indicadores de replicabilidade

Segundo os objetivos do ODS 6 para a segurança hídrica até 2030, é preciso alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, seguro e acessível para todas e todos (Organização das Nações Unidas, 2020).

As demandas de acesso à informação e avaliação dos sistemas por meio de indicadores tornam necessárias propostas de interseção do saber local às políticas globais e iniciativas que norteiam modelos de ocupação humana e suas atividades de produção biocultural (Hall, 2003). Gutiérrez-Espeleta (1998 apud Padovan, 2014) afirma que os indicadores estão num nível hierárquico inferior aos critérios e evidenciam as mudanças das condições do sistema a ser avaliado, sendo possível assim mensurar os critérios, já que estes não podem ser medidos diretamente.

Bernardes, Costa e Bernardes (2018, p. 3) destacam a intermitência do acesso à água na região amazônica e que "as situações reais de acesso à água tendem a ser ainda mais alarmantes no âmbito da população rural na Amazônia", sugerindo a necessidade de formulação de indicadores mais representativos da realidade dessa população. Os autores trazem na avaliação dos indicadores de uso da água a necessidade de buscar garantir o protagonismo e melhora na qualidade de vida das comunidades com as tecnologias sociais que sejam mais adequadas à realidade de cada local.

De acordo com os critérios propostos em Machado (2016), foram desenvolvidos quatro parâmetros: Disponibilidade da água (Tabela 3); Difusão da tecnologia (Tabela 4); Método participativo (Tabela 5); e Sustentabilidade (Tabela 6).

Os indicadores acima foram propostos com base nos artigos sobre tecnologias sociais voltadas à água na Amazônia e seus principais desafios e soluções propostas. Sugere-se que a avaliação dos indicadores seja realizada com uma pesquisa de campo que possa utilizá-los de forma a denotar a presença/ausência dos índices propostos. Também foram consideradas as vivências de campo e experiência comunitária a fim de serem utilizados na avaliação de tecnologias sociais reaplicadas. Na sua construção buscou-se utilizar termos e nomeações de uso cotidiano pelas comunidades. A ideia central é que o protagonismo das comunidades que recebem tecnologias sociais seja central na avaliação de sua reaplicação. Por isso, a avaliação das tecnologias se faz importante, ao estabelecer métricas para medir a eficácia do investimento, o que pode tornar o

processo de financiamento de tecnologias sociais mais direto, ou seja, com maior autonomia às comunidades.

Tabela 3. Índices de disponibilidade da água.

Parâmetro	Indicador	Índice
1. Disponibilidade da água	1.1. Manejo da água (gestão de soluções para o uso racional da água)	1.1.1. Existem medidas para garantir as áreas de preservação permanente (captação fluvial).
		1.1.2. Há captação da água da chuva.
		1.1.3. As nascentes são protegidas da invasão de animais e da contaminação.
		1.1.4. Existência de estruturas de armazenamento de água na comunidade.
		1.1.5. Existência de mecanismos de reaproveitamento de água.
		1.1.6. Os efluentes são tratados de acordo com sua origem – "águas cinzas" e "águas escuras".
	1.2. Segurança hídrica (fazer um consumo consciente de água)	1.2.1. Há diversidade de captação em resposta à sazonalidade.
		1.2.2. Existem medidas de proteção contra a poluição da água.
		1.2.3. Há definição de boas práticas para a segurança hídrica.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Tabela 4. Índices de difusão das tecnologias.

Parâmetro	Indicador	Índice
2. Difusão das tecnologias	2.1. Tecnologia apropriada (fácil adaptação)	2.1.1. A transferência da tecnologia leva em conta o saber-fazer.
		2.1.2. A utilização e manutenção é de fácil acesso.
		2.1.3. A TS pode ser aperfeiçoada e reaplicada por parte dos atores sociais envolvidos.
		2.1.4. Pode ser reproduzida facilmente em outros locais.
	2.2. Participação e aprendizagem (comunidade envolvida	2.2.1. A comunidade é partícipe do corpo de trabalho para a montagem da TS.
		2.2.2. O processo de construção da TS oferece capacitação técnica aos moradores.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Tabela 5. Índices de métodos participativos.

Parâmetro	Indicador	Índice
3. Métodos participativos	3.1. Planejamento participativo (comunidade envolvida desde o planejamento e nos processos de decisão)	3.1.1. A definição do problema a ser resolvido foi demandado pela comunidade.
		3.1.2. Existe processo de comunicação na comunidade.
		3.1.3. A tomada de decisão foi realizada de forma coletiva.
	3.2. Monitoramento participativo (processo coletivo de avaliação)	3.2.1. O processo de implementação envolve trabalho coletivo.
		3.2.2. Construção coletiva do processo de avaliação da TS.
		3.2.3. Os interesses coletivos são contemplados (em maioria) no espaço construído.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Tabela 6. Índices de sustentabilidade.

Parâmetro	Indicador	Índice
4. Sustentabilidade	4.1. Materiais de construção da TS são de origem sustentáveis (materiais que causam pouco ou nenhum dano ao ambiente)	4.1.1. Os materiais para construção da TS são facilmente encontrados na região.
		4.1.2. São utilizados preferencialmente materiais não poluentes.
		4.1.3. A TS é instalada levando em consideração o impacto ambiental.
	4.2. Autoconstrução assistida (autonomia na construção)	4.2.1. O processo de construção utiliza da mão de obra local, de base comunitária.
		4.2.2. A construção da TS é elaborada em diálogo com o saber tradicional.
		4.2.3. A comunidade opina sobre a avaliação da sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Considerações finais

Dado que temos muito que avançar para a segurança hídrica das populações amazônidas que estão pouco abastecidas do serviço público de saneamento básico, que inclui o abastecimento de água, precisamos saber como investir recursos de forma apropriada. Nesse contexto, comunidades tradicionais, locais e povos indígenas devem estar munidos 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.

Faz-se necessário encarar os problemas humanos mais básicos da realidade existente, a fim de que se possa entender seus aspectos críticos e usufruir de seu verdadeiro potencial. Deve-se buscar o desenvolvimento, mas sob um enfoque integrador, mediante a utilização dos indicadores, considerando as dimensões sociais, ambientais e econômicas, para a consolidação de uma sociedade sustentável e regenerativa.

Referências

ARAÚJO, R.; CÂNDIDO, G. Sistema de indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de tecnologias sociais: proposição de uma metodologia. **Revista ESPACIOS**, v. 38, n. 2, p. 18, 2017.

BAUMGARTEN, M. Ciência, tecnologia e desenvolvimento – redes e inovação social. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n. 26, p. 101-123, jun. 2008.

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

BERTHOLINI, T. M.; BELLO, A. X. da S. **Desinfecção de água para consumo humano através do método sodis**: estudo de caso em localidade rural do município de Cuiabá – MT. Trabalho apresentado no 2. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2011.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Social. **Marco Legal** – Programa Cisterna. Brasília, DF, 2018. Disponível em: www.mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/acesso-a-agua-1/marco-legal-1. Acesso em: 3 dez. 2019.

BRONZATTO, Luiz A.; SOARES, Daniela N.; SANTOS, Gesmar R.; KUWAJIMA, Júlio I.; CUCIO, Maíra S. O objetivo do desenvolvimento sustentável 6-água e saneamento: Desafios da gestão e a busca de convergências. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v.18, p.120-128, 2018.

BURGARDT, L. K. B.; BELLI FILHO, P.; MARTINS, S. R. Avaliação do projeto tecnologias sociais para gestão da água mediante sistema de indicadores socioambientais. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 7, p. 188-201, 2018.

CIDADE, F. **Água para beber**: uma análise socioambiental da água para consumo humano em vilas indígenas do alto Solimões – Amazonas. 2017. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA. **Conflitos no campo**. Goiânia: CPT, 2021.

FACHINETTO, C. **Desenvolvimento de sistema alternativo para captação de água a partir da névoa**. 2017. 79 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Centro Universitário Univates, Lajeado. Disponível em: https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1621/1/2017CarolinaFachinetto.PDF. Acesso em: 15 abr. 2020.

FÓRUM ALTERNATIVO MUNDIAL DA ÁGUA, 2018, Brasília, DF. **Documentos finais do FAMA**. Brasília, DF: Fama, 2018. Disponível em: https://fama2018.org/2018/03/22/declaracao-final-do-fama-re-afirma-agua-nao-e-mercadoria-agua-e-do-povo/. Acesso em: 19 set. 2021.

GIATTI, L. L. Reflexões sobre água de abastecimento e saúde pública: um estudo de caso na Amazônia brasileira. **Saúde e Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 134-144, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0104-12902007000100012. Acesso em: 27 dez. 2022.

GIATTI, L. L.; CUTOLO, S. A. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 93-109, abr. 2012.

GRECCO, F. T.; WIDERSKI, R.; SOARES, J. R.; CORÁ, M. B. Projeto Warka Water: um estudo sobre viabilidade de coleta de água através do orvalho na cidade de Campo Mourão-PR. **Engevista**, v. 19, n. 5, 2017.

GUITERREZ, D. *et al.* **Tecnologias sociais do INPA para a Amazônia**: uma visão diagnóstica. Manaus: INPA, 2017. 86 p.

HALL, S. **Da diáspora**: identidades e mediações culturais. Belo Horizonte: UFMG, 2003. 434 p.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – ISA. **Widgets socioambientais**. Disponível em: https://widgets.socioambiental.org/pt-br/placares. Acesso em: 2 out. 2021.

LIMA, J. A. de *et al.* Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 291-298, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-41522011000300012. Acesso em: 13 dez. 2022.

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**, v. 18, n. 7, p. 2119-2127, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000700027. Acesso em: 3 ago. 2021.

MACHADO, R. **Avaliação da tecnologia social de captação de água da chuva numa perspectiva agroecológica**. 2016. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó.

MACIEL, A. L. S.; FERNANDES, R. M. C. Tecnologias sociais: interface com as políticas públicas e o Serviço Social. **Serviço Social e Sociedade**, n. 105, p. 146-165, 2011.

MALHEIRO, B.; PORTO-GONÇALVES, C. W.; MICHELOTTI. **Horizontes amazônicos**: para repensar o Brasil e o mundo. [*S.l.*]: Expressão Popular: Fundação Rosa Luxemburgo, 2021. 202 p.

MIRANDA, C. R. de *et al.* Projeto tecnologias sociais para a gestão da água - TSGA: contribuição para a gestão participativa da água. *In*: MIRANDA, C. R. de (ed.). **Meio ambiente e sustentabilidade no alto Uruguai catarinense**: relato de experiências. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 139-150. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 143). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47719/1/cap11.pdf. Acesso em: 1 nov. 2021.

NEU, V.; SANTOS, A. S. S.; MEYER, L. F. F. Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. **Em Extensão**, v. 15, n. 1, p. 28-44, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável**. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 25 jan. 2020.

ORLET, N. A.; SILVA, E. M. N. **Universalização do acesso à água na Amazônia e direitos humanos**. Catálogo ENACTUS. [*S.l.*], 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: 7 jul. 2022.

PADOVAN, M. P. **Guia para avaliação do manejo de unidades de conservação**. Manaus: INPA, 2014. Não publicado.

PENTEADO, I. M. *et al.* Among people and artifacts: actor-network theory and the adoption of solar ice machines in the Brazilian Amazon. **Energy Research & Social Science**, v. 53, p. 1-9, 2019. DOI:10.1016/j.erss.2019.02.013.

RUFINO, Luiz. **Pedagogia das encruzilhadas**. Mórula editorial, 2019.

TONETTI, A. L. *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas**: referencial para a escolha de soluções. Campinas: Unicamp, 2018. Disponível em: https://www.cfg.com.br/up_catalogos/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Domesticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepd.pdf. Acesso em: 25 jan. 2020.

VELOSO, N. da S. L. Água da chuva para abastecimento na Amazônia. **Revista Movendo Ideias**, v. 17, n. 1, p. 86-101, jan.-jun. 2012.

VELOSO, N. da S. L. **Política pública de abastecimento pluvial**: por que não? 2019. 296 f. Tese (Doutorado em Ciências: Desenvolvimento Socioambiental) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2019.