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

Recebido em: 27/4/2023
Aceito em: 8/5/20213
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

FIGUEIREDO, I. C. S.; PEDRO, J. P. B.; GOMES, M. C. R. L.; TONETTI, A. L. Abastecimento de água na Amazônia Rural: levantamento de tecnologias sociais, experiências exitosas e instituições atuantes. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 23-38, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p23-38.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA AMAZÔNIA RURAL

LEVANTAMENTO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS, EXPERIÊNCIAS EXITOSAS E INSTITUIÇÕES ATUANTES

Isabel Campos Salles Figueiredo[1]
João Paulo Borges Pedro[2]
Maria Cecilia Rosinski Lima Gomes[3]
Adriano Luiz Tonetti[4]

Resumo: Diante dos desafios enfrentados pelas populações rurais amazônicas no acesso à água potável (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 – Água Potável e Saneamento), as tecnologias sociais (TS) apontam como uma alternativa importante a ser considerada. Neste sentido, o presente artigo buscou realizar um levantamento das TS disponíveis para gerar água para o abastecimento humano na Amazônia. Além das 56 tecnologias encontradas, foram levantadas 63 instituições atuantes no setor e algumas experiências exitosas, contribuindo assim para subsidiar a construção de uma rede de profissionais e instituições técnico-científicas que atuam nas questões hídricas no bioma Amazônia (Nutea Bioma Amazônia).

Palavras-chave: tecnologia social, ODS 6, água potável, Amazônia.

[1] Bióloga, mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília, doutora em Saneamento e Ambiente/Unicamp, atuante na área de saneamento rural e WASH, Campinas, SP.
E-mail: belzinhafigueiredo@gmail.com
http://orcid.org/0000-0003-0940-0556

[2] Tecnologista em meio ambiente, doutor em Saneamento pela Universidade Federal de Minas Gerais, pesquisador em saneamento em comunidades rurais na Amazônia no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefe, AM.
E-mail: joaopaulo.pedro@hotmail.com
http://orcid.org/0000-0002-3996-6545

[3] Engenheira ambiental, mestre em Engenharia Ambiental, doutoranda em Saneamento pela Universidade Federal de Minas Gerais, pesquisadora do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM.
E-mail: cecilia@mamiraua.org.br
http://orcid.org/0000-0003-0108-0148

[4] Engenheiro químico, doutor em Saneamento e Ambiente pela Universidade de Campinas, professor livre-docente da Unicamp, Campinas, SP.
E-mail: tonetti@unicamp.br
http://orcid.org/0000-0003-0910-401X

WATER SUPPLY IN THE RURAL AMAZON: SURVEY OF SOCIAL TECHNOLOGIES, SUCCESSFUL EXPERIENCES AND ACTIVE INSTITUTIONS

Abstract: To cope with the challenges faced by rural Amazonian populations in terms of access to drinking water (SDG 6 -Water and Sanitation), social technologies are an important alternative to be considered. In this sense, the present article investigated the available social technologies to produce water for human consumption in the Amazon region. The results pointed 56 social technologies and 63 institutions operating in the sector. Furthermore, data on successful experiences was collected, thus contributing to the construction of a network of professionals and technical-scientific institutions that work on water issues in the Amazon Biome (Nutea Amazon Biome).

Keywords: social technology, SDG 6, drinking water, Amazon.

Introdução

A implantação ou melhoria dos serviços de abastecimento de água resulta em grande melhora da saúde e das condições de vida de uma comunidade, especialmente por meio da prevenção de doenças e da promoção de hábitos higiênicos (Fundação Nacional de Saúde, 2019). O acesso a água de qualidade e em quantidade suficiente repercute no aumento de vida média da população, na diminuição da mortalidade, especialmente a infantil, e na redução do número de horas improdutivas ocasionadas pelo afastamento por doenças (Fundação Nacional de Saúde, 2019). Nesse sentido, o acesso a água potável é mais do que uma necessidade, é também um direito humano fundamental. Por esse motivo, assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água para todos é um dos compromissos expressos pela Assembleia Geral das Nações Unidas por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 – Água Potável e Saneamento (UN-WATER, 2021).

A Bacia Amazônica possui 81% de toda a água doce disponível no Brasil (Agência Nacional de Águas, 2010) e é a detentora da maior disponibilidade de água doce do mundo. No entanto, parcela significativa da sua população não tem acesso a água potável (Veloso; Mendes, 2014). A quantificação desse déficit é complexa, principalmente nas zonas rurais e nos pequenos núcleos urbanos, sobretudo pela insuficiência de dados disponíveis (Trata Brasil, 2018). Contudo, de acordo com a última pesquisa nacional de saneamento básico, realizada em 2017, apenas 47,6% dos domicílios da região Norte, onde se insere a Amazônia, eram atendidos por rede de água, índice muito inferior à média brasileira de 86,1% (IBGE, 2020). No caso dos domicílios localizados em áreas rurais, apenas 17,7% possuíam ligação domiciliar de água em 2010 (Trata Brasil, 2018). Na prática isso significa que milhões de moradores da região devem se preocupar diariamente com a obtenção de água para satisfazer suas necessidades básicas. O que se observa é o chamado "paradoxo quantidade-qualidade", que explica por que muitas populações amazônicas passam pela dificuldade em obter água (potável) apesar da abundância desse recurso na região (Neu *et al.*, 2016).

Os desafios vividos no vasto território amazônico, em relação ao acesso aos serviços de saneamento básico, muitas vezes se assemelham aos desafios enfrentados pela população rural brasileira como um todo. Há, no entanto, desafios regionais específicos para a universalização do saneamento na Amazônia, como os apontados por Borges Pedro *et al.* (2019), que destacam

o difícil acesso a alguns territórios e a presença de ambiente de várzea, com expressiva variação sazonal no nível e na qualidade dos corpos d'água. Essas características dificultam o transporte de materiais de construção, equipamentos e peças de reposição, também o controle e a vigilância dos sistemas de tratamento de água, o apoio técnico na construção, operação e gestão dos sistemas e as ações que promovem a participação e apropriação das tecnologias pelas comunidades beneficiadas.

Não há uma receita única para a resolução desse grande desafio, mas, neste contexto, fica claro que a implantação de sistemas convencionais de abastecimento de água não pode ser a única possibilidade. Nesse sentido, soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano, conforme previsto na Portaria GM/MS nº 888 (Brasil, 2021), representam uma opção necessária para a Amazônia, assim como soluções que levem em conta as condições ambientais, culturais e socioeconômicas da localidade (Programa Nacional de Saneamento Rural, 2019, 2021).

Dentre as alternativas tecnológicas existentes estão as TS, que compreendem um "conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida" (ITS Brasil, 2004). De acordo com Dagnino (2009), as TS são ferramentas para a construção de uma sociedade mais justa, igualitária e ambientalmente sustentável, e, por estar em sintonia com as necessidades do saneamento rural brasileiro, o uso de tecnologias sociais e sustentáveis de abastecimento de água é estimulado nas diretrizes nacionais apresentadas pelo Programa Saneamento Brasil Rural (Programa Nacional de Saneamento Rural, 2021).

Numerosos são os problemas associados à escassez ou à impropriedade da água para o consumo, mas numerosas são também as soluções sociotécnicas propostas para solucioná-los (Dias, 2011). De acordo com Neu *et al.* (2016), estratégias simples e de baixo custo, como as TS, são fundamentais para resolver a questão da água na Amazônia. Da mesma forma, a divulgação de experiências com TS é uma estratégia fundamental para a ampliação da escala de aplicação dessas tecnologias, tendo os bancos de tecnologia um importante papel nesse sentido (Correa *et al.*, 2020).

Desta forma, o foco do artigo é o levantamento de tecnologias sociais e experiências relacionadas à produção de água para o abastecimento humano no bioma amazônico e o levantamento de instituições que atuem com a temática na Amazônia. A presente pesquisa se insere no contexto de desenvolvimento do Núcleo Temático de Estudos Aplicados às Questões Hídricas do Bioma Amazônia/Nutea Água Bioma Amazônia. O Nutea é uma iniciativa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI-Governo Federal) para desenvolvimento de uma rede colaborativa que visa promover a inovação, o desenvolvimento de tecnologias aplicadas e o empreendedorismo relacionado a questões hídricas no bioma Amazônia, coordenado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM).

Metodologia

A coleta de dados sobre as tecnologias sociais relacionadas à produção de água para o abastecimento humano no bioma Amazônia, o levantamento das instituições que atuam no setor e as

experiências marcantes na área constituem as etapas da pesquisa, que foi realizada em duas fases complementares, conforme descrito a seguir.

Fase 1. Pesquisa bibliográfica

A primeira fase consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica (Gil, 2008) com enfoque na revisão da literatura existente sobre o tema central da pesquisa: tecnologias para captação e tratamento de água para fins potáveis no bioma amazônico. As palavras-chave e expressões utilizadas na busca foram: *tecnologia social Amazônia, água potável Amazônia, abastecimento água Amazônia, saneamento rural Amazônia*. Foram levantadas tecnologias descritas em artigos científicos e literatura cinza. Para Borges Pedro *et al.* (2020), a inclusão da literatura cinza na revisão é essencial para ampliar o quantitativo de publicações, como relatórios técnicos e científicos, manuais e cartilhas.

Fase 2. Entrevistas

A segunda fase da pesquisa envolveu a coleta de dados por meio de entrevistas. Foram entrevistados pesquisadores e profissionais da área de saneamento que atuam no bioma Amazônia, de modo a levantar tecnologias, experiências e instituições atuantes na temática de interesse da pesquisa. A constituição desse grupo de entrevistados se deu por meio de uma amostragem intencional, não probabilística, que consiste na seleção de um subgrupo da população que pode ser considerado representativo de um contexto (Gil, 2008). Os pesquisadores e profissionais inicialmente recrutados para a participação nas entrevistas foram selecionados com base nos achados da primeira fase. À medida que as entrevistas foram sendo realizadas, mais profissionais foram indicados pelos colegas entrevistados, expandindo assim o grupo amostral por meio da técnica chamada de *snowball sampling*, até que a informação levantada fosse considerada saturada (Mack *et al.*, 2005).

Os profissionais selecionados para participar da pesquisa foram entrevistados por telefone ou em reuniões on-line pelo Teams ou Google Meet, em uma adaptação da técnica da entrevista presencial (Taborda; Rangel, 2015). A entrevista realizada foi do tipo não estruturada de modalidade focalizada (Gil, 2008), um tipo de entrevista mais livre, porém focada, e que possui um roteiro para guiá-la (Quadro 1). As entrevistas foram gravadas para auxiliar no processo de tabulação dos dados. A presente pesquisa foi aprovada por um Comitê de Ética em Pesquisa sob o registro CAE 51219221.0.0000.8117.

Quadro 1. Roteiro utilizado durante a Fase 2 – Entrevistas.

- Em relação às tecnologias sociais para o abastecimento de água potável na Amazônia, quais seriam as mais adequadas?
- Há outras tecnologias, produtos, práticas que são desenvolvidos em outros locais do Brasil e internacionalmente que poderiam ser aplicados no contexto amazônico?
- Sabe citar experiências bem e malsucedidas na área de abastecimento de água no contexto amazônico?
- Quem são os pesquisadores, instituições ou empresas que têm atuação na área de saneamento na Amazônia e que estão desenvolvendo um trabalho interessante?

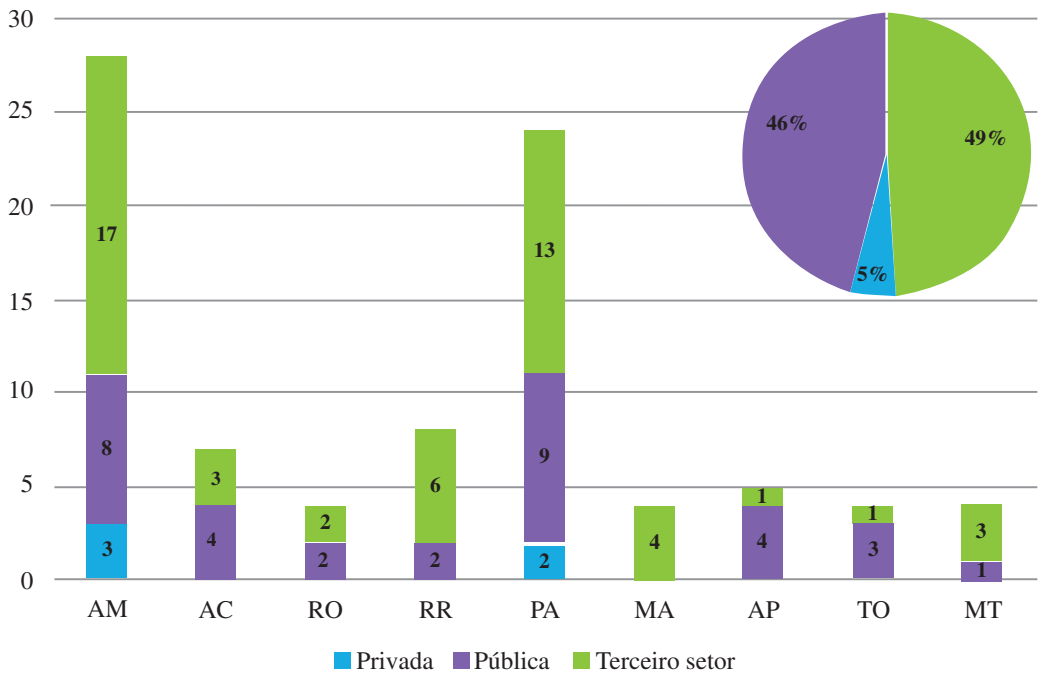
A organização e tabulação dos dados levantados nas Fases 1 e 2 foram realizadas por meio de análise descritiva (Reis; Reis, 2002).

Resultados e Discussão

Instituições atuantes no saneamento rural na Amazônia

Ao longo da pesquisa foram realizadas 23 entrevistas com profissionais da área de saneamento rural com experiência no contexto amazônico. Durante as entrevistas foram mencionadas 36 instituições atuantes na área de saneamento rural e tratamento de água na Amazônia e por meio do levantamento bibliográfico complementar foram encontradas mais 27, totalizando 63 instituições. Destas 63 instituições, 49% são do terceiro setor (ONGs, OSCIPs, fundações, associações), 46% são públicas (institutos de pesquisa, universidades, ministérios) e as demais são privadas. Os estados com maior atuação das instituições mapeadas foram Amazonas e Pará (Figura 1).

Figura 1. Atuação das instituições mapeadas nos nove estados que compõem a Amazônia Legal (uma mesma instituição pode atuar em mais de um estado) e distribuição das instituições, conforme a tipologia (pública, privada ou do terceiro setor).



As três instituições do terceiro setor mais citadas foram a ONG Projeto Saúde e Alegria/PSA (11 citações); a Associação dos Produtores Rurais de Carauari (Asproc); e a Fundação Amazônia Sustentável (FAS), com 10 citações cada.

As instituições públicas mais mencionadas pelos entrevistados foram: Ministério da Cidadania (antigo Ministério do Desenvolvimento Social), com 8 citações, e Fundação Nacional da Saúde (Funasa), com 7 citações. Destacaram-se também algumas universidades e institutos de pesquisa da região Norte, como o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM),

com 10 citações, e Universidade Federal Rural da Amazônia (Ufra), Universidade Federal do Pará (UFPA) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), com 6 citações cada. Não houve menção a instituições estaduais e municipais com atuação na área, com exceção da Defesa Civil. No entanto, apesar de ter sido mencionada a sua atuação na instalação de unidades da tecnologia social Salta Z (Fundação Nacional de Saúde, 2017), ao pesquisar nos sites oficiais dos órgãos, não foi encontrada nenhuma informação referente a essa atuação em comunidades ribeirinhas. A falta de representatividade de iniciativas do setor público nas esferas municipais e estaduais na área de abastecimento de água pode estar relacionada à pouca divulgação de informações sobre essas ações, mas também pode refletir as poucas iniciativas desse setor nas comunidades rurais da Amazônia.

As instituições do setor privado foram mencionadas pelos entrevistados apenas para exemplificar equipamentos, produtos comerciais ou tecnologias viáveis para o contexto amazônico, e não como instituições que desenvolvem ações e experiências na área de saneamento rural ou com tecnologias sociais. A única exceção foi a Companhia de Saneamento do Amazonas (Cosama), empresa de serviços de saneamento básico presente em 14 municípios do estado (Companhia de Saneamento do Amazonas, 2022). No entanto, ao pesquisar no site da Cosama, não foi encontrada nenhuma menção à atuação em comunidades rurais ou ribeirinhas.

Experiências marcantes na área de abastecimento de água na Amazônia

Em relação às experiências marcantes na área de abastecimento de água, destacou-se o Projeto Sanear Amazônia, mencionado por 30% dos entrevistados, e a iniciativa Água + Acesso, mencionada por 17% dos entrevistados.

A Água + Acesso foi lançada em 2017 e é uma iniciativa de impacto coletivo empreendida por uma aliança formada por empresas e organizações da sociedade civil que atuam juntas para ampliar o acesso à água segura em comunidades rurais de todo o Brasil (Água + Acesso, 2022). Atualmente a aliança conta com 16 organizações aliadas, atua em oito estados (dois da região amazônica: Pará e Amazonas) e trabalha com três temas principais relacionados à água: infraestrutura para acesso e tratamento, modelos de gestão comunitária e integração e fortalecimento do ecossistema (Água + Acesso, 2022). Entre os resultados da atuação da aliança está o levantamento de tecnologias sociais e produtos comerciais adequados à Amazônia e a realização de projetos-piloto em organizações do terceiro setor.

Por sua vez, o projeto Sanear Amazônia foi desenvolvido dentro do Programa Cisternas, do governo federal, tendo surgido de uma demanda do Conselho Nacional das Populações Extrativistas para o enfrentamento do problema do acesso à água de qualidade e ao saneamento básico dentro de reservas extrativistas (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018). A tecnologia social desenvolvida para produção de água no projeto foi o "Sistema Pluvial Multiuso" (comunitário e autônomo), que inclui a captação de água de chuva do telhado, dispositivo de tratamento, reservatório elevado, reservatório complementar e instalação de quatro pontos de uso (torneiras) (Fundação Banco do Brasil; Associação dos Produtores Rurais de Carauari, 2015). O projeto como um todo beneficiou 3.283 famílias de quatro estados diferentes e envolveu 15 instituições locais no processo de articulação, mobilização, capacitação e implantação (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018), motivo pelo qual é tão lembrado como uma referência até os dias de hoje.

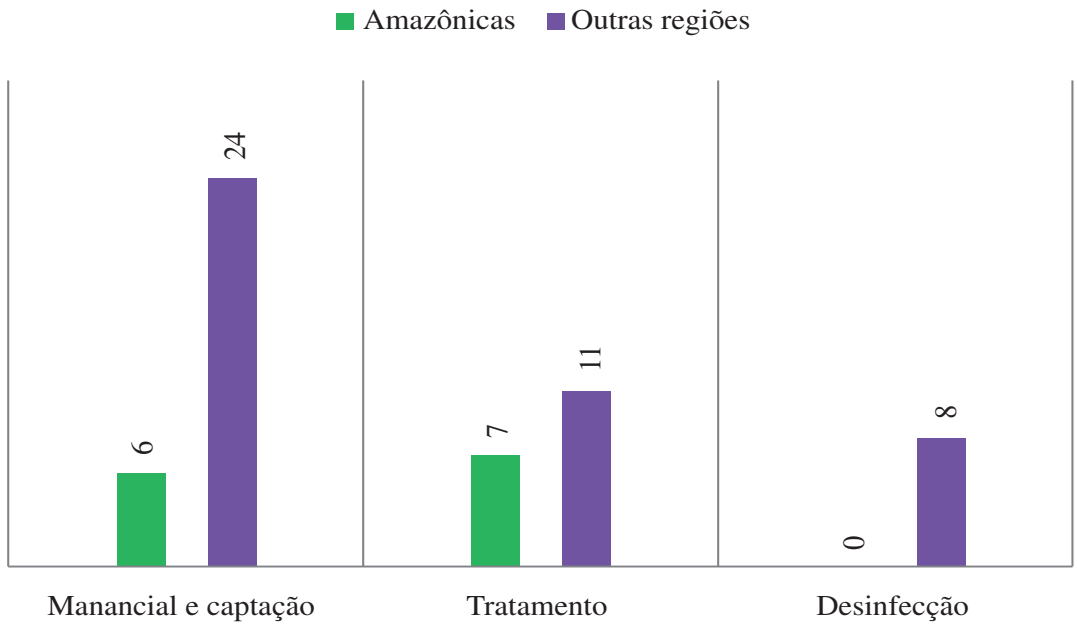
Além das duas experiências mencionadas, observou-se, de modo geral, a prevalência de iniciativas de menor escala, usualmente restritas a uma comunidade específica e pouco documentadas. O registro das experiências, quando existente, é feito em documentos internos que não podem ser acessados facilmente (ex: relatórios institucionais, balanços anuais) ou mídias sociais (publicações do *Facebook* e *Instagram*), havendo, consequentemente, a falta de informações detalhadas sobre as ações realizadas, resultados obtidos, lições aprendidas e tecnologias empregadas.

Com base nesses achados, acredita-se que a existência de um *site* ou banco de dados que compile esse tipo de informação, como planejado pelo Nutea, será muito positiva para garantir o registro mais completo das TS, garantindo assim melhores condições para sua disseminação e reaplicação de sucesso. Além disso, esse site ou plataforma poderia promover a conexão entre as diversas instituições que atuam na mesma frente, permitindo, dessa maneira, a troca de experiências, desenvolvimento de ações coletivas e atuação em maior escala.

Tecnologias sociais para água de abastecimento humano

Em relação às tecnologias sociais foram levantadas, por meio das entrevistas e da pesquisa bibliográfica, 56 TS relacionadas à produção de água para abastecimento humano que podem ser ou estão sendo aplicadas na Amazônia. Destas, 13 tecnologias (30%) foram desenvolvidas na Amazônia e 43 (70%) foram desenvolvidas em outras regiões brasileiras ou do mundo, mas podem ser adaptadas e reaplicadas com sucesso no contexto do bioma (Figura 2).

Figura 2. Distribuição das 56 tecnologias sociais para abastecimento de água para consumo humano encontradas no levantamento, de acordo com sua área temática e local de origem.



É o caso de algumas tecnologias criadas para o semiárido, como o "Desvi UFPE", uma tecnologia social que realiza o descarte das primeiras águas da chuva captadas pelos telhados, que já é aplicada na Amazônia (ex.: Neu *et al.*, 2016, no Pará). Outro exemplo prático é a tecnologia social Sodis para desinfecção da água, criada e sistematizada pela organização internacional EAWAG (Luzi *et al.*, 2016) e que vem sendo reaplicada no mundo todo, inclusive em projetos na Amazônia (ex.: Silva e Gomes, 2017, no Amazonas, e Lobo *et al.,* 2013, no Pará). As tecnologias sociais adequadas para a Amazônia, portanto, devem ser aquelas adaptáveis ao bioma e a suas populações, e que tenham capacidade de ser reaplicadas e apropriadas com êxito.

Dentre as tecnologias amazônicas mapeadas, destacaram-se as tecnologias relacionadas a captação e aproveitamento de água da chuva desenvolvidas no âmbito do Projeto Sanear Amazônia (Fundação Banco do Brasil; Associação dos Produtores Rurais de Carauari, 2015) e por projetos relacionados a instituição de pesquisa e extensão (ex.: Borges Pedro, 2010; Fundação Banco do Brasil; Universidade Federal do Pará, 2017; Neu *et al.*, 2018). Nesse sentido, fica evidente a importância desse manancial para o abastecimento de populações ribeirinhas, como já apontado por Neu *et al.* (2016). Tecnologias sociais desenvolvidas para captação (ex.: Fundação Banco do Brasil, 2017; Fundação Banco do Brasil; Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2011; Fundação Banco do Brasil; Associação dos Produtores Rurais de Carauari, 2015) e tratamento de águas de mananciais superficiais (ex.: Fundação Banco do Brasil; Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Amapá, 2013; Fundação Nacional de Saúde, 2017; Fundação Banco do Brasil; Associação Unidade e Cooperação para o Desenvolvimento dos Povos, 2017; Maciel, *sd*; Mattos, 1998; Sargentini, Sargentini Junior; Bolson, 2011) também tiveram destaque na pesquisa, contribuindo assim para tornar potável essa fonte de água abundante na maioria das localidades rurais da Amazônia.

As TS foram divididas em três categorias para facilitar a sistematização: 1) manancial e captação; 2) tratamento; 3) desinfecção. Apesar de a desinfecção ser uma etapa do tratamento de água para abastecimento humano, ela foi considerada uma categoria distinta por sua importância dentro do processo de tratamento e pelo fato de, muitas vezes, essa ser a única forma de tratamento empregada em sistemas alternativos de abastecimento. Não foram incluídas tecnologias sociais para gestão de sistemas alternativos de abastecimento humano, mas esse é um *gap* que precisará ser preenchido no futuro. A maioria das TS levantadas foi da categoria manancial e captação (54%), seguidas da TS de tratamento (32%). Essas tecnologias estão organizadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

Independentemente da solução tecnológica e da sua escala de aplicação, esta deve produzir água de boa qualidade, que atenda ao padrão de potabilidade vigente no Brasil (Brasil, 2021), o que, por si só, já é um grande desafio (Pádua, 2016). No entanto, como já apontado anteriormente, de modo geral falta informação de caráter mais técnico sobre as tecnologias e estudos que comprovem a sua eficiência. Esse é um entrave que deve ser superado para garantir a segurança das populações beneficiadas por elas.

Tabela 1. Tecnologias sociais referentes a mananciais e captação de água para abastecimento humano.

Categoria	Nome da tecnologia	Fonte
Manancial superficial	Sistema de bombeamento e abastecimento de água com energia solar/IDSM	***FBB/IDSM, 2011
	Captação flutuante	***FBB/ASPROC, 2015
	Roda d'água alternativa	SANTOS, 2011
	Carneiro hidráulico PVC/Epagri	FBB/EPAGRI, 2017
	Carneiro hidráulico com garrafa PET/CERPCH	TIAGO FILHO, 2002
Manancial subterrâneo	Caixa de tomada/ Funasa	FUNASA, 2019
	Proteção da fonte modelo Caxambu/Epagri	EPAGRI, 2017
	Proteção da nascente com solo-cimento	CRISPIM *et al.*, 2012
	Projeto Água Limpa/Prefeitura de Caxias do Sul/ RS	FBB/PREFEITURA CAXIAS DO SUL, 2015
	Projeto de Olho nos Olhos/Grupo Dispersores/MG	FBB/GRUPO DISPERSORES, 2017
	Poços manuais simples	FUNASA, 2019
	Bomba d'água popular	ASA BRASIL, 2005
	Bomba d'água trampolim/CEPFS	FBB/CEPFS, 2015
	Bomba d'água manual de corda/Sempre Sustentável	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2022a
Água de chuva	Filtro de água de chuva de baixo custo – Modelo autolimpante/Sempre Sustentável	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2014 a
	Desvi UFPE	FBB/UFPE, 2013
	Separador de água de primeira chuva/IDSM	***BORGES PEDRO, 2010
	Sistema de boia para lavagem do telhado/CEPFS	FBB/CEPFS, 2015
	Separador de águas de chuva/Sempre Sustentável	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2014 b
	Cisterna de placas – 16.000 litros/Modelo P1MC	FBB/PATAC, 2001
	Cisterna pré-fabricada/UFSCar	FBB/UFSCar, 2011
	Tanque de ferro-cimento	IPOEMA, 2011
	Bomba de água manual de baixo custo/Modelo puxa-empurra	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2022 b
	Bomba d'água trampolim	FBB/CEPFS, 2015
	Sistema pluvial multiuso/Sanear Amazônia	***FBB/ASPROC, 2015
	Sistema de Aproveitamento de água de Chuva (SAAC)	***FBB/UFPA, 2017
	Sistema de captação de água da chuva/UFRA	***NEU *et al.*, 2018
	Minicisterna/Sempre Sustentável	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2018
	Sistema de captação de água de chuva/Associação ONZE8	FBB/ASSOCIAÇÃO ONZE8, 2021
	Estação de tratamento e aproveitamento de água da chuva/Inst. Viva Cidade	FBB/INSTITUTO VIVA CIDADE, 2015

Tecnologias sociais marcadas com (***) foram desenvolvidas e aplicadas na Amazônia.

Fonte: Dados da pesquisa (Autores, 2022).

Tabela 2. Tecnologias sociais referentes à desinfecção de água para abastecimento humano.

Categoria	Nome da tecnologia	Fonte
Agentes físicos	Fervura	FUNASA, 2019
	SODIS- garrafa PET	LUZI *et al.*, 2016
Agentes químicos	Cloração com hipoclorito de sódio (2,5%)	FUNASA, 2019
	Clorador simplificado Funasa	FUNASA, 2014
	Clorador simplificado Embrapa	SILVA, 2014
	Clorador de pastilhas Emater	RODRIGUES, 2013
	Clorador de pastilhas Embrapa	OTENIO *et al.*, 2014
	Clorador por difusão Funasa	FUNASA, 2019

Fonte: Dados da pesquisa (Autores, 2022).

Tabela 3. Tecnologias sociais referentes ao tratamento de água para abastecimento humano.

Categoria	Nome da tecnologia	Fonte
Tratamento sem coagulantes	Filtro lento de areia (alvenaria)	FUNASA, 2019 e
	Filtro lento de areia (alvenaria)	SOUZA E SENS, 2019
	Filtro lento de areia e geossintético (caixa d'água)	***FBB *et al.*, 2017
	Filtro lento domiciliar (PVC)	MACIEL, 2018
	PVC Biosand water filter (PVC)	HART, 2014
	Biosand filter (concreto)	CAWST, 2012
	Filtro lento de areia (vários modelos)	CAWST, 2022
	FiME	FUNASA, 2019
	FiME	SOUZA e SENS, 2019
	Filtração em margem/Funasa	DALSASSO e GUEDES, 2018
	Filtro ecológico alternativo	***FBB/RURAP, 2013
	Filtro de água de baixo custo	***MACIEL, *sd*
Tratamento com coagulantes	Salta Z	***FUNASA, 2017
	Sistema comunitário de gestão e tratamento de recursos hídricos	***FBB/UCODEP, 2017
	Cultivo e uso da moringa/AS-PTA	MATTOS, 1998
	Dosagem de semente de moringa	***SARGENTINI, SARGENTINI JR e BOLSON, 2011
Tratamentos específicos	Técnicas diversas de aeração	FUNASA, 2019
	Aeração com bandejas de plástico	***FBB *et al.*, 2017

Tecnologias sociais marcadas com (***) foram desenvolvidas e aplicadas na Amazônia.

Fonte: Dados da pesquisa (Autores, 2022).

Durante a organização dos dados também ficou claro que há determinados lócus onde as TS ainda não se fazem presentes. No caso específico do "tratamento" da água e sua "desinfecção", por exemplo, existem muitos equipamentos e produtos comerciais para os quais não foram encontrados "correspondentes" nas TS. É o caso de equipamentos de desinfecção por luz ultravioleta ou ozônio, filtros mais avançados como os de membrana e tratamentos específicos, como fluoretação, abrandamento e remoção de nitrato, por exemplo. Dessa forma, é necessário

pensar não apenas nas tecnologias sociais como solução única, mas sim numa combinação destas com equipamentos e produtos comerciais para gerar água de qualidade para o consumo humano nas diferentes realidades da Amazônia profunda. Cada localidade é única em termos de melhor solução para seu abastecimento de água (Heller, 2016), e por isso não existe uma única forma de garantir o acesso à água para as populações amazônicas.

A tecnologia não atua como "uma vara de condão" resolvendo magicamente os problemas onde é implantada. Fatores diversos comprometem ou potencializam sua efetividade, desde a correta aplicação, adaptação às condições locais, forma como é implantada e gerenciada e o nível de participação da comunidade-alvo no processo (Lobo *et al.*, 2013). Nesse sentido, a disseminação e a apropriação plena das tecnologias são tão importantes quanto a sua concepção técnica (Lobo *et al.*, 2013).

Nessa etapa do levantamento de dados novamente ficou nítida a dispersão de informações sobre as TS disponíveis e a dificuldade para reunir dados de qualidade sobre elas. Faltam informações a respeito de sua aceitação e apropriação pelas comunidades, eficiência, número de pessoas/comunidades/municípios beneficiados, valor estimado e detalhes técnicos, como desenhos em escala, lista completa de materiais e manual de montagem e operação. A falta dessas informações tem impacto direto sobre a reaplicação da tecnologia por outras instituições e na sua incorporação em políticas públicas de maior alcance.

Por esse motivo, durante o levantamento bibliográfico, destacou-se a plataforma internacional "Household Water Treatment Knowledge Base", uma plataforma de tecnologias sociais, equipamentos e produtos comerciais para realizar o tratamento de água em nível domiciliar. A plataforma é mantida pela ONG canadense CAWST e reúne informações técnicas de qualidade, estudos científicos e relatos da aplicação das tecnologias e produtos em escala real.

No Brasil, a base de dados mais robusta encontrada foi a plataforma on-line "Transforma! Rede de Tecnologias Sociais" da Fundação Banco do Brasil/FBB, que se propõe a reunir e organizar tecnologias sociais bem documentadas em diversas áreas, inclusive na área do ODS 6. O protagonismo da plataforma da FBB no setor também foi constatado por Correa *et al.* (2020).

Outras iniciativas que se mostraram importantes para auxiliar no mapeamento das tecnologias e experiências positivas na Amazônia foram a "Plataforma da SDSN-A" da Rede de Soluções para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (SDSN Amazônia) e a plataforma "Saneamento tem Solução". A primeira é uma iniciativa em parceria com a ONG FAS, que busca disseminar soluções para o desenvolvimento sustentável na região amazônica realizadas por membros e parceiros da rede SDSN-Amazônia. Atualmente há 21 experiências cadastradas na Amazônia Brasileira relacionadas ao ODS-6. A segunda é uma iniciativa em desenvolvimento criada pelas ONGs Saneamento Inclusivo e Instituto Água e Saneamento, a qual busca colocar no mapa iniciativas interessantes na área de saneamento. Na plataforma "Saneamento tem solução" há duas experiências mapeadas na região amazônica.

As experiências citadas anteriormente podem ser consideradas inspirações para a rede Nutea, que está em processo de criação e que também pretende ter um banco de dados sobre as tecnologias sociais para água e esgotamento sanitário na Amazônia.

Conclusão

Os resultados da presente pesquisa apontam para a existência de pelo menos 63 instituições diferentes com atuação na área de abastecimento de água/saneamento rural na Amazônia, com predomínio absoluto de organizações do terceiro setor (49%) e públicas (46%), concentradas especialmente nos estados do Pará e Amazonas. Em relação às TS levantadas, das 56 tecnologias encontradas, apenas 30% foram desenvolvidas na Amazônia, as 70% restantes são passíveis de reaplicação no bioma. Os temas que concentraram TS foram captação e uso de água de chuva e captação e tratamento de águas superficiais.

De forma geral foi observado que as informações sobre as instituições com atuação na área de interesse do estudo encontram-se bastante dispersas e são difíceis de ser encontradas. Dessa forma é possível que haja ainda outras instituições com atuação na área, especialmente nos estados que tiveram menor representatividade na pesquisa. Da mesma forma, informações sobre experiências de sucesso e tecnologias sociais precisam continuar a ser buscadas e sistematizadas, auxiliando assim na reaplicação das tecnologias e na sua inserção em políticas públicas mais amplas, como foi o caso do Projeto Sanear Amazônia.

A partir dos resultados encontrados na pesquisa fica clara a importância da construção de um banco de dados de amplo acesso, com informações detalhadas sobre as tecnologias sociais e experiências exitosas na área de abastecimento de água na Amazônia. Esse banco de tecnologias, juntamente com a rede de profissionais e instituições que atuam na área, será um objetivo importante a ser cumprido pelo Nutea-Amazônia, contribuindo assim para a disseminação de conhecimento e implementação de soluções técnico-científicas relacionadas ao atendimento das metas do ODS 6, garantindo, dessa forma, o direito à água potável e o esgotamento sanitário às populações amazônicas.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2010. Brasília, DF: ANA, 2010.

ÁGUA + ACESSO. **Conheça o programa e saiba quem faz parte da aliança**. 2022. Disponível em: https://aguamaisacesso.com.br/. Acesso em: 11 maio 2022.

ASA BRASIL. **Tecnologias sociais para convivência com o semiárido**. [*S.l.*], 2005. (Série Estocagem de água para produção de alimentos: bomba d'água popular).

BERNARDES, R. S.; COSTA, A. A.; BERNARDES, C. Projeto Sanear Amazônia: tecnologias sociais e protagonismo das comunidades mudam qualidade de vida nas reservas extrativistas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 48, p. 263-280, nov. 2018. Edição Especial.

BORGES PEDRO, J. P. **Manual prático para instalação de separador de água de primeira de chuva**. Tefé/AM: Programa de Turismo de Base Comunitária: IDSM/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

BORGES PEDRO, J. P. *et al.* A review of sanitation technologies for flood-prone areas. **Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development**, v. 10, n. 3, p. 397-412, 2020.

BORGES PEDRO, J. P. *et al.* Desafios da gestão de sistemas de tratamento de esgoto em áreas rurais alagáveis da Amazônia. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE ESTAÇÕES SUSTENTÁVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO, 1., 2019, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SAE-FGV, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2021.

CENTRE FOR AFFORDABLE WATER AND SANITATION TECHNOLOGY. **Biosand filter construction manual**. [*S.l.*]: CAWST, 2012. 190 p.

CENTRE FOR AFFORDABLE WATER AND SANITATION TECHNOLOGY. CAWST. **Products & Technologies**. [Alberta, Canada], 2022. Disponível em: https://www.hwts.info/products-technologies. Acesso em: 22 jan. 2022.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO AMAZONAS. **Site COSAMA**. Disponível em: http://www.cosama.am.gov.br/. Acesso em: 11 maio 2022.

CORREA, A. P. M. *et al.* Banco de tecnologias sociais: um panorama. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 40, p. 1-15, abr./jun. 2020.

CRISPIM, J. Q. *et al.* Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica Rio do Campo no município de Campo Mourão-PR. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 781-790, 2012. Edição Especial.

DAGNINO, R. P. **Tecnologia social**: ferramenta para construir outra sociedade. Campinas: IG/UNICAMP, 2009.

DALSASSO, R. L.; GUEDES, T. L. **Manual de operação e manutenção de sistemas de tratamento de água por filtração em margem**. Brasília, DF: Ministério da Saúde/FUNASA; Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. 57 p.

DIAS, R. B. Tecnologias sociais e políticas públicas: lições de experiências internacionais ligadas à água. **Inclusão Social**, Brasília, DF, v. 4, n. 2, p. 56-66, jan./jun. 2011.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Água de fonte**: proteção de fonte modelo Caxambu. 2. ed. Florianópolis: Epagri, 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB). **Sistema de acesso à água**. [*S.l.*], 2017. 34 p.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Programa de Aplicação de Tecnologia Apropriada às Comunidades (PATAC). **Cisternas de placas pré-moldadas**. [*S.l.*], 2001.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES RURAIS DE CARAUARI (ASPROC). **Sistema de acesso à água pluvial para consumo das comunidades extrativistas**. [*S.l.*], 2015.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; ASSOCIAÇÃO ONZE8. **Sistema de captação de água de chuva: autônomo, replicável e econômico**. [*S.l.*], 2021.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); ASSOCIAÇÃO UNIDADE E COOPERAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DOS POVOS (UCODEP). **Sistema comunitário de gestão e tratamento de recursos hídricos**. [*S.l.*], 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); CENTRO DE EDUCAÇÃO POPULAR E FORMAÇÃO SOCIAL (CEPFS). **Bomba d'água Trampolim**. [*S.l.*], 2015.

FUNDAÇÃO BRANCO DO BRASIL (FBB); EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL (EPAGRI). **Carneiro hidráulico de PVC**. [*S.l.*], 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); GRUPO DISPERSORES. **Projeto De Olho Nos Olhos** – Proteção e Recuperação de Nascentes. [*S.l.*], 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO ESTADO DO AMAPÁ (RURAP). **Filtro ecológico alternativo**. [*S.l.*], 2013.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ (IDSM). **Sistema de bombeamento e abastecimento de água com energia solar**. [*S.l.*], 2011.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; INSTITUTO VIVA CIDADE. **ETAC** – Estação de tratamento e aproveitamento da água da chuva. [*S.l.*], 2015.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); PREFEITURA CAXIAS DO SUL. **Água limpa**: desafio para o desenvolvimento consciente e sustentável. [*S.l.*], 2015.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Tecnologia social de aproveitamento de água de chuva na Amazônia**. [*S.l.*], 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE). **Dispositivo automático para proteção da qualidade da água de chuva das cisternas**. [*S.l.*], 2013.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR). **Cisterna pré-fabricada**: reservando água para uso doméstico e produção agrícola. [*S.l.*], 2011.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de cloração de água em pequenas comunidades utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela Funasa**. Brasília, DF: Funasa, 2014. 36 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa**. Brasília, DF: Funasa, 2017. 49 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 5. ed. Brasília, DF: Funasa, 2019. 545 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

HART, S. **PVC biosand water filter construction and installation manual**. [*S.l.*]: DESEA Peru, 2014. 18 p.

HELLER, L. Concepção de instalações para abastecimento de água. *In*: HELLE, L.; PÁDUA, V. L. de (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. [Belo Horizonte]: Editora UFMG, 2016. v. 1, cap. 2.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro, 2020. 124 p.

IPOEMA. **Tecnologia social/água sustentável**: gestão doméstica de recursos hídricos. [*S.l.*], 2011.

ITS BRASIL. **Caderno de debate**: tecnologia social no Brasil. São Paulo: ITS, 2004. 26 p.

LOBO, M. A. A. et. al. Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 7, p. 2119-2127, 2013.

LUZI, S. *et al.* **SODIS manual guidance on solar water disinfection**. [*S.l.*]: Sandec/Eawag, 2016. 55 p.

MACIEL, P. M. F. **Filtração lenta domiciliar como alternativa de tratamento de água em comunidades isoladas**: eficiências com e sem controle de nível da água e aceleração de amadurecimento. 2018. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

MACIEL, A. P. **Cartilha filtro com balde**. [*S.l.*], *sd*.

MACK, N. *et al.* **Qualitative research methods**: a data collector's field guide. North Carolina: Family Health International, 2005.

MATTOS, L. C. **Limpando a água de beber com a semente de Moringa**. Recife: AS-PTA, 1998. 27 p.

NEU, V. *et al.* Água da chuva: abastecimento descentralizado e qualidade de vida para comunidades ribeirinhas da Região Insular de Belém. *In*: NEU, V.; SANTOS, M. A. S. dos; MEYER, L. F. F.; GUEDES, V. M.; ARAÚJO, M. G. da S. (org.). **Sustentabilidade e sociobiodiversidade na Amazônia**: integrando ensino, pesquisa e extensão na Região Insular de Belém. Belém, PA: UFRA, 2016. v. 1, cap. 4, p. 63-86.

NEU, V. *et al.* **Água da chuva**: vida e saúde que vem dos céus da Amazônia. Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018. 32 p. (Série Sustentabilidade, 2).

OTENIO, M. H. *et al.* **Como montar e usar o clorador de pastilhas em residências rurais**: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 36 p.

PÁDUA, V. L. Introdução ao tratamento de água. *In*: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. [Belo Horizonte]: Editora UFMG, 2016. v. 2, cap. 12.

PROGRAMA Nacional de Saneamento Rural. [Brasília, DF]: Ministério da Saúde, 2019.

PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMENTO RURAL. **Eixos estratégicos** – matrizes tecnológicas. [Brasília, DF]: Fundação Nacional de Saúde, 2021. (Série Subsídios ao Programa Nacional de Saneamento Rural, v. 3; t. 1).

REIS, E. A.; REIS I. A. **Análise descritiva de dados**. Relatório técnico do Departamento de Estatística da UFMG. [Belo Horizonte: UFMG, 2002]. 64 p.

RODRIGUES, M. E. S. S. **Tratamento de água**: clorador de pastilha. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2013. 22 p.

SANTOS, R. M. **Construção de uma bomba d'água acionada por roda d'água, construídas com materiais alternativos**. 2011. 34 f. Monografia (Especialização em Formas Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SARGENTINI, E. C. P.; SARGENTINI JÚNIOR, E.; BOLSON, M. A. **Determinação da dosagem ideal de sementes de *Moringa oleifera* para ser usada na clarificação da água em função da sazonalidade do Rio Negro, AM**. Trabalho apresentado nos anais do 51º Congresso Brasileiro de Química – CBQ, São Luís, Maranhão, 2011.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Bomba de água manual modelo puxa-empurra**. Projeto experimental de baixo custo. [*S.l.*], 2022a.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental da bomba de água manual**. Modelo bomba de corda. [*S.l.*], 2022b.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental de aproveitamento de água de chuva com tecnologia de minicisterna para residência urbana**. Manual de construção e instalação. Versão 1.2. [*S.l.*], 2018.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental de filtro de água de chuva de baixo custo modelo autolimpante**. Manual de construção e instalação Versão 1.2. [*S.l.*], 2014a.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental do separador de águas de chuva de baixo custo**. Manual de construção e instalação. Versão 1.2 (dez 2014). [*S.l.*], 2014b.

SILVA, W. T. L. da. **Saneamento básico rural**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 68 p. (ABC da Agricultura familiar, 37).

SILVA, N. C.; GOMES, M. C. R. L. Water treatment with SODIS for ribeirinhas communities. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 3, n. 10, p. 84-86, 2017.

SOUZA, F. H.; SENS, M. L. **Caderno técnico**: projeto e operação de filtros lentos retrolaváveis para o tratamento de água para abastecimento. [Brasília, DF]: Fundação Nacional de Saúde; Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. 64 p.

TABORDA, M.; RANGEL, M. Pesquisa quali-quantitativa on-line: relato de uma experiência em desenvolvimento no campo da saúde. **Atas CIAIQ2015**. Investigação Qualitativa em Saúde/Investigación Cualitativa en Salud. [*S.l.*], 2015. v. 1.

TIAGO FILHO, G. L. **Carneiro hidráulico, o que é e como construí-lo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Referência em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos, 2002.

UN-WATER. **Summary progress update 2021**: SDG 6 – water and sanitation for all. Geneva, Switzerland, 2021.

TRATA BRASIL. **Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil**: desafios e perspectivas. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2018. 187 p.

VELOSO, N. S. L.; MENDES, R. L. R. Aproveitamento da agua da chuva na Amazônia: experiências nas Ilhas de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 229-242, jan./mar. 2014.