



**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL  
EM GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS NA AMAZÔNIA**

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

**GUILHERME AZZOLINI CAVAZZANI**

Manaus, Amazonas - 2022

**GUILHERME AZZOLINI CAVAZZANI**

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

Orientadora: Dra. Regina Oliveira da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Nacional  
de Pesquisas da Amazônia como  
parte dos requisitos para obtenção  
do título de Mestre em Gestão de  
Áreas Protegidas da Amazônia.

Manaus, Amazonas - 2022

## Ficha catalográfica

Catálogo na Publicação (CIP-Brasil)

---

C377t Cavazzani, Guilherme Azzolini

Tecnologias sociais para captação e armazenamento de água em comunidades na Amazônia / Guilherme Azzolini Cavazzani; orientadora Regina Oliveira da Silva. - Manaus:[s. 1.], 2023.

2.9 MB

86 p. : il. color.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós Graduação em Gestão de Áreas Protegidas na Amazônia.) - Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2023.

1. Armazenamento de água. 2. Tecnologias sociais. I. Silva, Regina Oliveira da II. Medeiros, João Paulo Vale de. III. Título.

CDD 631.7

---



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS NA AMAZÔNIA

### ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DO DISCENTE DO MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS NA AMAZÔNIA DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

No dia dezanove de agosto do ano de 2022, às 09:00 horas, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros titulares: Dr. Henrique dos Santos Pereira – Universidade Federal do Amazonas, Dra. Larissa Steiner Chermont – Universidade Federal do Pará e a Dra. Benedita da Silva Barros – Museu Paraense Emílio Goeldi, tendo como membros suplentes: Dra Luiza Magalli Pinto Henriques – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e o Dr. Ronis Da Silveira – Universidade Federal do Amazonas, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública do Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado de **Guilherme Azzolini Cavazzani**, intitulado “Tecnologias sociais para captação e armazenamento de água em comunidades na Amazônia”, sob a Orientação da Dra. Regina Oliveira da Silva – Museu Paraense Emílio Goeldi. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora tendo recebido o conceito final:

( x ) APROVADA    ( ) REPROVADA    ( x ) POR UNANIMIDADE    ( ) POR MAIORIA

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos seguintes membros da Comissão Examinadora:

Dr. Henrique dos Santos Pereira

Dra. Larissa Steiner Chermont

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** BENEDITA DA SILVA BARROS  
Data: 17/10/2022 14:05:07-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Benedita da Silva Barros

Dra. Luiza Magalli Pinto Henriques

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** LARISSA STEINER CHERMONT  
Data: 28/10/2022 16:04:10-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Ronis Da Silveira

**Observações:** A banca entendeu que o **condicionante** para entrega e depósito do produto e a obtenção do título de mestre deverá ser precedida pela incorporação das sugestões feitas pela banca durante a arguição e por escrito, no sentido de aprimorar e adequar os objetivos para tornar o trabalho uma prospecção de tecnologias sociais e proposta de arcabouço teórico-metodológico e a matriz de critérios para priorização. A versão deverá ser examinada pelos orientadores que decidirão pela aprovação final, num prazo de 60 dias, a contar da data da defesa.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MPGAP  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Av. André Araújo, nº 2936 - Bairro: Petrópolis - Manaus/AM - CEP: 69.067-375  
Fone: (92) 3643-3119

Site: <http://pg.inpa.gov.br>

e-mail: [mpgap.am@inpa.gov.br](mailto:mpgap.am@inpa.gov.br)

Sinopse: Trata-se de pesquisa de cunho exploratória qualitativa baseada em levantamento bibliográfico sobre as tecnologias sociais para a captação e armazenamento de água na Amazônia. Mapeou-se e descreveu-se as tecnologias sociais que ocorrem. Foram elaborados e propostos indicadores para a avaliação da das tecnologias sociais reaplicáveis presente em áreas protegidas considerando-se os quesitos: disponibilidade de água, método participativo, difusão e sustentabilidade.

Palavras-chave: Acesso à água; Áreas protegidas; Indicadores de replicabilidade.

## **Epígrafe**

“Quanto tempo não se sabe ainda, pro tempo o eterno é um segundo, enquanto houver planta florida é tempo de gente no mundo. Enquanto houver água tem vida e é tempo de gente no mundo” (Juraildes da Cruz

## LISTA DE SIGLAS

ABES – SP	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental do Estado de São Paulo
ANA	Agência Nacional das Águas
AK	Amanakatu
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CDB	Convenção sobre a Diversidade Biológica
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SERTA	Serviço de Tecnologia Alternativa
SODIS	Sistema de Desinfecção Solar da Água
SIDMATECS	Sistema de Indicadores para diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Tecnologias Sociais.
SPMC	Sistema Pluvial Multiuso Comunitário
TS	Tecnologia Social
TSA	Tecnologia Social voltada a Água
UC	Unidade de Conservação
UFPA	Universidade Federal do Pará

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros, Indicadores, características e dimensão dos indicadores de replicabilidade propostos. ....	21
Quadro 2 – Conflitos pela água Campo Brasil (2012-2021) .....	23
Quadro 3 – Levantamento bibliográfico das tecnologias sociais para a água na Amazônia.....	25
Quadro 4 – Distribuição das tecnologias sociais para água na Amazônia brasileira .....	28
Quadro 5 – Índices de disponibilidade da água.....	48
Quadro 6 – Índices de difusão.....	49
Quadro 7 – Índices de métodos participativos.....	50
Quadro 8 – Índices de sustentabilidade.....	51



## Lista de Figuras

Figura 1– Fases e etapas da metodologia SIDMATECS - Sistema de Indicadores para diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Tecnologias Sociais.	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 2 – Mapa Amazônia Legal Brasileira	20
Figura 3 - Tecnologias sociais voltadas à água na Amazônia	29
Figura 4 - Distribuição das Tecnologias sociais voltadas à água por estados da Amazônia	30
Figura 5 - Mapa: Localização das tecnologias sociais identificadas na literatura, voltadas à captação e armazenamento da água na Amazônia Legal brasileira	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 6 - Metodologia de tratamento SODIS	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 7 - Aplicação da TS, Prochuva no Amazonas.	35
Figura 8 - Aplicação da tecnologia social SAA, em Mamirauá	36
Figura 9 - Representação esquemática do modelo sanear	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 10 - Demonstração esquemática do uso da TS clorador por difusão.	40
Figura 11- Sistema de captação da água da chuva no Projeto Amana katu.	41
Figura 12 - Mapa de tecnologias sociais voltadas à água em áreas protegidas na Amazônia.	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	

## Resumo

As tecnologias sociais para captação e armazenamento de água se mostram como importante estratégia para momentos de grande variação na distribuição e qualidade da água e para a segurança hídrica e alimentar de comunidades vulneráveis. Em algumas áreas protegidas, as comunidades estão vulnerabilizadas, especialmente, em relação ao acesso a este recurso. O objetivo deste trabalho foi identificar, por meio da revisão de literatura científica e documentos técnicos, tecnologias sociais voltadas à captação e armazenamento de água na Amazônia brasileira, e elaborar e propor indicadores para avaliar as tecnologias replicáveis. Foram localizadas e mapeadas 45 experiências comunitárias de acesso, captação e/ou armazenamento de água para consumo humano em sete estados da Amazônia brasileira. Formulou-se, quatro indicadores e 27 índices de replicabilidade para tecnologias sociais em comunidades na Amazônia, a partir dos parâmetros de disponibilidade de água; métodos participativos; difusão; e sustentabilidade. A proposta desses indicadores, visa, além da compreensão de como as tecnologias sociais podem ganhar escala ao serem replicadas ao nível comunitário na região amazônica, visto que as que estão implantadas em comunidades de áreas protegidas como uma política pública resultam em certa autonomia no acesso à água.

Palavras-Chave: acesso à água; comunidades vulneráveis; indicadores de replicabilidade.

## Abstract

Social technologies for capturing and storing water are an important strategy for times of great variation in the distribution and quality of water and for the water and food security of vulnerable communities. In some protected areas, communities are vulnerable, especially in relation to access to this resource. The objective of this work was to identify, through the review of scientific literature and technical documents, social technologies aimed at capturing and storing water in the Brazilian Amazon, and to elaborate and propose indicators to evaluate replicable technologies. 45 community experiences of access, collection and/or storage of water for human consumption were located and mapped in seven states of the Brazilian Amazon. Four indicators and 27 replicability indexes were formulated for social technologies in communities in the Amazon, based on the parameters of water availability; participatory methods; diffusion; and sustainability. The proposal for these indicators aims, in addition to understanding how social technologies can gain scale when reapplied at the community level in the Amazon region, since those that are implemented in communities in protected areas as a public policy result in a certain autonomy in access to Water.

**Keywords:** access to water – vulnerable communities – replicability indicators.

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a mãe natureza pela possibilidade de existir aqui neste plano terrestre, a todo seu legado e encantamento no que chamamos de realidade. Tenho senso do enorme desafio e responsabilidade por existir nesse aqui e agora, compartilhando com todos os saberes dessa dimensão, a alegria de viver e querer bem. É dessa força que emana todas nossas relações. Gostaria de agradecer a minha mãe por todo apoio e compreensão, ao meu pai e irmãs, tios e sobrinhos pela convivência e dedicação ao bem viver da nossa família. Agradeço a minha companheira Beatriz que tem expressado o verdadeiro sentido dessa palavra e que possibilitou a chegada da nossa filhinha Iara Luz da Mata, nosso bem mais precioso.

Agradeço à minha Orientadora Regina Oliveira por todo esforço, paciência e prática do diálogo comigo e a João do Valle que me auxiliou nesse ‘ataque’ como ele chama a defesa.

A todos os professores do MPGAP que sempre trouxeram luz na defesa da vida e ecologia da Amazônia, ao longo desses anos.

Agradeço a Claudinha por ter me abrigado em sua casa quando precisei e que tem sido uma amiga sempre, assim como aos meus Tios Renata e Márcio que sempre apoiaram minhas iniciativas. E a comunidade do Ciclovida, em especial a Ivânia e Inácio que me fizeram olhar pra abundância da água de outra maneira.

A todos meus amigos agradeço de coração e em especial ao irmão Humberto Cariry, que foi para um plano elevado justamente no processo de escrita deste trabalho.

Agradeço em especial a minha vovó Aparecida que está presente na minha vida e segue tranquila como sempre.

## Sumário

	=
1. INTRODUÇÃO	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Acessos e captação à água na Amazônia	10
2.2 Comunidades vulneráveis	12
2.3Tecnologia social	13
2.4. Indicadores para tecnologias sociais	15
3. MÉTODOS	18
3.1 Contextualização do território da pesquisa	19
3.2. Coleta e Análise de dados	21
3.2.1. <i>Obtenção de dados secundários</i>	21
3.2.2 <i>Análise dos dados</i>	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Identificação das tecnologias sociais de captação e armazenamento de água existentes na Amazônia	24
4.2. Descrição das Tecnologias sociais em uso na Amazônia	32
4.2.1 <i>Sistema SODIS- Solar Water Desinfection</i>	33
4.2.2 <i>. Prochuva- Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva</i>	34
4.2.3 <i>Sistema de Captação de Água de Rio com Energia Solar Fotovoltaica- SAA</i>	35
4.2.4 <i>Sanear Amazônia</i>	37
4.2.5 <i>Clorador por difusão</i>	39
4.2.6 <i>Sistema de captação de água da chuva - Projeto Amana katu</i>	40
4.3. Tecnologias Sociais em áreas Protegidas da Amazônia	42
4.4 Proposição de indicadores voltados à avaliação de reaplicabilidade das tecnologias sociais	44

<i>4.4.1 Disponibilidade de água</i>	45
<i>4.4.2 Método participativo</i>	46
<i>4.4.3 Difusão das tecnologias</i>	46
<i>4.4.4 Sustentabilidade</i>	47
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
6- RECOMENDAÇÕES	56
REFERÊNCIAS	57
ANEXO	69

---

## **Apresentação**

Sou amante da Amazônia desde pequeno, quando ia passar as férias em Manaus casa de um tio, que morava as margens do Rio Negro. Acabei virando biólogo formado pela UFPE em Recife, mas sou natural de Curitiba, participei do Mestrado em Gestão de Áreas Protegidas da Amazônia – MPGAP em 2014 e por motivos alheios à minha vontade, não concluí. Neste momento, busco concluir esta etapa com mais amadurecimento sobre a proposta com os preceitos do MPGAP. Obtive alguma experiência com comunidades amazônicas sendo gestor do núcleo de sustentabilidade Assy Manana pela Fundação Amazônia Sustentável (FAS), na aldeia 3 unidos na Área de Proteção Ambiental do Rio Negro, localizada no Rio Cuieiras, onde convivi com a sabedoria do povo Tikuna-Kambeba. Nesta etapa, pratiquei alguns conceitos aprendidos sobre a Gestão de Áreas Protegidas, entre eles a mitigação de conflitos, gestão de resíduos e de recursos hídricos.

Posteriormente atuei com comunidades atingidas por barragens, em especial no Rio Grande do Sul, junto a UniPermacultura promovendo a educação para resiliência e ecologia regenerativa por dois anos, aprimorando meus conhecimentos sobre tecnologias sociais e educação popular. Foquei principalmente na questão da bioconstrução onde desenvolvi afinidade pelo tema da água, desde sua captação ao tratamento de efluentes. Com isso, busquei ir estudar mais a fundo as tecnologias sociais desde a gestão e acesso ao uso sustentável desse bem natural essencial à vida.

Em 2017, fui convidado a participar como bioconstrutor no evento Campus de Pensadores Urbanos, na UFPE, sobre o tema da pesquisa e inovação para as cidades. Como facilitador, conheci a construção da WarkaWater, uma torre de captação de água do orvalho, junto ao criador da técnica, o arquiteto e designer italiano Arturo Vittori. Reaplicar esta técnica me motivou a pensar sobre as possibilidades de atuar em comunidades com dificuldades de acesso à água, uma vez que a técnica permite captar até 100 litros de água por dia a um baixo custo de implantação, o que faz diferença na vida de moradores isolados.

Uma das questões que me atraiu foi o potencial de utilização desse bem acumulado (a água) para a produção de alimentos, uma vez que o ambiente sombreado se mostra bastante apto ao cultivo e produção vegetal. Um desafio para mim foi o armazenamento da água excedente, e como utilizá-la da forma mais racional possível.

Em 2018, então, tive a oportunidade de participar do Fórum Alternativo Mundial das Águas, em Brasília, evento realizado em contraponto à venda dos aquíferos brasileiros pelo governo na mesma época. Lá conheci agricultores do Ceará, que me contaram de suas invenções

para a lida com a terra no sertão onde viviam. Dentre as tecnologias aplicadas, relataram sobre os Artiquíferos – aquíferos artificiais, que estavam sendo implementados para armazenar a água dentro do solo e assim mantê-la no sistema por mais tempo. Técnica essa utilizada para irrigar sistemas agroflorestais com maior eficiência. O que não imaginava é que um ano depois eu estaria morando na cidade vizinha deste simpático casal e estaria fascinado com a “leitura de paisagem” que permitiu conceber a tecnologia dos Artiquíferos.

Desde então tenho morado no interior do Ceará, onde trabalho como educador ambiental em plataformas de petróleo em alto mar, e desenvolvo trabalhos de divulgação científica, ativismo e pesquisa sobre tecnologias sociais e interação comunitária.

Um exemplo do que pode ser feito em nível comunitário está disponível ao fim do texto (Anexo), onde tive atuação enquanto consultor na questão de tecnologias sociais para água para o coletivo qual faço parte chamado: Rede Pela Transição Agroecológica (2020) elaborada diante do contexto pandêmico. A cartilha intitulada “Somos todxs passarinhx: agroecologia e saúde na cidade” com a qual colaboro abordando a questão de segurança hídrica para comunidades. A cartilha teve enorme divulgação, com acesso em todos os Estados brasileiros e já foi traduzida para o inglês e francês, sendo levada até comunidades da África, em campos de refugiados do Quênia, beneficiando mais de 200.000 pessoas. Foi dessa mistura de resistência histórica, esperança na educação das gerações futuras e confiança no poder de transformação da ação conjunta que escrevemos o projeto “Mulheres e Soberania Alimentar em Tempos de Pandemia”, apoiado pelo Fundo Casa Socioambiental e pela ONG RAIN.

Com este trabalho de mestrado junto ao MPGAP, propus aprofundar a pesquisa aplicada ao bem-estar da sociedade, voltado para o tema mais essencial à vida humana, o acesso à água.



## 1. INTRODUÇÃO

Como resultado de um processo de “consciência global” dos impactos humanos sobre o planeta Terra, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ou Rio-92, levantou esforços na elaboração de planos de ação e políticas públicas que busquem aliar o desenvolvimento humano à conservação do meio ambiente e de seus recursos naturais. Na conferência dentre os documentos foram elaborados, a Carta da Terra, a Agenda 21 global, a Convenção sobre a Diversidade Biológica - CBD, e a Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, entre outros. Dessa forma a interligação entre o desenvolvimento socioeconômico e as transformações do meio ambiente, antes politicamente ignoradas, entrou no discurso oficial de governos do mundo ainda que de forma tímida (FERNANDES, 2016).

Com o intuito de amenizar os problemas sociais e, mais especificamente, apresentar soluções para as necessidades reais sentidas pela população, as Tecnologias sociais (TS) teriam o objetivo de melhorar as condições de vida de seus usuários (BAUMGARTEN, 2008). A difusão de tecnologias sociais consideradas de baixo custo, fácil reaplicabilidade, e com caráter comunitário e que promovem a melhora na qualidade de vida requerem práticas intensivas de comunicação da sociedade com múltiplas tessituras políticas e conexão com o contexto humanitário, ecológico e econômico mundial (ITS, 2004; BORDALO, 2017).

A valorização da interação com o meio ambiente, somada à perspectiva de sustentabilidade, por meio de um retorno a uma civilização menos exaustiva e consciente da finitude dos recursos naturais, e do pertencimento planetário, de acordo com Morin (2002), pode contribuir para as práticas educativas voltadas para a aplicação da ciência ambiental.

Na práxis, constituir acesso aos bens naturais e aos seus serviços ecossistêmicos garante a todo cidadão, de forma direta, estratégias para exercer sua capacidade criativa e de construção do capital social<sup>1</sup> enquanto forma de exercer o desenvolvimento local. Como alternativa à hegemonia racista do capitalismo que traz soluções individualistas para parcelas da população, induzindo ao acúmulo das suas propriedades privadas, a produção do capital social propõe o acesso aos bens coletivos com base nos conhecimentos acumulados, nas tecnologias, nas culturas e sapiência que levem à permanência do ser humano num ambiente sadio (GUERREIRO RAMOS, 1996).

---

<sup>1</sup> Capital social refere-se a um elemento intangível que é encontrado nas relações sociais e pode atuar como conformador de ações coletivas e individuais eficazes (RODRIGUES, 2018).

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.

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).

Sendo assim, se fez necessário: 1-definir estratégias para a reaplicação de tecnologias sociais em áreas protegidas, que possibilitem o registro, localização, caracterização e descrição do processo de reaplicação das tecnologias sociais desenvolvidas para a Amazônia e disponibilizadas para adaptação sociotécnicas. 2- estruturar metodologias interativas de identificação e catalogação de TS; 3-definir indicadores de qualificação a partir de estratégias de avaliação científica e tecnológica de aplicabilidade e 4- avaliar o potencial de reaplicação e de impacto, para as tecnologias sociais identificadas na Amazônia, dando apoio a disseminação, reaplicação e aperfeiçoamento de TS.

Deste modo, a questão da água na Amazônia perpassa necessariamente por modelos

de tecnologias sociais que diminuam a incidência de esgoto lançado nos cursos d'água (esgotamento sanitário), por fontes de água potável, como a água das chuvas (acesso à água de qualidade) e pelos hábitos adequados de higiene no domicílio e peridomicílio das comunidades rurais (OLIVEIRA et al., 2019). A busca por tecnologias sociais voltadas à água busca encontrar processos de uso da água como bem natural e não como mercadoria: definida esta por definida por Grespan “A mercadoria também é a forma pela qual o sistema se generaliza e se expande, destinando ao mercado, todos os produtos do trabalho, uma vez que a fonte criadora desses produtos (a força de trabalho e a natureza) assume, igualmente, a forma mercadoria” (GRESPLAN, 2019).

O objetivo deste trabalho foi mapear e descrever, por meio da revisão de literatura científica, as tecnologias sociais voltadas à captação e armazenamento de água na Amazônia brasileira, e elaborar e propor indicadores para a avaliação das tecnologias sociais reaplicáveis.

## MARCO TEÓRICO

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), assinada na ECO-92, traz a seguinte definição de área protegida “...uma área definida geograficamente que é destinada, regulamentada e administrada para alcançar objetivos específicos de conservação”. (VERÍSSIMO et al., 2011). Tendo em vista a necessidade de tornar úteis os aspectos técnicos da captação de água às comunidades e gestores de áreas protegidas, em ambientes isolados e com pouco ou nenhum acesso à serviços públicos básicos. São temas que, apesar de essenciais, são complexos, tanto para o debate político, pois intercala diversas situações históricas de uso da água como um bem natural, parte integrante da natureza, essa como sujeito de direitos, quanto também para o entendimento social do direito fundamental assegurado como bem comum, a ser zelado e cuidado por toda humanidade.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS são uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015, composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030. Dentre eles o ODS 6: Água Potável e Saneamento, que objetiva garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos, sendo a Meta 6.1 (ONU) – Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos; e a Meta 6.2 (ONU) – Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

No Brasil, este Objetivo tem como metas até 2030:

Meta 6.1. (Brasil) –Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos e;

Meta 6.2 (Brasil) – Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais e promover o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento.

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 das comunidades locais, inclusive no tocante ao controle social, para se obterem os avanços necessários.

Segundo Silva et al. (2019) têm sido publicados estudos e 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. Nesse sentido, a gestão comunitária da água é um exemplo de iniciativa em que essa compreensão é relevante. Os autores recomendam ainda que o acesso à água na forma estabelecida nas Metas 6.1 e 6.2 (Brasil) e em pequenos sistemas e mesmo em soluções individuais é possível somente a partir da atuação como protagonista das comunidades e de suas associações.

A segurança hídrica é condição indispensável para o desenvolvimento social e econômico, especialmente quando se verificam os impactos causados pelos eventos hidrológicos extremos ocorridos na atual década no Brasil (ANA, 2019). O conceito de segurança hídrica é definido pela ONU como:

“a capacidade de uma população para salvaguardar o acesso a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar meios de vida, bem-estar humano e desenvolvimento socioeconômico; para assegurar a proteção contra a poluição e doenças transmitidas pela água; e para a preservação de ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política” (ONU, 2013).

Entre as metas descritas no Plano Nacional de Segurança Hídrica estão o bem-estar da população, a redução da desigualdade e a preservação ambiental.

A situação da (in)justiça hídrica, que representa o não reconhecimento da água como bem comum, como a escassez no acesso à água de qualidade, potável e de uso pessoal essencial, tem se mostrado como realidade e crescente ameaça, principalmente em épocas de grandes mudanças ambientais e de impacto social, como o que estamos vivendo (MACHADO, 2016; BERNADES, 2018; FEITOSA, 2021). Esta situação nos faz refletir sobre propostas alternativas para o seu manejo e gestão, assim como sobre as possibilidades variadas de acesso

e compartilhamento em comunidades que estejam buscando intencionalmente sua autonomia, e a democratização do acesso à água.

A segurança hídrica na Amazônia é tema de recentes estudos, visto que a região passou recentemente por eventos extremos como os períodos de seca em 2005 e 2010 e, no extremo oposto aos eventos de seca, no ano de 2009, foi registrada a cheia mais severa em 107 anos, conforme medições do nível da água no Porto de Manaus relatadas em Marengo et al. (2012, *apud* NETO, 2017).

O ciclo hidrológico da região determina uma relação estreita entre as florestas e os rios, exercendo assim uma grande influência no clima local, regional e de certa forma global. Para Machado (2018), o ciclo hidrológico responsável pela renovação da água no planeta é de fundamental importância à manutenção das florestas e respectivos ecossistemas, a fim de prosseguir com o equilíbrio dinâmico natural no planeta Terra. Dessa forma, a segurança hídrica na Amazônia está diretamente ligada ao ciclo hidrológico e as atuais alterações antrópicas, como o desmatamento.

A sazonalidade hidroclimática da região é marcada por períodos alternados de cheia, vazante, seca e enchente dos rios, que decorrem da falta ou excesso de chuva na região (MARENGO et al., 1998), e pelo fato dos rios estarem em uma bacia sedimentar muito plana (CIDADE, 2017). Podemos afirmar que a sazonalidade constitui um indicador de disponibilidade, qualidade e acesso à água para consumo, entendendo que nos períodos de cheia e enchente o acesso à água para consumo é mais fácil do que nos períodos de seca e vazante (CIDADE, 2017). A autora discute ainda sobre a importância cultural das águas na Amazônia em seu estudo sobre as atuais formas de acesso e abastecimento de água encontradas em vilas indígenas da microrregião do Alto Solimões.

As comunidades e populações tradicionais que ocupam territórios ribeirinhos, sobretudo nos ambientes de várzea, como por exemplo em Mamirauá, segundo Moura (2007) têm os cursos das águas como importantes elementos de sua identificação social. Para Moura (2007 p.6)

Há uma “cultura das águas” na várzea, no sentido de que, ao conviver com esse ambiente, os sujeitos constroem um conjunto de significados em relação à abundância e à escassez da água, e formas de sociabilidade para enfrentar com criatividade as situações de grandes riscos de sobrevivência.

Em 2018, o Atlas Global da Justiça Ambiental já indicava o Brasil como o terceiro país com o maior número de conflitos socioambientais do mundo. Dentre os conflitos, se destaca o direito de acesso à água, por ser alvo de exponencial exploração mercadológica,

apropriação capitalista e ser um bem comum essencial para a reprodução dos modos de vida.

Hazeu e Cruz (2020) discutem os conflitos causados por empresas vinculadas a beneficiamento de minério, agronegócio e logística para exportação que disputam a água do rio Dendê, em Barcarena, no Pará, com as comunidades tradicionais, que se identificam como ribeirinhos e pescadores, ali estabelecidas anteriormente.

Segundo Jesus (2020), a guerra pela água, em termos de disputa, remete ao conceito de racismo ambiental que equivale ao impacto, dano ou risco ambiental racialmente desproporcional, independente da intenção do causador (empresas poluidoras e/ou Estado), que impacta o ambiente de moradia, trabalho e/ou lazer de grupos historicamente racializados. O autor afirma que neste debate do racismo ambiental, estão incluídas as carências de saneamento que afetam a saúde e as vidas tanto das populações negras urbanas de favelas, periferias e subúrbios quanto das populações negras tradicionais do campo, da floresta e das águas, como quilombolas, caiçaras, marisqueiras, pescadores, extrativistas, quebradeiras de coco, ribeirinhos e seringueiros. Por fim, o autor evidencia que as vivências sanitárias marcadas por condições ambientais insalubres (na moradia, no trabalho ou no lazer) incluem: não acesso à água (potável ou não) e às instalações sanitárias; disputa pelo uso da água e privatização indevida de recursos hídricos.

A Comissão Pastoral da Terra - CPT (2021) têm relatado conflitos por água em áreas rurais da Amazônia, entre eles, o desenvolvimento de projetos de colonização, construção de rodovias, ferrovias, hidrelétricas, hidrovias e a chegada da agricultura monocultura capitalista cria um cenário de disputas pelos recursos naturais. Na Amazônia, segundo o ISA (2021), os povos indígenas estão expostos às violações de direitos e situações de vulnerabilização, mesmo quando em terras demarcadas pela Fundação Nacional do Índio – FUNAI, o acesso à água perpassa por dificuldades relacionadas à invasão do território e do garimpo.

A seguir estão apresentados os principais referenciais teóricos adotados.

### **1.1. Acessos e captação à água na Amazônia**

O acesso à água potável e ao esgotamento sanitário foi considerado um direito humano pelas Nações Unidas no ano de 2010. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, em 2017 havia 2,1 bilhões de pessoas utilizando fontes inseguras ou contaminadas de água no planeta. Ou seja, uma a cada três pessoas utilizavam água imprópria. Além disso, 20% da população mundial possuíam formas inapropriadas de esgotamento sanitário, sendo que, destas,

quase 1 bilhão de pessoas realizavam suas necessidades a céu aberto, principalmente em áreas rurais (WHO/UNICEF, 2017). De acordo com os dados da Organização das Nações Unidas – ONU (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 água potável do mundo, segundo o Fundo das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2017) o setor agrícola é responsável pela utilização de 72% da água do país e quase a metade dessa água é desperdiçada, enquanto 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, 2018).

Segundo Di Bernardo e Sabogal Paz (2008), são necessários, em média, 100 litros de água por dia por pessoa para uma sustentação razoável e para atender todas suas necessidades. Embora na Europa o gasto seja em média de 150 litros por dia, e nos Estados Unidos 200 litros por dia, no Chile chega a 15 litros por dia. Segundo Fachinneto (2017), em países como o Chile, em que é predominante o fenômeno chamado de Camanchaca (que se caracteriza por transformar em umidade as minúsculas gotas que não atingem o peso necessário para queda, e assim não provoca a precipitação), a captação da água já vem sendo exercida de forma inovadora. O aproveitamento da umidade que o clima proporciona é captada e transformada em água potável para utilização em variados fins pela população em geral.

A realidade do Brasil é outra, por exemplo, locais onde predomina a classe alta, o consumo chega a 400 litros por dia, e onde a classe baixa predomina, como nas periferias, o consumo é em média 40 litros por dia (FACHINNETO, 2017). Na Amazônia, embora haja grande oferta de água, 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, 2017) com consequências que ficam ao sistema público de saúde (FACHINNETO, 2017).

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 patogênicos, 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.

## **2.2 Comunidades vulneráveis**

A categoria vulnerabilidade emergiu em diferentes campos disciplinares, passando a ser amplamente utilizada por órgãos internacionais e governamentais para a análise do processo saúde-doença e sua relação com as condições de vida das populações (DIMENSTEIN, NETO, 2020). Segundo os autores O ponto de partida para a análise crítica das condições de vulnerabilidade deve ser o reconhecimento do contexto em que se insere o grupo social envolvido, em termos socioeconômicos, políticos, ambientais e culturais.

Conforme Villaça (2011), a literatura descreve como exemplo de comunidades vulneráveis aquelas estabelecidas fora das sedes dos municípios, muitas vezes distantes de rodovias, comunidades estabelecidas em ilhas, outras assentadas pelos projetos de reforma agrária ou assentadas em reservas extrativistas, bem como comunidades indígenas.

Em caso de núcleos habitacionais urbanos ou rurais que não estão conectados aos serviços públicos de saneamento básico, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES-SP adotou o termo comunidades isoladas. Segundo a ABES, esse isolamento pode ocorrer por conta de inviabilidade técnica, econômica e/ou política, sendo fruto de diversos fatores, tais como: grande distância em relação à sede do município, difícil acesso, baixa densidade populacional, grande dispersão entre os domicílios ou situação de



irregularidade fundiária. Tonneti (2018) ressalta 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.

Também é usado o termo “comunidades remotas” agrupamentos humanos de baixa densidade populacional, com restrições ao uso de fontes de energia convencionais, com infraestrutura urbana deficiente, baixo nível de atividade econômica, difícil acesso e distantes dos centros de consumo o que muitas vezes implica também a falta de bombeamento e acesso ao tratamento de água (ATHAYDE, 2001).

Lobo et al. (2013) ressaltam que os estudos sobre tecnologia e sociedade vêm ganhando importância crescente no debate sobre o desenvolvimento econômico e social, especialmente no sentido da viabilização de novas possibilidades tecnológicas voltadas à melhoria das condições de vida dos grupos mais vulneráveis da população, ou em processo de vulneração.

### **2.3 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 a nível comunitário, mas como a organização social se dá no seu desenvolvimento histórico (MACIEL e 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 (2016) 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.

De acordo com Santos (2001), no que tange ao direito de proteger os processos de conservação do meio ambiente, é fundamental a inclusão da camada popular no acesso às tecnologias sociais de baixo custo, aos programas de sustentabilidade e às políticas públicas de caráter socioambiental. Considera-se tecnologia social todo o produto, método, processo ou técnica criado para solucionar algum tipo de problema social, atendendo quesitos de simplicidade, baixo custo, fácil aplicabilidade e impacto social comprovado (SEIDL & CABRAL, 2004) ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que

representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida” (ITS, 2000, p.26.)

Tecnologias sociais estão focadas na resolução de problemas que envolvem a coletividade, como a demanda por água tratada, alimentação, educação, saúde, energia ou renda. Essas tecnologias precisam garantir que sejam apropriadas para a realidade de uma determinada comunidade, gerando mudanças de comportamentos, atitudes e práticas (FBB, 2006). O uso de alternativas mais eficazes e menos poluentes para a qualidade de vida humana não só reduz a pegada ecológica<sup>2</sup>, mas incentiva a relação consciente homem- natureza, aliando saber popular, organização social e conhecimento técnico-científico respeitando o requisito de serem efetivas e reaplicáveis (SEIDL & CABRAL, 2004).

Para Gutierrez et al. (2017), a abordagem das tecnologias sociais deve ultrapassar a visão assistencialista que vê os coletivos sociais em situação de exclusão como pobres, marginais, ignorantes e carentes, que nada ou muito pouco podem fazer por si. Ao contrário, deve-se apostar na capacidade que todo ser humano tem de observar sua realidade, refletir sobre ela e posicionar-se, tomando decisões e escolhendo as melhores estratégias de enfrentamento dos problemas cotidianos. Segundo a autora, 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 na qualidade de vida das pessoas, tendo sua reaplicação sistematizada para fácil compreensão e adaptabilidade aos diferentes contextos. Para os autores, devem ser observados características, ou indicadores que possam dar uma previsão de como cada tecnologia social pode ser apropriada pela comunidade que deseje replicá-la. Nenhuma aplicação é imposta, todo o desenvolvimento é em conjunto, sempre preservando as características, materiais e mão de obra disponíveis localmente e o desejo das pessoas que serão atendidas, assim as TS se apresentam como alternativas simples e de baixo custo para a solução de problemas, e que podem ser facilmente reaplicadas ou adaptadas (NACHTIGALL et al., 2020).

Desse modo, é importante compreender que as tecnologias sociais não podem ser replicadas, justamente porque não são produzidas em escala. As TS nascem da criatividade das pessoas na busca de soluções para resolver seus problemas locais e ao mesmo tempo possam ser difundidas e reaplicadas para resolver situações semelhantes por pessoas interessadas em

---

<sup>2</sup> A pegada ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais (WWF, 2010). disponível em: [https://www.wwf.org.br/.../pegada\\_ecologica/o\\_que\\_e\\_pegada\\_ecologica](https://www.wwf.org.br/.../pegada_ecologica/o_que_e_pegada_ecologica)

contribuir para um mundo mais sustentável. Quando essa mesma TS é usada em outros locais/regiões, levará consigo a mesma função e princípios, porém vai utilizar o conhecimento local ou material diferente presente naquele local, com vistas a ser aprimorada, adequada as novas condições e envolvida aquela realidade pelas pessoas daquele lugar, “dessa forma, não se fala em replicação (reprodução) de Tecnologias Sociais e sim reaplicação (fazer novamente de outra forma)” (SEBRAE, 2017)

Diante dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, as Tecnologias Sociais focam na promoção da inclusão social e pautam um modelo que não contribui para os objetivos de maximização de lucros, mas sim para dimensões humanas, sociais e ambientais em primeiro plano (NACHTIGALL et al., 2020). De modo corroborativo, conforme a Fundação Banco do Brasil (FBB, 2019), a Tecnologia Social alia o “saber popular, organização social e conhecimento técnico-científico” para a solução de problemas sociais, por conseguinte, são alternativas “efetivas e reaplicáveis, propiciando desenvolvimento social em escala”. Deste modo, a sistematização do conhecimento sobre as tecnologias sociais e uso de indicadores apropriados ao contexto das comunidades amazônicas confere subsídios para tomadas de decisão e implementação de políticas públicas (VELOSO, 2019).

#### **2.4. Indicadores para tecnologias sociais**

Processos de tomada de decisão devem levar em conta diferentes informações adquiridas e cuja integração e sistematização dos dados é utilizada para facilitar a compreensão da realidade de modo a aumentar a capacidade de comunicação de dados brutos e adaptar informações à linguagem e aos interesses dos diferentes atores sociais (MACHADO, 2016). Para Van Bellen (2004), os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação.

Demo (2002) ressalta que a participação dos sujeitos é essencial para a construção de indicadores, pois a participação política no cotidiano é o cerne da dimensão humana de qualidade, da capacidade de se autogerir, da criatividade que desenha caminhos futuros, da autodeterminação e da autopromoção dos sujeitos.

O estabelecimento de um sistema de indicadores é fundamental para realizar uma análise holística do projeto socioambiental visto que abranja desde o processo de construção e difusão até os resultados e impactos gerados pela experiência de tecnologia social, possibilitando indicar o nível de sucesso da experiência e monitorar e avaliar os resultados e impactos gerados a partir da sua adoção (MINAYO, 2009).

Assim, indicadores são ferramentas que podem auxiliar a traduzir o significado social e ambiental de projetos visto que detalham, quali ou quantitativamente, os dados dotados de significado social substantivo, usado para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse difuso (BURGARDT, BELLI FILHO, MARTINS, 2018).

A cada nova aplicação de uma tecnologia social já experimentada, é preciso que haja uma reaplicação, que envolve o processo de adaptação. Assim, mediante a reaplicação, é possível, mesmo em uma tecnologia já desenvolvida em outro contexto, incorporar as necessidades e valores dos novos atores, uma vez que o termo reaplicável está ligado à ideia de adaptações e espírito inovador (BAUNGARTEN, 2008).

A intenção quanto ao uso desses índices é a de se avaliar as tecnologias sociais reaplicadas (aperfeiçoamento e multiplicação para água que promovam autonomia às comunidades vulneráveis, no sentido de oferecer maior segurança hídrica, alimentar e energética frente a um cenário que vai ao encontro às adaptações climáticas, necessárias à gestão da água.

O conjunto de índices tem como horizonte estabelecer um diálogo de saberes, na busca de soluções para gestão de uso da água e criação de oportunidades que visem melhorias para o bem viver dos povos da floresta. Reforça, portanto, a necessidade de reconhecer não apenas soluções apresentadas pelo conhecimento tradicional, mas estabelecer formas de respaldar o desenvolvimento e o incentivo ao uso de tecnologias sociais apropriadas à questão da água. Por isso, a avaliação das tecnologias de forma participativa se faz importante, ao estabelecer, por exemplo, a construção coletiva do processo de avaliação da TSA, pode tornar o processo de financiamento de tecnologias sociais mais direto, ou seja, com maior autonomia às comunidades.

Araújo (2015) afirma que se comparadas às tecnologias convencionais e avaliadas a partir de indicadores convencionais como produtividade, por exemplo, as tecnologias sociais se mostrarão na maioria dos casos inferiores. Todavia, já ficou amplamente demonstrado que a multidimensionalidade inerente às tecnologias sociais não pode ser negligenciada, devendo sua eficiência ser avaliada a partir de indicadores alternativos. O autor ainda defende que, se por um lado, ampliação de escala é um desafio que se impõe para que a TS alcance os seus propósitos de enfrentamento aos problemas sociais, por outro lado o custo de uma tecnologia é inversamente proporcional à sua difusão, ou seja, quanto mais difundida uma tecnologia mais barata ela se tornará.

Os programas, experiências e atividades são construídos segundo um fluxo de planejamento, desenvolvimento e aplicação, para posterior difusão por meio da reaplicação (ARAÚJO, 2015). O autor ainda cita que a atividade de diagnóstico se limita à fase de construção e difusão, pois são as atividades realizadas nesta fase que determinam se a experiência está vinculada ao particular “modo de fazer” que caracteriza uma tecnologia social, ou seja, se a experiência analisada está em consonância com o conceito, parâmetros, princípios e implicações da tecnologia social já estabelecido na literatura.

Araújo e Cândido (2017) afirmam que a ampliação de escala é um desafio que se impõe para que a tecnologia social alcance os seus propósitos, somente com o processo de reaplicação é que surge o empoderamento e a apropriação do conhecimento. Os autores consideram que os projetos que trabalham com tecnologias sociais passam primeiramente pelas etapas de construção e difusão, para posteriormente gerarem resultados e impactos. Os autores propõem uma metodologia de indicadores denominada de Sistema de Indicadores para Diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Tecnologias Sociais - SIDMATECS, que está constituída por oito etapas dispostas em torno de dois semicírculos contíguos que se retroalimentam mutuamente e que representam suas duas fases. O processo é iniciado pela etapa de planejamento e segue pelas demais em sentido horário, conforme se observa na representação gráfica da figura 1.

Figura 1– Fases e etapas da metodologia SIDMATECS - Sistema de Indicadores para diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Tecnologias Sociais.



Fonte: ARAÚJO e CÂNDIDO (2017).

Bernardes e Bernardes (2018, p.3) destacam a intermitência do acesso a 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 se buscar garantir o protagonismo e a melhora na qualidade de vida das comunidades, com as tecnologias sociais que sejam mais adequadas à realidade de cada local.

## 2. MÉTODOS

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, foram levantados dados sobre indicadores de replicabilidade. Identificaram-se os principais parâmetros para avaliação das tecnologias sociais e para este estudo foram priorizados os seguintes indicadores: disponibilidade da água, difusão da tecnologia, método participativo e sustentabilidade ambiental.

### 3.1 Contextualização do território da pesquisa

A região da Pan Amazônia, onde o bioma da floresta Amazônica está presente, abrange os países: Brasil, Peru, Bolívia, Equador, Colômbia e Venezuela, Guiana, Guiana Francesa e Suriname. Além de ser o maior bioma do mundo, a Pan-Amazônia possui a maior rede hidrográfica do planeta, a bacia Amazônica, que envolve todo o conjunto de recursos hídricos convergindo para o rio Amazonas (CIDADE, 2017). O bioma Amazônia é formado por distintos ecossistemas como florestas densas de terra firme, florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos e formações pioneiras (SIOLI, 2006).

A região amazônica possui uma somatória dos recursos que se caracterizam como altamente estratégicos para qualquer nação e até mesmo para a segurança do planeta neste início de século, que os autores Tozi, Mascarenhas e Pólen (2018 p. 234) apontam como sendo:

(i) a questão do espaço territorial, pois a Amazônia corresponde a 1/20 da superfície do planeta e mais de 40% do território da América do Sul;

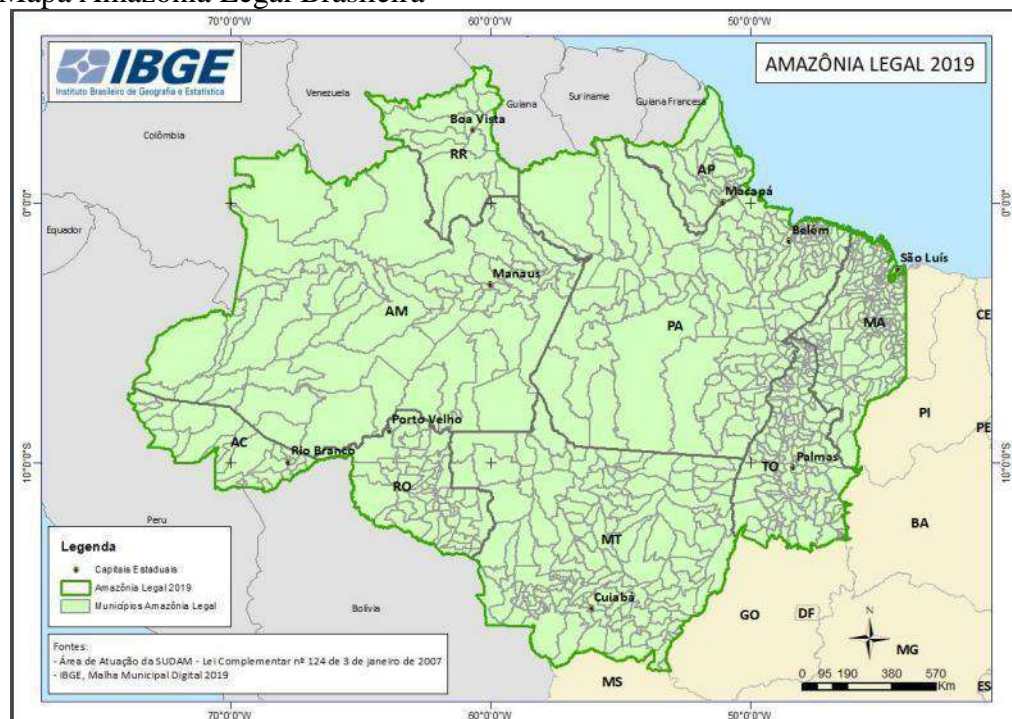
(ii) o fato de possuir as maiores reservas de água doce disponíveis no mundo, correspondendo a 12% de todo esse recurso;

(iii) a mega diversidade biológica constitui-se em outro valor estratégico, pois a Amazônia possui milhares de espécies animais e vegetais que proporcionam enormes possibilidades de desenvolvimento de novas tecnologias e a chamada biotecnologia. Isso sem falar em outras tantas ainda não conhecidas ou catalogadas;

(iv) a sua imensa floresta tropical que sozinha representa 1/3 de todas as florestas latifoliadas do planeta e que se torna alvo dos interesses internacionais não só pela sua já citada biodiversidade, mas, principalmente, neste momento de intensa preocupação com relação ao aquecimento global e a possibilidade de resgate do carbono e retenção de outros gases estufa que a floresta poderia proporcionar, pois o mercado de carbono encontra-se altamente aquecido e por isso mesmo manter a floresta em pé torna-se uma opção mais atrativa.

Foram contemplados neste estudo os estados que compõem a Amazônia Legal brasileira, a saber: Amazonas, Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins (Figura 2). Segundo dados do IBGE (2020), a Amazônia Legal brasileira corresponde a uma área de 5.217.423 km<sup>2</sup>, representando 61% do território brasileiro. Além de abrigar todo o bioma Amazônico brasileiro, ainda contém 20% do bioma Cerrado e parte do Pantanal Mato-grossense. Ela engloba a totalidade dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e parte do Estado do Maranhão.

Figura 2 – Mapa Amazônia Legal Brasileira



Fonte: IBGE 2019

O território político da Amazônia Legal criado em 1966, apesar de sua grande extensão territorial, abriga 21.056.532 de pessoas, ou seja, 12,4% da população nacional e a menor densidade demográfica do país com cerca de 4 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Nos nove estados, no entanto, residem 55,9% da população indígena brasileira. Segundo dados de Carneiro Filho e Souza (2009), cerca de 300 mil índios vivem nessas áreas (1,15% da população amazônica).

Falar em “crise” da água no Brasil parece ser uma grande contradição em um país com grande parte do seu território localizado na Zona Climática Intertropical, com índices de pluviosidade média anual em torno de 1.800 mm, e que tem extensas bacias hidrográficas (Amazonas, Tocantins, São Francisco, Paraná, Paraguai e do Uruguai), responsáveis por 53% (334 mil m<sup>3</sup>/s) da água doce dos rios do total da América do Sul (BORDALO, 2020).

Em escala regional, têm-se problemas vinculados aos regimes dos grandes rios, suas tipologias e disponibilidades hídricas, afetadas por questões relacionadas à expansão das ações antrópicas como: o desmatamento, a mineração, e a monocultura de grãos, dentre outras. Na escala local os problemas principais envolvem o saneamento, em especial nas áreas urbanas, a questão fundiária, os conflitos em relação aos usos preponderantes da água e o uso indiscriminado da água subterrânea (BORGES, 2019).



## **3.2. Coleta e Análise de dados**

### **3.2.1. Obtenção de dados secundários**

Foi elaborado um conjunto de palavras-chave baseadas nos objetivos do trabalho relacionadas ao mapeamento das tecnologias sociais para captação e armazenamento de água na Amazônia. Definidas as palavras tecnologias sociais; água e Amazônia, estas foram pesquisadas, em português e em inglês, nas plataformas Scielo, Google Acadêmico, Periódico Capes, *Web of Science*. Os resultados encontrados foram catalogados em fichamento no Word com as referências bibliográficas e posterior leitura dos textos. A partir dos dados bibliográficos, as TS identificadas foram mapeadas. Para a elaboração dos indicadores de reaplicabilidade também foi seguido o mesmo procedimento com as palavras-chave: indicadores, tecnologias sociais e reaplicabilidade, tendo como base os parâmetros definidos por Machado (2018), ITS (2014) e demais referências encontradas.

### **3.2.2 Análise dos dados**

Para o mapeamento das tecnologias sociais, estas foram identificadas conforme a indicação das localidades descritas nos periódicos e tabuladas no programa Excel com as coordenadas geográficas. As informações do Programa de Monitoramento de Áreas Protegidas do Brasil (ISA 2019) foram somadas ao Programa de Geoprocessamento ArcGIS 10.3, para a localização das tecnologias sociais instaladas nas áreas protegidas.

A partir da definição dos parâmetros elaboraram-se os indicadores e suas características e dimensões sendo elas ecológicas, sociais e políticas. Considerou-se que indicadores devem: apresentar características como de baixo custo (a fim de viabilizar sua execução), ser acessíveis, simples (ter as fontes de dados, ser fácil de calcular), ter objetividade (apresentar de forma direta a situação a ser analisada), ser confiáveis (fontes de dados confiáveis) e que possam identificar problemas a partir de seu monitoramento. Portanto, considerou-se que as características e dimensões dos indicadores deveriam permitir uma intervenção social para redução de processos de exclusão social. Neste estudo, as características e dimensões propostas visam principalmente alcançar a viabilidade de aplicação das tecnologias sociais pelas comunidades para sua autonomia. Para a análise dos indicadores, elaboraram-se os índices voltados à tecnologias sociais reaplicada voltadas a água na Amazônia (Quadro 1).

Quadro 1: Parâmetros, Indicadores, características e dimensão dos indicadores de reaplicabilidade propostos.

<b>Parâmetro</b>	<b>Indicador</b>	<b>Características do indicador</b>	<b>Dimensão do indicador</b>
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 pelo autor, 2022.

A partir da elaboração das características e dimensões dos indicadores criados, com base no entendimento da literatura especializada, foram elaborados conjuntos de índices como forma de avaliação para as TSA's replicadas. Análises fundamentadas para a tomada de decisão a partir de indicadores específicos e regionalizados, chamados índices, como afirma Machado (2017): “A combinação dos indicadores forma índices, usados com mais frequência em níveis de análise mais agregada (ex. âmbitos regionais e nacionais)”.

Entende-se o termo índice como um valor numérico que representa a correta interpretação da realidade de um sistema simples ou complexo econômico ou social), utilizando, em seu cálculo, bases científicas e métodos adequados. O índice pode servir como um instrumento de tomada de decisão e previsão, e é considerado um nível superior da junção de um jogo de indicadores ou variáveis. O termo indicador é um parâmetro selecionado e considerado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema em análise. Normalmente um indicador é utilizado como um pré-tratamento aos dados originais (SICHE *et al*, 2007).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o documento final do Fórum Alternativo Mundial das Águas, 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"; 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" (FAMA, 2018 p.4).

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 (2018), 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.

Discutir tecnologias sociais destinadas à acesso e conservação da água perpassa pela 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 (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. Afinal, a disputa pela água como recurso vem causando enormes disputas no território brasileiro, como demonstrado em dados de conflito no campo pela água elaborado pela Comissão Pastoral da Terra (CPT, 2021) (Quadro 2).

Quadro 2- Conflitos pela água no Campo- Brasil (2012 – 2021).

ANO	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 CPT sobre conflitos pela água (2022)

Segundo a ONG de direitos humanos Global Witness ([www.globalwitness.org](http://www.globalwitness.org)) o Brasil figura como um dos países que mais apresenta crimes praticados contra ambientalistas. O que se busca aqui não é endossar um “discurso da escassez” ou uma “geografia da sede”, muitas vezes usado para invisibilizar as determinações de ordem sociais, econômicas e culturais, de grandes corporações privadas, que, podem resultar em injustiça hídrica.

### **3.1. Identificação das tecnologias sociais de captação e armazenamento de água existentes na Amazônia**

No caderno conhecimento e cidadania (PASSONI, 2007) é apresentada uma reflexão sobre a atitude dialógica do saber acadêmico com o saber popular em que os diferentes atores sociais aprendem a ser, a conhecer e a fazer, enfrentando os desafios da realidade. Dentro do campo da Ciência e tecnologia, a especificidade da Tecnologia Social é a de ter como objetivos a se buscar, direta e imediatamente, aquilo que outras maneiras de pensar e agir muitas vezes tratam como “externalidades”, como consequências “naturais” do processo ou até mesmo como fatores limitantes do “desenvolvimento”: a inclusão social, a sustentabilidade socioambiental e a construção do processo democrático.

“Queremos, afinal, conhecer o mundo onde vivemos – em todas as suas dimensões – para poder transformá-lo num outro mundo, num mundo melhor para todos. E dar a nossa contribuição para que o Brasil seja uma nação capaz de refletir, pensar e gerar inteligência, tendo sempre em mãos o que há de mais eficaz para a transformação. É por isso que a inclusão social é uma condição imperativa para o desenvolvimento” (PASSONI, 2007, p.32).

Dentre as tecnologias sociais encontradas no levantamento bibliográfico estão à fervura, o uso de hipoclorito de sódio, pastilhas de cloro e radiação ultravioleta. Estes são métodos de tratamento físico e químico já difundidos e aplicados em diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento (Quadro 3). No entanto, outras foram criadas ou aperfeiçoadas e adaptadas a fim de atender as populações mais vulneráveis combatendo a escassez e insegurança hídrica na Amazônia.

Quadro 3: 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 da Amazônia	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	o objetivo deste trabalho é divulgar o panorama geral das experiências de aproveitamento da água da chuva em regiões insulares da cidade de Belém

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
2017	Fernanda Cabral Cidade	Dissertação UFAM	Água para beber: uma análise socioambiental da água para consumo humano em vilas indígenas do alto Solimões – Amazonas.	A dissertação 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	Santana e 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.

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 4).

Quadro 4: Distribuição de tecnologias sociais para água nos estados da Amazônia brasileira

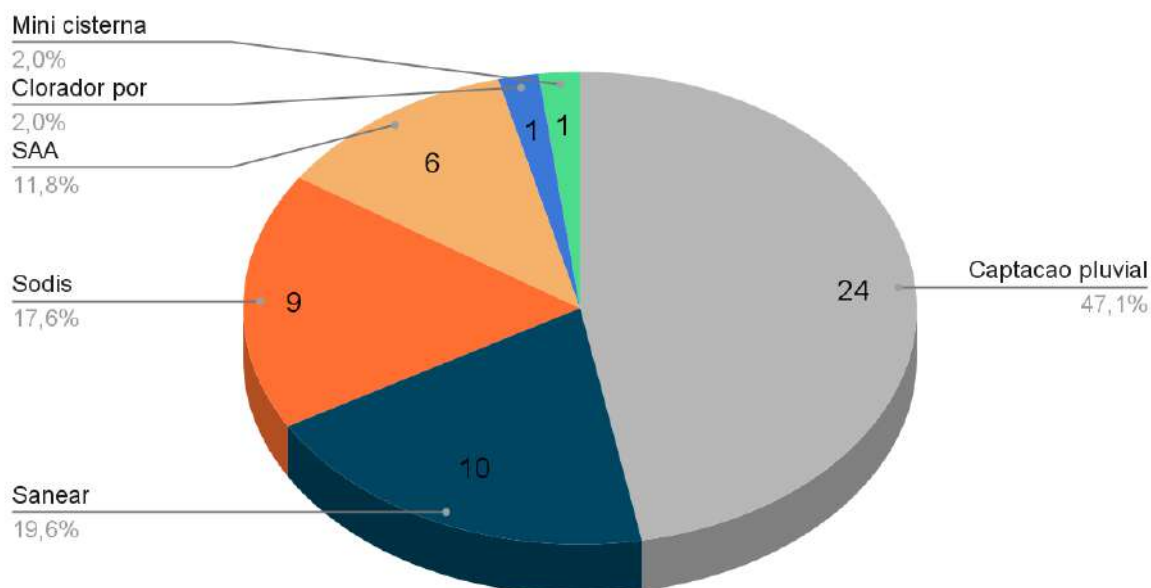
Estado	Área protegida	Presença de TSA	Forma de Captação	Ocorrência de Tratamento	Modelo de TSA
Acre	Sim	Sim	Pluvial	Sim	Sanear
Amazonas	Sim	Sim	Pluvial e fluvial	Sim	SODIS /Sanear/ energia solar/ Clorador por difusão
Amapá	Sim	Sim	Pluvial	Sim	Sanear
Mato Grosso	Sim	Sim	0	Sim	SODIS
Maranhão	Não	Sim	Pluvial	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 3).



Figura 3 - Tecnologias sociais voltadas à água na Amazônia



FONTE: Do autor, 2022.

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.

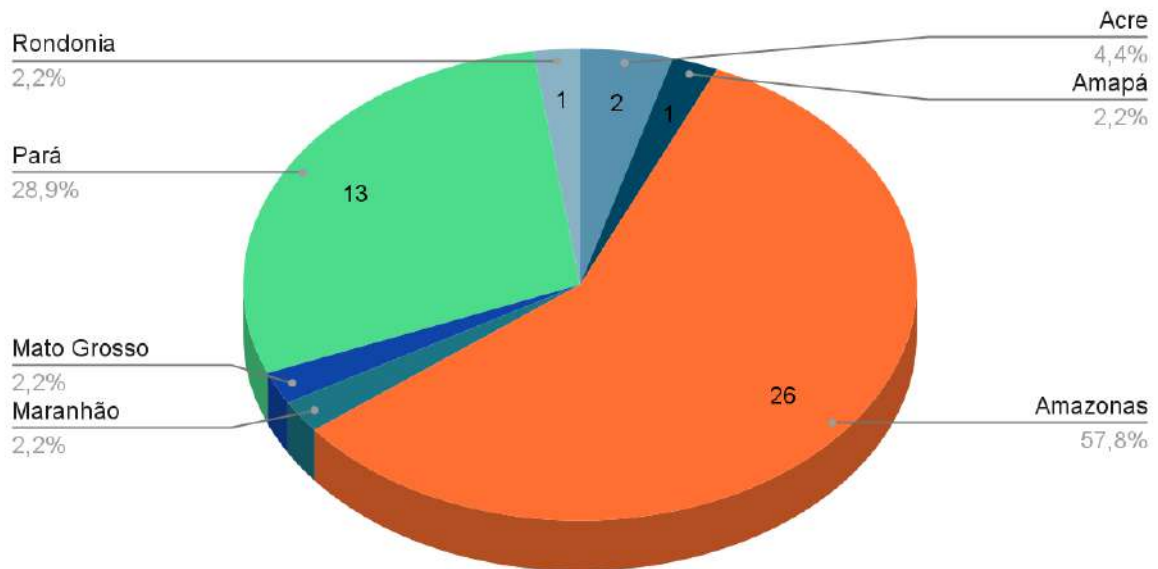
Os estados do Maranhão e Rondônia não apresentaram nenhum registro na literatura sobre práticas de TS para tratamento de água, mas ambos comunicam sobre experiências (uma em cada) de TS para captação de águas pluviais. No entanto, no Mato Grosso, a experiência documentada reporta uma TS para tratamento 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. (Figura 4)

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.

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. (Figura 4)

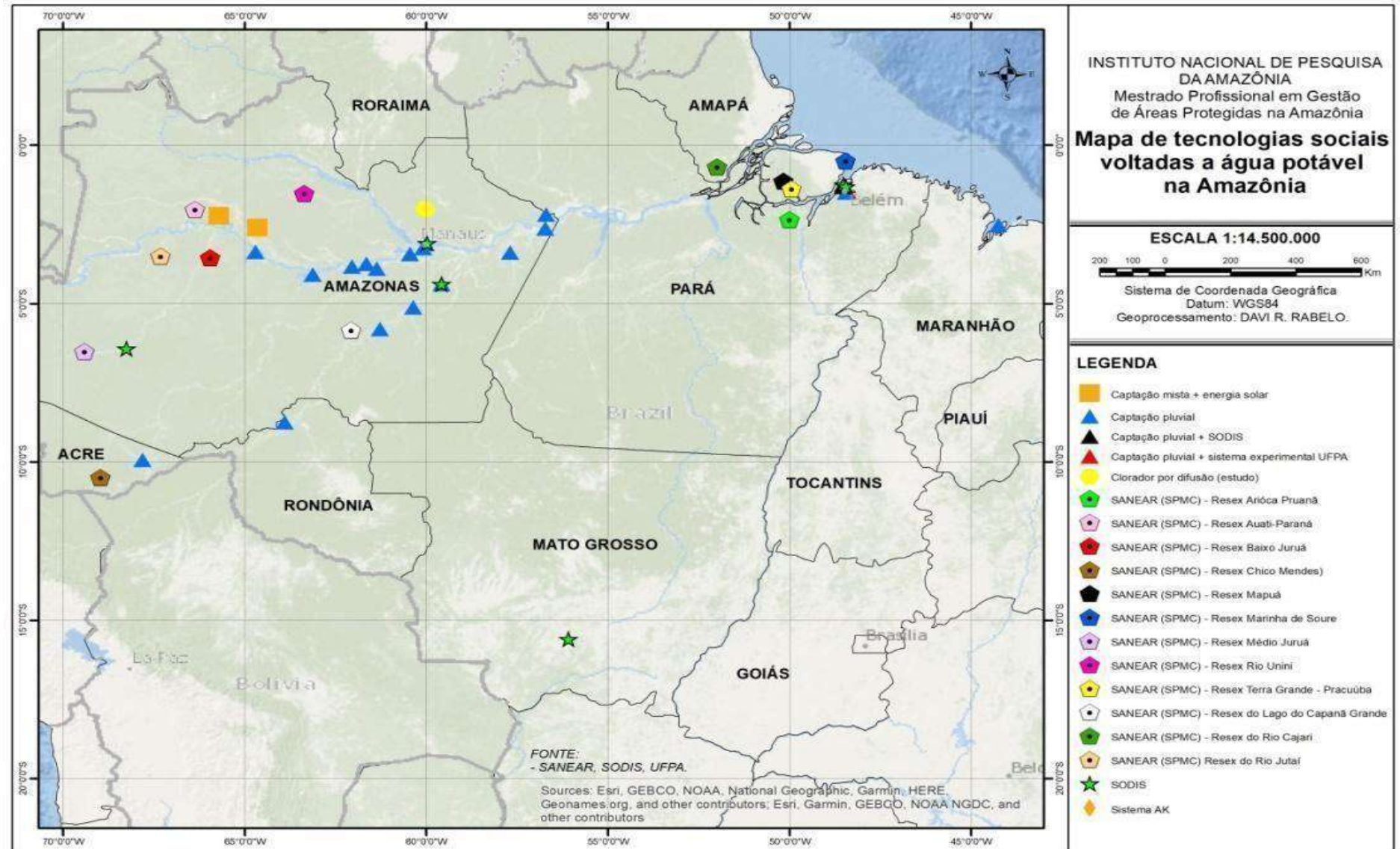
Figura 4 - Distribuição das Tecnologias sociais voltadas à água por estados da Amazônia



FONTE: levantamento de dados secundários e elaborado pelo autor

A presença de tecnologias encontradas no levantamento (Figura 5) reflete a falta de acesso a água nas comunidades, mas também a luta dos povos para reivindicar seus direitos através de políticas públicas, como no caso da tecnologia social “Sanear” que partiu de uma demanda do movimento sindical dos seringueiros - 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 Prochuva que se mostrou com a maior ocorrência dentre as TSA dentro do estado do Amazonas, através do uso do recurso pluvial, beneficia comunidades afetadas com a seca dos rios e que não possuem nenhum sistema de fornecimento doméstico de água (VELOSO, 2012).

Figura 5 - Mapa: Localização das tecnologias sociais identificadas na literatura, voltadas à captação e armazenamento da água na Amazônia Legal brasileira



### 3.2. 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. Num 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 amazônica em 2008 ainda estava sujeita a consumir água de má qualidade, ou até mesmo não tinha acesso a ela e nos últimos anos não houve avanço significativo em questão de políticas públicas para mudar esse cenário (BORDALO, 2017).

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).

A investigação de modelos bioregionais não só busca a caracterização de uma comunidade sustentável quanto a sua interação com o ambiente como: 1) Estabelece quais as tecnologias sociais podem ser reaplicadas em assentamentos de baixo custo; 2) Identifica as demandas populares e definindo intervenções que garantam a qualidade de vida. 3) Permite uma reflexão sobre o agir coletivo e pessoal, como propicia tomadas de decisão e melhorias no cuidado e atribuição de valores. O fortalecimento e expansão dos laços sociais, econômicos, culturais, espirituais e ecológicos – por uma forma de permanência do homem na terra, através de uma cultura de paz, estabelece o planejamento dentro de cenários de evolução da cooperação comunitária e expansão da capacidade de evolução dos valores humanos sustentáveis (ACCIOLY, 2012). Pode se observar a partir de tecnologias criadas a partir do movimento social, como no caso da TS Sanear como tais tecnologias emergiram no cenário brasileiro como um movimento considerado de “baixo para cima”, ou seja, como 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” (MACIEL e FERNANDES, 2011).

### **3.2.1 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).

O processo utilizado na metodologia SODIS incide em preencher completamente garrafas plásticas transparentes higienizadas do tipo PET (tereftalato de polietileno) com capacidade máxima para até dois litros (os resultados com recipientes de maior conteúdo não são satisfatórios), com água de turbidez inferior a 30UT. Em dias com exposição plena de sol, as garrafas devem ser expostas ao sol, no sentido horizontal, durante seis horas ininterruptas, sempre no intervalo de maior pico de insolação (09h00min e 16h00min). Em dias com exposição solar parcial, em função do encobrimento por nuvens, este prazo dilata-se para dois dias consecutivos (BERTHOLINI, BELLO; 2011).

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).

Tecnologias alternativas são capazes de satisfazer as necessidades sanitárias básicas de forma simples e eficiente. Uma técnica que vem sendo estudada e aplicada em países em desenvolvimento como uma tecnologia segura para o tratamento microbiológico de água e breve armazenamento é a desinfecção solar. Essa técnica foi primeiramente estudada por Aftim Acra, em 1984, e posteriormente aprimorada pelo instituto EAWAG, na Suíça (BOTTO, 2006).

O sistema consiste na utilização de radiação solar como mecanismo de tratamento para desinfetar a água (Figura 6). É um método simples que se mostra uma boa alternativa para pequenas comunidades, por oferecer baixos custos (VELOSO, 2012).

Figura 6 - Metodologia de tratamento SODIS



Fonte: Bertholini, Bello; 2011

### ***3.2.2. 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).

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 7).

Figura 7 - 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.

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

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

Esta tecnologia social para captação de água foi desenvolvida e testada pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, em comunidades localizadas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

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 Pacífico 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 8).

Figura 8 - Aplicação da tecnologia social SAA, em Mamirauá



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 naturais de desmoronamento de talude. O que vai ao encontro do descrito pelos autores como Veloso et al. (2012), Giatti e Cutolo (2012), Bernardes (2013), Cidade (2017) e Bordalo (2020) em relação às condições necessárias de atendimento às demandas sociais para a adequação das tecnologias sociais.

Além disso, os estudos em Mamirauá definiram 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 pode(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. Assim, pode-se dizer que a SAA apresenta condições necessárias para enfrentar os desafios da sazonalidade e oferece autonomia à comunidade.

### **3.2.4 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, 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. Atrelado 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 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 9).

Figura 9 - Representação esquemática do modelo sanear



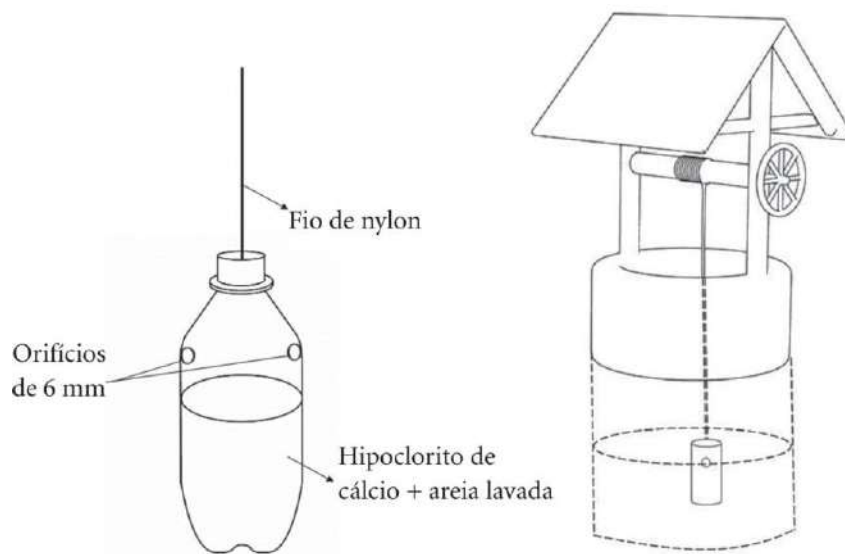
Fonte: Bernardes e Bernardes (2018, p. 27)

#### 4.2.5 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 [ $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$ ] 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. 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 recebam 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 10).

Figura 10 - 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 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.

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

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 Mini cisterna” (Figura 11).

Esta experiência foi testada na região urbana periférica e ribeirinha na cidade de Belém do Pará pela equipe do Time Enactus da UFPa. Analisada como estudo de caso por ser uma iniciativa aplicável para o setor da construção civil, a tecnologia propicia itens de

sustentabilidade, por tratar de uma questão bastante relevante, que é a falta de acesso à água na Amazônia e, mais especificamente, na zona urbana onde há deficiência na distribuição de água (COSTA, 2020).

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).

Figura 11- Sistema de captação da água da chuva no Projeto Amana katu.



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.

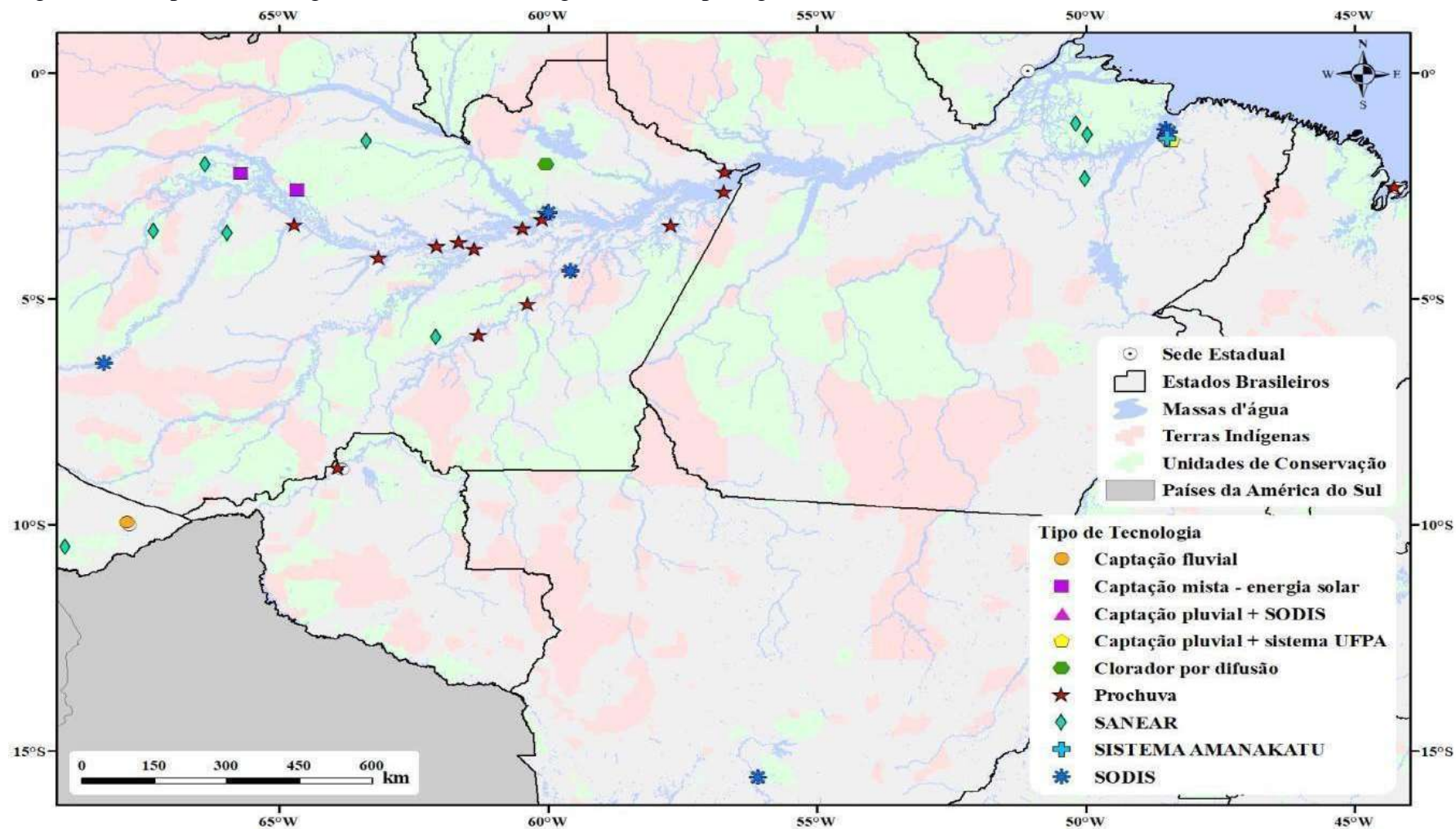
### 4.3. Tecnologias Sociais em áreas Protegidas da Amazônia

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação conceitua em seu Art.2, item I, que as Unidades de Conservação são espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000). Elas dividem-se em dois grupos: Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável. As primeiras são mais restritivas, sendo permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais; enquanto as segundas são áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais.

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, exigi-los de forma mais contundente. Dentre os exemplos está o Sanear Amazônia, que foi incorporado pelo poder público como mais uma alternativa de enfrentamento ao desafio de garantir e universalizar o acesso à água às populações menos favorecidas.

Veloso et al. (2012), Bernardes (2013) e Bernardes e Bernardes (2013) 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. Dentre estas destacamos a TSA Cloração por Difusão aplicada em Projetos de Assentamento na Amazônia, o Sodis, de ampla repercussão atingindo mais 3.283 famílias para acesso à água potável e a tecnologias sociais mais sofisticadas como a que está em teste na RDS Mamirauá denominada Solar Ice Project para conservação do pescado (Figura 1)

Figura 12 - Mapa de tecnologias sociais voltadas à água em áreas protegidas na Amazônia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A identificação espacial das comunidades que utilizam das TSA's encontradas nessa pesquisa tem especial relevância pois demonstram a necessidade de investimento via política pública em saneamento básico na periferia do sistema capitalista. Estas comunidades podem estar localizadas em territórios especiais, como unidades de conservação e áreas protegidas. Todos estes 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 (CIDADE, 2017). A própria política de saneamento brasileira incentiva que, quando houver necessidade de atendimento à população rural dispersa ou de pequenos núcleos urbanos isolados, a União poderá utilizar, mediante programa específico, tecnologias sociais tradicionais (BRASIL, 2010).

Como o presente artigo. 68 da Política Federal De Saneamento Básico. O decreto nº 7.217 / 2010 - do acesso difuso à água para a população de baixa renda, da política federal de saneamento básico e do acesso difuso à água para a população de baixa renda, dita que:

Art. 68.

A União apoiará a população rural dispersa e a população de pequenos núcleos urbanos isolados na contenção, reservação e utilização de águas pluviais para o consumo humano e para a produção de alimentos destinados ao autoconsumo, mediante programa específico que atenda ao seguinte:

I - Utilização de tecnologias sociais tradicionais, originadas das práticas das populações interessadas, especialmente na construção de cisternas e de barragens simplificadas; e

II - Apoio à produção de equipamentos, especialmente cisternas, independentemente da situação fundiária da área utilizada pela família beneficiada ou do sítio onde deverá se localizar o equipamento.

§ 1º No caso de a água reservada se destinar a consumo humano, o órgão ou entidade federal responsável pelo programa oficiará a autoridade sanitária municipal, comunicando-a da existência do equipamento de retenção e reservação de águas pluviais, para que se proceda ao controle de sua qualidade, nos termos das normas vigentes no SUS.

§ 2º O programa mencionado no caput será implementado, preferencialmente, na região do semiárido brasileiro (BRASIL, 2010)



#### **4.4 Proposição de indicadores voltados à avaliação de tecnologias sociais reaplicadas.**

Segundo a ONU (2020), para alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS 6 para a segurança hídrica até 2030, será preciso alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos. O acesso universal e equitativo à água.

As demandas de acesso à informação e avaliação dos sistemas através 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) 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.

De acordo com os critérios de reaplicabilidade proposto em Machado (2018) para tecnologias sociais, foram desenvolvidos quatro parâmetros: Disponibilidade da água (Quadro 5) – Difusão da tecnologia (Quadro 6) – Método participativo e (Quadro 7) – Sustentabilidade (Quadro 8) formando o índice que subdivide itens por tema e em indicadores por fim, de modo a entender se as reaplicações das TSA são viáveis em seu território, ou não.

##### ***4.4.1 Disponibilidade de água***

O critério de disponibilidade de água passa não só pelo acesso à água captada pelas chuvas e pelo rio, mas também pelo cuidado com as nascentes, floresta em pé e soberania alimentar das populações. Esta abordagem expressa o enorme potencial, ainda negligenciado, dos centros urbanos em aproveitar a água da chuva como fonte de abastecimento ou ainda como sistema complementar para fins não potáveis como: em rega de jardim, lavagem de calçadas, descargas sanitárias, entre outros. Isto sem tratamento (VELOSO et al., 2012).

Tendo em vista a prevalência do modo tradicional para o acesso a água frente a inserção de novos meios e modos de abastecimento de água nas comunidades, o caminho para se alcançar as tais metas dos ODS no que tange ao acesso à água potável para todos devem perpassar pela valorização dos modos tradicionais (CIDADE, 2017). Sendo a Amazônia uma região com abundância de recursos hídricos e com grande incidência de precipitações, um maior investimento em purificação das águas provenientes de rios e igarapés, junto com uma maior captação e correto armazenamento de água da chuva é uma alternativa viável e coerente com realidade das comunidades (CIDADE, 2017).

#### ***4.4.2 Método participativo***

Sendo o planejamento participativo uma das principais ferramentas, como prova concreta da capacidade de perceber os problemas e de montar soluções viáveis comunitariamente planejadas e executadas, transparece na constatação até que ponto a vida melhorou de fato. Se os direitos básicos funcionam, se nota eficiência e eficácia na política da associação, até que ponto existe credibilidade na liderança e na própria associação, e onde se nota diferença entre a vida de antes e a de agora (DEMO, 2002).

A participação da comunidade no planejamento e na reaplicação da tecnologia se faz fundamental para a aceitação do que foi desenvolvido, mesmo que a tecnologia tenha vindo como um produto elaborado e com formato já estabelecido, a própria demanda da tecnologia junto ao poder público traz o envolvimento da comunidade com participante do projeto. Nesse contexto, pode-se dizer que o projeto Sanear, financiado como parte de uma política pública - Programa Cisterna, partiu da realidade da Amazônia e teve como elemento fundamental o protagonismo dos movimentos sociais envolvidos no processo (BERNARDES et al., 2008).

Não é objetivo da TS impor algo pronto e sem a participação ativa da comunidade envolvida. Ao contrário, a comunidade que recebe um determinado projeto de TS deve estar envolvida no processo de desenvolvimento ou de aplicação para conhecer e dominar a tecnologia, isto é, participar dela para que possa manter por meios próprios, a tecnologia funcionando posteriormente, conseguindo autonomia para seu grupo ou para sua comunidade (ITS, 2004).

#### ***4.4.3 Difusão das tecnologias***

A utilização do parâmetro difusão (Quadro 8) se traduz na importância da compreensão dos métodos de um processo de construção social e a negação da crença de que a tecnologia é um elemento neutro. Para Fabri, Freitas e Polleto (2020), a aplicação de tecnologia social envolve de alguma maneira um processo de adequação sociotécnica, cuja profundidade depende da distância em que a tecnologia em questão está dos valores e concepções dos atores e do contexto envolvido. Assim, para Machado (2018), as dinâmicas sociais de aprendizagem entre os atores sociais representam elevada importância na ampliação da instalação da Tecnologia social em questão.

A difusão carregaria uma característica expansionista, como uma ação fomentadora no sentido de envolver todo um sistema social na discussão e adoção de uma tecnologia em uma

comunidade, por exemplo. Dentro de um sistema social, portanto, deve-se considerar que um agente de mudança é alguém que facilita as estratégias de disseminação da TS através do repasse e do saber-fazer.

#### ***4.4.4 Sustentabilidade***

O parâmetro sustentabilidade, a efeito deste estudo, visa considerar preocupações em relação à tecnologia e às demandas sociais por materiais de baixo impacto ambiental e da autonomia na construção nos termos da reaplicação do conhecimento técnico. Além disso, implica na importância de dar acesso à materiais e métodos de baixo custo para a construção das tecnologias sociais.

O pensamento crítico em relação às imposições e pressões sociais nas práticas culturais tradicionais e inseridas na realidade do saber local toma relevância dentro do processo global na busca por alternativas de consumo, educação e interações culturais sustentáveis. Entretanto, a difusão de tecnologias sociais e o acréscimo na qualidade de vida requerem práticas intensivas de comunicação da sociedade com múltiplas tessituras políticas e conexão ao contexto humanitário, ecológico, econômico mundial (CANCLINI, 1998).

Utilizar de princípios éticos de precaução e cuidado com o lugar comum estabelece relações de igualdade entre diferentes dimensões sociais – por origem, oportunidade e capacidade de produção (BOFF, 1998). Na práxis, constituir acesso aos bens naturais, e seus serviços ambientais na concepção biorregional - garante de forma direta estratégias a todo cidadão exercer sua capacidade criativa do capital social, como alternativa a 'riqueza' da propriedade privada – produzir com base no conhecimento acumulado tecnologias, cultura e sapiência que levem a permanência do homem num ambiente sadio (FERNANDES, 2016).

Quadro 5 – Índices de disponibilidade da água

Parâmetros	Indicadores	Índices
1. Disponibilidade de 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 pelo autor, 2020.

Quadro 6 – Índices de difusão da tecnologia.

<b>Parâmetros</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>
2. Difusão da Tecnologia	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 pelo autor, 2022

Quadro 7 – Índices de métodos participativos

<b>Parâmetros</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>
3. Método Participativo	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 pelo autor, 2020.

Quadro 8 – Índices de sustentabilidade

<b>Parâmetros</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>
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.
		4.2.3 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 pelo autor, 2022.

Há que se destacar a inserção nos recentes debates, da interface entre 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.

Como defende Riva (2016) os “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 desperdício; e (iii) priorizar as atividades que sejam menos consumidoras de água por meio de políticas públicas e educacionais.

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 a otimização destas trajetórias de estilo de desenvolvimento. (RODRIGUES, 2017).

Sugere-se que uma pesquisa de campo que deseje utilizar dos indicadores para avaliação das tecnologias sociais reaplicadas, de forma a denotar a presença/ausência dos índices propostos.



A Década da Restauração de Ecossistemas (2021-2030) da Organização das Nações Unidas (ONU) é uma oportunidade única para a humanidade enfrentar as mudanças climáticas, conservar a biodiversidade e a água do planeta. Além de ser uma agenda ambiental e climática, a restauração também é uma agenda de desenvolvimento humano e contribui com todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). 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, como a crise climática e a perda e fragmentação dos ecossistemas naturais, ambos diretamente relacionados à emergência de novas doenças (ALIANÇA, 2020).

Segundo Malheiros et al (2021, p. 191): “A eficiência da tecnociência se caracteriza por ser um conhecimento prático e não especulativo. Numa sociedade que se desenvolve segundo uma lógica de acumulação capitalista, com toda certeza a eficiência da tecnociência se dá na medida que contribui para a acumulação de capital. Assim, se submete todo o metabolismo da vida, assim como a vida de diferentes povos e comunidades, a uma permanente pressão para se obter mais de um equivalente geral abstrato, o dinheiro, contra as qualidades concretas da vida tanto no sentido biológico como cultural”.

Para isso, os indicadores buscam aferir como as comunidades podem estar adaptadas às tecnologias, no sentido de se tornarem locais que consigam restaurar a capacidade de abundância de água. Este conjunto de índices tem como horizonte estabelecer um diálogo de saberes, na busca de soluções para gestão de uso da água e criação de oportunidades que visem melhorias para o bem viver dos povos da floresta.

Faz-se necessário não só reconhecer soluções apresentadas pelo conhecimento tradicional, mas estabelecer formas de respaldar o desenvolvimento e o incentivo à pesquisa-ação de tecnologias sociais apropriadas à questão da água. 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.

As lutas por território protagonizadas por povos e comunidades da Amazônia politizam-se quando saltam escalas e passam a disputar os horizontes de sentido para a região, o país e o mundo. Desde suas especificidades amazônicas, considerando a conformação da região como parte do sistema-mundo moderno colonial e sua complexidade socio metabólica, somam-se e complexifica os processos mais gerais das lutas camponesas no Brasil que, conforme indicação da coleção História Social do Campesinato (OLIVEIRA et al., 2009 apud MALHEIRO, 2021),

atuam em três grandes dimensões. São elas: 1) explicitando e denunciando a dependência do capital no Brasil em relação à propriedade fundiária, expondo seu caráter patrimonialista e rentista; 2) construindo estratégias variadas e, muitas vezes, pouco perceptíveis, de resistência, garantindo sua reprodução mesmo em condições adversas; 3) recriando formas específicas. Desse modo, são recriadas formas específicas de produzir, usar a terra e se relacionar com a natureza, mas também de produzir comunidades e relações socioculturais que apontam caminhos emancipatórios para a superação da crise civilizatória em curso (MALHEIRO, 2021). Tal crise perpassa também pelo debate do racismo ambiental, como cita Jesus (2020):

## 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresenta um mapeamento das tecnologias sociais para captação de água e uma proposta de indicadores de replicabilidade que possam avaliar as tecnologias sociais reaplicadas na Amazônia. 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.

Há de se enfatizar, ainda, que a afirmação do direito à água, além de ser um exemplo do estreitamento na relação entre direitos humanos e proteção ambiental é uma necessidade humana frente às mudanças climáticas para as futuras gerações. A reaplicação das tecnologias sociais perpassa pela construção de redes sociais e a consequente aquisição de capital social que estão condicionadas por fatores culturais, políticos e sociais.

## **6- RECOMENDAÇÕES**

Recomendo a utilização dos indicadores propostos para avaliação das tecnologias sociais replicadas voltadas à água na Amazônia, através de análise em campo com as comunidades, por gestores de áreas protegidas para diagnóstico de tecnologias sociais voltadas à água na Amazônia.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. M. *et al* (orgs.). **Somos todxs passarinhxs**: agroecologia e saúde na cidade. [Cartilha]. Recife: Rede Pela Transição; SAFe/UFPE; Grupo Espaço Mulher; CSA Yvy Porã; Escola Waldorf Rural Turmalina; Associação Pedagógica Sattori, 2020.

ALIANÇA PELA RESTAURAÇÃO NA AMAZÔNIA. **Panorama e Caminhos para a Restauração de Paisagens Florestais na Amazônia**. 2020. Position paper: 17p. ISBN 978-65-00-12760-7. Disponível em: [https://aliancaamazonia.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PAPER\\_ALIANCA\\_PT\\_2020\\_FINAL.pdf](https://aliancaamazonia.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PAPER_ALIANCA_PT_2020_FINAL.pdf). Acesso em: 6 nov. 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Disponível em <http://www.snirh.gov.br/portal/>. Acesso em: 20 jun. 2019

ARAÚJO, Rodrigo; CÂNDIDO, Gesninaldo. Sistema de Indicadores para Diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Tecnologias Sociais: Proposição de uma metodologia. **Revista ESPACIOS**, vol. 38, n. 02, p.18, 2017.

ARAÚJO, R. O. A. **Tecnologias sociais e suas contribuições para a sustentabilidade**: Proposição de um Sistema de Indicadores para Diagnóstico, Monitoramento e Avaliação. 2015. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.

ATHAYDE, Marcelo R.; MARTINS FILHO, José Silvério L.; BRASIL Jr., Antonio C.P. Avaliação da Sustentabilidade de Sistemas de Energia em Comunidades Isoladas. Artigo submetido para **ElsevierPreprint**. Brasília, 21 de novembro de 2001.

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

BERNARDES, C. **Avaliação integrada de impacto à saúde decorrente de ações de saneamento, em comunidades de unidades de conservação de uso sustentável na Amazônia**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

BERNARDES, C.; BERNARDES, R. S. **Caderno Água, Saneamento e Saúde da População Extrativista na Amazônia** (Cartilha). Manaus: Memorial Chico Mendes, 2013.

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.

BOFF, Leonardo. **Saber Cuidar**: ética do humano – compaixão pela Terra. Petrópolis: Vozes, 1998.

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.

BORGES, Thiago César de Sousa. **Gestão de recursos hídricos na Amazônia**: uma análise do uso múltiplo da água na região e suas implicações socioambientais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação em Ciências da Sociedade, Programa de PósGraduação em Ciências da Sociedade. – Santarém, 2019. 133 p.: il.

BOTTO, Márcio Pessoa. **Avaliação do processo de desinfecção solar (SODIS) e de sua viabilidade social no Estado do Ceará**. 2006. disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/16847>

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*, vol. 9, n.7, p.188-201, 2018.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Casa Civil: Brasília-DF, 1997.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Cria o Sistema Nacional de Unidade de Conservação. Vademecum Acadêmico de Direito. São Paulo, 13a. ed. Ed Rideel. 2011.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Casa Civil: Brasília-DF, 2007.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 7.217 / 2010** - Do acesso difuso à água para a população de baixa renda. disponível em: [https://modelo inicial.com.br/lei/DEC-7217-2010/acesso-difuso-a-agua-a-populacao-baixa-renda-@\\_III\\_VI](https://modelo inicial.com.br/lei/DEC-7217-2010/acesso-difuso-a-agua-a-populacao-baixa-renda-@_III_VI) Acesso em 02/08/2022

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Mais Informações sobre a Amazônia Legal. Comissão de Integração Nacional, Desenvolvimento Regional e da Amazônia. Disponível em: [www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cindra/amazonia-legal/mais-informacoes-sobre-a-amazonia-legal](http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cindra/amazonia-legal/mais-informacoes-sobre-a-amazonia-legal). Acesso em: 15 abr. 2020.

CANCLINI, Nestor Garcia. **Culturas Híbridas**. São Paulo: EdUSP, 1998

CARNEIRO FILHO, Arnaldo. SOUSA, Oswaldo Braga de. **Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira** / Arnaldo Carneiro Filho, Oswaldo Braga de Souza. -- São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009

CASTRO, Lucilla Raphaelle 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

COSTA, Rafaela Reis da. **Empreendedorismo na Engenharia Civil: Um Estudo de Caso em uma Iniciativa Inovadora na Ufpa**. Rafaela Reis da Costa. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2020. – 2020.

CPT, Comissão Pastoral da Terra. **Conflitos no campo**. 2021.

DEMO P. **Avaliação qualitativa**. São Paulo: Cortez; 2002.

DIEGUES, Antonio Carlos Sant'Ana. **O mito moderno da natureza intocada**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

DI BERNARDO, Luiz; SABOGAL PAZ; Lyda Patricia. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. vol. 1. São Carlos: Ed. LDIBE, 2008.

DIMENSTEIN, Magda; NETO, Maurício Cirilo. Abordagens conceituais da vulnerabilidade no âmbito da saúde e assistência social. **Revista Pesquisas e Práticas Psicossociais**, v. 15, n. 1, p. 1-17, 2020.

FABRI, M.G.S.; FREITAS, C.C.G.; POLETTO, R.S. Reaplicação de tecnologia social: análise de casos do banco de tecnologias sociais da Fundação Banco do Brasil. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 45, p.92-107, out./dez., 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/10249>.



FACHINETTO, Carolina. **Desenvolvimento de sistema alternativo para captação de água a partir da névoa**. 2007. Monografia (Trabalho de conclusão de curso – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2007. 79p. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1621/1/2017CarolinaFachinnetto.PDF>. Acesso em: 15 abr. 2020.

FERNANDES, Sabrina. Pedagogia crítica como práxis marxista humanista: perspectivas sobre solidariedade, opressão e revolução. **Educação & Sociedade**, vol. 37, 2016, p.481-496.

FEITOSA, L. O dilema do acesso à água potável na Amazônia. Portal Amazônia. Disponível em <https://portalamazonia.com/amazonia-ribeirinha/o-dilema-do-acesso-a-agua-potavel-na-amazonia>. Acessado em 19-05-2022.

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>>.

FRUTUOSO, Maria Fernanda Petrolí; VIANA, Cássio Vinícius Afonso. **Quem inventou a fome são os que comem**: da invisibilidade à enunciação – uma discussão necessária em tempos de pandemia. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação** [online]. 2021, vol. 25. ISSN 1807-5762. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/interface.200256>. Acesso em: 1 nov. 2021.

GADOTTI, M. **Agenda 21 e Carta da Terra**. Artigo criado em 7 mar. 2003. Disponível em: [http://www.cartadaterra.com.br/pdf/Agenda21\\_dCT2002.pdf](http://www.cartadaterra.com.br/pdf/Agenda21_dCT2002.pdf). Acesso em: 15 abr. 2020.

GOMES, M. C. R. L. ; et al. Surrounded by sun and water: development of a water supply system for riverine peoples in Amazonia. **Revista Tecnologia. Social**, Curitiba, v. 15, n. 35, p. 92-112, jan./abr. 2019.

GOMES, Maria & Correa, DAVILA & Brito, OTACILIO & Moura, EDILA & Nascimento, Ana Claudeise. **Abastecimento de água com energia solar em comunidades de várzea nas**

**amazonas**: experiência Mimirauá. 10.13140/2.1.4983.2326. (2013).

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.

GRESPLAN, Jorge. **Marx e a crítica do modo de representação capitalista**. Boitempo: São Paulo, 2019.

GUERREIRO RAMOS, Alberto. **A redução sociológica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 1996.

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

GUTIÉRREZ-ESPELETA, E. **Designing Environmental Indicators for Decision Makers**. Invited Paper. Proceedings. Joint Conference of the International Association of Survey Statisticians and the International Association for Official Statistics. National Institute of Statistics, Geography and Informatics. Aguascalientes, México.1998

HALL, Stuart. **Da diáspora: Identidades e Mediações Culturais**. Belo Horizonte: UFMG, 2003. 434p.

HAZEL, Marcel Theodoor; CRUZ, Jaqueline do Nascimento. Água em estado vivo: conflito socioambiental e r-existência em torno do rio Dendê, Barcarena, Pará. **Revista de Políticas Públicas**, vol. 24, núm. 1, pp. 28-48, 2020. Universidade Federal do Maranhão

INSTITUTO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS DO BRASIL. **Sistema de acompanhamento de tecnologias sociais – SATECS**. Disponível em: <http://itsbrasil.org.br/experiencias/satecs/>. Acesso em: 27 jul. 2020

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – ISA. **Widgets Socioambientais**. Disponível em: <https://widgets.socioambiental.org/pt-br/placares>. Acesso em: 2 de out. 2021a.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS BRASIL). **Caderno de Debate – Tecnologia Social no Brasil**. São Paulo: ITS Brasil, 2004.

JESUS, Victor de. Racializando o olhar (sociológico) sobre a saúde ambiental em saneamento da população negra: um continuum colonial chamado racismo ambiental. **Saúde e Sociedade**, vol. 29, n. 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902020180519>. Acesso em: 1 nov. 2021.

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.

MACHADO, Rosali. **Avaliação da Tecnologia Social de Captação de Água da Chuva numa perspectiva agroecológica**. 2016, 133p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2016.

MAGALHÃES, M. T. Q. **Metodologia para desenvolvimento de sistemas de indicadores: uma aplicação no planejamento e gestão da política nacional de transportes**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília;

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.

MARENGO, J.; TOMASELLA, J.; UVO, C. 1998. Long-term Stream flow and Rainfall Fluctuation in Tropical South America: Amazonia, eastern Brazil, and northwest Peru. **Journal of Geophysical Research**, 103 :1775–1783

MARTELETO, Regina Maria e Silva, OLIVEIRA, Antonio Braz, Redes e capital social: o enfoque da informação para o desenvolvimento local. **Ciência da Informação** [online]. 2004, v. 33, n. 3 [Acessado 31 Agosto 2022] , pp. 41-49. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-19652004000300006>>. Epub 26 Jul 2005. ISSN 1518-8353. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652004000300006>.

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

MELO DE OLIVEIRA, Maria Betania; RODRIGUES, Gilberto Gonçalves; CORREIA, Kenia Valença (orgs.). **Cavouco: que riacho é esse?** Recife: Ed. UFPE, 2017. Disponível em: <https://editora.ufpe.br/books/catalog/download/248/234/703?inline=1>. Acesso em: 6 nov. 2021.

MINAYO, M. C. de S. **Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. Revista Brasileira de Educação Médica**, vol. 33, n. suppl 1, p. 83-91, 2009.

MIRANDA, C. R. de *et al.* **Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água**: contribuição para a gestão participativa da água. Embrapa, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/906918/projeto-tecnologias-sociais-para-a-gestao-da-agua--tsga-contribuicao-para-a-gestao-participativa-da-agua>. Acesso em: 1 nov. 2021.

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

MOURA, Edila Arnaud Ferreira. MAMIRAUÁ, ESTADO DO AMAZONAS. **CAD. SAÚDE COLETIVA**, v. 15, n. 4, p. 501-516, 2007.

NACHTIGALL, Yasmin Dal Lago et al. Estratégias em promoção aos objetivos de desenvolvimento sustentável: Experiências com a reprodução de tecnologias sociais no Brasil. **Economia e desenvolvimento**, v. 32, n. 8, p. 01-10, 2020.

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

OLIVEIRA, Karla; BERNARDES, Carolina. Tecnologias sociais de saneamento na Amazônia: estruturas físicas e capacitação como promotoras de mudanças sociais. **Conference: II Fórum Internacional da Amazônia**. Brasília-DF, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/334223950\\_Tecnologias\\_sociais\\_de\\_saneamento\\_na\\_Amazonia\\_estruturas\\_fisicas\\_e\\_capacitacao\\_como\\_promotoras\\_de\\_mudancas\\_sociais](https://www.researchgate.net/publication/334223950_Tecnologias_sociais_de_saneamento_na_Amazonia_estruturas_fisicas_e_capacitacao_como_promotoras_de_mudancas_sociais). Acesso em: 1 nov. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/ods/6/>. Acessado em: 25 jan. 2020.

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.

PACIFICO, Amanda Cristina Nunes et al. Tecnologia para acesso à água na várzea amazônica: impactos positivos na vida de comunidades ribeirinhas do Médio Solimões, Amazonas, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, 2021.

PENTEADO, I. M.; DO NASCIMENTO, A. C. S.; CORRÊA, D.; MOURA, E. A. F.; ZILLES, R.; GOMES, M. C. R. L.; PACÍFICO, A. C. N. Among people and artifacts: Actor-Network

Theory and the adoption of solar ice machines in the Brazilian Amazon. **Energy Research & Social Science**, vol. 53, p.1-9, 2019. doi:10.1016/j.erss.2019.02.013.

PACTO DAS ÁGUAS. **Projeto Pacto das Águas**. Disponível em: <http://www.pactodasaguas.org.br/projetos/projeto-pacto-das-aguas/>. Acesso em: 1 nov. 2021.

PASSONI, I. Conhecimento e Cidadania. 1 Tecnologia Social. São Paulo: **Instituto de Tecnologia Social**, 2007.

PEREIRA, Cassio Rodrigues *et al.* Etnicidades, direitos e questões indígena. **Semana da Diversidade Humana**, n. 3, 2020.

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.

RTS. Rede de Tecnologias Sociais. **Histórico e elementos conceituais, 2005**. Disponível em: <http://www.rts.org.br/a-rts/historico/historico.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2021.

RUFINO, Luiz. Pedagogia das encruzilhadas Exu como Educação. **Revista Exitus**, vol. 9, n. 4, 2019. Disponível em: 10.24065/2237-9460.2019v9n4ID1012. Acesso em: 1 nov. 2021.

SEBRAE. **Tecnologias sociais: como os negócios podem transformar comunidades / Cuiabá, MT: Sebrae, 2017.**

SEIDL, Daniel; CABRAL, Sandra Santos (orgs.). **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

SICHE, Raúl et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade** [online]. 2007, v. 10, n. 2 [Acessado 3 Outubro 2022], pp. 137-148. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200009>

SILVA, E. R.; PELIANO, A. M. CHAVES, J. V. (Org.). **Cadernos ODS**. Brasília: Ipea, 2019. Disponível em [\\*190524\\_cadernos\\_ODS\\_objetivo\\_6.pdf \(ipea.gov.br\)](https://www.ipea.gov.br/pt-br/publicacoes/cadernos-ods/objetivo-6). Acesso em 01. agos. 2022

SILVA, Daniela de Oliveira. **A estratégia do Programa Áreas Protegidas da Amazônia para avaliar a efetividade das unidades de conservação**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SIOLI, H. Para o futuro da Amazônia: algumas recomendações. **Tuebingen Geographische Studien, Tuebingen**, v. 95, p. 479-481, 1987

SIOLI, H. 50 anos de pesquisas em limnologia na Amazônia. Memorial. Acta Amaz. 36 (3) • 2006. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000300001>

TONETTI, Adriano Luiz *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Campinas: Biblioteca/Unicamp, 2018. Disponível em: [https://www.cfg.com.br/up\\_catalogos/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Domesticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepd.pdf](https://www.cfg.com.br/up_catalogos/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Domesticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepd.pdf). Acesso em: 25 jan. 2020.

TORRES, Avani Terezinha Gonçalves; VIANNA, Pedro Costa Guedes. **Reflexões sobre o conceito da água como mercadoria**. Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/gepat/files/gepat002.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

TOZI, S. C., Mascarenhas, A. L., & Pólen, R. R. (2018). Água, conflitos e política ambiental na Amazônia legal brasileira/. **Revista Nera**, (42), 229–256. <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i42.5694>

Van Bellen, Hans Michael. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. Cadernos EBAPE.BR [online]. 2004, v. 2, n. 1 [Acessado 7 Janeiro 2023], pp. 01-14. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1679-39512004000100002>>.

VASCONCELOS, Francisco de Assis Guedes de. Josué de Castro e a Geografia da Fome no

Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 24, p. 2710-2717, 2008.

VELOSO, Nircele da Silva Leal *et al.* Água da chuva para abastecimento na Amazônia. **Revista Movendo Ideias**, vol. 17, n. 1, jan. – jun. 2012. ISSN: 1517-199x.

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.

VELOSO, Nircele da Silva Leal. **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, 2019.

VILLAÇA, Andrea Lopes. **A implantação de mini-redes de energia solar em comunidades isoladas do Amazonas**. 2011. 47p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

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

VIEIRA, Sebastião da Silva; SABATTINI, Marcelo. O uso de tecnologias digitais nas produções de documentários de divulgação científica em tempos de redes sociais e cibercultura. **Teccogs**. n. 8, 166p., jun. – dez. 2013

WALSH, C. **Interculturalidad crítica y (de)colonialidad: ensayos desde Abya Yala**. Quito: Abya Yala – Instituto Científico de Culturas Indígenas, 2012. 234p.

WWF. **Pegada ecológica? O que é isso?** Disponível em [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/o\\_que\\_e\\_pegada\\_ecologica/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/o_que_e_pegada_ecologica/). Acesso em: 2 abr. 2019.



## ANEXO

Trecho extraído da cartilha “somos todxs passarinhxs: agroecologia e saúde na cidade.” produzido colaborativamente e distribuído através de projeto financiado coletivamente. A cartilha pode ser acessada em: <https://ecolmeia.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Cartilha-Somos-todxs-passarinhxs2021.pdf>

### E SE O NOSSO RIO FOSSE LIMPO COMO ERA ANTES?

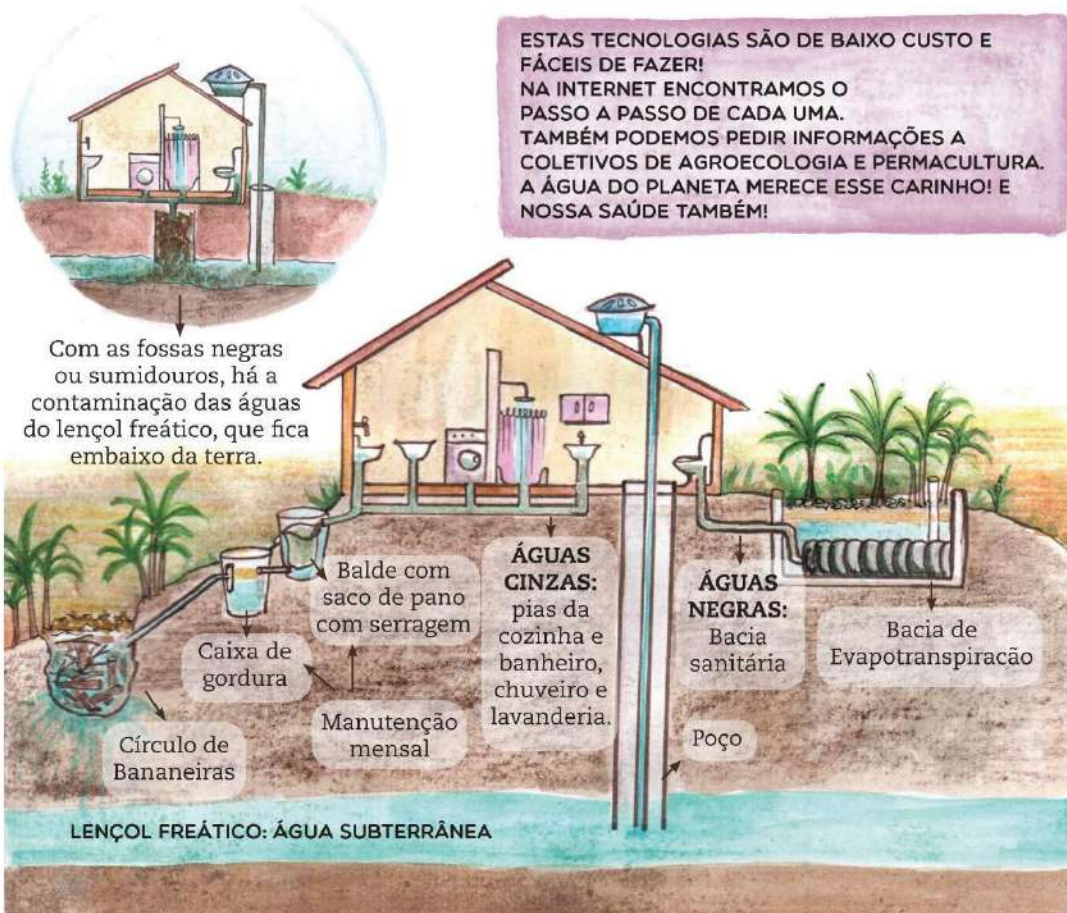


Do lado esquerdo do desenho, um rio poluído por lixo e esgoto da cidade, e animais sofrendo. Do lado direito, um rio limpo, árvores, animais e pessoas aproveitando:

*"Tem rio aí por perto? Já imaginou se ele tivesse um cuidado correto?  
Acordar e poder se banhar, brincar, pescar... ser via pra transportar!  
Sem se preocupar que poluição pode matar.  
O rio não só carrega vida, mas é vivo, sujeito de direito!  
É fonte de renda pra quem vive da pesca.  
E é, também, fonte de afeto pra quem nele navega e faz seu rezo.  
Por pontes que liguem corações e ações.  
Consumir menos, reaproveitar, descartar adequadamente  
Cobrar dos vizinhos, amigos, políticos e parentes  
Não vamos nos calar, o rio está a gritar  
Se maltratam ele, a dor também está a nos machucar  
Será que dá tempo da gente se curar e respeitar?" (Marília Sá Pereira)*

## PODEMOS CUIDAR DA NOSSA ÁGUA COM CARINHO:

### TRATAMENTOS PARA AS ÁGUAS USADAS.



No canto do desenho, uma casa joga as águas usadas (esgoto) na fossa negra ou sumidouro, contaminando o lençol freático, que é a água que fica embaixo da terra. É comum este tipo de fossa, e até jogarem as águas sujas direto no ambiente (esgoto a céu aberto). É do lençol freático que muita gente faz a captação da água do poço, ou seja: a água do poço pode vir contaminada por micróbios como coliformes fecais - bactérias que existem nas fezes e causam doenças. Por isso, precisamos tratar as águas antes de jogar de volta na terra. Embaixo, o desenho mostra uma casa com tratamentos para águas cinzas (pias, chuveiros e lavanderia) e para águas negras (esgoto das bacias sanitárias). As águas cinzas passam por um balde com um saco de pano com serragem, para reter os cabelos e outros sólidos. Depois a água vai para uma caixa de gordura, que pode ser feita com um balde e canos. Ver página 18. E depois volta limpa para a natureza pelo Círculo de Bananeiras. As águas negras vão para uma Bacia de Evapotranspiração, que é uma "piscina" de concreto com camadas de filtração feita com materiais de baixo custo.

## JARDIM FILTRANTE: TRATAMENTO PARA AS ÁGUAS DAS PIAS, TANQUES E CHUVEIRO DA CASA.

Águas cinzas.



ESTE TRATAMENTO VIRA UM JARDIM PARA EMBELEZAR A CASA. ESTE TRATAMENTO RETIRA OS POLUENTES, REUTILIZA ÁGUA PARA FINALIDADES TIPO: DESCARGA EM SANITÁRIOS, IRRIGAÇÃO, LAVAGEM DE AUTOMÓVEIS E PISOS, E DE QUEBRA EMBELEZA A SUA CASA, ECONOMIZANDO ÁGUA!

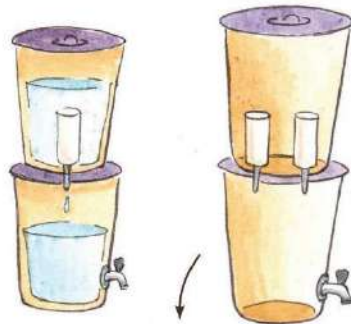
Você pode impermeabilizar este tanque (com cimento ou lona) e colocar um cano ladrão para reutilizar esta água tratada em outros canteiros. Ou pode deixar a água tratada infiltrar no solo.



Esse desenho mostra um sistema de reaproveitamento de águas cinzas (lembra da página anterior?), com Jardins Filtrantes, que são canteiros que recebem essas águas e devolvem elas limpas para a natureza. Existem vários modelos de Jardim Filtrante. O desenho traz um modelo que começa com um pré-tratamento, onde o cano joga as águas cinzas dentro de um balde, onde existe um saco de pano com serragem (de madeireiras ou marcenaria), para reter os cabelos, fios e outros sólidos que venham na água. A serragem deve ser trocada todo mês, para o filtro não entupir. A seguir, um cano joga a água para uma caixa de gordura, e outro cano coleta a água pelo fundo, pois a gordura bóia, e então ficará retida neste balde, que também deve ser limpo todo mês, para não entupir. Lembre-se: não jogue óleo na pia e tenha uma alimentação menos gordurosa e a sua caixa de gordura será bem fácil de manter! Seguindo, o cano joga a água pré-tratada no Jardim Filtrante, que é um canteiro com plantas que encontramos em ambientes úmidos e alagados. Leia os textos do desenho e procure ajuda e outros materiais de estudo para criar o seu!

## ÁGUA PURA É SAÚDE!

IDÉIAS SIMPLES E DE BAIXO CUSTO PARA PURIFICAR A ÁGUA DE BEBER



Cortes na tampa



É muito simples!

Basta instalar 1 ou 2 velas iguais às dos filtros de barro na base do balde de cima. Cortar a tampa e instalar a torneira no balde de baixo.

### CUSTO

TORNEIRA: R\$ 5  
BALDES: R\$ 10  
ou reciclar  
2 VELAS: R\$ 40

PARA MANTER A SAÚDE, É IMPORTANTE FILTRAR A ÁGUA DO POÇO E DA CIDADE, SE PRECISARMOS BEBER.

DEPOIS TERMINAMOS DE TRATAR COM A LUZ DO SOL, DE GRAÇA!  
BASTA ENCHER GARRAFAS PET OU DE VIDRO COM ÁGUA E DEIXAR NA LUZ DO SOL POR 6 HORAS A 2 DIAS, SE ESTIVER NUBLADO.

### SODIS (Desinfecção Solar)

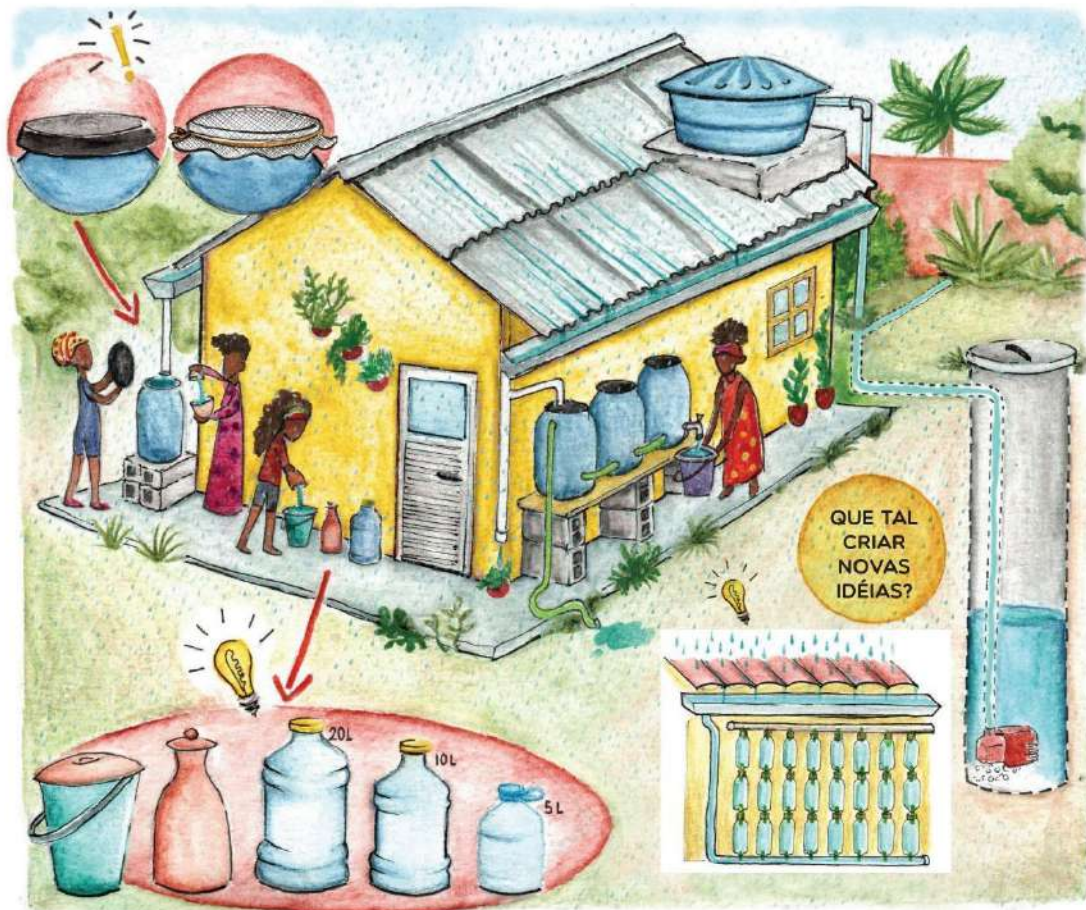


Material que esquente, como papel alumínio ou preto.



O desenho traz uma mulher bebendo água purificada de um jeito simples e barato. É preciso purificar a água, caso seja preciso beber a água do poço ou da cidade. Muitas vezes estas águas estão contaminadas por micróbios (vermes, bactérias), que podem causar diarreia e outras doenças. Essa água é contaminada pelos esgotos que são despejados de forma errada (ver página 17). Por isso, é importante purificar a água para garantir a saúde! O lado esquerdo do desenho mostra como montar um filtro simples e barato (cerca de R\$ 45 a R\$ 55) com uma ou duas velas iguais às do filtro de barro instaladas na base do balde de cima. No balde de baixo, é só fazer um furo na tampa (por onde a vela do balde de cima vai entrar) e instalar uma torneira. Para finalizar o tratamento, do lado direito do desenho temos o SODIS (desinfecção solar): basta colocar essa água do filtro em garrafas de vidro ou plástico e deixar no sol sobre papel alumínio ou uma superfície preta que esquente, por seis horas a dois dias, se estiver nublado. Assim, os micróbios são eliminados.

## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA: GUARDAR ÁGUA PARA REGAR A VIDA



O desenho mostra formas de armazenar a água, que pode ser: da chuva - captada por calhas, do abastecimento da cidade e do poço. Além da caixa d'água, podemos guardar água em tonéis ou bombonas grandes, baldes, potes de barro, garrafas, garrafões, etc.. Atenção: tampe sempre o reservatório com telas de mosquito ou com tampa totalmente fechada, para evitar o mosquito da dengue. Na esquerda, o desenho mostra um tonel aberto para receber água da chuva pela calha do telhado (ver página 21), e depois da chuva ele é fechado. A chuva deixa as plantas mais verdes, pois é rica em nitrogênio, que faz elas crescerem, e não possui cloro como a água tratada da torneira, que saliniza o solo e faz mal às plantas. Do lado direito temos um conjunto de 3 tonéis conectados por canos ou mangueiras, podendo guardar uma quantidade maior de água. Quando os tonéis estão cheios, um cano ladrão joga o excesso de água no jardim ou no ralo. Os tonéis podem ficar elevados ou no chão. O quadro com a lâmpada mostra que podemos criar novas ideias, como garrafas conectadas por microtubos (espaguete daqueles de cadeiras de balanço).

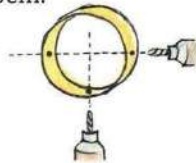
## CALHA PET: DO LIVRO CAIXA DE CIÊNCIAS

(Francisco Fachine Borges)

### CALHA DE BAIXO CUSTO PARA COLETA DE ÁGUA DA CHUVA

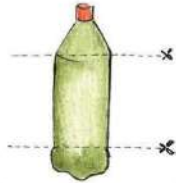


**1.** Pegue garrafas PET de 2 litros. Só servem as que possuem corpo cilíndrico. Retire os rótulos e limpe-as bem.

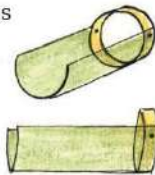


**5.** Faça 3 furos de 3 mm de diâmetro nos anéis de PVC.

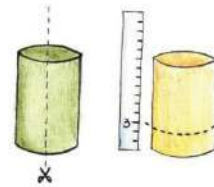
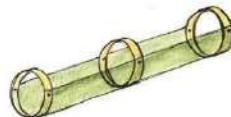
**9.** Este é o resultado final! Utilize os anéis para prendê-la no telhado. Você também pode utilizar a mesma técnica para construir canos de PET.



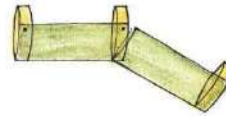
**2.** Corte as garrafas conforme indicado no desenho. Só utilize o corpo, aproveite as extremidades para outras finalidades.



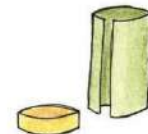
**6.** Prenda os anéis de PVC nos cilindros de PET, montando as seções da calha. Use rebites ou ilhoses, para melhor fixação.



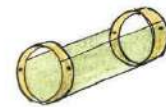
**3.** Faça um corte longitudinal no cilindro do corpo da garrafa. Corte, também, anéis de 3 cm de largura, de canos de PVC de 150 mm.



**7.** As seções devem ser interligadas em conjunto, formando uma calha contínua.



**4.** Você precisará, para cada seção de CalhaPET, de um anel de PVC de 150 mm de diâmetro e um corpo cilíndrico de garrafa.



**8.** Esta é uma seção da calha.

Com 1 garrafa e 1 anel é possível construir uma calha de cerca de 18,5 cm de comprimento.

A CalhaPET custa cerca de R\$ 1,00 por metro (material).

A CalhaPET foi inspirada na ideia do estudante Gabriel Cezar Carneiro dos Santos, de Camaragibe (PE), que foi premiada pela Fundação Banco do Brasil. Gratidão pela idéia, Gabriel e Francisco!

O desenho mostra como fazer uma calha para captar a água da chuva que cai no telhado, usando garrafas pet. Leia o passo a passo de como montar a Calha PET e perceba que o seu preço é bem mais baixo do que outros tipos de calha. Mas cuidado! A telha que cobre a casa não pode ser de amianto, pois esse material é tóxico e contamina a água. Precisamos atentar também que nosso telhado pode acumular fezes e urina de animais, poeira e outros materiais que podem sujar a água, então na cidade não é indicado usar essa água para beber, mas sim para regar as plantas, lavar roupas e a casa, dar a descarga em vaso sanitário. Você pode direcionar a primeira água que cai do telhado para outro recipiente, para deixar a chuva fazer uma limpeza. Essa primeira água podemos jogar fora, pois pode estar suja. Depois de encher esse recipiente, a água pode fluir para o seu reservatório final, onde você vai guardar a água para usar. A instalação da calha pode ser diferente em cada tipo de telhado. Por isso, é indicado estudar um pouco e convidar alguém que tenha experiência, caso você precise de ajuda para montar a sua!