



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

USO DE CISTERNAS PARA ABASTECIMIENTO HUMANO POR MEIO DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA: A EXPERIÊNCIA DO BRASIL NOS ÚLTIMOS ANOS

*Anne Rosse Silva'
Patrícia Campos Borja'

THE USE OF CISTERNS FOR HUMAN CONSUMPTION
THROUGH RAINWATER HARVESTING: THE
EXPERIENCE OF BRAZIL IN RECENT YEARS

Recibido el 3 de agosto de 2016; Aceptado el 6 de noviembre de 2017

Abstract

The use of cisterns for capture and store rainwater with a view to human consumption has been widely adopted in the Brazilian's Semiarid region in recent years. However, for this workaround reach it goals is essential to ensure the water with the appropriate quality and quantity, besides the continued access to this well. With the start of the program One Million Cisterns this technology entered more consistently on the stage of discussions and Brazilian's scientific productions. In this context, this study aims to understand how scientific publications have addressed this subject, and identify the most analyzed aspects and possible knowledge gaps. The methodology involved a review of the literature published between the years 2003 and 2015, followed by it's contents critical analysis. The results showed the need for progress in the polls, since some topics were not exploited enough, while others need to be consolidated and the existence of not addressed points. It is noticeable that make an assessment of the existing production compared to an object of study can lead to a better understanding of it and assist the development for further research.

Key Words: cisterns, P1MC, rainwater harvesting.

¹ Departamento de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

* Autor Corresponsal: UFBA/EP/DEA, Rua Aristides Novis, 2 – Federação – Salvador – Bahia; CEP: 40.210-630 – Brasil;
Email: annerosse_ambiental@yahoo.com.br

Resumo

O uso de cisternas para a captação e armazenamento de água da chuva com vistas ao abastecimento humano tem sido amplamente adotado no Semiárido Brasileiro nos últimos anos. No entanto, para que essa solução alternativa alcance seu objetivo é indispensável garantir a água com qualidade e quantidade adequadas, além da continuidade do acesso a esse bem. Com o início do Programa Um Milhão de Cisternas essa tecnologia adentrou de forma mais consistente no cenário das discussões e das produções científicas brasileiras. Nesse contexto, este estudo objetiva compreender como as publicações científicas têm abordado essa temática, além de identificar os aspectos mais analisados e as possíveis lacunas de conhecimento. A metodologia adotada envolveu uma revisão da literatura publicada entre os anos de 2003 e 2015, seguida da análise crítica dos conteúdos. Os resultados apontaram a necessidade de se avançar nas pesquisas, vez que, alguns temas não foram explorados o suficiente, enquanto outros precisam ser consolidados, além da existência de pontos não abordados. Destaca-se que, efetuar um balanço da produção existente em relação a um objeto de estudo pode conduzir a uma melhor compreensão do mesmo e auxiliar o desenvolvimento de novas pesquisas.

Palavras chave: cisternas, P1MC, captação de água da chuva.

Introdução

O acesso à água potável é uma necessidade básica à sobrevivência humana e contribui para o desenvolvimento socioeconômico e cultural, tendo sido reconhecido como um direito humano durante a Assembleia Geral da ONU, ocorrida em 2010. Apesar de sua relevância, a universalização do acesso à água, em qualidade e quantidade adequadas, um dos princípios fundamentais da Lei Nacional de Saneamento Básico, ainda encontra desafios para ser alcançada. Cerca de 64 milhões de brasileiros, em 2010, possuíam atendimento precário em relação ao abastecimento de água enquanto mais de 12 milhões não eram atendidos (Brasil, 2013).

As desigualdades regionais e socioeconômicas ainda são consideráveis. No geral, quando se trata de áreas rurais, o número de habitantes que possui acesso à água potável dentro de suas casas é consideravelmente menor. Em determinadas regiões, essa carência é mais pronunciada, a exemplo do Semiárido Brasileiro, no qual a população convive com a existência de um deficit hídrico característico da região que dificulta o acesso à água, inclusive para abastecimento humano.

O Semiárido Brasileiro abrange um total de 1135 municípios, distribuídos nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, e corresponde a uma área de aproximadamente 980133.0km² (INSA, 2012). A região abriga um contingente populacional de cerca de 23.5 milhões de pessoas, o que a classifica como o semiárido mais populoso do planeta (INSA, 2014).

Essa região, durante anos, tem experimentado longos períodos de estiagem, que resultaram em grandes secas como as ocorridas em 1777-78, 1876, 1983 e 1998, que geraram ondas de refugiados ambientais do clima (Marengo, 2008). No entanto, a escassez hídrica observada não

provém especificamente da ausência de chuvas, cuja precipitação média anual varia de 200mm a 800mm, mas do somatório de diferentes fatores como altas temperaturas, elevada taxa de evaporação, predominância de solos rasos e rochas cristalinas que dificultam a formação de aquíferos, alta salinidade da água e a distribuição irregular das chuvas.

Dentro desse cenário, captar e armazenar a água da chuva é uma estratégia de aproveitamento do potencial hídrico da região que contribui para o suprimento humano de água nos períodos de estiagem. A cisterna é uma tecnologia que tem sido frequentemente adotada com esta finalidade, no Semiárido Brasileiro.

A cisterna é uma solução individual de abastecimento de água que, geralmente, apresenta baixo custo de implantação e manutenção, sendo de fácil construção e manuseio. Destina-se a reservar a água da chuva que é coletada na superfície do telhado por meio de calhas e conduzida ao seu interior por tubulações, onde fica armazenada até o consumo. Existem diversos tipos de cisternas que variam em termos de volume, tipo de material construtivo e dispositivos técnicos que a compõe. Entre os diferentes modelos utilizados em comunidades rurais do Nordeste destacam-se as cisternas de placas de concreto, cisternas de tela-cimento, cisternas de tijolos, cisternas de ferro cimento, cisternas de cal, cisternas de plástico (Gnadlinger, 1999). Sendo a cisterna de placas de concreto uma das mais difundidas no Brasil.

A criação da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), em 1999, foi determinante para a disseminação dessa tecnologia, uma vez que várias foram as parcerias entre ela e entidades como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional das Águas (ANA) e o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) para a construção de cisternas. A ASA é uma rede formada por mais de três mil organizações da sociedade civil que atua na gestão e desenvolvimento de políticas públicas voltadas à convivência com o semiárido.

Entre as ações da ASA, o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) é a que mais se destaca dada a sua dimensão. O Programa foi concebido em 2001 e, a partir de 2003, passou a integrar uma das ações do Governo Federal executada por meio do MDS. O P1MC tem como meta a construção de 1 milhão de cisternas que beneficiará em torno de 5 milhões de pessoas no Semiárido Brasileiro, sendo que até março de 2016 foram construídas 580558 cisternas (ASA, 2016). As cisternas implantadas pelo P1MC são construídas com placas de concreto pré-moldadas, em formato cilíndrico, semienterradas e cobertas, com capacidade para armazenar até 16 mil litros de água. São construídas por pedreiros da própria região, capacitados pelo Programa, e auxiliados pelos moradores (ASA, 2015).

Apesar desses avanços, investigar o uso de cisternas é fundamental para a compreensão e aperfeiçoamento dessa prática. Diferentes pesquisas têm demonstrado que há uma dificuldade

em se alcançar e manter a qualidade da água nas cisternas, de forma que o padrão microbiológico de potabilidade quase sempre não é atendido.

No Semiárido Brasileiro, a água da chuva apresenta boa qualidade e requer apenas cuidados no seu manejo. No entanto, estudos evidenciaram que a ausência do desvio dos primeiros milímetros de chuva, o manuseio inadequado dos sistemas e a manipulação doméstica da água têm resultado na sua contaminação.

A presença de rachaduras nos reservatórios, tampas e bombas quebradas, chamam a atenção para a ausência do Poder Público na pós-implantação. As cisternas são entregues às famílias e não há um acompanhamento dos sistemas para monitoramento e reparos.

Diante do exposto, considerando a crescente utilização das cisternas no Semiárido Brasileiro e a implementação do Programa P1MC, que há mais de uma década está em curso e construiu pouco mais que a metade dos sistemas que pretende implantar, destaca-se a relevância do desenvolvimento de pesquisas que demonstrem os avanços e melhorias decorrentes do uso das cisternas e as fragilidades identificadas. Sobretudo, a elaboração de um balanço dessas produções que possa sinalizar novos caminhos a serem explorados.

Nesse contexto, este artigo apresenta um estudo realizado com o objetivo de compreender como as publicações científicas têm abordado o uso de cisternas para abastecimento humano por meio da captação de água da chuva, além de identificar quais os aspectos mais discutidos e as lacunas de conhecimento relacionado a essa temática. A metodologia adotada envolveu uma revisão da literatura relacionada ao tema, publicada entre os anos de 2003 e 2015, seguida da análise crítica dos seus conteúdos.

Metodologia

A pesquisa apresenta uma abordagem quali-quantitativa, sendo do tipo descritiva e exploratória, que objetiva através de uma revisão bibliográfica analisar as publicações científicas relacionadas às cisternas construídas pelo P1MC para o abastecimento humano de água em comunidades rurais do Semiárido Brasileiro.

O estudo considerou um total de 130 publicações, entre elas artigos, teses, documentos técnicos, TCC e capítulos de livros, publicados entre os anos de 2003 e 2015 em periódicos CAPES, Scielo, sites de pesquisa acadêmica, repositórios de acesso aberto e anais de eventos científicos. Para o levantamento dessa literatura foram utilizadas palavras-chave como cisternas, captação de água da chuva, P1MC e suas respectivas traduções na busca da publicação internacional, além da consulta às referências dos artigos encontrados e aos anais de eventos.

A análise foi efetuada em duas etapas: a primeira consistiu na caracterização e descrição da produção científica selecionada, delimitando ano, área e temática central dos textos. Para tanto, foi efetuado o seu fichamento e o processamento dos dados observados. Buscou-se identificar os aspectos mais discutidos, aqueles pouco debatidos e possíveis lacunas do saber.

A segunda etapa envolveu uma pesquisa qualitativa que pretendeu elucidar quais as dificuldades e desafios encontrados para o uso de cisternas com a finalidade de abastecimento humano de água no Semiárido Brasileiro. Assim, foi efetuada uma leitura minuciosa e seletiva das publicações, considerando o recorte de 2013 a 2015, dada a densidade de produções científicas observadas nesse período, um total de 55 textos.

Resultados

A análise quantitativa dos textos demonstrou que ao longo do período analisado houve um acréscimo progressivo no número de publicações, havendo uma maior concentração entre os anos de 2013 e 2015, cerca de 42.3% do total das pesquisas analisadas. A Tabela 1 apresenta uma caracterização da produção científica quanto aos tipos de estudos realizados e a quantificação dos mesmos em um dado intervalo de tempo.

Tabela 1: Caracterização da produção científica analisada

Publicações	2003 a 2004	2005 a 2008	2009 a 2012	2013 a 2015	Total
Artigos	4	9	29	42	84
Teses - Mestrado	0	3	8	1	12
Teses - Doutorado	0	1	5	0	6
Capítulo em Livro	0	4	1	5	10
Documentos (relatórios, cartilhas, manual, etc.)	2	2	5	2	11
TCC	0	0	2	5	7
Total	6	19	50	55	130

Acentua-se que, o interesse crescente sobre a discussão referente à adoção das cisternas como solução para o abastecimento humano por meio de água da chuva está vinculado ao fato dessa tecnologia, nos últimos anos, ter sido amplamente empregada no Semiárido Brasileiro, principalmente, a partir da implantação do Programa P1MC.

Tal fato justifica e torna indispensável o debate concernente a esse tema, no sentido de investigar quais as potencialidades e as limitações dessa prática, de forma a subsidiar o seu aprimoramento. Com esse intuito, alguns autores têm discutido sobre aspectos como a segurança sanitária dos

sistemas, manipulação doméstica da água, manejo dos sistemas de captação, qualidade da água, volume das cisternas, entre outros. A Figura 1 ilustra o percentual de trabalhos dos principais temas de pesquisa identificados.

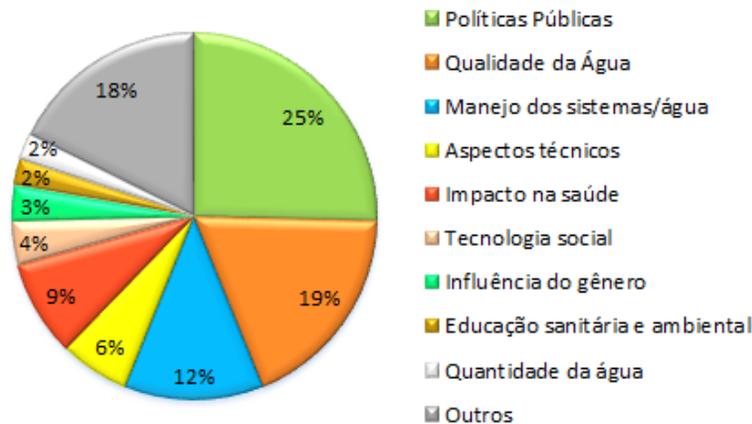


Figura 1. Percentual de publicações por linha de pesquisa.

Observa-se que a maior parte dos estudos realizados, cerca de 25% deles, concentram-se no campo das políticas públicas, abordando aspectos como a natureza da participação social no P1MC (Santos *et al.*, 2013), distribuição de responsabilidades entre iniciativas individuais e coletivas (Gomes *et al.*, 2012), processo por meio do qual propostas de organizações da sociedade civil são convertidas em políticas públicas (Assis, 2012), discussão sobre as novas práticas clientelistas que se estabelecem no Semiárido Brasileiro após a implantação das cisternas do P1MC (Eiró e Lindoso, 2015) entre outras.

Contudo, desse percentual somente dois capítulos em livro técnico traçaram de fato uma avaliação do P1MC, as demais produções constituíram uma análise e discussão sobre políticas públicas. Conforme aponta Minayo (2005), um dos objetivos de uma avaliação de programas é apresentar respostas aos beneficiários, à sociedade e ao governo sobre o emprego dos recursos públicos, sendo capaz de melhorar a efetividade das ações.

Outra parte considerável dos trabalhos (19%) trata da qualidade da água. Essa tendência está relacionada ao fato da captação de água da chuva ser destinada ao abastecimento humano e, portanto, requisitar o atendimento aos padrões de potabilidade dispostos na Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.

O manejo adequado do sistema de captação e os cuidados com o manuseio doméstico da água também têm recebido bastante atenção (12%), uma vez que possuem relação direta com a

qualidade da água. Adotando-se os devidos cuidados é possível evitar a contaminação da água e contribuir para a redução da incidência de doenças a ela relacionadas.

Outra parcela dos textos (6%) discute alguns aspectos técnicos como dimensionamento dos reservatórios, técnicas de construção e materiais utilizados, condições físicas da estrutura e instalações hidráulicas, volume das cisternas e o desenvolvimento de dispositivos técnicos como, por exemplo, bomba de acionamento manual e desvio automático dos primeiros milímetros de chuva. Contudo, pouco se tem tratado sobre a qualidade da obra ou o projeto da cisterna adotado pelo P1MC. O projeto adotado é o mais apropriado do ponto de vista técnico, socioeconômico, ambiental e cultural?

Referente ao impacto na saúde foram identificadas 11 publicações, 3 delas internacionais, se tratando em sua maioria de estudos epidemiológicos com recortes diferenciados como prevalência de diarreia entre usuários e não usuários de cisternas (Marcynuk *et al.*, 2009), ocorrência de episódios diarreicos em moradores com ou sem cisternas (Luna *et al.*, 2011), incidência de diarreia em moradores com cisternas (Luna, 2011; Fonseca, 2012) ocorrência de diarreia e de parasitoses de transmissão feco-oral em crianças menores de 60 meses (Silva, 2012) ou ainda redução da ocorrência de *Giardia Duodenalis* em decorrência do acesso à cisternas ofertadas pelo P1MC (Fonseca *et al.*, 2014).

A percepção dos usuários das cisternas, apesar de sua relevância, ainda é pouco debatida, apenas quatro dos trabalhos pesquisados refletiram mais detalhadamente sobre essa temática, sendo uma dissertação de mestrado e os demais artigos técnico-científicos. Da mesma forma, a educação sanitária e ambiental quase não tem aparecido de modo específico no rol das discussões, apesar da maioria das produções científicas perpassar pelo tema.

Observou-se que o artigo de Silva *et al.* (2006) ressaltou a importância da educação ambiental para o uso sustentável da água de cisternas e que o trabalho de Miranda e Ceballos (2010) investigou a apropriação dos conceitos de educação ambiental pelos moradores da comunidade de Poços das Pedras, Paraíba. Identificou-se ainda, uma dissertação de mestrado, também de Miranda (2011), que avaliou as práticas de educação ambiental no uso higiênico da água de cisternas.

Uma lacuna que pôde ser percebida em relação à temática do presente artigo diz respeito ao papel do Poder Público dentro do contexto do Programa P1MC, especificamente, no que se refere ao suporte institucional. Temas como a responsabilidade sobre a manutenção dos sistemas, a regulamentação do uso da água da chuva por meio de cisternas com finalidade de consumo humano, bem como a atribuição da vigilância da qualidade da água e o seu monitoramento quase não têm sido abordados.

Em menor proporção, mas contribuindo de maneira relevante para as discussões, alguns autores (Pontes, 2013; Jesus, 2014; Moraes e Rocha, 2013; Branco *et al.*, 2003) analisaram a influência do gênero na gestão da água, destacando a importância do papel feminino no uso e gerência dos recursos hídricos. Também foi estudada a quantidade de água armazenada nas cisternas e o atendimento à demanda de consumo per capita. O volume único de 16 mil litros adotado pelo P1MC permite o atendimento pleno da demanda no período de estiagem? Esse debate aparece, por exemplo, na pesquisa de Conhim (2013).

Outro percentual dos textos, em torno de 18%, apresenta abordagens diferenciadas como avaliação da qualidade de vida das famílias beneficiadas, cisternas enquanto tecnologia apropriada e sua influência no Semiárido Brasileiro, discussão sobre a influência da cisterna no contexto da paisagem da superfície sertaneja, determinação do índice de sustentabilidade do uso da água de cisternas, etc.

No contexto internacional, a experiência do Brasil referente ao uso de cisternas para abastecimento humano de água ainda tem pouca visibilidade. Assim, em periódicos internacionais, das produções reunidas, identificou-se apenas nove que tratam especificamente do P1MC. Os textos abordam sobre o impacto na saúde, a adoção de barreiras sanitárias, a análise de políticas públicas e a participação das mulheres na gestão da água. No geral, são produções de autores brasileiros divulgadas no exterior. Entre elas, destacam-se dois textos elaborados por pesquisadores da University of Guelph, Canadá, em parceria com autores filiados ao Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e da ASA (Marcynuk *et al.*, 2009; 2013) e um estudo da Ryerson University, Canadá (Moraes e Rocha, 2013).

Não obstante, é importante frisar que essa tecnologia é amplamente utilizada em países como a China, que já construiu mais de cinco milhões de cisternas; e Austrália, onde em torno de 80% da população rural é abastecida por meio dessa tecnologia, que é cada vez mais adotada por países como o Japão e a Alemanha (Andrade Neto, 2013). Portanto, horizontalizar a experiência do Brasil por meio da discussão e divulgação de suas pesquisas contribui para a transmissão de saberes.

Do total de artigos identificados, aproximadamente 55% são provenientes de anais de eventos, sendo estes um dos meios que mais tem abordado a temática, havendo inclusive eventos específicos, como o Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva, que ocorre a cada dois anos, desde 1997. Os 45% restantes são oriundos de periódicos, dos quais cerca de 47% variam entre os extratos de B1 a B5 e C na classificação Qualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para a área da Engenharia I, com exceção do Journal of Cleaner Production classificado como A1. Os demais artigos não possuem classificação.

No tocante à produção científica brasileira sobre o tema, verificou-se que sobressaem publicações cujos autores estão vinculados às instituições de ensino, especialmente às universidades federais e estaduais, dos estados da Paraíba, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais, respectivamente, certamente em função da temática envolver questões muito próprias à realidade destes estados.

As áreas de conhecimento que têm contribuído com essa discussão são diversificadas, dado o caráter transdisciplinar atribuído a compreensão do objeto de estudo. Apesar da produção científica se concentrar no campo do saneamento, da gestão das águas, da saúde e das ciências sociais, pesquisadores de áreas como agronomia, geografia, biologia, ecologia e até engenharia mecânica têm dado sua contribuição técnico-científica para refletir sobre esse tema tão relevante para o Semiárido Brasileiro.

Essas discussões são essenciais e permitem avançar na compreensão dos fatores que intervêm na utilização de cisternas para o abastecimento humano por meio da água da chuva, como também sobre os impactos sociais e na saúde do uso dessa tecnologia. Considera-se que o acesso adequado à água para consumo humano inclui requisitos de qualidade, quantidade, acessibilidade e continuidade que devem ser investigados e que influenciam no uso e funcionamento da tecnologia e no seu impacto na vida das famílias beneficiadas.

Desafios do uso de cisternas para abastecimento humano de água

O uso de cisternas para captação de água da chuva é uma prática milenar. Especificamente no Brasil, esse uso foi disseminado no estado da Bahia, após aperfeiçoamento da técnica de construção de cisternas de placas, efetuado pelo pedreiro popularmente conhecido como Nel, que resultou na implantação maciça desta tecnologia em 1988 (ASA, 2002). A partir de então, vários foram os estudos desenvolvidos a fim de aperfeiçoar os sistemas de captação de água da chuva por meio de cisternas, no contexto do Semiárido Brasileiro. Através dessas análises, os autores puderam reconhecer as principais dificuldades e os desafios postos a essa forma de abastecimento de água.

A qualidade da água armazenada nas cisternas é sem dúvida um dos maiores desafios identificados pelos pesquisadores. A maioria dos estudos constatou que os parâmetros químicos e físicos geralmente atendem aos padrões de potabilidade da água, mas o padrão microbiológico quase sempre não é atendido. Essa constatação presente nas análises de Andrade Neto (2013); Luna *et al.* (2014); Silva (2013); Correia (2010), também é retratada na pesquisa de Silva *et al.* (2014), que analisaram a qualidade microbiológica da água de chuva armazenada em cisternas do município de Inhambupe – BA, e observaram que 78.1% das amostras analisadas apresentaram coliformes termotolerantes e em todas havia a presença de bactérias heterotróficas.

A dificuldade na garantia da qualidade e segurança sanitária da água a ser consumida pela população decorre de vários fatores que podem intervir no comprometimento da potabilidade da água. Entre estes, pode-se citar a ausência do desvio da primeira água de chuva, a forma inadequada de retirada de água do interior da cisterna (uso de balde), a existência de árvores próximas à superfície de coleta e a falta de limpeza periódica da cisterna e seus componentes (Silva *et al.*, 2014).

Além disso, patologias estruturais e irregularidades nas instalações como entradas e saídas desprotegidas, tampas inadequadas, bombas quebradas, presença de rachaduras, identificadas por outros autores, sinalizam os prejuízos ao funcionamento dos sistemas e alertaram para a necessidade de definir o responsável pela manutenção desses sistemas.

O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) é o responsável pela promoção da estruturação da vigilância da qualidade da água nas três esferas de gestão do SUS. Sendo uma de suas atribuições a identificação, cadastro e inspeção das formas de abastecimento de água existentes no município, inclusive as soluções alternativas coletivas ou individuais, entre as quais se enquadram as cisternas. No entanto, as secretarias estaduais e municipais de saúde não têm exercido essa função, quando se trata dessas formas de abastecimento.

Contudo, uma iniciativa de vigilância e controle de qualidade da água foi constatada no município de Quixabá, na Paraíba. Segundo Luna *et al.* (2014), a Secretaria Municipal de Saúde incorporou o monitoramento sistemático da qualidade da água das cisternas às suas ações de vigilância sanitária por meio do Vigiagua. Essa intervenção ocorreu após um aumento significativo nos casos de diarreia, associados aos seguintes fatores de risco: ausência de cuidados higiênicos com a água armazenada na cisterna e com o sistema de captação; ausência de desvio das primeiras águas de chuva e cisternas com águas misturadas de chuva, carro pipa e açudes.

Ressalta-se que a segurança sanitária do abastecimento humano de água por meio de cisternas esta fortemente relacionada à manutenção dos sistemas e ao manejo adequado da água, que por sua vez, depende da conscientização e educação sanitária e ambiental dos usuários. De acordo com a ASA (2002), ao receber a cisterna, a família passa por um processo de capacitação para o manejo adequado do sistema e da água reservada em seu interior, cuja duração corresponde a 16 horas. Entretanto, se tratando de um processo de conscientização e de mudança de hábitos é questionável o processo de capacitação adotado pelo Programa, já que ações dessa natureza devem ser continuadas e com conteúdos voltados a cada realidade local, devendo estes emergirem de uma construção coletiva.

A existência de barreiras sanitárias, bem como a importância de utilizá-las, deve ser esclarecida para os beneficiários afim de que os mesmos possam utilizá-las em seu dia a dia. Andrade Neto

(2013) afirma que a segurança sanitária de sistemas de captação de água de chuva por meio de cisternas depende da educação sanitária dos usuários e do manejo seguro, mas, também, de um projeto adequado, inspeção regular e manutenção do sistema. Para o autor a operação e manutenção adequadas do sistema consistem em dar as descargas no tanque de desvio da água inicial da chuva, inspecionar periodicamente o estado de conservação e limpeza da área de captação, das calhas, das tubulações e do tanque, e manter a cisterna sempre tampada.

De acordo com Cohim (2013), o volume das cisternas é outro ponto que precisa ser aprimorado pelo P1MC, no intuito de promover um dimensionamento otimizado dos reservatórios, e conseqüentemente, um melhor uso dos recursos financeiros disponibilizados para o programa. O autor simulou a operação de 947 cisternas, com um balanço diário para um período de 10 anos, considerando 5 moradores e área de telhado média de 51.9m², e constatou que o critério de dimensionamento adotado pelo Programa não consegue atingir o objetivo de atendimento pleno, para um período de 280 dias. Para Cohim (2013), o dimensionamento das cisternas poderia ser reestudado e definido uma padronização de volumes por faixas de demanda.

Moraes e Rocha (2013), analisaram a participação da mulher na gestão das águas e constataram que algumas delas assumiram papéis relevantes, como construtoras de cisternas e membros de comissões locais de água, além da tradicional e fundamental gerência hídrica dentro do ambiente doméstico. Na pesquisa, as autoras exploram os desafios e facilidades de expansão da participação feminina para além de meras beneficiárias.

A análise da percepção das famílias beneficiadas a respeito dos sistemas e dos cuidados com a água merece uma atenção maior por parte do Programa, posto que, pode subsidiar a adoção de medidas estruturantes que auxiliem no alcance do objetivo declarado do P1MC que é beneficiar em torno de cinco milhões de pessoas no Semiárido Brasileiro com água potável para beber e cozinhar. Conforme apontam Gomes *et al.* (2014), os estudos sobre a percepção poderão tornar os programas mais efetivos, uma vez que irão incorporar os anseios da população que será responsável pela operação e manutenção futura dos sistemas.

Essas constatações corroboram com a pesquisa de Andrade Neto (2013), que sinaliza que os principais desafios que se apresentam para continuidade e aperfeiçoamento das ações do P1MC, diz respeito ao domínio das questões tecnológicas, da transmissão de conhecimento para uso adequado (manejo) dessa tecnologia, da proteção sanitária e da qualidade da água, além da consolidação dessas ações em arranjo institucional mais bem definido.

Até o presente momento, o P1MC construiu pouco mais que a metade da quantidade de cisternas que se predispôs a executar. No entanto, muitos já foram os desafios identificados e melhorias propostas para os sistemas com base na análise daqueles que já estão em funcionamento. Cabe

aos gestores absorverem os conhecimentos produzidos com a operacionalização das captações de água da chuva e transformá-los em soluções práticas e estratégias de gestão.

Conclusões

A utilização de cisternas para o abastecimento humano por meio de água da chuva é uma prática cada vez mais crescente no Brasil. Com o início do Programa Um Milhão de Cisternas essa tecnologia adentrou de forma mais consistente no cenário das discussões e das produções científicas brasileiras.

O Programa ao longo de sua atuação recebeu diversas premiações como Prêmio Josué de Castro de Boas Práticas em Gestão de Projetos de Segurança Alimentar e Nutricional em 2008; Prêmio ANA na categoria “Uso Racional de Recursos Hídricos” em 2006; Prêmio Objetivos do Milênio – ODM Brasil, na categoria organizações em 2005; Prêmio FUNASA no quesito qualidade da água em 2004 e Prêmio Super Ecologia como melhor projeto ambiental do Brasil em 2002, que enfatizaram sua importância para a promoção do acesso à água e desenvolvimento socioeconômico do Semiárido Brasileiro, sendo indispensável portanto, investigar sua concepção e como esta ação governamental vem se estabelecendo, além de sinalizar os pontos assertivos e as carências do Programa.

Como pode ser observado, ainda há muito a se avançar nas pesquisas. Alguns temas não foram explorados o suficiente como a percepção dos usuários em relação às cisternas e água que será consumida e o atendimento das necessidades básicas de consumo e higiene dos alimentos por meio do volume per capita de água disponibilizado pelas cisternas, ou ainda, o reflexo das práticas de educação sanitária e ambiental na utilização dos sistemas de captação e na manipulação doméstica da água.

No que se refere ao desenvolvimento de novos estudos, a pesquisa efetuada sinalizou a importância da análise do papel institucional do Poder Público na manutenção e monitoramento da qualidade da água e de aspectos do projeto das cisternas como otimização do dimensionamento dos reservatórios e do funcionamento das bombas. Outro ponto que merece atenção é o aperfeiçoamento de dispositivos que auxiliem na proteção sanitária da qualidade da água armazenada na cisterna como filtros, bombas e o desvio automático dos primeiros milímetros de chuva.

Assim, é indispensável o aprimoramento dos estudos produzidos e sua divulgação em veículos de publicação conceituados, especialmente no que diz respeito ao contexto internacional, no qual há poucas publicações. Nessa conjuntura, efetuar um balanço periódico da produção existente em relação a um dado objeto de estudo pode conduzir a uma melhor compreensão do mesmo e

auxiliar o desenvolvimento de novas pesquisas que sejam capazes de permitir um avanço na produção de conhecimento.

No tocante à promoção do acesso à água e ao estímulo a convivência com o ecossistema local, ressalta-se que a iniciativa do P1MC tem sido sem dúvida determinante e contribui para a melhoria da qualidade de vida das famílias da região semiárida do Brasil.

Referências

- Andrade Neto, C.N. (2013) Aproveitamento imediato de água da chuva, *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 1(1), 73-86. Acesso em 15 jun. 2015, disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/viewArticle/7106>
- ASA, Articulação no Semiárido Brasileiro (2016) *P1MC*. Acesso em 15 mar. 2016, disponível em: <http://www.asabrasil.org.br>
- ASA, Articulação no Semiárido Brasileiro (2015) *Cisternas*. Acesso em 17 mai. 2015, disponível em: <http://www.asabrasil.org.br>
- ASA, Articulação no Semiárido Brasileiro (2002) *Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: um milhão de cisternas rurais – P1MC*, ASA, Recife, 93 pp.
- Assis, T.R.P. (2012) Sociedade civil e a construção de políticas públicas na região: o caso do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), *Revista de Políticas Públicas*, 16(1), 179-189.
- Branco, A.M., Suassuna, J., Picchioni, S.A. (2003) A importância de gênero no contexto da captação da água de chuva: uma breve reflexão, *IV Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*, Juazeiro, Bahia, Brasil.
- Brasil, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2013) *Plano Nacional de Saneamento Básico*, SNSA, Brasília - DF, 173 pp. Acesso em 10 set. 2015, disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab_06-12-2013.pdf
- Brasil. Ministério da Saúde (2011) *Portaria nº 2.914 - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*, Publicação Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF, 14 de dezembro de 2011. Acesso em 13 mar. 2015, disponível em: http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/Portaria_MS_2914-11.pdf
- Cohim, E. (2013) O volume único das cisternas rurais é adequado?, *XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Correia, R.P. (2010) *Análise da qualidade da água dos sistemas de captação de águas pluviais da zona rural da cidade de Iará, Bahia*, Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 68 pp.
- Eiró, F., Lindoso, D. (2015) Reinvenção de práticas clientelistas no programa um milhão de cisternas – P1MC. *Ciência e Sustentabilidade – CeS*, 1(1), 62-76.
- Fonseca, J.E., Carneiro, M., Pena, J.L., Colosimo, E.A., Silva, N.B., Costa, A.G.F.C., Moreira, L.E., Cairncross, S., Heller, L. (2014) Reducing Occurrence of *Giardia duodenalis* in Children Living in Semi-arid Regions: Impact of a Large Scale Rainwater Harvesting Initiative. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 8(6), 1-10. doi:10.1371/journal.pntd.0002943
- Fonseca, J.E. (2012). *Implantação de cisternas para armazenamento de água de chuva e Seus impactos na saúde infantil: Um estudo de coorte em Berilo e Chapada do Norte, Minas Gerais*. Tese de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 259 pp.

- Gnadlinger, J. (1999) Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas, Construídas em Comunidades Rurais do Semiárido Brasileiro, *IX Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva*, Campina Grande, Paraíba, Brasil.
- Gomes, U.A.F., Heller, L., Pena, J.L. (2012) A National Program for Large Scale Rainwater Harvesting: An Individual or Public Responsibility?, *Water Resources Management*, **26**, 2703-2714. doi 10.1007/s11269-012-0041-1
- Gomes, U.A.F., Domènech, L., Pena, J.L., Heller, L., Palmier, L.R. (2014) A captação de água de chuva no Brasil: novos aportes a partir de um olhar internacional, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, **19**(1), 7-16.
- INSA, Instituto Nacional do Semiárido (2014) *População do Semiárido Estimada para 2014*. Acesso em 22 set. 2015, disponível em: <http://www.INSA.gov.br/sigsab/acervoDigital>
- INSA, Instituto Nacional do Semiárido (2012) *Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro*, INSA, Campina Grande, 103 pp.
- Jesus, S.G. (2014) O Impacto das Cisternas na vida das Mulheres Rurais: Caminhos para a construção do desenvolvimento rural sustentável. Acesso em 13. Mar. 2016, disponível em: <http://www.moc.org.br/noticias/artigos>
- Luna, C.F., Brito, A.M., Costa, A.M., Lapa, T.M., Flint, J.A., Marcynuk, P. (2011) Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarreicos na população rural do agreste central de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira Saúde Maternal Infantil*, **11**(3), 283-292.
- Luna, C.F. (2011) *Avaliação do impacto do programa um Milhão de cisternas rurais (p1mc) na Saúde: ocorrência de diarreia no Agreste central de Pernambuco*, Tese de Doutorado, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 208 pp.
- Luna, T.L., Silva, A.F., Ceballos, B.S.O. (2014) A participação de AVAS e ACS na vigilância da qualidade da água armazenada em cisternas no município de Quixabá, Médio Sertão Paraibano, *XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.
- Marcynuk, P., Flint, J., Sargeant, J., Jones, A., Costa, A.M., Brito, A.M., Thomas, M.K., Muchaal, P.K., Szilassy, E., Lapa, T.M., Luna, C., Almeida, Y., Raupp, L., Chang, K., Perez, E. (2009) Preliminary summary: prevalence of diarrhoea among cistern and non cistern users in Northeast Brazil and further risk factors and prevention strategies, *VII Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*, Caruaru, Pernambuco, Brasil.
- Marcynuk, P.B., Flint, J.A., Sargeant, J.M., Bitton, A.J., Brito, A.M., Luna, C.F., Szilassy, E., Thomas, M.K., Lapa, T.M., Perez, E., Costa, A.M. (2013) Comparison of the burden of diarrhoeal illness among individuals with and without household cisterns in northeast Brazil, *BMC Infectious Diseases*, **13**(65), 1-10.
- Marengo, J.A. (2008) Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. In Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). *Parcerias Estratégicas*, CGEE, Brasília, 149-176 pp.
- Minayo, M.C.S. (2005) Introdução à Avaliação por Triangulação de Métodos. In Minayo, M.C.S., Assis, S.G., Souza, E.R. *Avaliação por triangulação de métodos: abordagens de programas sociais*, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1-27.
- Miranda, P.C., Ceballos, B.S.O. (2010) Água, cisternas e educação ambiental: diálogos e tensões em comunidades rurais, *Conferência internacional da rede Waterlat*, São Paulo, Brasil.
- Miranda, P.C. (2011) *Cisternas no cariri paraibano: avaliação das práticas de educação ambiental no uso higiênico da água*, Tese de Mestrado, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 96 pp.
- Moraes, A.F.J., Rocha, C. (2013) Gendered waters: the participation of women in the 'One Million Cisterns' rainwater harvesting program in the Brazilian Semi-arid region, *Journal of Cleaner Production*, **60**, 163-169.
- Pontes, E.T. (2013) A Estreita Relação entre Mulher e Água no Semiárido: o Caso do Programa um Milhão de Cisternas Rurais, *Revista Latino-americana de Geografia e Gênero*, **4**(1), 14-21.
- Santos, A.C., Ceballos, B.S.O., Sousa, S.M. (2013) Políticas públicas de água e participação no semiárido: Limites e tensões no P1MC, *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, **1**(1), 145-161. Acesso em 19 nov. 2015, disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/8279>

- Silva, C.V. (2012) *Efeitos da implantação de cisternas para armazenamento de água de chuva na saúde infantil: estudo quase experimental na área rural de dois municípios do Semiárido Mineiro*, Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 197 pp.
- Silva, M.M.P., Oliveira, L.A., Diniz, C.R., Ceballos, B.S.O. (2006) Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais da Paraíba, *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, (1), 122-136.
- Silva, N.M.D., Perelo, L.W., Moraes, L.R.S. (2014) Fatores intervenientes da qualidade microbiológica das águas de chuva armazenadas em cisternas da área rural do município de Inhambupe no semiárido baiano, *XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.
- Silva, N.M.D. (2013) *Qualidade microbiológica das águas em cisternas da área rural do município de Inhambupe, no Semiárido Baiano e seus fatores intervenientes*, Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 126 pp.