

Estudo da viabilidade de implementação de cisternas no semiárido Brasileiro

Study of the feasibility of implementing cisterns in the Brazilian semiarid region

DOI:10.34117/bjdv6n11-386

Recebimento dos originais: 19/10/2020

Aceitação para publicação: 18/11/2020

Nayanne Maria Gonçalves Leite

Mestranda em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos (PROFÁGUA) - Pólo UFCG/SUMÉ

E:mail: nayannegl@hotmail.com

Santana Lívia de Lima

Mestre em Meteorologia, UFCG/CDSA/UACA/Campus Campina Grande

E:mail: livialima24s@gmail.com

Rubens Barrichello Gomes Barbosa

Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa/UFV

E:mail:rubens.barbosa@ufv.br

Maria Isabel Ferreira dos Santos

Graduanda em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

E:mail: isabel.ferreira.pb@hotmail.com

Flavia Nascimento Gomes

Mestranda em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos (PROFÁGUA) - Pólo UFCG,

Email:gomflavia@gmail.com

Layane Moura Rodrigues

Mestranda do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos (PROFÁGUA) - Pólo UFCG

E:mail:layane_ramos@hotmail.com

Deliane Andrade de Arruda

Bacharelanda em Agroecologia/UEPB,

E:mail:deliane.andrade@hotmail.com

George do Nascimento Ribeiro

Professor Adjunto, UFCG/CDSA/UATEC/Campus Sumé,

E:mail:george@ufcg.edu.br

RESUMO

A gestão e distribuição de recursos hídricos é um grande desafio para os governantes, pois a água é um elemento essencial a todo ser humano. Quando se trata desta questão na zona rural semiárida brasileira, nota-se a ausência de abastecimento e atendimento precário de água, tornando a região onde os efeitos da escassez hídrica são mais sentidos no país. Um caminho adotado para contornar esta situação, foi a captação de água das chuvas por meio de cisternas promovido pela Articulação do Semiárido (ASA),

gerando o Programa um Milhão de Cisternas (P1MC). Tendo em vista que a implementação de projetos como este demandam a harmonia entre os governantes e a sociedade, nem sempre se tem o resultado final desejado. Outro ponto a se destacar é que a água armazenada pode não ter a qualidade almejada para consumo humano. Com base nessas possíveis problemáticas, a presente pesquisa teve o objetivo de analisar a viabilidade da implementação das cisternas no semiárido brasileiro, com base em levantamentos de dados pesquisados em fontes seguras. Todavia, foi verificado que programas de implementação de cisternas conferem uma alternativa para resolver o problema da escassez hídrica na região semiárida, além de promover uma melhoria na economia das comunidades e maior qualidade de vida para a população.

Palavras-Chave: Escassez hídrica; sistemas de captação; políticas públicas.

ABSTRACT

The management and distribution of water resources is a major challenge for government officials, because the water is an essential element for every human being. When it comes to this issue in the Brazilian semiarid rural area, it is observed absence supply and water supply precarious, making a region where the effects of water scarcity are most felt in the country. A way adopted to circumvent this situation was the capture of water from the rains by means of cisterns promoted by the Articulation of the Semiarid Region (ASA), generating the One Million Cisterns Program (P1MC). Bearing in mind that the implementation of projects like this requires harmony between government and society, the final result is not always allowed. Another point to highlight is that the stored water may not have the quality desired for human consumption. Based on these possible problems, the present research aimed to analyze the feasibility of implementing cisterns in the Brazilian semiarid, based on surveys of data researched in security sources. However was selected that the cistern implementation programs provide an alternative to solve or problem of water scarcity in the semiarid region, in addition to promoting an improvement in the economy of the communities and a better quality of life for the population

Keywords: Catchment systems; public policies..

1 INTRODUÇÃO

O abastecimento de água é um grande desafio para a humanidade. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância – (Unicef) (2019), cerca de 2,2 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a água potável gerenciada de forma segura (ONU, 2019). Para Naylor (2019, apud ONU, 2019), “as crianças e famílias nas comunidades pobres e rurais correm maior risco de serem deixadas para trás”.

A zona rural da região semiárida brasileira é a que mais sofre com a escassez hídrica no país. Apesar de o Brasil ter cerca de 12% de toda a água que escoia na superfície do planeta, a distribuição irregular dessa água no território nacional resulta na grande disponibilidade hídrica numa região com poucos habitantes: 72% da água do território brasileiro estão no Norte do país, com potencial médio de água doce nos rios de 3.845 km³.ano⁻¹ e onde vivem, apenas 7% da população brasileira; ao passo que, no Nordeste o potencial hídrico dos rios é de 186,2 km³.ano⁻¹, para 28% da população do Brasil, esse

volume é suficiente para atender toda a população da região, porém, na realidade, existe um desequilíbrio marcado pela má distribuição volumétrica, principalmente na região semiárida (Suassuna, 2012).

A qualidade de vida é diretamente afetada pela carência hídrica. No semiárido, a baixa pluviosidade e os longos períodos de estiagem resultam na elevação das temperaturas, provocando elevados índices de evaporação (Santos; Silva, 2009). Com isso, a escassez e má qualidade da água são comuns no cotidiano de milhões de brasileiros.

Para amenizar os problemas ocasionados pela seca o Governo Federal, ao longo dos anos, construiu diversas obras sob responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS, tais como: poços, açudes, pontes e cisternas. As cisternas são equipamentos simples e funcionais que permitem o armazenamento da água da chuva, para ser consumida durante todo ano, tendo em vista que o período chuvoso no Nordeste brasileiro dura apenas alguns meses.

A importância das cisternas ganhou destaque nas últimas décadas. Foi criado o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais – Programa Cisternas, com o objetivo de promover o acesso a água para consumo humano e produção de alimentos de famílias de baixa renda. Até o ano de 2017, 1,4 milhões de famílias foram atendidas com cisternas para o consumo humano com capacidade volumétrica de 16.103 litros, 190 mil cisternas destinadas a produção de alimentos e quatro mil sistemas de captação para escolas públicas rurais (MDSA, 2017).

Diante disso, o presente trabalho visa fazer uma análise bibliográfica sobre a implementação de cisternas no semiárido brasileiro, tendo como base as políticas de acesso à água, a viabilidade de implantação e qualidade da água armazenada.

2 POLÍTICAS DE ACESSO A ÁGUA

Para estudar a problemática da escassez hídrica e aprender a conviver como fenômeno de seca, o Governo Federal criou em 1909, o Inspetoria de Obras Contra a Seca – IOCS, o qual foi reestruturado em 1945 e recebeu a denominação de Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS. O órgão foi responsável pela construção de muitas obras, tais como açudes, pontes, rodovias e perfuração de poços, buscando amenizar os problemas da população da região (DNOCS, 2016).

Com a percepção sobre a importância do Rio São Francisco para o emprego da irrigação em sua bacia, criou-se a Comissão do Vale do São Francisco, que recebeu a denominação de Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF, em 1974 (Andrade; Nunes, 2014).

Em 1948 foi publicada a Declaração Universal dos Direitos Humanos, entretanto só após quase 60 anos o direito humano à água (DHA) veio a ser efetivamente considerado um direito humano, tal como a educação, o trabalho, a segurança social, a alimentação adequada, entre outros. Este reconhecimento foi através da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2010, por meio de sua Resolução A/RES/64/292, que considerou o direito à água potável e limpa e o direito ao saneamento como essenciais para o pleno gozo da vida e de todos os direitos humanos (Costa, 2013).

Apesar de considerado um direito humano e um componente fundamental para a qualidade da vida, o acesso à água tratada é ainda um enorme desafio no Brasil, sendo esta problemática relacionada desigualdade das relações econômicas e de poder. Todavia, como forma de controle e gerenciamento destas questões foram criadas leis como a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 e a Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, a Lei do Saneamento Básico (Silva; Melo, 2016).

A Lei 9.433, conhecida como “Lei Das Águas”, na qual Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Trata-se de uma lei atual, avançada e importante para a ordenação territorial, pois permite a descentralização de ações, contra uma concentração de poder. É considerada um avanço na gestão de recursos hídricos pela adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, reconhecimento da água como um bem de domínio público um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e gestão descentralizada e participativa (Settiet *al.*, 2001).

De acordo com a Lei nº 9.433/1997, art.1º, em situações de escassez, a água deve ser utilizada prioritariamente para o consumo humano e a dessedentação animal. Além disso, segundo o art. 2º, constitui objetivo da Política Nacional de Recursos Hídricos, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Quando se avalia as diretrizes e princípios fundamentais da Lei das Águas, observa-se que o acesso à água constitui um direito de todos, onde o Governo Feral deve atuar. Com isto é de suma importância destacar a contribuição da Política Nacional de Segurança Alimentare nutricional na perspectiva da consolidação do acesso à água como direito humano fundamental. Desde 2003 esse tema vem dando força a ideia de que a água se constitui como alimento fundamental, além de ser fator relevante para a produção alimentar da agricultura familiar e segurança alimentar e nutricional no campo. Nesta perspectiva, a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional corrobora com a necessidade de buscar alternativas que ofertem água em quantidade, qualidade e regularidade suficientes para o atendimento das necessidades básicas (Costa, 2013).

Em relação às questões de medidas contra a seca, na qual afeta em sua maioria o Semiárido Brasileiro, o Governo Federal vem criando alternativas para diminuir esta problemática. Foi a partir do final da década de 1990, que organizações como a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) elaboraram sugestões de intervenção no semiárido com o objetivo de proporcionar o acesso à água para consumo humano durante períodos de estiagem ou seca. Uma das propostas, foi a captação de água das chuvas por meio de cisternas de placa de cimento com capacidade para armazenar 16 mil litros de água. Nesse contexto, surgiu o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (PIMC), denominado oficialmente de Programa de Mobilização e Formação e elaborado pela ASA na qual tinha como objetivo a construção de um milhão de cisternas para famílias do meio rural do semiárido brasileiro. Logo de início se obteve um resultado de mais de 329 mil cisternas construídas, além de mais de sete mil tecnologias para a produção de alimentos e criação de animais. Tendo em vista esse resultado positivo, se deu início ao Programa Água Para Todos no âmbito do Plano Brasil sem Miséria, com o objetivo de superar a extrema pobreza no Brasil (Campos; Alves, 2014).

A cisterna padrão do Programa Um Milhão de Cisternas, consiste em um reservatório cilíndrico com medidas básicas de 3,46m de diâmetro por 2,40m de altura total, construída com placas de alvenaria na qual possui um baixo custo. A captação da água da chuva é feita a partir do fluido que escorre no telhado, onde o mesmo é captado pelas calhas e cai diretamente na cisterna, na qual é armazenada. Todo o processo de construção é feito pela própria comunidade, após realização de treinamentos para construção e manutenção da cisterna. A aquisição de materiais e mão de obra é feita na própria região, propiciando, também, geração de renda local. Toda esta mobilização permitiu estoque hídrico, com isto, gerando autonomia e independência do acesso a outro tipo de abastecimento. O Programa Um Milhão de Cisternas representa hoje um bom exemplo de como é possível atender à demanda hídrica familiar, pelo menos sob o ponto de vista da saúde e da segurança alimentar e nutricional, combinando elementos de participação social, atuação do poder público e emancipação das famílias (Arsky; Santana; Pereira, 2013).

Estudos de avaliação mostram a eficácia do PIMC, tanto para a população quanto para a economia das cidades que implementaram as cisternas. Foram vários benefícios trazidos, dentre eles: melhores condições de saúde, mais ofertas de empregos para as pessoas que participaram dos cursos de capacitação ofertados, desenvolvimento social e redução do tempo e esforço gastos nos deslocamentos para a obtenção de água. Um aspecto importante que contribuiu diretamente para as melhorias citadas, é que todo recurso repassado pelo governo federal para esta política é aplicado em municípios daquela região específica (Campos; Alves, 2014).

3 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

A PNRH aponta como um de seus objetivos, o incentivo e promoção a captação, a preservação e o aproveitamento de águas da chuva.

Água da chuva captada é compreendida como sendo a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais (ABNT, 2007). As águas pluviais podem ser utilizadas com finalidades potáveis ou não potáveis, e, atualmente, vem se intensificando a implementação de tecnologias para sua captação.

A captação de água da chuva é compreendida como sendo o desvio de águas pluviais para irrigação de plantas e outros usos. A utilização da água captada sem tratamento é apropriada para paisagens de grande escala, como em parques, escolas, locais comerciais, estacionamentos e complexos de apartamentos, além de pequenas paisagens residenciais (Waterfall, 2002).

O aproveitamento das águas pluviais é uma técnica empregada em vários países, sendo, em algumas regiões, a única maneira de dispor da obtenção de água. Na maioria das vezes, os sistemas de captação reúnem a água da chuva que incide sobre os telhados das casas e lajes de edifícios por meio de calhas, condutores horizontais e verticais, que a direcionam para o armazenamento em recipientes ou poços.

O sistema de captação da água de chuva é formado por uma cisterna ligada ao telhado da casa por meio de canos e decalhas. Quando se inicia o período das chuvas, a água escoado pelo telhado, pelas calhas e pelos canos que a direcionam para a cisterna. Pressupõe-se que a infraestrutura esteja com sua capacidade máxima preenchida quando acabar o período de chuvas. Dessa forma, a família terá uma fonte de água para ser utilizada durante a estiagem (Andrade; Nunes, 2014).

Segundo Herrmann e Schmida (1999) *apud* Rodrigues (2017), os sistemas de captação de águas de chuva podem apresentar diferentes configurações, sendo elas:

1. Sistema de fluxo total – O volume de chuva coletado passa por um filtro seguindo diretamente ao reservatório de acumulação e ao extravasar, é direcionado à drenagem urbana.
2. Sistema com derivação – Também denominado auto-limpante (*Self-cleaning*), esta conformação conta com uma derivação instalada no condutor vertical de descida da água da chuva, a fim de descartar a primeira água de chuva para rede de drenagem. Normalmente, esta derivação conta com um filtro de forma que os sólidos retidos são encaminhados também para a rede pública. No caso de chuva de alta intensidade, o volume extravasado também é direcionado ao sistema público de coleta. Nesses sistemas, a eficiência dos dispositivos de descarte diminui conforme a vazão coletada aumenta, uma vez que, durante uma tempestade, a maior parte da água coletada é descartada e durante uma garoa, apenas um fluxo mínimo é derivado para a rede, levando a eficiência a um nível baixo.

3. Sistema com volume adicional de retenção – Neste caso, o reservatório é superdimensionado, para um volume acima daquele necessário para suprir a demanda. Uma válvula reguladora é localizada logo acima do nível correspondente ao volume consumido, derivando o volume adicional à rede de drenagem.

4. Sistema com infiltração no solo – Neste sistema todo volume de chuva que extravasa do reservatório é direcionado de forma a infiltrar no solo, sendo uma alternativa ao sistema de drenagem urbano. Os autores afirmam ainda que a combinação da utilização de água de chuva e da infiltração local restabelece e mantém o balanço hídrico local.

A maioria desses sistemas de captação, presentes em residências e edifícios, apresentam como principais componentes:

- Área de captação: área, em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada (ABNT, 2007).
- Calhas e condutores: pode ser compreendido como o conjunto de itens necessários à condução da água, podendo ser de material PVC, alumínio ou aço galvanizado.
- Dispositivos que impedem a entrada de sólidos: para a remoção de sólidos podem ser empregados filtros que, para esta aplicação, são mais comuns os com meio filtrante inerte e com granulometria variável.

Vale salientar que estes equipamentos necessitam de água para promover a lavagem do leito filtrante ou estes leitos precisam ser trocados quando os interstícios intergranulares ficam preenchidos com impurezas, causando perda de carga excessiva para o sistema hidráulico (Andrade; Marinoski; Becker, 2010).

- Descarte das chuvas iniciais: tendo em vista a deposição de resíduos sólidos e partículas de poluição nas áreas de captação e nas calhas, ao longo do tempo em que não há precipitação, é necessário o descarte do primeiro escoamento, possibilitando assim a limpeza das superfícies.
- Armazenamento: o reservatório de armazenamento (também denominado cisterna) pode estar localizado logo após o dispositivo de autolimpeza ou após um tratamento complementar, cuja necessidade de implantação está atrelada a qualidade requerida para o uso final (Rodrigues, 2017).

O volume do reservatório é definido de acordo com a ABNT NBR 15.527/2007, como:

$$V = P * A * C * \eta$$

onde:

V: é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P: é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A: é a área de coleta;

C: é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

H: é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

No Brasil, o semiárido é a região onde mais se é praticado o aproveitamento de água de chuva, não só pelos seus benefícios, mas principalmente pelo fato de que muitas pessoas dependem deste recurso. Sendo assim, os sistemas de captação de água de chuva são alternativas que podem contribuir substancialmente para a vida dessa população (Rodrigues, 2017).

4 QUALIDADE DA ÁGUA ARMAZENADA EM CISTERNAS

Como alternativa para solucionar o problema no abastecimento humano na região semiárida, cisternas têm sido implantadas, e, dentre os usos possíveis, tem sido utilizada para fins potáveis. Destarte, surge a necessidade de avaliar e monitorar a qualidade da água, considerando que o consumo de água potável e de qualidade, garante melhores condições de vida para população da região (Arskyet al., 2013)

Após análises realizadas em estudos, foi identificado que os fatores que influenciam na qualidade da água armazenada em cisternas são diversos, como as cisternas podem receber águas de diversas fontes, por exemplo, serem provenientes de mananciais, cuja qualidade não foi verificada, transportada em carros-pipa, serem provenientes da chuva, ou de poços artesianos, ampliando a possibilidade de contaminação, não ocorrendo apenas na fase do consumo, mas em todo o ciclo. Na fase do consumo, por exemplo, fatores como a superfície de captação, limpeza dos reservatórios e o não descarte das primeiras águas podem tornar esta água imprópria para o consumo (Barbosa, 2019). Dessa forma, avaliar a qualidade da água das cisternas incluem a análise em sua origem, durante o manejo e no momento do uso (Amorim et al., 2017; Morais et al., 2018).

Outro fator que interfere na qualidade da água em cisternas, refere-se aos compostos encontrados na atmosfera, fezes de animais presentes em telhados, que podem ser direcionados as cisternas durante as chuvas. Ressaltando que pesquisas verificaram níveis acima do permitido de coliformes fecais (Sousa, 2018)

Outros estudos apontam que o material utilizado na concepção das cisternas também pode interferir na qualidade da água, podendo apresentar alterações de cor, odor, sabor e temperatura. (Morais et al., 2018), sendo as cisternas de placas mais aceitas nas populações estudadas (Machado, 2017). Campos e Alves (2014) indicam que o uso de cisternas em polietileno, agilizam a implantação,

porém, Schmitt (2015) ressalta a insatisfação da população ao reduzir a participação social, na construção, na aquisição de materiais, priorizando o comércio local.

Muitos são os fatores que podem interferir na qualidade da água armazenada em cisternas, dessa forma, são necessárias todas as precauções para que se evite alterações no padrão da água. Dias (2016) indica que, para a eficácia do sistema, é necessário, além da inspeção e manutenção dos dispositivos, educação sanitária e ativa participação da comunidade. Devendo ser discutido, com os usuários, questões como realizar a coleta de água, quais cuidados de higiene adotar no manejo da cisterna, a necessidade da cloração e a conservação do sistema (Arskyet al., 2013).

Apesar do grande número de cisternas implantadas no Brasil, não existe legislação específica para avaliar a qualidade de água. Desse modo, para avaliar a qualidade e potabilidade das águas das cisternas, deve-se recorrer as normas que indicam os padrões recomendados para o consumo humano, analisando os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (Barbosa, 2019). A característica física está relacionada, principalmente, com o aspecto estético da água. Algumas destas podem prejudicar certos usos da água, tornando-a imprópria ao consumo humano. A característica química da água é de extrema importância, pois a presença de alguns elementos ou compostos químicos pode inviabilizar o seu uso e até de utilização de alguma tecnologia de tratamento. Podem também interferir nos aspectos higiênicos e econômicos do uso da água. Silva et al. (2020) consideram que a característica microbiológica é que pode causar degradação na água da chuva, sendo um fator que deve ser avaliado.

Para verificar a qualidade da água Uma das legislações que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes é a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005). E, referente aos padrões de potabilidade, pode-se fazer uso da Portaria de Consolidação nº 05/2017, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (MS, 2017). A escolha dos parâmetros dá-se de acordo com os objetivos desejados. Por exemplo, em seus estudos, Moraes et al. (2018) analisaram condutividade elétrica, turbidez, salinidade, sólidos dissolvidos totais, cor, cloreto, fluoreto, alcalinidade, dureza, coliformes totais e *Escherichia coli*. Sousa (2018) analisou, apenas parâmetros microbiológicos, coliformes totais e termotolerantes. Silva et al. (2020) verificaram potencial Hidrogeniônico (pH); dureza; cloreto; nitrato; nitrito; alumínio; amônia; manganês e turbidez.

Tendo em vista a gestão dessa água ser descentralizada e participativa (Machado, 2017), compete ao responsável pelo sistema exercer, manter e controlar da qualidade da água, a operação e manutenção das instalações destinadas ao abastecimento (MS, 2017).

Como é observado, o uso de cisternas corresponde a uma alternativa de abastecimento que além de garantir o acesso a água, pode promover o desenvolvimento social, ao reduzir problemas de saúde, bem como tornar a região mais adequada ao desenvolvimento humano. Entretanto, é impositivo a necessidade de verificar a qualidade desta água desde a fonte, transporte e consumo (Campos; Alves,2014).

5 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa é considerada bibliográfica, pois no primeiro momento foram identificadas publicações relacionadas ao tema, conforme enfatiza Lakatos e Marconi (2003) esse tipo de pesquisa está relacionada a todo tipo de publicação referente a temática, são fontes secundárias, tais como: publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, monografias, pesquisas, teses e até meios audiovisuais e comunicação oral.

Caracteriza-se ainda como descritiva, pois conforme explicita Prodanov e Freitas (2013) esse tipo de pesquisa ocorre quando o pesquisador observa, analisa e estrutura dados, sem modificá-los, bem como busca identificar a frequência de fatos, características, causas, entre outros.

A pesquisa exploratória de artigos, livros e documentos, por meio de plataformas como o Google Acadêmico, SciELO e Periódicos CAPES, utilizou operadores booleanos para busca específica de textos e palavras, como o “and”, “or” e “not”.

Os artigos foram analisados utilizando-se enfoques que permitissem o melhor entendimento de cada autor a respeito dos aspectos estudados: (i) Políticas públicas de acesso à água, (ii) viabilidade de implementação de cisternas e (iii) qualidade da água armazenada em cisternas.

A partir dos resultados obtidos pelos autores, foi possível fazer análise crítica acerca da implementação de cisternas no semiárido brasileiro.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O semiárido brasileiro ocupa 12% do território nacional (1,03 milhão de km²), abrangendo 1.262 municípios, a maior parte na região Nordeste, estando presente em todos os seus estados, e se estende pela parte setentrional de Minas Gerais (Norte mineiro e Vale do Jequitinhonha), ocupando 18% do estado. Essa região é delimitada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, a qual considera as condições climáticas de semiaridez, em especial pela baixa pluviosidade (SUDENE, 2017).

FIGURA 1 – Mapade delimitação do semiárido brasileiro.



FONTE: SUDENE, 2017.

Segundo o IBGE (2010), cerca de 26 milhões de pessoas vivem no semiárido, região que concentra a maior parte da população rural do país, são agricultores familiares, povos indígenas, comunidades tradicionais, quilombolas e várias outras identidades e formas de organização.

O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) considera indicadores de longevidade, educação e renda, e em 60,3% dos municípios do Semiárido brasileiro esse índice varia entre Muito Baixo e Baixo, todos os municípios da região apresentaram IDH inferior ao do Brasil (0,727). A desigualdade de gênero no semiárido é reflexo das contradições e injustiças percebidas inclusive no acesso à renda (FUNDAJ, 2018).

Comparado com outras regiões semiáridas no mundo, onde chove apenas de 80 a 250 mm, a brasileira, é a que apresenta maior índice pluviométrico, chovendo anualmente entre 200 e 800 mm, concentra em poucos meses do ano e distribuída irregularmente (ASA, 2019).

De acordo com a ASA (2019), o Brasil é referência mundial no abastecimento de populações difusas a partir da captação e manejo de água de chuva para beber e produzir alimentos, com mais de 1,3 milhão de cisternas em funcionamento com o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais.

6 RESULTADOS

A partir da análise bibliográfica e exploratória dos dados, obteve-se os resultados abaixo, sendo exibidos os artigos selecionados para a avaliação e discussão no presente trabalho.

Dividiu-se os enfoques dos artigos, com o objetivo de possibilitar um melhor entendimento do presente trabalho. O primeiro enfoque “Políticas públicas de acesso à água” objetiva expor a discussão acerca da implementação do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e sua eficácia na descentralização do acesso à água no semiárido. No segundo enfoque “Viabilidade da implementação de cisternas”, analisa-se a efetividade do uso de cisternas no semiárido na percepção dos usuários. Já no terceiro enfoque “Qualidade da água armazenada em cisternas”, refere-se a estudos de análise química da água armazenada em cisternas.

1º enfoque: Políticas públicas de acesso à água

Os dois artigos presentes nesse enfoque apresentam os objetivos do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), bem como as características do semiárido e sua respectiva falta de acesso a redes de abastecimento de água.

Ambos os artigos destacam as reflexões acerca da efetividade do P1MC, sendo objetivo de diversas pesquisas acadêmicas e de órgãos não governamentais no tocante à saúde e a qualidade de vida do público beneficiado com esse programa.

O artigo de Gomes e Heller (2016) representa um esforço complementar de compreensão do P1MC, explorando o contexto socioeconômico da população das regiões incluídas no programa e buscando identificar a eventual dependência de seu sucesso com a adoção de uma visão mais ampliada de superação da vulnerabilidade. Como procedimento metodológico realizou-se um survey com 623 beneficiários do programa, em 362 comunidades rurais beneficiadas de 63 municípios do Estado de Minas Gerais. O survey constou da aplicação de um questionário com 84 questões, analisando os tópicos de perfil socioeconômico da família; forma de acesso à água; tempo gasto para buscar água antes e após o programa; mudanças na qualidade de vida dos alcançados pelo P1MC.

Quanto aos resultados, em relação ao perfil social e econômico, observou-se que a condição da região de estudo é mais precária que a média brasileira e que há diferentes condições estruturais das áreas de captação da água da chuva. No que se refere à percepção dos entrevistados quanto ao P1MC, os dados indicam que, no que diz respeito à utilidade do serviço, o programa cumpre seus propósitos imediatos, porém no aspecto da qualidade da água armazenada nas cisternas, destaca-se que as

pesquisas têm evidenciado o não atendimento, para alguns parâmetros, ao padrão de potabilidade de água para o consumo humano.

A pesquisa exhibe que a população mantém cuidados em relação a manutenção das cisternas e também enfatiza a diminuição de dependência em relação aos carros-pipa decorrente do programa. No tocante ao tempo gasto na busca de água, houve diminuição do tempo gasto após a implementação do P1MC.

A pesquisa conclui que o programa atende as metas de construção, porém ainda há desafios relacionados a qualidade e quantidade de água disponível.

A pesquisa de Carvalho et al. (2017), tem como objetivo analisar os impactos sócio-territoriais do P1MC na comunidade Agreste de Baixo no município de São Miguel/RN, sendo utilizado como procedimento metodológico a pesquisa bibliográfica e a pesquisa em campo, por meio de questionários.

O artigo enfatiza que as cisternas de placa na comunidade se apresentam como um objeto de uso importante para as famílias na convivência com o clima Semiárido e responsáveis pela transformação da rotina familiar, possibilitando uma melhor organização e utilização do tempo para outras atividades.

É destacado que o P1MC diminui os efeitos da seca na região, porém explanam o não cumprimento de alguns critérios, como por exemplo o beneficiamento de famílias com renda acima do estipulado pelo Programa. Destaca-se também que a mão de obra utilizada para a construção das cisternas deveria ter sido da própria comunidade, possibilitando assim o envolvimento social da população.

As famílias enfatizam que o Programa mudou a vida da comunidade de Agreste de Baixo, mas ainda não é suficiente para possibilitar a autonomia hídrica da comunidade.

Acerca dos dois artigos selecionados, infere-se que as cisternas implementadas no P1MC possibilitam as populações envolvidas o enfrentamento parcial das situações de seca e estiagem. Entretanto o Programa ainda necessita realizar análises quanto as questões sociais e econômicas do usuário e do acesso da população as políticas públicas.

2º enfoque: Viabilidade da implementação de cisternas

Nesse enfoque tem-se dois artigos que avaliam a eficiência da implementação de cisternas na região semiárida e objetivam a identificação das consequências após a implantação do sistema de captação.

O artigo de Ferreira et al. (2015), objetiva a realização de um levantamento da situação acerca do uso das cisternas de produção e suas reais contribuições na melhoria da qualidade de vida de famílias rurais na microrregião do Vale do São Francisco, no Estado de Pernambuco.

Como procedimento metodológico realizou-se um levantamento das atividades rotineiras, referentes ao uso da água da cisterna, de produção quanto à forma, frequência e volume aplicado às culturas exploradas; equipamentos utilizados, produção e manejo das culturas. Posteriormente, aplicou-se uma entrevista semiestruturada.

Quanto aos resultados da pesquisa, confirma-se que as cisternas possibilitaram o cultivo de diversas frutas e hortaliças, bem como a criação de caprinos e ovinos nos períodos de estiagem, buscando uma fonte de renda complementar das famílias.

Conclui-se então que as cisternas de produção do Programa Uma Terra e Duas Águas - P1+2 têm acarretado a permanência das famílias no campo e possibilitado a segurança alimentar e nutricional das mesmas, porém tem-se a necessidade de um melhor acompanhamento técnico quanto ao uso racional e eficiente da água de cisternas.

O P1+2 é um projeto de convivência com o Semiárido, que visa assegurar à população rural o acesso à terra e à água, tanto para consumo da família e dos animais, como para produção de alimentos, ensinando-se a cuidar da terra de maneira sustentável (Gnadlinger; Silva; Brito, 2005). Esse programa é semelhante ao P1MC e objetiva garantir o acesso à água, por meio de tecnologias sustentáveis, possibilitando a segurança alimentar a todos os envolvidos nas ações sociais.

O estudo desenvolvido por Nóbrega et al. (2016) tem por objetivo avaliar a viabilidade do uso de cisternas na melhoria das condições de vida das famílias do assentamento Novo Horizonte, no município de Várzea – PB. Realizou-se um questionário com 15 famílias residentes no local e objetivava captar o ponto de vista de cada entrevistado em relação a temática abordada.

Quanto aos resultados, verificou-se quem 100% das famílias possuem cisternas implantadas em suas casas e 86,6% afirmaram que a captação ocorre apenas pela água da chuva que caem no telhado de suas casas e 13,4% que abastecem também com caminhão pipa. No entanto, 93% afirmam que a água da cisterna oriunda da captação de água da chuva é suficiente para o ano todo, enquanto 7% disseram que não.

Com relação ao uso da água, 33,3% afirmam que utilizam apenas para beber, enquanto 60% utilizam para beber e cozinhar e 6,7% afirmam que além de beber e cozinhar fazem usos em outros usos domésticos. Quando questionados acerca da limpeza das cisternas, 86,6% dos entrevistados disseram que sim, enquanto 13,4% não. Ao serem perguntados sobre sua opinião com relação a

qualidade da água, 100% dos entrevistados afirmam que possui ótima qualidade, satisfazendo suas expectativas.

A pesquisa conclui que as cisternas se apresentam como uma alternativa eficaz de acesso à água para a região semiárida, possibilitando uma forma eficiente de armazenamento de água das chuvas, buscando melhorar as condições e qualidade de vida das famílias beneficiadas.

Os dois estudos abordados nesse enfoque exibem que as cisternas atuam no Semiárido Brasileiro como uma importante ferramenta de acesso à água, porém no artigo desenvolvido por Ferreira et al.(2015), os resultados confrontam-se com o inciso quinto da Portaria 2462/2018, que afirma que as tecnologias sociais de acesso à água apoiadas pelo Programa Cisternas serão implementadas a partir da promoção do acesso à água para consumo humano, com prioridade para beber e cozinhar. Infere-se então a necessidade de realizar acompanhamentos técnicos que objetivem o ensino do uso racional e eficiente da água, de modo a ser distribuída corretamente ao consumo humano e culturas de criações.

3º enfoque: Qualidade da água armazenada em cisternas

Nesse enfoque selecionou-se dois artigos que discute acerca da caracterização química da água armazenada em cisternas, tendo em vista que a qualidade dessa água depende de inúmeros fatores, dentre eles a pureza da atmosfera e condições do telhado.

A pesquisa desenvolvida por Amorim et al. (2017) objetiva apresentar a caracterização dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva, nas localidades de Assentamento Esperança, Cristália e Lajedo, no município de Petrolina, PE. Sendo utilizado como procedimento metodológico a observação de aspectos estruturais, do manejo do sistema e da avaliação da qualidade da água.

Analisou-se nos assentamentos, um total de 24 cisternas, sendo três sistemas de escolas e 21 de domicílios. Quando aos dados de qualidade física das cisternas, observou-se a existência de rachaduras, existência de tampa das cisternas, presença de impurezas no interior da cisterna, existência de calhas de captação e condução da água da chuva. A caracterização química da água, deu-se por meio de avaliação físico-química e bacteriológica de amostras da água armazenada nas cisternas, através dos parâmetros de pH, turbidez, cor, coliformes termotolerantes, avaliando-se a presença ou ausência da bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) e condutividade elétrica.

Os resultados da pesquisa exibem que 95% dos domicílios pesquisados utilizam a água das cisternas para beber e higiene pessoal. Todos os entrevistados fazem uso da água das cisternas para cozinhar, lavar pratos e lavar roupa e 47% a utilizam para fornecer aos animais. Quanto ao tratamento

químico dado à água, 62% relataram que eles próprios tratam a água por meio de processo de cloração e filtração, e 33% deles afirmaram que são os agentes comunitários de saúde que tratam a água fazendo a desinfecção por cloração e filtração e apenas 5% afirmaram não fazer nenhum tratamento na água da cisterna.

Em relação a qualidade física da cisterna, 24% das cisternas apresentaram rachaduras, 76% possuíam tampa, 38% das cisternas havia presença de impurezas e 38% não apresentavam sistemas de captação, como calhas e condutores. Outro dado recolhido exhibe que, 48% das cisternas escolares e domiciliares estão próximas a fossas e/ou banheiros e, apenas 38% dos domicílios há dispositivo de descarte das primeiras águas da chuva.

Quanto a análise físico-química da água, o valor médio da condutividade elétrica no período seco foi de 108.8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e no período chuvoso de 104.2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Todas as amostras escolares e domiciliares apresentaram valores de Phna faixa de 6.0 e 9.5, exceto uma amostra na localidade de Lajedo, com pH de 5.34. No que se refere ao parâmetro de turbidez, constatou-se que as amostras das cisternas escolares e domiciliares em ambos os períodos não atenderam ao padrão de potabilidade da água. Os valores de cor estiveram dentro do permitido (15 uH) para água potável, exceto em duas amostras de Cristália, com 23.3 e 33.8 uH.

As análises bacteriológicas exibem que no período seco as amostras das cisternas escolares não apresentaram a *E. coli*. No período chuvoso a cisterna da escola de Lajedo apresentou *E. coli* com 25% de contaminação. Em 50% das amostras de domicílios no Assentamento Esperança no período seco, houve presença de *E. coli*. Já no período de chuvoso, foi constatada a presença de coliformes fecais em 75% das amostras, ou seja, apenas uma amostra não apresentou a *E. coli*. Na localidade de Cristália, para o período seco, as amostras das cisternas escolares não apresentaram contaminação por *E. coli*, porém no período chuvoso 50% das amostras domiciliares apresentaram contaminação. Em Lajedo a contaminação por coliformes fecais ocorreu em 89% das amostras coletadas no período seco e em 100% das amostras coletadas no período chuvoso.

Concluiu-se que a qualidade da água armazenada nas cisternas não satisfaz os padrões físico-químicos e bacteriológicos de potabilidade, exibindo que não foram tratadas e conseqüente, não poderiam ser utilizadas para o consumo humano.

Neste artigo percebe-se que os padrões de potabilidade da água, de acordo com a Portaria N° 2914/11 não são atendidos em algumas localidades, como por exemplo em Lajedo, onde o pH encontrado da água no período seco foi de 5.34, e o estabelecido é na faixa de 6.0 a 9.5.

O artigo de Jeremias, Costa e Freitas (2017) possui por objetivo avaliar as condições de uso e qualidade da água armazenada em cisternas para o consumo humano em uma comunidade rural do semiárido cearense, comunidade da Sororoca, município de Santana do Acaraú/CE. Para isso monitorou-se os parâmetros físico-químicos: pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, cloretos, dureza total, amônia, sólidos totais e sólidos totais dissolvidos-STD, e parâmetros bacteriológicos: bactérias heterotróficas totais-BHT, coliformes totais-CT e coliformes termotolerantes-CTt.

Os resultados exibem que os valores de pH se mostraram alcalinos para a maioria das amostras das cisternas e residências onde o valor mínimo foi de 7,4 e o máximo de 9,0. Para a cor os valores se mantiveram constantes em todas as amostras (5 uH). A turbidez variou de 0,095 a 0,134 uT atendendo ao padrão de potabilidade para esses parâmetros. Os valores de Condutividade Elétrica variaram entre 35,5 e 227 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Já os valores de dureza variam entre 40,3 e 105 $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$. Os valores de Amônia estiveram próximos ou inferiores do Limite de detecção do método utilizado (0,02 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$).

Os valores de Sólidos Totais apresentaram uma mediana de 103,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\pm 52,9$) e valor máximo de 244 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, e os Sólidos Totais Dissolvidos, apresentaram uma variação de 48 a 293 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (mediana de 116 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; $\pm 68,3$). Quanto a presença de coliformes fecais, em todas as amostras provenientes das cisternas e das residências analisadas foi observada a presença de Coliformes Totais-CT. Observou-se ainda nas amostras analisadas, grandes concentrações de Bactérias Heterotróficas Totais – BHT, evidenciando a vulnerabilidade das águas durante o manejo realizado pelos consumidores e ausência de limpeza periódica do sistema, conforme relatado.

A partir desta pesquisa também é possível identificar o descumprimento quanto aos padrões de potabilidade da água, de acordo com a Portaria 2914/2011. É possível constatar que os valores médios dos parâmetros de cor e turbidez, respectivamente 5uH e 0,104uT, encontram-se inferiores aos valores limites estabelecidos pela portaria, sendo para cor – 15uH e turbidez – 5uT.

Baseado nos resultados da pesquisa, é possível concluir que a qualidade da água armazenada em cisternas apresenta-se como insatisfatória, mediante os índices físico-químicos e bacteriológicos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que os programas de implementação de cisternas conferem uma alternativa para resolver o problema da escassez hídrica na região semiárida, para comunidades com falta de acesso às redes de abastecimento. Além disso, o uso de cisternas confere uma melhoria na qualidade de vida, promovendo o envolvimento da comunidade no processo de implantação, além da possibilidade de diversificar a renda das comunidades, ao possibilitar o cultivo de novas culturas e garantir a segurança

alimentar. Ressalta-se, porém, a necessidade de investir em capacitações para que o uso da água seja viável, não comprometendo a sua qualidade e permitindo o uso durante a estiagem.

Em termos de qualidade de água, muitos estudos identificaram alterações nos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos de potabilidade e, a depender do caso, seria necessário, um tratamento mínimo. Outro fator, ligado a qualidade, seria o material construtivo da cisterna, evidenciando a necessidade avaliar as cisternas já implantadas, verificando a necessidade de adaptação do programa em novas áreas.

De um modo geral, a implantação de cisternas, promove uma melhoria na qualidade de vida dos usuários, reduzindo a dependência de carros-pipa, em muitos casos, reduzindo a distância percorrida para captar a água. Em muitos casos, a água proveniente da chuva que escorrem pelo telhado é suficiente. E, mesmo com vários indícios de alterações da qualidade, a maioria do usuário promove a limpeza de suas cisternas, e consideram satisfatória a qualidade da água.

Ao analisar a viabilidade da implantação das cisternas, conclui-se que é uma alternativa viável, que confere benefícios a sociedade e promove uma maior igualdade, quando se considera o direito igualitário de acesso a água de qualidade. Porém, são necessárias novas regulamentações específicas, que tragam direcionamentos quanto a análise da qualidade desta água, visto que o uso primordialmente é para fins potáveis. Além disso, é impositivo a necessidade de considerar as variáveis sociais e culturais de cada região.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, p. 12. 2007.

Amorim, M. C. C.; Brito, L. T. L.; Nascimento, G. S. G.; Neto, J. A. S.; Leite, W. M. Captação e armazenamento de água de chuva, Petrolina, PE: avaliação de aspectos estruturais e de qualidade da água. Revista AIDIS, 10(1), 18-30, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2017.10.1.54631>.

Andrade, J. A. de; Nunes, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. Revista espinhaço, 2014, 3 (2): 28-39. Disponível em: <http://www.revistaespinhaco.com/index.php/journal/article/view/60>. Acesso em: mai. 2020.

Andrade, M.; Marinoski, A. K; Becker, H. R. Casa eficiente: Uso Racional da Água. Sistemas de aproveitamento de água de chuva. 2010. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_III_WEB.pdf>. Acesso em: mai. 2020.

Arsky, I. da C.; Santana, V. L.; Pereira, C. M. Acesso a água no semiárido: a água para consumo humano. in: Conti, I. L.; Schroeder, E. O. (Orgs.). Convivência com o semiárido brasileiro: Autonomia e protagonismo social. Brasília: Editora Iabs, 2013. p. 159- 168.

ASA – Articulação no Semiárido Brasileiro. Acesso à água para populações do semiárido brasileiro, 2019. Disponível em: https://www.asabrasil.org.br/acervo/publicacoes?artigo_id=10981. Acesso: mai. 2020.

Barbosa, L. de F. Programa Água para Todos: análise dos efeitos da qualidade da água na redução da mortalidade infantil, Dissertação (Mestrado) – UCB, 2019. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/tede/2576/2/LeonardodeFriasBarbosaDissertacao2019.pdf>. Brasil. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 -Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: DOU de 09/01/1997.

Brasil. Portaria Nº 2914/2011 - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: DOU de 26/03/2004.

Brasil. Portaria Nº 2462/2018 - Dispõe sobre a definição dos modelos de tecnologias sociais e respectivos valores de referência no âmbito do Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva. Brasília: DOU de 10/09/2018.

Campos, A. de; Alves, A. M. O Programa Água para Todos: ferramenta poderosa contra a pobreza. In: Campello, T.; Falcão, T; Costa, P. V. da (Orgs.). O Brasil sem miséria. Parte II. Brasília: MDS, 2014. p. 1-24. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil_sem_miseria/livro_o_brasil_sem_miseria/artigo_17.pdf

Campos, A. de; Alves, A. M. O Programa água para todos: ferramenta poderosa contra a pobreza. in: Campello, T.; Falcão, T.; Costa, V. da. (Orgs.). O Brasil Sem Miséria. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2014. p. 467- 490.

Carvalho, R. V.; Lima, 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, 18(61), 136-149, 2017. doi: <https://doi.org/10.14393/RCG186109>.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília: DOU de 18/03/2005.

Costa, J. D. da. Direito humano à água. in:Conti, I. L.; Schroeder, E. O. (Orgs.). Convivência com o semiárido brasileiro: Autonomia e protagonismo social.Brásilia: Editora Iabs, 2013. p. 147- 158.

Dias, J. T. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de placas e polietileno no agreste paraibano, João Pessoa, Dissertação (Mestrado)- UFPB, 2015.

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. História, 2016. Disponível em: <https://www2.dnocs.gov.br/historia>. Acesso em: mai. 2020.

Ferreira, E. P.; Brito, L. T. L.; Cavalcanti, N. B.; Neto, F. C. R. Cisternas de produção para melhoria da qualidade de vida no Semiárido do estado de Pernambuco. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 10(4), 13-19, 2015. doi:<http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i4.3613>.

FUNDAJ – Fundação Joaquim Nabuco. Semiárido: é no Semiárido que a vida pulsa. 2018. Disponível em: <https://www.fundaj.gov.br/index.php/conselho-nacional-da-reserva-da-biosfera-da-caatinga/6720-semiarido-e-no-semiarido-que-a-vida-pulsa>. Acesso em: mai. 2020.

Gnadlinger, J.; Silva, A. S.; Brito, L. T. L. P1+2:Programa uma terra e duas águas para um Semiárido sustentável. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/159651/1/OPB1516.pdf>. Acesso em: mai. 2020.

Gomes, U. A. F.; Heller, L. Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais: combate à seca ou ruptura da vulnerabilidade? Engenharia Sanitária e Ambiental. 21(3), 623-633, 2016. doi: 10.1590/S1413-41522016128417

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, 2010.

Jeremias, W. V.; Costa, M.C.; Freitas, F. R. S. Qualidade da água armazenada em cisternas para consumo humano no semiárido Cearense. 2017. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/05/IV-238.pdf>. Acesso em: mai. 2020.

Lakatos, E. M.; Marconi, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

Machado, T. T. V. Qualidade da água de chuva armazenada em cisternas de placas e de polietileno no semiárido do Estado da Paraíba. João Pessoa, Tese (Doutorado) -UFPB, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/11781/1/Arquivototal.pdf>

MDSA - Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário. Boletim Informativo do Programa Cisternas nº 005, maio de 2017. Brasília, 2017.

Morais, G. F. O. M.; Vasco, A. N.; Britto, F.B.; Santos, N. A. Qualidade da Água de Cisternas em Comunidades Rurais do Semiárido de Sergipe. Meio Ambiente e Sustentabilidade Versão on-line, 14, n. 7, 2018. Disponível em: <https://www.uninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/793/329>.

MS- Ministério da Saúde. Portaria de consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017. Brasília: [s.n.], 2017.

Nóbrega, J. S.; Silva, F. A.; Silva, M. S.; Chaves, M. T. L.; Lira, R. P. Estudo da viabilidade do uso de cisternas em assentamento rural no município de Várzea-PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 11(1), 23-27, 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i1.3968>.

ONU – Organização das Nações Unidas. Uma em cada três pessoas em todo o mundo não tem acesso a água potável, 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/06/1676671>. Acesso em: mai. 2020.

Prodanov, C. C; Freitas, E. C de. Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013. 277 p. Disponível em: <http://feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: mai. de 2020.

Rodrigues, A. B. F. Avaliação de um sistema comercial de tratamento de água de chuva. Rio de Janeiro, Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – UFRJ, 2017.

Santos, M. J; Silva, B. B. Análise do modelo conceitual e tecnológico do programa cisternas rurais em Sergipe. Revista Engenharia Ambiental, v.6, n.2, p.464-483, 2009. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=246&layout=abstract>

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, Fortaleza, Dissertação (Mestrado) – UEC, 2015

Setti, A. A.; Lima, J. E. F. W.; Chaves, A. G. de M.; Castro, I. de. (Orgs.). Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

Silva, J. P.; Bezerra, C. E.; Ribeiro A. de A. Avaliação da qualidade da água armazenada em cisternas no semiárido cearense, Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, 14(1), 27-35, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2020v14n1p27-35>

Silva, T. S.; Melo, L. C. F. de. Direito Fundamental de Acesso à Água Potável: O Fornecimento de Água e a Hipótese de Suspensão Por Inadimplemento do Usuário do artigo 40, V, da Lei 11.445/2007 – Lei de Saneamento Básico. Uberlândia: Revista Idea, 2016. Disponível em: <http://esamcuberlandia.com.br/revistaidea/index.php/idea/article/view/92>.

Sousa, T. P. Água (ODS 6), Programa Cisternas e o Novo Regime Fiscal Brasileiro, *Vianna Sapiens*, 9(1), 236-259, 2018. doi: <https://doi.org/10.31994/rvs.v9i1.277>.

Suassuna, J. A Água no Semiárido Brasileiro: potencialidades e limitações. *Ecodebate*, 2012. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/07/26/a-agua-no-semiarido-brasileiro-potencialidades-e-limitacoes-artigo-de-joao-suassuna/>. Acesso em: mai. 2020.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Resolução nº 115 de 23/11/2017. Brasília: DOU de 5/12/2017.

_____. Delimitação do Semiárido. 2017. em: <http://www.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/mapa-semiarido-1262municipios-Sudene.pdf>. Acesso em: mai. 2020.

Waterfall, P. H., 2004. Harvesting rainwater for landscape use. 2ª edição. Cooperative Extension, University of Arizona. Arizona, Estados Unidos, 2004. Disponível em: <https://cals.arizona.edu/extension/ornamentalhort/waterquality/rainwaterharvest.pdf>. Acesso em: mai. 2020.