

TECNOLOGIA SOCIAL: A EXPERIÊNCIA DOS USUÁRIOS DAS CISTERNAS DE PLACAS QUANTO AO TRATAMENTO DE ÁGUA

SOCIAL TECHNOLOGY: AN EXPERIENCE OF USERS
OF PLATE CISTERNS ON WATER TREATMENT

ELDA FONTENELE TAHIM
fontineletahim@gmail.com

FÁBIO DA SILVA
fabiosoyme@hotmail.com

EZEQUIEL ALVES LOBO
ezequiellobo2013@gmail.com

RESUMO

O estudo procura identificar as tecnologias sociais usadas para garantir a qualidade da água. A pesquisa é descritiva, tendo por base uma análise quantitativo-qualitativa, com aplicação de questionários aos usuários/beneficiários de cisternas de placas em 11 comunidades no Município de Quixeramobim, no sertão central do Estado do Ceará. Os resultados mostraram que a cisterna é uma tecnologia social altamente relevante para as comunidades rurais do semiárido nordestino. Somente ter a disponibilidade de água, no entanto, não é suficiente, mas é necessário que a água seja apropriada para a ingestão humana. O tratamento mais adotado é o procedimento de filtrar a água e colocar em pote e geladeira. Este procedimento, contudo, não elimina organismos patogênicos. A análise da água das cisternas constatou elevado índice de contaminação por coliformes fecais, passível de aumentar a incidência de doenças de veiculação hídrica.

Palavras-chave: Tecnologia Social. Cisterna de Placas. Tratamento de Água. Semiárido. Usuários.

ABSTRACT

The study performs an analysis from the experience of users of the cisterns of plates, while social technology. The objective of the study was to identify the technologies used to guarantee water quality. This research is descriptive based on a qualitative analysis, with the application of questionnaires to the users/beneficiaries of plaque cisterns in eleven communities in the municipality of Quixeramobim, located in the semi-arid region of the State of Ceará. The results showed that the cistern is a highly relevant social technology for the rural communities of the northeastern semi-arid region. However, just having the availability of water is not enough, but it is necessary that the water be appropriate for human intake. The most adopted treatment is the procedure of filtering the water and putting in pot and refrigerator. However, this procedure does not eliminate pathogenic organisms. The analysis of water from the cisterns verified the presence of high contamination rate by fecal coliforms, which may increase the incidence of waterborne diseases.

Keywords: Social technology. Cistern of plate. Water treatment. Semiarid. Users.

1 INTRODUÇÃO

No último século, especialmente desde os anos de 1960, até o momento, o desenvolvimento de tecnologias para resolução de problemas sistêmicos que afetam as camadas mais pobres e fragilizadas da população cresceu e ganhou notoriedade no contexto global. Essas tecnologias receberam diversas nomenclaturas com o passar dos anos e atualmente são mais conhecidas como Tecnologias Sociais, ou “TS” (THOMAS, 2009; ARCHANJO JUNIOR; GEHLEN, 2020).

As Tecnologias Sociais, diferentemente das Tecnologias Convencionais (TC), são caracterizadas por serem simples, de baixo custo de produção, com dimensão local/regional e que envolvem diversos agentes da sociedade, como governo, população e sociedade civil (LASSANCE JR; PEDREIRA, 2004; COSTA, 2013), com vistas à resolução de problemas estruturais, configurando-se em um processo de elaboração sociopolítico (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004; VALADÃO; ANDRADE; CORDEIRO NETO, 2014).

Segundo Fonseca e Serafim (2009), a TS traz como resultado não um produto pronto e acabado, mas “[...] se desenvolvem e se difundem em virtude de fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e ideológicos”. Com efeito, consoante Thomas (2009) e Jesus e Costa (2013), o desenvolvimento e a produção de uma tecnologia social implicam participação efetiva, empoderamento e autogestão dos agentes envolvidos, possibilitando o fortalecimento das relações sociopolíticas desde uma dimensão sociotécnica.

No Brasil, uma tecnologia social que ficou bastante conhecida e que auferiu vários prêmios e, posteriormente, se tornou política pública, foi a cisterna de placas de cimento (COSTA; DIAS, 2013). Essa tecnologia, com o apoio e o incentivo do Governo Federal e dos Estados, bem como da sociedade civil, especialmente a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), foi amplamente difundida no semiárido brasileiro nos últimos anos (CARVALHO; LIMA; SILVA, 2017). Consiste em um sistema simples de captação e armazenamento da água das chuvas, utilizando o telhado das casas. O objetivo principal das cisternas é o abastecimento de água potável para o consumo humano nos períodos de estiagem na região (SCHMITT; TAHIM; TAVARES, 2020; MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017).

Em 2011, o Governo brasileiro, por intermédio do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), bem como do Ministério do Meio Ambiente (MMA), na tentativa de zerar o déficit de cisternas na região semiárida, mas especificamente no Nordeste, criou o “Programa Água para Todos”. O objetivo era a construção e instalação de 750 mil cisternas em quatro anos, a maior parte delas construídas de placas de cimento com a participação da própria comunidade (COSTA; DIAS, 2013). Segundo opinam Bava (2004), Weiss (2009) e Carvalho, Lima e Silva (2017) essas experiências são fundamentais para o sucesso e propagação dessas tecnologias e inovações, por inserir novos agentes sociais e estabelecer outros paradigmas para o fortalecimento da cidadania e identidade local desses agentes.

Com o aumento gradativo da implantação dessa tecnologia, entretanto, surgiu a preocupação com a qualidade da água armazenada, haja vista os problemas de saúde que, com frequência, acarretam aos usuários ao ingerirem essa água, pela falta de higiene e o modo de tratamento, uma vez que provém de captação das chuvas ou do abastecimento de carro-pipa, de sorte que, dependendo do manejo, nem sempre esse bem é próprio para o consumo

humano. Este fato implica a adoção de outras tecnologias sociais (desenvolvimento de soluções próprias) que vão desde métodos mais simples e de fácil adoção e reaplicação a tecnologias um pouco mais sofisticadas para o tratamento desse produto.

Sabe-se, com efeito, que a cisterna de placas, entendida como uma tecnologia social, transforma a realidade de milhares de pessoas no semiárido brasileiro. Procede-se, porém, a este questionamento: - que tecnologias complementares são empregadas para garantir a qualidade da água? Assim, o objetivo do estudo agora relatado é analisar as experiências de usuários das cisternas de placas, como tecnologia social, no semiárido, mais especificamente, no Município de Quixeramobim, no Estado do Ceará, e identificar que tecnologias estão sendo utilizadas para garantir a qualidade desse bem de tanta relevância.

Muitos estudos evidenciam a cisterna de placa com tecnologias sociais e sua importância para a população do semiárido (COSTA, 2013; COSTA, DIAS, 2013, COSTA, A. B.; ABREU, 2013; SOUSA *et al.*, 2017; MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017, ARCHANJO JUNIOR; GEHLEN, 2020; RAASCH; SCHOLZ, 2020, entre outros) Entrementes, outros procuram analisar a qualidade de água das cisternas com foco na qualidade do líquido armazenado, como os ensaios de Amorim e Porto (2003); Xavier *et al.* (2009), Silvia, Heller e Carneiro (2012), Carvalho e Silva (2014), Morais *et al.* (2017); Silva, Bezerra e Ribeiro (2020). Há, entretanto, uma carência de publicações que analisem a aplicação de tecnologias sociais pelos usuários de cisterna de placa. Os estudos em curso reportam-se a testes dessas tecnologias, como ocorre com os de Azevedo (2014) e de Who (2011), que procuram qualificar esse tipo de tecnologia, como também o de Silva e Silva (2022), quando propõem a construção e emprego de filtros artesanais, de baixo custo, como tecnologias sociais para a obtenção de água potável.

Este experimento mostra-se relevante pelo fato de estudar uma tecnologia social amplamente disseminada no semiárido como perspectiva de convivência com esse *locus*, bem assim a modo de capacidade de construção sociotécnica (VALADÃO; ANDRADE; CORDEIRO NETO, 2014) com suporte na interação dos múltiplos agentes envolvidos. Assim, a contribuição prática do texto sob relato reside nas evidências de que as políticas públicas devem garantir o acesso a água de qualidade à população, evitando soluções parciais e paliativas. A cisterna de placas, ao modo de uma tecnologia social, resulta de políticas públicas articuladas junto às comunidades, com o objetivo, não apenas, de captar água das chuvas, mas também de fortalecer as comunidades rurais, proporcionar trocas de experiências e respeitando as particularidades estruturais e culturais, contrapondo-se aos modelos prontos, como a cisterna de polietileno, ou ainda grandes obras (SALES, 2013; CARVALHO; LIMA; ILVA, 2017; MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017). Outro contributo é a comprovação da necessidade de formular e implantar políticas públicas dirigidas exclusivamente para conscientização dos usuários das cisternas para o tratamento da água destinada ao consumo humano, como sugerido por Sales (2013).

O artigo está organizado em cinco seções, inclusa a Introdução. Na segunda é discutido o referencial teórico, acerca da evolução do conceito de inovações sociais e suas características. O terceiro segmento contém a metodologia da pesquisa, enquanto o módulo de número quatro expressa a análise e discussão dos resultados. A seção de fecho – número cinco – reporta-se às considerações finais, limitações do estudo e sugestões de pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Expõem-se, à continuação, o conceito de tecnologias sociais, o caso das cisternas de placas como uma inovação social que se tomou uma importante política pública para a convivência no semiárido brasileiro, bem como são reportadas outras tecnologias sociais no momento empregadas para complementar o tratamento de água das cisternas destina ao consumo humano.

2.1 Tecnologias sociais

Nos anos de 1920, buscando alternativas para lutar contra as injustiças sociais e dominação da Índia pela Inglaterra, Mahatma Gandhi desenvolveu a Charkha, uma roca de fiar. Era de uma tecnologia adaptada às condições de trabalho dos indianos na época. Esse feito é considerado por alguns autores (DIAS; NOVAES, 2009; JESUS; COSTA, 2013) o início do que hoje se conhece como Tecnologias Sociais (TS).

Consoante informação de Thomas (2009), essa nova tecnologia ganhou força e foi disseminada na Índia e, posteriormente, na China, durante os anos de 1940 e 1950. Esse fato é considerado o marco inicial das chamadas Tecnologias Apropriadas (TA). Foi, porém, apenas desde os anos de 1960 que essas tecnologias foram paulatinamente produzidas em grande escala por diversos países e alcançar maior número de adeptos e críticos, recebendo diversas nomenclaturas “[...] tecnologias apropriadas”, “tecnologias intermédias”, “tecnologias alternativas”, dentre outras (FONSECA; SERAFIM, 2009; THOMAS, 2009; COSTA; DIAS, 2013; VALADÃO; ANDRADE; CORDEIRO NETO, 2014).

O principal objetivo dessas tecnologias é satisfazer as necessidades das comunidades marginalizadas e em situações de pobreza extrema por meio do desenvolvimento de técnicas e metodologias participativas, orientadas para a inclusão social (BAVA, 2004; ARCHANJO JUNIOR; GEHLEN, 2020; RAASCH; SCHOLZ, 2020) e de arranjos tecnoprodutivos adaptados à realidade das pessoas que vivem nessas comunidades, principalmente em países da Ásia, África e América Latina (THOMAS, 2009; CARVALHO; LIMA; SILVA, 2017). Lassance Jr. e Pedreira (2004) e Valadão, Andrade e Cordeiro Neto (2014) expressam que, na maioria dos casos, as tecnologias surgem não da força e influência políticas e das organizações que dela se utilizam, mas sim da condição de total abandono político em que se encontram.

Cabe ressaltar que, no final dos anos de 1990 e início dos de 2000, foram retomadas as discussões acerca do desenvolvimento de tecnologias que incorporassem tanto a inclusão social como a produção socioeconômica e ambientalmente sustentável, com suporte no engajamento dos agentes envolvidos no processo, contribuindo para uma evolução conceitual, que deu origem às chamadas Tecnologias Sociais (TS). Segundo o Instituto de Tecnologias Sociais (ITS, 2004, p. 130), “[...] a reflexão sobre o conceito de TS não se compõe apenas por uma definição, mas também por princípios, parâmetros e implicações”. Desde então, as Tecnologias Sociais foram consideradas mais do que objetos tecnológicos, tornando-se construções sociais de interesse coletivo (THOMAS, 2009; FONSECA, 2009; COSTA; DIAS; 2013; RAASCH; SCHOLZ, 2020).

Dias e Novaes (2009) chamam, no entanto, a atenção para o fato de que o conceito de tecnologia social, adotado pelos pesquisadores brasileiros, remete ao desenvolvimento de opções para inclusão social e arranjos tecnoprodutivos, distinguindo-se do inicialmente proposto pelos

autores da Economia da Inovação: o de *social technology*. Por outro lado, Jesus e Bagattoli (2013) argumentam que o entendimento de TS transcende a confusão semântica, passando a ser compreendida como tecnologia direcionada à inclusão social. Para a Fundação Banco do Brasil (COSTA, 2013, p. 5), entidade promotora e incentivadora de Tecnologias Sociais no País, essa visão fica evidente, porquanto ressalta que as tecnologias sociais se tornam mais conhecidas “[...] na medida em que se apresentam como alternativas modernas, simples e de baixo custo para a solução de problemas estruturais das camadas mais excluídas da sociedade”.

O conceito de tecnológica social, efetivamente, se mostra complexo e multidimensional, ao exigir positiva participação de agentes diversos da sociedade interessados na construção e replicação dessas tecnologias (JESUS; COSTA, 2013). Cabe destacar o fato de que grande parte dos pesquisadores brasileiros prefere aderir à definição de TS conferida pela Rede de Tecnologia Social – RTS, que a tem como um conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com os habitantes e apropriadas por eles, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida (ARCHANJO JUNIOR; GEHLEN, 2020). Nesta intenção, Dagnino (2004) assinala que TS é, por si, um processo de construção social e, também, política (e não somente um produto) que deverá ser operacionalizada nas condições específicas do ambiente onde ocorre e dependerá de interação dos agentes envolvidos.

Desse modo, a TS só tem real significado e, por conseguinte, importância, se o resultado a ser alcançado for estritamente social, seja por meio de melhores condições de vida (saúde, educação, habitação, renda, meio ambiente etc.), seja pela eficiência de políticas públicas destinadas a esse fim. Assim, as tecnologias sociais têm três focos principais para sua adoção e difusão: a participação dos agentes que as desenvolvem, a sustentabilidade nas soluções oferecidas e sua capacidade de re replicação (FONSECA, 2010; COSTA, 2013; MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017).

De igual maneira, para Dagnino (2004); Dias e Novaes (2009), a TS concentra características como: é adaptável a pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico; não é discriminatória (padrão *versus* empregado); orientada para a satisfação das necessidades humanas; incentiva as potencialidades de seus usuários-beneficiários; orientada para o mercado interno de massa; capaz de viabilizar financeiramente pequenos empreendimentos. Em sendo assim, as tecnologias sociais sugerem inclusão social, empoderamento, emancipação do trabalho e autogestão (COSTA; DIAS, 2013; JESUS; COSTA, 2013).

As TSs inserem em seus processos usuários-beneficiários e promovem a integração do conhecimento popular ao saber técnico-científico. Schmitt (2015) ressalta que, em países periféricos, como o Brasil, essa relação tende para melhor adaptação dos agentes ao seu ambiente e proporciona melhores condições de vida, e não é dirigida exatamente para uma evolução do conhecimento científico. Além disso, o autor ressalta que as vantagens de uma determinada tecnologia estão intrinsecamente relacionadas com o contexto local e cognitivo de seus usuários.

Segundo Dagnino, Brandão e Novaes (2004), o desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias sociais requerem a inserção dos agentes desde o início do processo, como um modo de elaboração participativa e de autogestão do conhecimento. Na perspectiva de Bava (2004) e Weiss (2009), essas experiências são fundamentais para o sucesso e propagação dessas tecnologias e inovações, por inserirem novos agentes sociais, e constituírem outros paradigmas para o fortalecimento da cidadania e identidade local dessas pessoas. Nessa contextura,

Lassance Jr. e Pedreira (2004) expressam que, na maioria dos casos, as TSs são tendidas para um local específico e comumente destinadas a pessoas, famílias, cooperativas e associações.

Entendem Costa e Abreu (2013) ser aconselhável que a formulação de políticas públicas com foco em tecnologia social considere os elementos característicos e essenciais, como a capacidade de reaplicação e o empoderamento e autogestão dos sistemas sociotécnicos. Portanto, se torna relevante compreender como fatores sociais, econômicos, culturais, ideológicos e políticos, e não apenas técnicos, afetam o desenvolvimento e a disseminação tecnológica. Essa compreensão possibilita a constituição de políticas públicas mais direcionadas ao movimento da TS (DIAS; NOVAES, 2009).

Jesus e Costa (2013), bem como Moraes, Paiva e Sousa (2017), salientam que uma política pública que se destacou pela captação de recursos públicos e, por conseguinte, pelo sucesso, foi a construção da cisterna de placa no semiárido brasileiro. Esta consiste em uma metodologia simples, desenvolvida e reaplicada há mais de uma década, em parceria com a comunidade e por entidades da sociedade civil ligadas à Articulação no Semiárido Brasileiro, para superar o problema na seca no Nordeste (BAVA, 2004; COSTA, 2013) e constituir outros paradigmas de convivência com o semiárido (VITAL FILHO; FERNANDES, 2009; BARBOSA 2010).

Como expressa Costa (2013, p. 7), a cisterna de placas é considerada “[...] um caso emblemático que demonstra como o saber popular virou política pública e gera cidadania”. O que faz a cisterna de placas ser havida como uma tecnologia social é o modo de construção/installação, diferentemente de outros tipos, como a cisterna de polietileno, de que se cuida mais adiante. Essa operação envolve as famílias e pessoas da própria comunidade, por meio de mutirões e previamente capacitadas nos cursos de pedreiros ou que já tenham experiência na área (ASA, 2016).

A cisterna de placas é um sistema simples, que tem por objetivo a captação e o armazenamento da água da chuva para os períodos de estiagem no semiárido brasileiro (JESUS; COSTA, 2013; CARVALHO; LIMA; SILVA, 2017). O sistema é composto pelo reservatório (que é a própria cisterna de placas) construído próximo à residência do usuário; as calhas são feitas por canos de PVC e/ou placas de zinco conectadas ao telhado da casa e são responsáveis pela captação da água das chuvas; canos de PVC que ligam as calhas ao reservatório; tampas; coadores; telas de proteção; cadeados; e uma bomba manual para retirada da água da cisterna. Tem a capacidade de armazenagem de 16 mil litros, sendo suficiente para as necessidades de uma família de até seis pessoas, durante o período de estiagem, capaz de durar até oito meses (ASA, 2016; SCHMITT, TAHIM; TAVARES, 2020). Assim, após a construção e entrega do sistema, o usuário é responsável pela conservação e manutenção da cisterna, com autonomia para realizar qualquer reparo.

Com base nesta tecnologia, o Governo criou o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), desenvolvido e executado em parceria pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) e a Articulação Semiárido Brasileiro (CARVALHO; LIMA; SILVA, 2017), tornando-se a principal política de investimentos públicos na construção de cisternas de placas, bem como outras soluções e opções tecnológicas, como a aquisição de cisternas de polietileno para convivência com o semiárido. Desde que foi criado, o P1MC já construiu 750 mil cisternas, beneficiando mais de dois milhões e 250 mil pessoas (ASA, 2016; MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017).

Costa e Dias (2013) salientam, entretanto, que a compra de cisternas de polietileno de uma empresa mexicana foi motivada por interesses políticos e econômicos, a qual foi duramente criticada pelas organizações da sociedade civil, especialmente a ASA. Sobre essa tecnologia, destaca-se os trabalhos de Schmitt (2015), Schmitt, Tahim e Tavares (2020), onde os autores abordam a adoção e difusão dessa tecnologia no Estado do Ceará e apontam diversos problemas enfrentados pelos usuários-beneficiários dessa tecnologia. Dentre eles, está o fato de que não foram repassadas informações acerca de garantia e assistência para efetuar consertos em caso de exibir problemas e, ainda, que há uma grande incidência de defeitos, os quais, embora não comprometam o sistema como um todo, ensejam uma certa insegurança nos usuários. Para efeito de comparação, o Quadro 1 contém as principais características da cisterna de polietileno e da cisterna de placas de cimento.

Quadro 1 Características das cisternas de placas e de polietileno

	Cisterna de placas	Cisterna de polietileno
Objetivo	Garantir o acesso à água de qualidade.	Garantir o acesso à água de qualidade.
Material utilizado	Basicamente cimento e areia.	Polietileno (PVC).
Modalidades de implementação	Participação social e comunitária em todas as etapas de execução; processo de mobilização da comunidade; mutirões para cavar o buraco onde será instalada a cisterna; construção e instalação da cisterna.	Instalação rápida por equipe especializada; os beneficiários não assumem um papel participativo na construção e implementação da cisterna nas residências.
Tempo gasto na implementação	Em média, de três a quatro semanas; desde cavar o buraco, construir o reservatório até a instalação das calhas, tubulações e bomba.	Em média quatro horas para ser instalado em uma residência todo o sistema, incluindo calhas, tubulações, conexões, reservatório e bomba manual.
Atividades	Cadastramento e seleção de famílias; capacitações (cursos de gestão de recursos humanos, capacitação das comissões municipais, capacitação de pedreiros); e construção das cisternas.	Cadastramento e seleção de famílias; implementação da cisterna de polietileno.
Valor pago	R\$ 2.200,00	R\$ 4.870,00
Perspectiva tecnológica	<i>Bottom-up</i>	<i>Top-down</i>

Fonte: Elaboração própria.

Importante é perceber no Quadro 1 que, embora ambas as tecnologias tenham o mesmo objetivo, para o Governo brasileiro, são muito distintas em vários aspectos. A começar pela abordagem tecnológica, percebe-se que a cisterna de polietileno é uma tecnologia que vem de cima para baixo, sem que os usuários-beneficiários participem da construção; é um produto tecnológico pronto e acabado. Schmitt (2015 p. 31) expressa que “[...] a diferença entre as duas

não está somente no emprego dos materiais utilizados, mas na relação entre os agentes participantes”. Nesse sentido, a ASA faz duras críticas ao valor pago pela cisterna de polietileno, bem como à maneira como é conduzida a implementação dessa tecnologia.

De acordo com Barbosa (2010) e, ainda, Morais, Paiva e Sousa (2017), a construção de grandes obras (barragens, açudes e poços) não foi capaz de suprir a necessidade de abastecimento de água para a população do semiárido. Em tal circunstância, Schmitt (2015) e Schmitt, Tahim e Tavares (2020) apontam três fatores que tornam a cisterna mais vantajosa do que as demais tecnologias e/ou obras em funcionamento: 1) dadas as condições climáticas da região, a cisterna torna-se um estoque de segurança de água potável; 2) proximidade do reservatório para o local de consumo, uma vez que, segundo Barbosa (2010), um morador do semiárido é capaz de passar até 36 dias do ano em busca de água para o consumo humano, dada a distância entre os reservatórios e a sua residência; e 3) a qualidade indiscutível da água da chuva. Para Schmitt (2015) e Schmitt, Tahim e Tavares (2020) no entanto, a cisterna não deve ser entendida como a única saída para o problema, mas uma fonte complementar de acesso à água na região.

Nesse sentido, para Costa e Abreu (2013), o contato da comunidade com a cisterna das placas como tecnologia social acontece em virtude das condições climáticas vivenciadas, e de existência ou não de opções de acesso à água de qualidade. Assim, o problema da falta de água pela população passa pelas experiências dessas famílias, colocando-as no seu epicentro, forçando a articulação em grupos locais para desenvolverem tecnologias e conhecimento na busca por soluções sustentáveis (COSTA; DIAS, 2013).

Em razão de todo esse enfoque de valorização das cisternas de placas, observa-se uma preocupação com sua estrutura física e higiênica, bem assim com a qualidade da água armazenada, pois a água sem potabilidade é considerada um dos maiores problemas enfrentados no semiárido, principalmente, quando se trata de comunidades rurais. Por outro lado, a Organização Mundial da Saúde procura incentivar o desenvolvimento de pesquisas que expressem intervenções simples e de baixo custo para famílias e comunidades que sejam capazes de tornar a água potável, melhorando, assim, sua qualidade microbiológica quando armazenada nas casas, reduzindo, desta maneira, os riscos de doenças (WHO, 2011). Essa preocupação transporta ao desenvolvimento de tecnologias simples, de baixo custo e replicáveis por famílias e comunidades para melhorar a qualidade da água, tornando-a própria para o consumo doméstico.

2.2 Tecnologias de tratamento da água para o consumo humano

As cisternas, embora construídas com a finalidade de captar e armazenar água de chuva são, também, abastecidas com o chamado carro-pipa, prática comum no período de estiagem (CARVALHO; LIMA; SILVA, 2017). Em ambos os modos de abastecimento, a qualidade da água é submetida a comprometimento por fatores como a poluição atmosférica pelo sistema de captação da chuva (telhados, calhas e superfícies de escoamentos), permitindo a entrada de contaminantes, tanto biológicos como não biológicos; a manutenção inadequada da cisterna; a utilização e manuseio da água, e ainda por fatores associados à origem da água, transportada por carros-pipa, e também à vulnerabilidade a que está exposta, pelas condições de higiene e limpeza dos carros. Tais fatores afetam consideravelmente a qualidade do produto, compro-

metendo a saúde da população usuária da cisterna. Deste modo, essas modalidades de captação, distribuição e uso água são condutoras de risco às comunidades rurais, demonstrando a necessidade de se disponibilizar e divulgar, para estas, tecnologias de tratamento que sejam simples, de baixo custo e fácil replicação, que permitam o consumo de água potável.

De acordo com Amorim e Porto (2003), os requisitos de qualidade da água estão relacionados ao seu uso para beber e cozinhar, bem como a fim de realizar a higiene pessoal. Para fins potáveis, no entanto, são subdivididos em dois grupos: os de caráter sanitário e os de teor estético e econômico. Quanto ao teor sanitário, os autores apontam que a água deve ser isenta de organismos prejudiciais à saúde, como bactérias e vírus; isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde, como pesticidas e metais pesados, e que possua baixos valores de turbidez, associada à matéria sólida em suspensão, parâmetro este que passou a ser considerado como um indicador sanitário pela Portaria 1.469/00, por dificultar a ação do desinfetante nos microrganismos.

De tal modo, para manter água potável, é necessário estabelecer barreira de proteção sanitária, que consiste em medida adotada com a finalidade de preservar e/ou melhorar a qualidade da água armazenada nas cisternas. Tais medidas vão desde o desvio das primeiras águas de chuva, limpeza das cisternas, cuidados no manuseio da água, filtração e adoção de algum método de desinfecção. Há, ainda, a necessidade de se realizar a limpeza do telhado e dos dutos, da proteção das entradas e saídas da água na cisterna, bem como o uso de bomba para manuseio. (PÁDUA, 2013; XAVIER *et al.*, 2009). Esses são métodos ou tecnologias simples, de baixo custo, que ajudam na manutenção e no controle da qualidade.

De acordo Libânio (2010), as tecnologias de tratamento da água para consumo humano denotam, praticamente, três fases: clarificação, filtração e desinfecção. A clarificação envolve as etapas de coagulação, floculação e decantação/flotação, e é usada primordialmente para remoção dos sólidos suspensos e parte dos sólidos dissolvidos. Enquanto isso, a filtração serve essencialmente para a remoção de sólidos dissolvidos, microrganismos nocivos às pessoas. Já a desinfecção tem papel de inativar outros microrganismos, como bactérias e vírus.

De igual maneira, Who (2011) afirma que as tecnologias sociais aplicadas ao tratamento de água para uso doméstico são quaisquer tipos de tecnologias, dispositivos ou métodos utilizados para tratamento de água, no plano doméstico ou no ponto de uso em outros ambientes, como escolas, centros de saúde e outros da comunidade. O autor ressalta, ainda, que essas tecnologias permitem que as pessoas assumam a responsabilidade pelo tratamento e armazenamento da sua água, tornando-se uma maneira econômica para melhorar significativamente a saúde e prevenir doenças relacionadas ao consumo do bem contaminado. Essas tecnologias são de baixo custo, de fácil replicação e envolvem a participação da sociedade.

Consoante alcança Azevedo (2014), as Tecnologias Sociais, para o tratamento de água das cisternas com fins domésticos, são utilizáveis, sobretudo, por comunidades rurais e/ou dotadas de poucos recursos e, fazendo uma comparação ao tratamento de água que ocorre na Estação de Tratamento de Água (ETA), percebe-se a aplicabilidade das TS nesse tratamento. De acordo, ainda, com esse autor, os processos de uma ETA convencional, envolvendo as etapas de sedimentação, filtração e desinfecção, são perfeitamente transferíveis, em escala reduzida e simplificada, para uma comunidade rural, por meio da TS.

Amorim e Porto (2003) e Azevedo (2014) assinalam que os métodos de tratamento de água das cisternas vão desde os mais rudimentares até tecnologias simples de baixo custo, replicáveis, com facilidade, classificados como TS, compreendendo a adoção de tratamentos que criem uma barreira física aos possíveis contaminantes e a aplicação de tratamentos da água da cisterna. Esses autores citam como tecnologias de tratamento de água:

- **sedimentação** - utilização de potes de barro - processo de tratamento físico da água em que os sólidos suspensos na água são sedimentados por influência da gravidade;
- **filtração/fervura**. Envolve filtros de pano (uso de pano para coar a água e depois fervura), filtros com uso de vela ou de areia ou de carvão que fazem a sedimentação dos sólidos dissolvidos na água. Destaca-se, ainda, a formação de biofilmes - constituem-se em qualquer superfície sólida em contato com água não esterilizada (velas de cerâmica carvão ativado, por exemplo) e removem organismos patogênicos, reduzindo, também, a quantidade de matéria orgânica na água; e
- **desinfecção** - por meio do uso do hipoclorito de sódio e a desinfecção solar da água SODIS usa energia solar para a eliminação de microrganismos patogênicos, tornando a água própria para beber. É uma solução de baixo custo, muito simples, ecologicamente sustentável, utilizando radiação no espectro da luz UV-A e calor (AZEVEDO, 2014).

Além destes tipos de tratamento, cita-se ainda um dispositivo automático, desenvolvido por Lima (2012), na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), qualificado como tecnologia social pelo Fundação Banco do Brasil, que tem o papel de fazer o desvio automático das primeiras águas de chuva, evitando que impurezas da superfície de captação (telhado e calhas) atinjam as cisternas nas primeiras chuvas. Há, porém, tipos de dispositivos, automáticos ou não, que diferem entre si pelo princípio físico de funcionamento, dentre os quais se destacam: aqueles que usam o princípio do fecho hídrico e aqueles fundamentados no princípio dos vasos comunicantes. Como entende Souza (2009), em ambos os tipos de desvios, à medida que o telhado é lavado, via-se acumulando a água no tanque do desvio, e somente depois de completamente cheio, é que a água passava para a cisterna. Há, ainda, a bomba (manual e elétrica) que é usada para a retirada da água da cisterna a fim de evitar a contaminação.

Cabe ressaltar o fato de que Xavier *et al.* (2009) realizaram um estudo sobre a qualidade da água da cisterna. De um total de 132 cisternas analisadas por eles nas comunidades rurais da cidade de Tuparetama - PE, 119 mostraram-se contaminadas por coliformes totais. De igual maneira, Silvia, Heller e Carneiro (2012) detectaram alta contaminação por coliforme e parasitas nas águas das cisternas em um município de Minas Gerais, bem como avaliaram seus efeitos na diarreia infantil. Carvalho, Lima e Silva identificaram o fato de que 77% dos usuários não fazem nenhum tipo de tratamento (químico e biológico) da água antes do consumo (ingestão direta ou preparo de alimentos).

A efetividade destes tratamentos quanto à eliminação de coliformes totais foi submetida a prova por Azevedo (2014), que testou, por exemplo, as relações coadoras de pano + filtro de barro; pote de barro + filtro de barro. Percebeu que foram eliminados, em média, 86% de coliformes totais e, somente com a desinfecção utilizando SODIS, foi possível a eliminação de 100% de coliformes totais, mostrando a eficiência deste tratamento.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa, quanto aos fins, se caracteriza como descritiva, por possuir objetivos claros, procedimentos formais, ser bem estruturada e direcionada para a resolução de problemas e/ou avaliação de opções de cursos de ação (YIN, 2001; SILVA; GODOI; BANDEIRA-DE-MELO, 2006). No que concerne à abordagem, distingue-se como demanda quanti-qualitativa. Relativamente ao universo quantitativo, o propósito maior da busca de que se trata é explicar a ocorrência de um determinado fenômeno. Com este desiderato, utilizam-se métodos ancorados em números que tentam representar uma realidade temporal observada, ou seja, é a tradução, em números, das opiniões e informações para, então, obter a análise dos dados, tendo no questionário seu meio especial (MARCONI; LAKATOS, 2015). De outra vertente, na pesquisa qualitativa, o investigador vai à cata de indicadores que representam a experiência das pessoas em situações específicas (STAKE, 2011).

A pesquisa também se configura como *ex post facto* (VERGARA, 2007). Segundo Gerhardt e Silveira (2009), na pesquisa *ex post facto*, a coleta dos dados ocorre após os fenômenos estudados terem acontecido. Portanto, enfatiza-se que o processo estudado foi posterior à implementação das cisternas nas moradias, como maneira de atingir os objetivos. Procedeu-se a levantamento bibliográfico e de dados secundários sobre a implantação das cisternas no semiárido nordestino e no Estado do Ceará. Efetivou-se, também, uma pesquisa de campo, tendo como partícipes os usuários de cisternas.

Como instrumento de coleta de dados, foram aplicados questionários, contendo perguntas abertas e fechadas, abordando dados demográficos, origem da captação de água e, principalmente, sobre as tecnologias utilizadas para o tratamento de água, num universo de 199 usuários de cisternas em 11 comunidades pertencentes ao Município de Quixeramobim, no Sertão Central do Ceará. A amostra foi do tipo não probabilística, por meio da técnica bola de neve (MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017). Com efeito, à medida que os pesquisadores entrevistavam os usuários, solicitavam que estes indicassem outros moradores das localidades que tinham disponibilidade de participar do empreendimento investigativo. Cabe salientar que a coleta dos dados ocorreu presencialmente no período de dezembro de 2018 a março de 2019.

As análises quantitativas foram realizadas usando-se estatística descritiva simplificada. Já o exame dos indicadores, com maior riqueza de detalhes, foi efetivado sob a óptica qualitativa. A opção por esses métodos de procura decorreu das particularidades do caso sob estudo e considerou a delimitação do fenômeno a ser estudado no contexto vivenciado pelos entrevistados, de modo a perceber suas dimensões, permitir a interpretação do universo submetido a exame e reconhecer suas contradições (MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017).

Consoante ensina Laurence Bardin (2016), a análise qualitativa busca por certos detalhes da mensagem que constrói o sentido do conteúdo. Assim, a fase qualitativa foi realizada com base em Análise de Conteúdo descrita pela mencionada Pesquisadora francesa (2016), buscando identificar convergências e contradições nas informações prestadas pelos entrevistados. Nessa análise, extraíram-se explicações mais detalhadas sobre experiências das famílias com a tecnologia social estudada. Para a análise bacteriologia da água (coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*) das cisternas, foi utilizado o método baseado no Manual

Prático de Análise de Água, da FUNASA (2013), seguindo-se as normas-padrão para esse tipo de análise, e sendo realizada no Laboratório de Microbiologia da Faculdade Tecnológica do Sertão Central, no Município de Quixeramobim-CE.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cisterna de placa como tecnologia social, de fácil replicação e de baixo custo, é amplamente difundida e adotada no Nordeste brasileiro, em especial, nas comunidades rurais do semiárido, com a finalidade de resolver o problema de escassez de água na região. O Ceará é o segundo estado do Nordeste que possui o maior número de cisterna instaladas, com 250.586 unidades, ao passo que o Estado da Bahia tem 297.621 unidades (BARBOSA, 2019).

A implantação de cisterna no Município de Quixeramobim-CE, objeto desta pesquisa, é uma das principais fontes opcionais de água para as comunidades rurais. Esse Município está localizado na Microrregião Sertão Central, que fica a 183 quilômetros de Fortaleza, possui 71.887 habitantes, sendo 60,41% na zona urbana e 39,59% no espaço rural. Sua pluviometria é de 707,0mm, estando sua região totalmente no semiárido. Com relação ao abastecimento de água, somente 51,43% da população possuem abastecimento de água tratada, enquanto 48,57% do seu contingente populacional se abastecem de água de poços, nascentes, entre outras fontes, como as cisternas, perfazendo um total de 1.482 unidades instaladas no Município.

Analisando-se o perfil dos usuários das cisternas, dos que preencheram o questionário, 60,8% são mulheres. Um dos motivos para isto está no fato de que elas são tradicionalmente responsáveis pela busca da água para abastecimento doméstico (Tabela 1). A maioria dos entrevistados são agricultores e/ou donas de casas (84,4%), seguidos dos aposentados, funcionários públicos que trabalham na área da saúde e da educação nessas comunidades, e, por fim, profissionais de outras áreas. Os dados mostram, ainda, que mais de dois terços dos entrevistados não completaram o nível fundamental de escolaridade. Sabe-se que a escolaridade é influência significativa na adoção de tecnologias para o tratamento da água, confirmando os achados de Varanda e Bocayuva (2009), entretanto, quanto à idade, houve uma frequência aproximada entre as faixas etárias pesquisadas. Esses resultados divergem dos anunciados por esses mesmos autores. Isso permite inferir que, independentemente da idade, mais pessoas estão permanecendo e convivendo na região, estabelecendo, assim, o paradigma da convivência com a seca no semiárido brasileiro (BARBOSA, 2010; COSTA; DIAS, 2013; MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017).

Tabela 1. Dados demográficos da pesquisa.

		Frequência	Percentual
GÊNERO	Feminino	121	60,8 %
	Masculino	78	39,2 %
IDADE	Até 30 anos	23	11,6 %
	De 31 a 40 anos	45	22,6 %
	De 41 a 50 anos	49	24,6 %
	De 51 a 60 anos	38	19,1 %
	Mais de 60 anos	44	22,1 %
ESCOLARIDADE	Analfabeto	49	24,6 %
	Fundamental incompleto	93	46,7 %
	Fundamental completo	21	10,6 %
	Médio incompleto	10	5,0 %
	Médio completo	20	10,1 %
	Superior	6	3,0 %
PROFISSÃO	Agricultor / Dona de casa	168	84,4 %
	Aposentado	20	10,1 %
	Funcionário público	8	4,0 %
	Outros	3	1,5 %

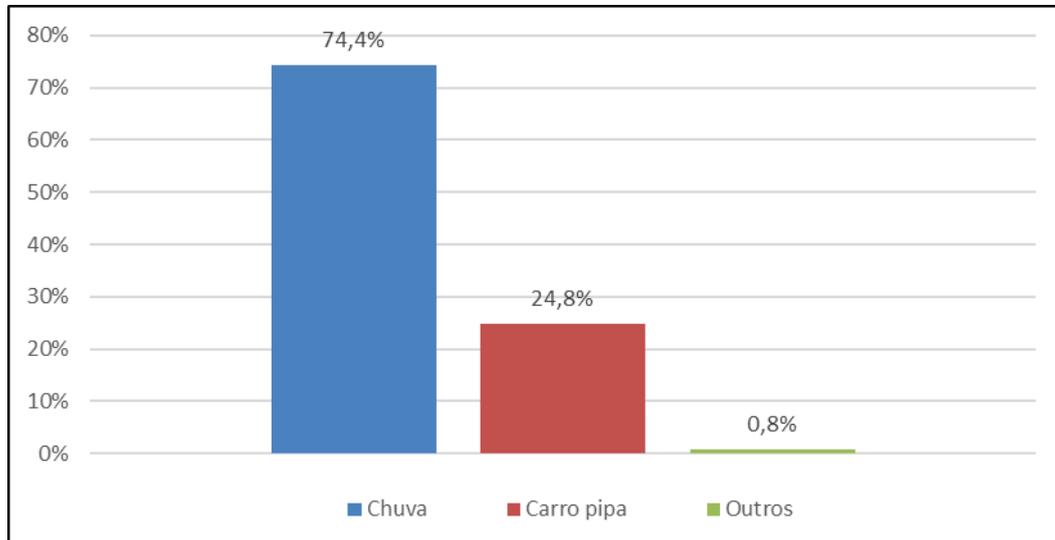
Fonte: Dados da pesquisa.

Em seguida, foi questionado quem ou qual órgão construiu as cisternas. Do total de entrevistados, 28,5% disseram que foi o Governo do Estado, por meio da Secretaria do Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará, juntamente com os moradores das comunidades. O restante, cerca de 65,5% das pessoas, assinalou que a ASA, em parceria com o próprio morador/usuário, foram os responsáveis pela construção. Esse resultado demonstra o robusto poder de atuação da ASA no semiárido brasileiro na construção de cisternas de placas como uma tecnologia social consolidada e de grande sucesso, conforme elucidado por diversos autores da área, como Otterloo *et al.* (2009), Costa (2013), Carvalho, Lima e Silva (2017).

Quanto à origem da água armazenada, surgiram duas respostas: uma delas foi que, em razão do baixo índice de chuvas na região, foi necessário o auxílio do carro-pipa, com 24,8% para satisfazer as condições mínimas no abastecimento de água, chegando a 20,8% dos entrevistados; a outra resposta foi que a água armazenada na cisterna é proveniente das poucas chuvas que caíram no último período, correspondendo a 74,4% do total. Este fato corrobora os achados de Schmitt, Tahim e Tavares (2020), quando exprime que a chuva não é a única fonte de abastecimento de água na região. O abastecimento das cisternas com carro-pipa é capaz de acarretar dois problemas: um relacionado à fonte da água e outro associado ao transporte, pois um relatório técnico da Secretaria do Desenvolvimento Agrário, em parceria com o Instituto Agropolos do Ceará, demonstrou que, em parte, os mananciais utilizados para abastecer

os carros-pipa estavam com águas impróprias para o consumo humano (SALES, 2013). Neste caso, os perigos à saúde destas famílias existem, por falta de água ou pelo fornecimento de água sem qualidade, submetendo a risco a saúde das pessoas.

Gráfico 1 – Origem da água das cisternas



Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à destinação da água das cisternas, os resultados encontrados na fala dos entrevistados são coerentes com Schmitt (2015), Schmitt, Tahim e Tavares (2020) e ASA (2016). São três os principais destinos para a água armazenada: o consumo humano por meio da ingestão direta; a utilização para o preparo dos alimentos - ambas correspondem a 90,5%; e o uso doméstico em geral, como banho e lavagem de roupas e de louças. O entrevistado 157 (E157) salienta que “[...] a gente usa mais pra beber e cozinhar porque com água ruim não presta né?! Aí, no período das chuvas, quando o inverno é bom, a gente toma até banho pra lavar os cabelos com água boa né?!”. Este último, segundo a maioria dos entrevistados, acontece apenas nos períodos das chuvas, pois, durante o período de estiagem, há o receio de a água acabar antes do próximo ciclo chuvoso.

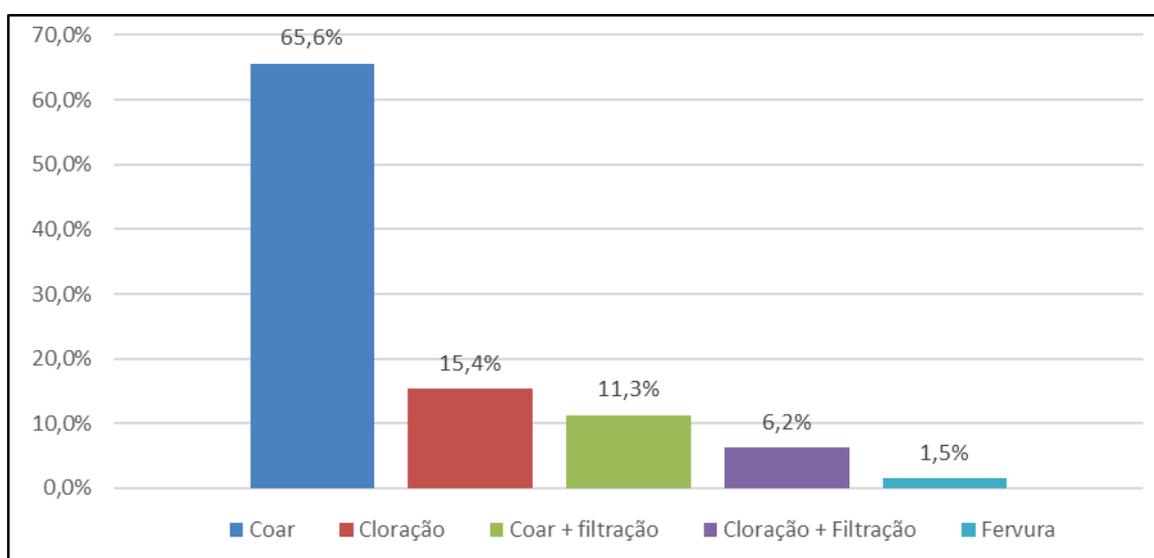
Relativamente à orientação quanto ao tratamento da água, 67% dos entrevistados afirmam ter recebido algum tipo de orientação acerca de como efetuar o tratamento da água antes do consumo por ingestão direta e/ou preparo de alimentos. Quanto ao tipo de orientação, 55,7% disseram ter recebido orientação de como conservar a cisterna e água limpas e 20,8% deles expressaram haver recebido orientação para manter a água de qualidade e seu emprego racional. Nesse sentido, a entrevistada 25 (E25) acentua que “fizeram palestras com a gente. Mostraram vídeos de como tirar a água das cisternas e sempre usar os baldes limpos pra não sujar e estragar a água da cisterna. Eles também mostraram como usar a água antes de beber e cozinhar com ela”.

Dentre os tratamentos inventariados, destacam-se: coar a água com um tecido de algodão antes de colocar no recipiente apropriado para eliminar a sujeira, em que 65% dizem fazer esse procedimento; a cloração (15,4%), procedimento que consiste em adicionar produtos químicos específicos à água (o cloro é o mais utilizado); ferver a água para matar as bactérias; filtrar a

água com filtro adequado; e, por fim, filtrar a água e adicionar a cloração (Gráfico 2). A fala do entrevistado 192 (E192) expõe uma preocupação quanto à qualidade da água das cisternas em decorrência do não tratamento adequado: “a gente coa a água e coloca no pote e na geladeira. Pra gente já tá bom demais. Antes a gente bebia água dos barreiros e açudes toda suja. Agora a gente tem água limpa e bem branquinha pra beber o ano todo”.

Dentre as tecnologias citadas por Azevedo (2014), estão a defecção com cloro e a filtração. A mais adotada pelos usuários das cisternas, no entanto, é a sedimentação – por meio de um processo rudimentar de coar a água com um pano limpo e colocar em pote e/ou geladeira. Vários estudos, no entanto, inclusive os de Azevedo (2014), Amorim e Porto (2003), e de Xavier *et al.* (2009), mostram que esse procedimento não elimina os microrganismos com os coliformes fecais, necessitando, portanto, de outros tratamentos para que a água se torne potável.

Gráfico 2 - Tipos de tratamento dado à água das cisternas



Fonte: Dados da pesquisa.

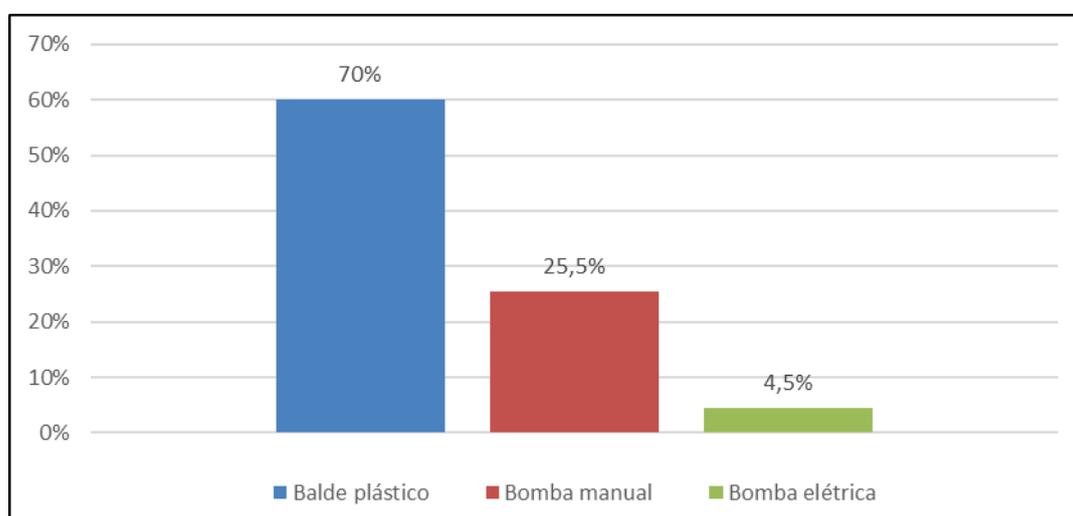
É importante destacar o fato de que mais de 68% dos entrevistados disseram fazer limpeza na cisterna anualmente. Outros 18% relataram fazer a limpeza a cada seis meses e o restante disse não ter um período predeterminado para efetuar essa operação, sendo que esta é feita sempre que for constatada a necessidade. Ainda sob o aspecto da higienização do sistema, cerca de 51,5% das pessoas assinalaram fazer uma limpeza no telhado antes do período chuvoso. Paralelamente, do total de entrevistados, 98,5% asseguram fazer o descarte da água das primeiras chuvas com o objetivo de eliminar a sujeira contida no telhado. Além disso, 92,5% das pessoas asseveraram ter instalado um dispositivo na entrada da cisterna para desviar as primeiras águas das chuvas antes delas caírem dentro da cisterna. Isso demonstra a ampla utilização do dispositivo de desvio das primeiras precipitações pluviométricas, uma tecnologia social bastante difundida entre os usuários de cisternas na região do estudo, entretanto, o mais utilizado por eles é o dispositivo não automático.

Outro questionamento levantado foi sobre a maneira como é retirada a água da cisterna. Foram mencionadas três modalidades principais, com destaque para a retirada com balde de plástico, manualmente (70%), imergindo este no interior do reservatório; segue-se o bombeamento com dispositivo manual (25,5%) e, por último, o bombeamento com motor elétrico

(4,5%), conforme é expresso no Gráfico 3. Um dos fatores que explica esse fenômeno é descrito pela entrevistada 43 (E43): “[...] a gente usa mais o balde com a corda pra puxar [retirar] a água porque é mais fácil e rápido. A gente tinha uma bomba, mas quebrou [parou de funcionar] e não achamos a peça pra ajeitar, aí a gente deixou de usar”.

Com isso, percebeu-se que, embora os usuários tenham recebido o sistema da cisterna completo, a maioria ainda prefere fazer uso de equipamentos manuais, haja vista a facilidade de manuseio e agilidade na retirada da água. Uma das barreiras de proteção sanitária está na maneira como o líquido é extraído das cisternas para preservar ou melhorar a qualidade da água armazenada. Segundo Pádua (2013), a recolha com recipiente é recorrente, sendo factível de ocorrer a contaminação por duas maneiras: pela falta de hábitos de higiene do usuário no momento do manuseio e por exposição do recipiente próximo à criação de pequenos animais domésticos. O autor ressalta, ainda, que, pelo fato de o uso de bombas por vazão ser baixa, leva tempo na retirada da água, ou pela bomba se danificar com muita frequência.

Gráfico 3 - Maneiras de retirar água das cisternas



Fonte: Dados da pesquisa.

O modo como foi manuseada e tratada a água das cisternas é refletido em sua potabilidade, uma vez que, após as análises bacteriológicas, comprovou-se que 98,4% das amostras analisadas estavam fora do padrão microbiológico exigido pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), mostrando alta concentração de *E. Coli* e Coliformes termotolerantes. Esses resultados coadunam-se com os estudos realizados por Xavier *et al.* (2009) e Silvia, Heller e Carneiro (2012), os quais constaram altos índice contaminação das águas das cisternas, o que quase sempre provoca sérios riscos à saúde dos usuários a curto, médio e longo prazo.

Quando perguntados sobre possíveis problemas nas cisternas, 34,0% dos usuários asseveraram já haverem se registrado, sendo dois os motivos: vazamento/rachadura (87,6% casos) e, em um caso, a bomba parou de funcionar. Deste total, apenas um afirmou não ter conseguido resolver o problema. As soluções encontradas foram simples, baratas e de fácil acesso na comunidade. São reparos à base de cimento e areia e/ou cica feitos por pedreiros contratados ou amigos/familiares ou ainda pelo próprio usuário, sendo que, nesses dois últimos casos, não foi preciso pagar pelo conserto, como explica o entrevistado 121 (E121): “A cisterna tava vazando aí eu chamei um primo meu que é pedreiro pra ele ajeitar. Eu comprei o cimento e a areia lavada

né e meu filho quem fez a massa no dia. Daí nem precisou eu pagar, só dei um agrado ao meu primo, porque afinal ele trabalhou e tem de ganhar o dele né?!". Isso demonstra o processo de aprendizagem e empoderamento dos usuários sobre a tecnologia, conforme ressaltam Costa e Dias (2013) e Jesus e Costa (2013).

Por fim, foi questionado se os usuários tinham conhecimento sobre a cisterna de plástico (cisterna de pvc) e se havia o interesse de obter esse tipo de equipamento. Esse questionamento visa a contrastar com os resultados da pesquisa de Schmitt (2015). Observou-se que praticamente metade (49,8%) das pessoas têm conhecimento sobre a referida cisterna e, independentemente de conhecer ou não esse tipo de tecnologia, 55,3% usuários relataram interesse em ter nas suas casas uma cisterna de plástico. Percebeu-se na fala dos usuários que o principal motivo para desejarem ter a cisterna de plástico é o fato de ser possível armazenar mais água, garantindo, assim, a segurança desse escasso recurso natural. Grande parte dos entrevistados disse conhecer esse tipo de cisterna de outros municípios do Ceará. Esse resultado guarda intensiva relação com os achados de Schmitt (2015) no tocante ao nível de satisfação dos usuários com as cisternas de plástico.

Assim, a análise permitiu verificar-se que, mesmo com algumas limitações, a cisterna de placa é uma boa maneira de armazenamento de água, fazendo com que os usuários das cisternas agora enxerguem o problema da estiagem de modo diferente. A cisterna é uma tecnologia social relevante por vários aspectos, e o principal deles é a melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais do semiárido, ficando, portanto, evidente que a adesão e a propagação dessa tecnologia na região lograram garantir a permanência e a sobrevivência da população que antes sofria com a escassez de água. Isso remete ao exposto por Costa (2013), Carvalho, Lima e Silva (2017) bem como Morais, Paiva e Sousa (2017), quando acentuam que a seca passou a ser encarada como um problema manejável pela própria população local, sem a necessidade da ação estatal para construção/manutenção de grandes e ineficientes obras de combate à seca no semiárido brasileiro.

Com amparo no exame das entrevistas, também foram constatadas a formação e a participação de associações de moradores, bem assim a articulação sociopolítica por parte dos residentes das comunidades, não apenas antes e durante a construção das cisternas, mas, e principalmente, após esse estágio, o que certifica os trabalhos de Thomas (2009); Fonseca e Serafim (2009); Jesus e Costa (2013); e Jesus e Bagattolli (2013), nos quais a tecnologia social é considerada como uma dinâmica de construção sociotécnica com o objetivo de desenvolver, melhorar e/ou adaptar tecnologias em benefício da sua coletividade.

No relato dos entrevistados, é notório o nível de satisfação com a tecnologia sob diversas dimensões: facilidade de acesso à água, proximidade da residência, garantia de água de boa qualidade, baixo custo de manutenção, não dependência dos órgãos governamentais etc. Nenhum outro motivo, no entanto, é tão robusto quanto o de poder permanecer na região, de residir no local onde nasceu e cresceu. Isso é perceptível em todos os entrevistados - esse sentimento de pertencimento à comunidade local. O entrevistado 166 (E166) define esse sentimento de forma clara ao acentuar que "A cisterna trouxe a oportunidade de continuar vivendo na sua cidade natal sem precisar ir para as grandes cidades em busca de melhores condições de vida. E basta olhar no rosto delas para ver a alegria de poder continuar a viver e trabalhar no lugar onde nasceram e se criaram".

Portanto, o objetivo da pesquisa foi alcançado, de maneira a se assinalar a ideia de que a cisterna de placa conseguiu transformar significativamente para melhor a vida de milhares de pessoas que vivem no semiárido brasileiro, configurando-se, com efeito, em um novo paradigma na região: o da convivência com a seca.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cisterna é uma tecnologia social relevante, não só por sua comodidade e eficiência, mas também como de melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais do semiárido nordestino, por meio da disponibilidade de água. Não é suficiente, entretanto, apenas, ter a disponibilidade de água, mas é necessário que ela seja de qualidade e própria para a ingestão humana. Com tal intento, são disponibilizadas tecnologias sociais para o tratamento de água doméstico, consideradas de baixo custo, como preconiza o conceito, de fácil replicabilidade e que envolve a participação da sociedade. Notou-se, entretanto, que, apesar de serem consideradas de baixo custo, o tratamento mais adotado é o procedimento de coar a água e colocar no pote, procedimento este que não elimina organismos patogênicos, sendo passível de aumentar a incidência das doenças de veiculação hídrica. Ao se analisar uma amostra de água de várias cisternas em pesquisas, restou comprovada a alta contaminação bacteriológica, estando, portanto, fora do padrão de potabilidade com valores acima dos encontrados por Carvalho, Lima e Silva (2017), comprometendo a saúde da população usuária da cisterna.

De outra parte, o dispositivo na entrada da cisterna para desviar as primeiras águas das chuvas antes delas caírem dentro da cisterna é amplamente é uma tecnologia social bastante difundida entre os usuários de cisternas na região do estudo, sendo, entretanto, mais utilizado por eles o dispositivo não automático. Outras tecnologias consideradas sociais por alguns autores, como filtração e desinfecção, são pouco utilizadas, cabendo uma investigação mais aprofundada acerca do porquê da baixa adoção destas tecnologias. É necessário, muito provavelmente, intensificar ações planejadas junto à população quanto ao desenvolvimento de trabalhos educativos e de conscientização dos usuários de cisternas, na tentativa da obtenção de melhorias nos cuidados com o armazenamento e tratamento da água a consumir.

A cisterna de placas, como uma tecnologia social, cumpre seu objetivo de envolver agentes sociais para solucionar problemas graves e, ao mesmo tempo, de fácil solução, com origem em investimentos públicos e projetos como o Programa Um Milhão de Cisternas, de modo eficiente, para a garantia de acesso à água e de segurança alimentar e nutricional, configurando um novo paradigma de política pública para a seca e convivência com a região semiárida do Brasil, conforme evidenciado por Carvalho, Lima e Silva (2017).

A considerar a cisterna de placas como exemplo, as tecnologias sociais configuram-se como soluções efetivas de transformação social por meio das dinâmicas de inclusão, de empoderamento dos próprios usuários/beneficiários, de criação de vínculos de cooperação entre os envolvidos mediante a troca de experiências, formação da identidade local, um sentimento de pertença à comunidade na busca por soluções para os problemas estruturais que afligem grande parte da população, como o acesso à água potável. Esses achados corroboram ideias de Moraes, Paiva e Sousa (2017).

O sucesso dessa tecnologia social é dividido sob três agentes principais: o primeiro é o Estado, responsável pelo aporte financeiro necessário à execução das políticas públicas; o segundo constitui a ASA, ao responder pela articulação sociopolítica local junto às comunidades da região, bem como pela execução e fiscalização das obras; e, por último, está conformada a própria comunidade beneficiada com a tecnologia, responsável pelo empoderamento e a autogestão dos sistemas instalados. A ausência e/ou ineficiência de qualquer desses agentes resultaria em uma consequência catastrófica para os objetivos propostos.

A modo de remate, impende ressaltar o fato de que o processo vivido e os resultados alcançados pelo uso dessa tecnologia não devem ser estudados em separado. A cisterna de placas é uma tecnologia social que reúne o conhecimento local enraizado em práticas, experiências e ações socialmente partilhadas por seus diversos agentes envolvidos. Seu maior objetivo não é o de progredir no conhecimento científico, mas de contribuir para a resolução dos problemas sociais e, desse modo, melhorar a qualidade de vida de seus usuários/beneficiários.

Embora este ensaio tenha logrado seu objetivo, ele não está isento de limitações. A principal delas foi a necessidade de estar acompanhado de um morador da própria comunidade onde foram realizadas as entrevistas, uma vez que as pessoas tinham receio quanto ao objetivo da pesquisa, de modo que se recusaram, inicialmente, a fornecer respostas às perguntas. Outra limitação foi o período de coleta dos dados, uma vez que, mesmo a pesquisa tendo sucedido *ex post facto*, a recolha dos indicadores ocorreu no período chuvoso da região, o que deixou as estradas com problemas sérios de acessibilidade e, em alguns casos, tal situação inviabilizou a visita dos pesquisadores às residências dos usuários das cisternas. Mais uma restrição ocorrente com a busca foi o horário de visitas às residências, porquanto, por um lado, eram inapropriadas, pelo fato de os usuários estarem fazendo suas atividades diárias e precisaram parar para responder os questionamentos; e de outra parte, se tornaram inconvenientes, pois os usuários estavam em seu horário de almoço/descanso. Por fim, não foi possível comprovar com dados oficiais se houve ou não redução do êxodo rural como descrito na fala da maioria dos entrevistados.

Mais pesquisas devem investigar outros estados e maior número de municípios beneficiados pelo Programa Um Milhão de Cisternas, com vistas à comparação dos resultados encontrados aqui, bem como apontar a situação de outras unidades federadas quanto ao tratamento da água das cisternas. Estudos futuros também serão capazes de examinar se outros pontos relativos ao sentimento de pertencimento dos usuários são replicados em outros municípios e localidades rurais, isto é, verificar se, após a implantação das cisternas, houve ou deixou de haver redução nos índices de êxodo rural nos municípios privilegiados com o Programa Um Milhão de Cisternas.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos. Simpósio sobre Captação de Água de Chuva no Semiárido Brasileiro, 4., 2003, Juazeiro. **Anais [...]**. Bahia: Embrapa Semiárido/IRPAA/IRCSA, 2003, p. 1-8.
- ARCHANJO, J. M. G.; GEHLEN, S. T. A Tecnologia Social e sua contribuição para a Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.20, p. 345-374, 2020.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). **Tecnologias sociais para convivência com o semiárido**. 5. ed. Recife: Abril, 2016. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/acervo/publicacoes?artigo_id=283&start=5>. Acesso em: 01 jun. 2020.

AZEVEDO R. C. M. **Uso de tecnologias sociais para adequação da qualidade da água armazenada em cisternas para consumo humano**. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 93. 2014.

BARBOSA, A. G. A inovação tecnológica a serviço da democratização do acesso à água – a experiência da ASA no semiárido brasileiro. In: **Rede de Tecnologia Social - RTS** (Org.). Tecnologia Social e Desenvolvimento Sustentável: Contribuições da RTS para a formulação de uma Política de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social (RTS), 2010.

BARBOSA, H. **Governo federal destina mais de 11 milhões à construção de cisternas no Ceará**. Disponível em : <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/governo-federal-destina-mais-de-r-11-milhoes-a-construcao-de-cisternas-no-ceara-1.2101908>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARRETO, J. Anchieta E.; MESQUITA, Vianney. **A Escrita Acadêmica – Acertos e Desacertos**. Fortaleza: Prog. Edit. da Casa de J. de Alencar – Universidade Federal do Ceará, 1996.

BAVA, S. C. Tecnologia social e desenvolvimento local. In: LASSANCE Jr. *et al.* (Org.). **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004, p.103-116.

CARVALHO, R. V.; SOUSA, F. E. S.; SILVA, R. P. O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC): uma alternativa de convivência com o semiárido na comunidade agreste de baixo – São Miguel/RN. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 61, 2017, p. 136–149.

CARVALHO, L. A.; SILVA D. D. Avaliação da qualidade de águas de cisternas da zona rural e urbana do Município de Cuité – PB. **Educação, Ciência e Saúde**, v.1, n.1, 2014. P.1-18.

COSTA, A. B. (Org.). **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. 284p.

COSTA, A. B.; ABREU, K. D. R. de. O Programa Água Doce: transformando uma tecnologia convencional em tecnologia social. In: COSTA, A. B. (Org.). **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. 284 p.

COSTA, A. B.; DIAS, R. B. Estado e sociedade civil na implantação de políticas de cisternas. In: COSTA, A. B. (Org.). **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. P. 33-63.

DAGNINO, R. A Tecnologia Social e seus Desafios. In: LASSANCE Jr, A. *et al.* (Org.). **Tecnologia Social** - uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. P.53-70.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F.; NOVAES, H. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: LASSANCE Jr.*et al.* (Org). **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. P. 15-64.

DIAS, R. B.; NOVAES, H. T. Contribuições da economia da inovação para a reflexão acerca da tecnologia social. In: DAGNINO, R. P. (Org). **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade**. Campinas: IG/UNICAMP, 2009. P. 17-54.

FONSECA, R. Tecnologia e democracia. In: OTTERLOO, A. *et al.* (Org.). **Tecnologias Sociais: caminhos para a sustentabilidade**. Brasília: s.n, 2009. P. 145-154.

_____. Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: Rede de Tecnologia Social - RTS (Org.). **Tecnologia Social e Desenvolvimento Sustentável: Contribuições da RTS para a formulação de uma Política de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília: Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social (RTS), 2010.

FONSECA, R.; SERAFIM, M. A Tecnologia Social e seus arranjos institucionais. In: DAGNINO, R. P. (Org). **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade**. Campinas: IG/UNICAMP, 2009, p. 139-154.

GERHARDT, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS). Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. In: LASSANCE Jr. *et al.* **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004, p. 117-134.

- JESUS, V. M. B.; BAGATTOLLI, C. Integração de tecnologias sociais: reflexões sobre práticas iniciais. *In*: COSTA, A. B. (Org.). **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013, p. 207-221.
- JESUS, V. M. B.; COSTA, B. A. B. Tecnologia social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas. *In*: COSTA, A. B. (Org.). **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. São Paulo: Instituto Pólis, 2013, p. 17-31.
- LASSANCE JR.; PEDREIRA, J. S. Tecnologias sociais e políticas públicas. *In*: LASSANCE Jr. *et al.* (Org.). **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004, p. 65-82.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.
- LIMA, J. C. A. L. **Avaliação do desempenho de dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva utilizado em cisternas no semiárido pernambucano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco. Recife - PE, 2012.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- MORAIS, H. A. R.; PAIVA, J. A.; SOUSA, W. J. Avaliação do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC): eficácia, eficiência e efetividade nos territórios do Rio Grande do Norte (2003/2015). **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 1, 2017, p 133-158. DOI: <http://dx.doi.org/10.18764/2178-2865>
- MORAIS, G. F. O. SANTOS, N. A.; VASCO, A. N.; BRITTO, F. B. Manejo, aspectos sanitários e qualidade da água de cisternas em comunidades do semiárido sergipano. **Gaia Scientia**. V. 11 n.2. 2017. P. 218-230.
- OTTERLOO, A. *et al.* **Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade**. Brasília/DF: s.n, 2009.
- PÁDUA, V. L. PALMIER, L. R., SILVA, C. V.; BORBA, G. L. A.; PAULA, G. M.; BARCELOS, H. P.; RODRIGUES, H. K.; SANTOS, L. A.; CARDOSO, M. P. **Proteção sanitária das cisternas utilizadas na preservação de águas pluviais para uso domiciliar: aspectos técnicos e educacionais**. 5º Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública. Brasília: FUNASA, 2013, p. 97-128.
- RAASCH, V. R.; SCHOLZ, R. H. Design de Negócios Canvas como tecnologia social para implantação e gestão de hortas comunitárias urbanas. **Otra Economía**, v. 13, n. 23, p. 126-144, 2020.
- SALES, M. C. M. (Coord.). **O caminho das águas nas rotas dos carros-pipas**. Fortaleza: Governo do Ceará / Instituto Agropolos do Ceará, 2013. 115 p.
- SCHMITT, J. F. A. **Adoção de inovações no combate à seca no semiárido: um estudo com os usuários de cisternas de polietileno nos municípios de Trairi-CE e Caucaia-CE**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Centro de Estudos Sociais Aplicados Administração, Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, p.110. 2015.
- SCHMITT, J. F. A.; TAHIM, E. F. e TAVARES, J. C. S. Adoção de inovações no semiárido: um estudo com usuários de cisternas de polietileno. **Revista Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 39-56, set./dez. 2020.
- SILVA, N. A., SILVA, C. S. O uso de tecnologias sociais para o fornecimento de água potável na comunidade Nossa Senhora de Fátima. **RECIMA 21**. V.3, n.2, 2022. p.1-31
- SILVA, J. P. da; BEZERRA, C. E.; RIBEIRO, A. de A. A avaliação da qualidade da água armazenada em cisternas no semiárido cearense. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 14 n.1 2020. P. 27-35.
- SILVA, A. B.; GODÓI, C. K.; BANDEIRA-DE-MELLO R. **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SILVA V. C.; HERLER, L.; CARNEIRO, M. Cisternas par armazenamento de água de chuvas e efeitos na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais. **Revista ININGÁ**, v.1, n. 4, p. 23-26. 2012.
- SOUZA, S. H. B. **Avaliação da eficácia de barreiras sanitárias em modelos piloto para captação de águas de chuva no semiárido Pernambucano**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 79. 2009.
- STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.
- THOMAS, H. E. Tecnologias para Inclusão Social e Políticas Públicas na América Latina. *In*: OTTERLOO, A. *et al.* **Tecnologias Sociais: caminhos para a sustentabilidade**. Brasília/DF: s.n, 2009, p. 25-81.
- VALADÃO, J. A. D.; ANDRADE, J. A.; CORDEIRO NETO, J. R. Abordagens sociotécnicas e os estudos em tecnologia Social. **Pretexto**, v. 15, n. 1, 2014, p. 44-61.

VARANDA, A. P. M.; BOCAYUVA, P. C. C. **Tecnologia Social, Autogestão e Economia Solidária**. Rio de Janeiro: FASE/Ippur/Lastro/UFRJ, 2009. 152 p.

VERGARA, S. C. **Relatórios de pesquisa em Administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VITAL FILHO; FERNANDES, R. Tecnologia social e desenvolvimento regional no Nordeste do Brasil. *In*: OTTERLOO, A. *et al.* **Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade**. Brasília: s.n, 2009. 278 p.

WEISS, Z. Tecnologia Social: Os Desafios de uma Abordagem Holística. *In*: OTTERLOO, A. *et al.* **Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade**. Brasília: s.n, 2009. 278 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Evaluating household water treatment options: health-based targets and microbiological performance specifications**. World Health Organization, 2011. Disponível em: < <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44693>> Acesso em: 14 set. 2019.

XAVIER, R. P. NÓBREGA, R. L. B.; MIRANDA, P. C.; GALVÃO, C. O.; CEBALLOS, B. S. O. Avaliação da eficiência de dois tipos de desvios das primeiras águas de chuva na melhoria da qualidade da água de cisternas rurais. *In*: Simpósio sobre Captação de Água de Chuva no Semiárido Brasileiro, 7, 2009, Caruaru. **Anais [...]**. Caruaru: ABCMAC, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.