

REVISTA AIDIS

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

AVALIANDO A CISTERNA A PARTIR DO ÍNDICE DE EFETIVIDADE DA CISTERNA – ESTUDANDO O P1MC

*Lidiane Mendes Kruschewsky Lordelo¹
Patrícia Campos Borja²
Milton José Porsani³

EVALUATING THE CISTERNS ACCORDING TO THE CISTERN'S EFFECTIVENESS INDEX - STUDYING THE P1MC

Recibido el 29 de agosto de 2017; Aceptado el 3 de mayo de 2018

Abstract

The use of the cisterns has been adopted in places with little water availability or difficulties in the implementation of regular water supply systems. Rainwater has good quality, including for personal uses such as drinking and cooking. However, the quantity and quality of rainwater are altered due to several factors that influence cistern effectiveness. In Brazil, the cisterns gained greater breadth with the implementation of the One Million Cistern Program. This program was proposed from a public policy of the federal government and implemented from 1993 aiming to provide the resident population in drought areas with means to thrive under water shortage conditions. In order to evaluate whether the cistern actually serves the beneficiary population, this article aims to study the cistern, based on the identification by Cistern Effectiveness Index. This index was built from the results of field survey addressing 28 variables grouped in the environmental, technical, health, social and institutional dimensions. The study addressed 347 P1MC cisterns in five municipalities in Bahia, with rainfall up to 600mm / year. The results are classified by the Cistern Effectiveness Index as critical and alert, due to several factors such as: absence of equipment which compromises the cisterns'operation, lack of information on the use of cistern, resulting in misuse, impacting water quality.

Keywords: *cistern, indicator, cistern effectiveness index.*

¹Centro de Ciências e Tecnologias. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil.

²Departamento de Engenharia Ambiental. Universidade Federal da Bahia, Brasil.

³Instituto de Geociências da UFBA e do Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente/CIENAM - Universidade Federal da Bahia

*Autor correspondente: Centro de Ciências e Tecnologias. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Tv. Primeira Brejinhos, Cruz das Almas - BA, 44380-000. Tel: 55 75 3621-4314. E-mail: lidiane@ufrb.edu.br.

Resumo

O uso da cisterna tem sido adotado em locais que têm pouca disponibilidade hídrica ou tenha dificuldade de implementação dos sistemas regulares de abastecimento de água. A água de chuva apresenta-se de boa qualidade, inclusive para usos pessoais como beber e cozinhar. Porém, a quantidade e a qualidade das águas de chuvas são alteradas devido a diversos fatores que influenciam na efetividade da cisterna. No Brasil, as cisternas ganharam maior amplitude com a implementação do Programa Um Milhão de Cisterna. Este programa foi proposto a partir de uma política pública do governo federal e colocado em execução a partir de 1993 no anseio de proporcionar a população residente no polígono das secas a convivência com a condição de escassez de água. Buscando avaliar se a cisterna, de fato, atende a população beneficiada, esse artigo tem por objetivo estudar a cisterna, a partir da identificação do Índice de Efetividade da Cisterna. Esse índice foi construído a partir dos resultados de levantamento de campo abordando 28 variáveis agrupadas nas dimensões ambiental, técnico, sanitário, social e institucional. O estudo fez uma abordagem em 445 cisternas do P1MC, em cinco municípios baianos, com precipitações até 600mm/ano. Os resultados revelam o Índice de Efetividade da Cisterna como crítico e alerta, devido a diversos fatores tais como: ausência de equipamentos que comprometem o funcionamento da cisterna e falta de informação sobre o uso da cisterna, resultando em mau uso e impactando na qualidade da água.

Palavras chave: cisterna do p1mc, indicador, índice de efetividade da cisterna.

Introdução

O sistema de captação de água de chuva é uma tecnologia que vem sendo utilizada para captação e armazenamento de água e, no Brasil, mais recentemente, tem sido disseminada como alternativa para o enfrentamento da problemática de acesso à água no semiárido brasileiro, sob forte iniciativa de movimentos sociais organizados em torno da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA) e apoio de diversas instituições, inclusive do Governo Federal que em 2003 passou a financiar o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). Segundo a ASA (2017), até junho de 2017, foram construídas 602.003 cisternas (60% da meta). Dados do Governo Federal informam que entre 2003 e 2016 foram construídas 1,2 milhão de cisternas, o que inclui as executadas pela ASA no âmbito do P1MC e as de outras ações do governo (BRASIL, 2016).

Devido às condições climáticas da região do semiárido brasileiro, com aridez do clima, imprevisibilidade das precipitações pluviométricas, alta insolação, deficiência hídrica, como também presença de solos pobres em matéria orgânica (Molion e Bernardo, 2000), associados a falta de sistemas de abastecimento de água convencionais, as cisternas tornaram-se uma tecnologia adotada para garantir armazenamento de água nos períodos de escassez de chuva.

Diante da amplitude do P1MC, seus objetivos, suas diretrizes e estratégias de implementação esse Programa tem suscitado interesse do campo técnico-científico na realização de estudos que buscam analisar seus impactos. Os estudos desenvolvidos por Borja, Lordelo e equipe (Borja *et al.*, 2016) identificaram que nos cinco municípios pesquisados no semiárido da Bahia no Brasil, o acesso à água vem provocando alterações importantes nas condições de vida da população beneficiada. No entanto, os autores apontam que foram identificados diversos

fatores que têm influenciado no uso e funcionamento das cisternas, especialmente: seca prolongada, que restringe a captação de água de chuva; comprometimento da qualidade da água; problemas nos equipamento/estrutura das cisternas; inadequação no manejo da água; deficiências na educação ambiental, falta de assistência pós-construção, dentre outros.

Os estudos de Silva *et al.* (2013) ressaltam que a liberação do tempo consumido para obtenção de água tem possibilitado maior disponibilidade para a realização de trabalho remunerado, aumento da frequência escolar, dentre outros, sendo as mulheres as mais beneficiadas já que exerciam (e ainda exercem) o papel principal no manejo doméstico da água. Moraes e Rocha (2013), ressaltam a relevância da participação das mulheres na implementação do P1MC já que tem permitido alterações nas relações de gênero nos processos construtivos das cisternas.

Estudos também têm revelado que as famílias não têm manuseado adequadamente a água das cisternas de forma a evitar a sua contaminação. Os estudos de Silva *et al.* (2006), junto a comunidades do estado da Paraíba-Brasil, constataram que apesar das famílias terem participado das ações de educação sanitária e ambiental do P1MC e terem conhecimento teórico dos procedimentos que deveriam ser adotados para a proteção da qualidade da água, não sabiam manusear adequadamente a água das cisternas. Os autores verificaram a falta de cuidados com os telhados e, também, o uso de cordas e baldes para a retirada da água da cisterna e a não utilização da bomba manual. Constatou-se, ainda que o balde usado para a coleta de água não apresentava condições adequadas de higiene na maioria dos domicílios. Resultados semelhantes foram encontrados por Lordelo *et al.* (2016).

Estudos de Lordelo *et al.* (2015) evidenciaram que o projeto técnico não contempla todas as instalações necessárias para que a cisterna garanta a segurança da qualidade água. Segundo Andrade Neto (2013), o projeto deve atender às especificidades das famílias e aos índices pluviométricos da região. Para Andrade Neto (2003), diversos aspectos devem ser considerados não só para a segurança sanitária do sistema de captação de água de chuva, como também para a manutenção da integridade das estruturas e instalações.

Investigações também têm se dedicado a analisar o impacto da saúde após a implantação das cisternas. Um estudo de coorte prospectivo, realizado por Luna (2011), constatou uma menor ocorrência e duração dos episódios de diarreia em domicílios que faziam uso de cisterna, demonstrando que esse equipamento funcionava como uma tecnologia de proteção à saúde. Fonseca (2012), por meio de um estudo de coorte, evidenciou que nas famílias não beneficiadas pelas cisternas a duração média dos episódios diarreicos era cerca de 45% maior quando comparado àquelas que foram beneficiadas pelo P1MC e que havia uma relação entre as cisternas e a redução das infecções provocadas por protozoários patogênicos em crianças.

Santos et. al. (2009) avaliaram que apesar das dificuldades, o P1MC mostra-se uma experiência válida pelo estoque de água armazenada e pelo processo de organização, mobilização e formação para a gestão de recursos hídricos e a viabilidade da convivência com o Semiárido. Os autores recomendam a determinação de metas de desempenho, a definição de indicadores de sustentabilidade para a avaliação e monitoramento do Programa, de forma a garantir a maximização dos resultados positivos. Barreto, Borja e Moraes (2014) ao estudarem os critérios de atendimento do Programa constataram que, de certa forma, as famílias beneficiadas atenderam aos critérios de priorização. Para os autores, o não atingimento das metas revela a fragilidade do Programa do ponto de vista gerencial e a sua posição marginal em termos de prioridade do Governo Federal. Os autores alertam ainda que o P1MC, apesar de seu esforço de promover o empoderamento da população, se constitui em uma ação pública focalizada, setorial e residual, não integrante de uma ação de governo pautada no tratamento da problemática em sua totalidade e complexidade e integrante de uma política pública mais ampla e consistente, envolvendo os diversos agentes públicos dos três níveis de governo, a sociedade civil organizada e a população a ser beneficiada.

Os resultados dos estudos desenvolvidos têm evidenciado que diversas variáveis têm influenciado a efetividade do Programa, especialmente quanto aos aspectos da sua concepção, projeto, implementação e uso da tecnologia e, também, ao gerenciamento das ações. Diante dessas questões, o presente trabalho busca construir o Índice de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna, a partir dos resultados da pesquisa “Limites e possibilidades para o direito à água no Semiárido Baiano”, financiada pelo CNPq.

Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada em cinco municípios do Semiárido Baiano selecionados considerando o grau de vulnerabilidade à escassez hídrica e porte populacional. O levantamento de dados foi realizado em 455 domicílios a partir de uma amostra aleatória estratificada sem reposição, entre os anos de 2013 a 2015.

Foram estudadas 57 variáveis segundo as dimensões ambiental, técnica, sanitária, institucional e social. A partir da distribuição de frequência das variáveis foram selecionadas 28 variáveis e identificadas para cada uma as categorias que mais influenciavam a efetividade da tecnologia implantada pelo P1MC (Quadro 1). Estudos realizados por Ruskin e Callender (2001) inspiraram tal seleção.

As variáveis foram agrupadas de forma a gerar o Índice de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna, que foi composto por uma média ponderada de subíndices, segundo cada dimensão de estudo. Com isso, pôde-se estudar a cisterna à luz dos pressupostos das tecnologias sociais. O agrupamento das variáveis e a definição dos pesos para compor o Índice citado foram feitos por

meio da técnica do Grupo Focal. Segundo Kitzinger (2000), o grupo focal é uma técnica qualitativa que adota entrevistas com grupos, para discutir um tema específico. O grupo focal contou com a participação de oito especialistas que vêm desenvolvendo investigações sobre a temática das cisternas para abastecimento humano de água.

Quadro 1. Dimensões e variáveis que mais influenciam na efetividade da tecnologia das cisternas do P1MC. 2016

Dimensão	Variáveis
Técnica	Estado da estrutura da cisterna
	Estado da tampa da cisterna
	Estado da bomba
	Manutenção da cisterna (consertos e reparos)
	Existência da calha de captação da água de chuva na cisterna
	Existência da canalização condutora da água de chuva captada para a cisterna
	Existência de sangrador com tamponamento na cisterna
	Tempo de construção em anos
	Existência de dispositivo para o desvio das primeiras águas da chuva
	Distância da cisterna a instalações de esgoto ou vala a céu aberto
Sanitária	Área do telhado
	Consumo da água da família por semana em litros depois da cisterna
	Frequência do tratamento da água da cisterna
	Caso a água seja retirada da cisterna com balde: Estado de conservação e limpeza do
	Caso a água seja retirada da cisterna com balde: O balde é usado para outros usos?
Institucional	Recipiente usado para armazenar a água retirada da cisterna (tipo)
	Estado de limpeza dos recipientes
	Material do telhado
	Forma de retirar a água da cisterna
Social	Limpeza da cisterna
	Forma de limpeza
	Educação sanitária e capacitação para uso da cisterna
Ambiental	Quantas pessoas vivem na casa
	Bens que existem na casa
	Anos de estudo do chefe da família
	Área da casa
	Material das paredes da moradia
	Média de precipitação mensal

Fonte: Própria (2016).

Cada variável foi padronizada para variar entre 0 e 1, de forma que os valores mais elevados indicassem a melhor situação. Os valores do intervalo foram ajustados a partir da equação de primeiro grau da reta. No Quadro 2 são apresentadas as equações utilizadas para o cálculo dos subíndices e do índice.

Quadro 2. Equações utilizadas para o cálculo dos subíndices e Índice de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna, sendo as dimensões analíticas.

TÉCNICA	
$lef_{tec} = (X_1tec_1 + X_2tec_2 + X_3tec_3 + X_4tec_4 + X_5tec_5 + X_6tec_6 + X_7tec_7 + X_8tec_8 + X_9tec_9 + X_{10}tec_{10} + X_{11}tec_{11} + X_{12}tec_{12}) / 12$	
AMBIENTAL	SANITÁRIA
$lef_{amb} = abm_1$	$lef_{san} = (X_{1san1} + X_{2san2} + X_{3san3} + X_{4san4} + X_{5san5} + X_{6san6} + X_{7san7} + X_{8san8}) / 8$
INSTITUCIONAL	SOCIAL
$lef_{inst} = X_{1inst1}$	$lef_{soc} = (X_{1soc1} + X_{2soc2} + X_{3soc3} + X_{4soc4} + X_{5soc5}) / 5$
lef_{cis}	
$lef_{cis} = (P_1 lef_{amb} + P_2 lef_{tec} + P_3 lef_{san} + P_4 lef_{san} + P_5 lef_{inst}) / ((P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5))$	

Fonte: Própria (2017)

Os pesos do Índice de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna foram definidos a partir da moda encontrada pela avaliação de um Grupo Focal que contou com a participação de pesquisadores e profissionais com experiência no tema em estudo.

Foram definidos quatro níveis para o Índice de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna, sendo “Crítico” a que apresentou valores entre zero e 0.30; “Alerta”, entre 0.31 e 0.60; “Aceitável”, entre 0.61 e 0.80; e, por fim, “Satisfatório” entre 0.81 e 1.00.

Resultados e discussão

Os resultados encontrados serão discutidos a seguir a partir das dimensões estudadas: ambiental, técnica, sanitária social e institucional.

Dimensão Ambiental

Optou-se por avaliar a dimensão ambiental a partir do estudo das precipitações pluviométricas, de forma a analisar as condições locais para o aproveitamento de água de chuva para fins de abastecimento humano. Para tanto, foram feitas simulações considerando as médias mensais de precipitação, as áreas do telhado encontradas, número de moradores por família e níveis de consumo per capita para identificar se a cisterna seria adequada para cumprir o objetivo proposto. Foram considerados dois valores para o consumo de água: 1) 14L/hab.dia, conforme previsto pelo P1MC para o atendimento da demanda dos usos para beber e cozinhar; e 2) 80L/hab.dia, sugerido pela Organização Mundial da Saúde (2003), para os usos de beber, cozinhar, higiene pessoal e do ambiente. O Método de Rippl foi o adotado para a simulação do balanço hídrico.

Após as simulações foi identificado que as cisternas do P1MC não atende em sua totalidade às condições necessárias ao abastecimento de água para consumo humano das famílias, com dificuldades de atender à diversidade de situações em face dos níveis de precipitação, das dimensões dos telhados e da quantidade de habitantes por domicílio e demanda de água. Constatou-se cisternas subdimensionadas, adequadas ou superdimensionadas, sendo que esses resultados também foram confirmados no estudo de Andrade Neto (2013), o qual propôs que fossem definidas quatro ou cinco tipos de cisternas com capacidades para adequarem-se as diversas realidades.

A simulação demonstrou que para o consumo de água de 80L/hab.dia, recomendado pela a OMS, uma quantidade maior de cisternas subdimensionadas, independente do município estudado. De forma contrária, para o consumo de 14L/hab.dia um número maior de cisternas estava superdimensionada. A simulação ainda mostrou que para esse consumo, menos de 10% das cisternas estavam adequadas.

Com os resultados encontrados quanto às dimensões da cisterna pode-se concluir que: quando a referência de análise é o P1MC (consumo de 14L/hab.dia), cerca de 4.4% das cisternas estavam subdimensionadas, 93.6% estavam com suas cisternas superdimensionadas e somente 1.9% dos domicílios encontravam-se com as dimensões das cisternas adequadas, indicando que a capacidade da cisterna estava coerente com a realidade no que se refere à precipitação, área do telhado e demanda de água (quantidade de habitantes no domicílio).

A “área do telhado do domicílio” é uma variável bastante significativa quando se calcula a quantidade de água de chuva captada, pois ela tem vinculação direta com o volume captado diante dos níveis de precipitação. As famílias para fazerem parte do Programa tiveram que comprovar uma área de telhado mínima de 40m². Os cálculos do P1MC (Santos et. al., 2009) para uma pluviosidade média anual de 400mm, indicaram que um domicílio com 40m² de área do telhado, com cinco moradores, capta e armazena água para o consumo de 8 meses para beber e cozinhar, levando a um consumo médio de 14L/hab.dia.

A OMS, no entanto, estabelece que o mínimo necessário para o consumo diário para a proteção da saúde deve ser de 80L/hab.dia (OMS, 2003). Embora o nível de consumo ainda seja um tema a ser melhor definido, considera-se que este não deve ser inferior a 50L/hab.dia, para garantir os usos para beber, cozinhar, higiene pessoal e doméstica.

Dimensão Técnica

Nessa dimensão constatou-se que todas as cisternas estudadas foram construídas em formato cilíndrico, com capacidade para 16000L, com cobertura em forma cônica, calha no formato retangular e tubulação. Cerca de 18% das cisternas estudadas tinham mais de 10 anos de construída, 27% entre 5 e 10 anos, 41% entre 3 a 5 anos e 14% entre 0 e 2 anos. Cerca de 79%

das cisternas nunca tiveram conserto, embora 17% tenham sofrido pelo menos um conserto e 4% mais de um conserto. Esses consertos foram realizados pelo próprio morador, não havendo responsabilidade ou participação da administração pública ou de representantes da ASA.

Das cisternas estudadas, 9.5% apresentaram estrutura bastante danificada, 16.1% estavam danificadas ou com infiltração, 36.2% com fissuras discretas e 38.2% estavam em bom estado. Quando avaliado o estado das tampas das cisternas notou-se que a maioria se encontravam em boas condições; porém, cerca de 22.3% ou estavam sem tampa (2.21%) ou apresentavam algum dano (20.12%). Silva *et al.* (2013) verificou que 30% das cisternas estudadas no município de Pedra Lavrada, Paraíba, tinham problemas na estrutura com vazamento e infiltrações.

Cerca de 7.5% dos sistemas de captação estudados não tinham calha para a captação de água, sendo que em 5.2% não houve a instalação e em 2.3% os moradores retiraram sob o argumento da inexistência de chuvas. Verificou-se que 21% dispunham de uma calha e 71.5% de duas calhas. A presença de apenas uma calha implica na diminuição da quantidade de água captada em um cenário com baixa precipitação.

A utilização da bomba para a retirada da água do interior da cisterna evita o contato direto do usuário com a água armazenada, além de diminuir a frequência da abertura da tampa e incidência da luz solar. No estudo constatou-se que 93% das pessoas retiravam água da cisterna com balde; sendo que 31.3% das cisternas estavam com a bomba em bom estado de conservação e em condições de uso, embora cerca de 50.4% das bombas estivessem danificada. Tal fato indica que a não utilização pode estar vinculada à dificuldade de adaptação à tecnologia, ou mesmo, a inadequação das características técnicas da bomba já que alguns moradores relataram as dificuldades para a retirada da água com a bomba em face do esforço realizado e da quantidade extraída. Segundo os estudos de Delfiaco (2012), alterações feitas na instalação das bombas seriam capazes de deixá-las mais funcionais e facilitaria a retirada da água. A variável “forma de retirar água da cisterna”, mostrou o quanto é frágil a bomba de água do P1MC (MDS, 2013). O uso de balde por sua vez, aumenta a possibilidade da introdução de impurezas na água que podem comprometer a sua qualidade. Por outro lado, esse procedimento amplia as chances de manter a tampa da cisterna aberta, permitindo a entrada de luz e criando um ambiente propício à formação de algas, o que pode implicar na alteração das características da água. Silva (2013) apresenta o balde como sendo um dos fatores intervenientes para contaminação da água e presença de coliformes termotolerantes.

Os dados evidenciaram a ausência de instalações hidráulicas nos domicílios (61.8%), resultando em lançamento do esgoto a céu aberto. Constatou-se que cerca de 50% das pessoas utilizavam buraco e/ou mato distante do domicílio para satisfazer suas necessidades fisiológicas. Verificou-se, por outro lado, que 79% dos domicílios tinham a cisterna distante de pontos de lançamento de esgoto a mais de 10 metros. Apesar desse resultado é válido observar que existe a

possibilidade de contaminação das águas armazenadas nas cisternas por águas sujas e/ou impurezas a depender do estado da estruturada cisterna. Como já referido, cerca de 61.7% da estrutura da cisterna encontravam-se com problemas essa condição, associada a um declive favorável do terreno, com a percolação de esgotos para cisternas pode acarretar no contato do esgoto com a água armazenada. O estudo de Silva (2013) apontou o risco de contaminação microbiológica referente à proximidade da fossa, caso a parte submersa da cisterna estivesse rachada por algum motivo. Para Ruskin e Callender (2001), a água da cisterna pode ser contaminada quando há proximidade com fossas ou esgotos correndo a céu aberto. Resultados encontrados por Amorim e Porto (2003) evidenciaram a existência de contaminação de origem fecal em todas as cisternas avaliadas nessas condições, sendo que cerca de 21% dos domicílios lançavam seus efluentes próximos à cisterna (até 10m) e 100% das águas das cisternas que estavam nesses casos, apresentaram coliformes termotolerantes. Embora esses resultados mostrem alguma evidência de relação entre os pontos levantados, estudos mais apropriados devem ser desenvolvidos para avaliar o peso dessa variável na explicação da contaminação bacteriológica da água.

Avaliando o padrão de consumo nos domicílios estudados percebeu-se diferentes usos da água: ingestão, cozimento dos alimentos, banho, higienização pessoal e do ambiente doméstico. Foi também constatado que parte da população utiliza a água para molhar plantas e dessedentação de animais. Assim, o presente estudo mostrou que a população não utiliza a água exclusivamente para beber e cozinhar como previsto pelo Programa.

O estudo apresentado por Silva *et al.* (2013), no município de Pedra Lavrada-Paraíba, 100% da população estudada utilizava a água da cisterna para beber e cozinhar, 95% para higiene pessoal, 90% para higiene do ambiente domiciliar e para lavar roupa, cerca de 45% era destinada à dessedentação de animais.

O consumo per capita de água calculado a partir do levantamento de campo mostrou-se ser bastante superior ao proposto pelo P1MC (14L/hab.dia). Foram realizadas duas medições, sendo a primeira da altura do nível de água na cisterna no primeiro dia de coleta de dados e a segunda dois dias depois. Anotada as dimensões da cisterna e as alturas do nível de água nas duas visitas foi possível identificar o quanto foi consumido durante aquele intervalo de tempo por habitante (Tabela 1).

Pode-se perceber que o consumo per capita foi superior a 14L/hab.dia. Cohin *et al.* (2009) estimou que uma família com renda até dois salários mínimos tem o consumo per capita de água variando entre 74.34 e 85.99L/hab.dia, valores próximos ao recomendado pela OMS. Esses dados, em termos de padrão de consumo, corroboram com os Silva *et al.* (2013) que estudou consumo de água por meio de cisternas e os dados da presente pesquisa.

Tabela 1. Média e mediana do consumo de água (L/hab.dia), segundo as fontes de água para abastecimento (N=340).
Dez/2013 - mar/2015

Fontes de água de abastecimento da cisterna	N	Média de consumo de água (L/hab.dia)	Mediana de consumo de água (L/hab.dia)
Todas as fontes de água	340	68.76	56.35
Poço ou fontes	11	72.95	46.50
Carro pipa	205	61.79	53.40
Rede de água pública	93	83.60	74.70
Água de chuva	31	68.77	60.10

Fonte: Própria (2017).

Dimensão Sanitária

Estudos têm apontado que a água de chuva armazenada nas cisternas atende aos parâmetros físico-químicos e não atendem aos microbiológicos. Isso se deve ao fato da contaminação microbiológica ocorrer facilmente quando não existem cuidados na captação, transporte, armazenamento e retirada da água do interior da cisterna (Andrade Neto, 2004).

O risco de contaminação depende, principalmente, da origem das águas, dos tipos de uso, das condições da superfície de captação, da exposição a contaminantes, das características epidemiológicas da região, e da operação e manutenção do sistema (Andrade Neto, 2003). Para o autor, esse risco pode ser minimizado com ações de educação sanitária e ambiental, e, principalmente, pela existência das barreiras sanitárias, como o desvio dos primeiros milímetros de água de chuva.

Diante desses riscos, para a avaliação da dimensão sanitária estudou-se diversas variáveis. Considerando as principais variáveis, tem-se: no que se refere à limpeza da cisterna, constatou-se que a maioria (76.65%), já tinha sofrido algum tipo de limpeza; porém, em 64.67% essas só eram limpas quando estavam vazias. Um total de 23.35% das cisternas nunca tinha sido limpa. Apesar da frequência da limpeza, também foi informado que no caso do abastecimento pelo carro-pipa ocorrer antes da data prevista, a limpeza era postergada. A forma da limpeza variou, podendo ser utilizada somente a água; água e sabão; água, sabão e água sanitária; e apenas água sanitária.

A qualidade da água pode ser comprometida pelo manuseio do balde utilizado para retirar a água da cisterna. A forma como o balde é guardado pode permitir o contato direto com animais, impurezas e facilidade para usos indevidos. No levantamento constatou-se que cerca de 98.42% dos entrevistados afirmaram que usavam o balde exclusivamente para retirar água da cisterna, sendo que 18.22% tinham aparência de sujo, enferrujado ou danificado. Segundo Blackburn *et al.* (2003) as fontes de contaminação das águas de cisternas com coliformes estão relacionadas ao

mau acondicionamento dos baldes; à presença de animais nas estruturas de captação e no manuseio inadequado do balde quando da retirada da água nas cisternas.

Dimensão Social

Nessa dimensão avaliou-se que as variáveis “Anos de estudo do chefe do domicílio e os “bens existentes no domicílio”, podem influenciar no uso e funcionamento das cisternas. Tal consideração, embora não contemple a complexidade da dimensão social, pode se constituir em uma aproximação, já que o nível de renda e de educação são variáveis sociais reconhecidas em estudos no campo da pesquisa social. O estudo evidenciou que cerca de 27% dos entrevistados eram analfabetos e que cerca de 22% a 28% das famílias tinham uma condição social melhor, considerando os bens existentes no domicílio (geladeira, carro, moto, fogão, telefone, etc.). Os dados revelaram que as estratégias de educação sanitária foram insuficientes, com duração de dois dias, sendo necessário desenvolver um programa continuado que considere o perfil social e educacional da população.

Dimensão Institucional

Pôde-se identificar que 61.3% das cisternas foi construída pela ASA e Associação Regional de Convivências Apropriada ao Semiárido (ARCAS), 26% foi executada por associação ou sindicato e as demais pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) e Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Para a família ser contemplada pelo Programa era necessário ser dono da própria terra; ter renda compatível com as diretrizes do P1MC; dispor de área de captação da água de chuva (telhado) superior a 40m², possuir filhos, que deveriam estar na escola e fazer parte do Programa Bolsa Família.

Os resultados evidenciaram que houve um envolvimento do Poder Público e da ASA durante as fases que antecederam e durante a instalação da cisterna. Porém, após a construção constatou-se que não há uma assistência do governo municipal e da ASA, especialmente quanto à fiscalização do uso da cisterna, manutenção e continuidade do processo de formação/educação sanitária para o manejo domiciliar da água.

Segundo os resultados, a maioria dos beneficiários (98%) entende que a limpeza e a manutenção da cisterna devem ser feita pelos próprios usuários. Porém, os dados de campo revelaram que pouquíssimas famílias realizavam a manutenção, tendo-se verificado cisternas com problemas na estrutura e falta dos cuidados necessários com a limpeza. Uma quantidade pequena de usuários, 2% do município de Santa Brígida, registrou seu entendimento de que a responsabilidade da limpeza e da manutenção deveria ser da prefeitura.

O levantamento também evidenciou a existência do curso de capacitação para os beneficiados pelo P1MC. Quase que a totalidade recebeu o curso intitulado Gerenciamento de Recursos Hídricos (GRH) de duração de dois dias quando da instalação da cisterna, sendo este um pré-

requisito para o recebimento da cisterna. Porém, quando do levantamento de campo constatou-se que muitos não recordavam dos conteúdos abordados durante o curso, o qual não teve continuidade. Ressalta-se que a existência do curso de capacitação de forma continuada pode contribuir para a solução de diversos problemas identificados.

O estudo desenvolvido por Bonifácio (2011) sobre a avaliação do P1MC ressaltou a necessidade da educação continuada para a fixação de conceitos importantes e aproveitamento melhor da benfeitoria. Para Santos, Araújo e Farias (2011), uma grande parcela dos participantes dos cursos de GRH não dispunham de conhecimentos sobre conceitos essenciais e o entendimento dos princípios norteadores e objetivos do Programa. Observou-se dificuldades de entendimento sobre o papel de cada ator, já que significativa parcela dos usuários declararam não saber quais eram as suas responsabilidades, sendo que esses fatores têm causado significativos entraves à efetivação da gestão participativa. Para os autores, os problemas relacionados à operacionalização do Programa residem na fragilidade da garantia e efetivação dos mecanismos de controle social e do monitoramento do processo, assim como carência no acompanhamento técnico indispensável à manutenção dos sistemas de captação.

Diversos problemas podem e devem ser equacionados por meio de ações do Poder Público como a fiscalização e o acompanhamento do sistema implantado. A atuação sobre essas variáveis implicará em melhores resultados no uso e funcionamento da cisterna e, conseqüentemente, no acesso à água.

É importante destacar que os dados de campo evidenciaram um alto nível de satisfação dos usuários com as ações do P1MC, já que as cisternas significaram o acesso à água nas proximidades do domicílio, implicando em alterações significativas no modo de vida e nas estratégias para a garantia de um direito tão essencial como a água.

Índice de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna da Cisterna

A partir dos resultados encontrados no levantamento de campo pôde-se perceber que algumas variáveis tiveram valores bastante significativos, tanto para situações favoráveis quanto para desfavoráveis. Ao se analisar os dados, constata-se que, na maioria das dimensões estudadas, os valores calculados para cada município não apresentaram grande variação; porém, quando comparados entre as dimensões houve uma variação maior. Somente na dimensão institucional os resultados encontrados para cada município variaram de forma significativa. Assim, pôde-se concluir que:

- *Dimensão ambiental* – A variável que compõe a dimensão ambiental foi analisada considerando dois valores do consumo per capita de água: 14L/hab.dia (P1MC) e 80L/hab.dia (OMS). Considerando 14L/hab.dia, todas as cisternas estudadas nos municípios de Abaré,

Chorrochó, Macururé e Santa Brígida atenderam a esse nível de consumo e 88.9% no município de Glória; porém, nenhuma cisterna atendeu aos 80L/hab.dia.

- *Dimensão Social* - O estudo feito com as variáveis associadas à dimensão social, na sua maioria, apresentou resposta classificada na situação intermediária. Esses resultados foram os que mais impactaram positivamente para o I_{efc}. Salienta-se nessa dimensão uma quantidade significativa de famílias sem banheiro no domicílio e com baixa escolaridade, esta última confirmando a situação encontrada na zona rural do Nordeste Brasileiro. O destaque nessa dimensão é percebido na variável uso da água: o P1MC estabeleceu que o uso da água deve ser exclusivamente para beber e cozinhar, porém no levantamento realizado constatou-se que a maioria das famílias fazia uso da água para suprir as necessidades de beber, cozinhar, realizar a higiene pessoal e do domicílio, conforme estabelece a OMS. Esse resultado contribuiu para elevar o subíndice da dimensão social.
- *Dimensão Técnica* - O destaque da dimensão técnica é observado para a ausência do desvio dos primeiros milímetros da água de chuva. Apesar de já ter se confirmado a necessidade dessa prática a fim de garantir a qualidade de água, não consta no projeto executivo do P1MC a especificação desse equipamento. Foi percebido, contudo, que algumas famílias fizeram ajustes na tubulação na tentativa de realizar a separação desses milímetros, porém essa prática é de forma manual. Tal fato contribuiu para o baixo valor do subíndice.
- *Dimensão Sanitária* – As variáveis que se enquadraram em situação ruim foram: forma e frequência de limpeza da cisterna, forma de retirar a água da cisterna, estado da tampa, responsável por retirar a água da cisterna. A forma de realizar a limpeza da cisterna e a frequência não atenderam as normas sanitárias. A forma de retirar a água da cisterna ocorria por meio de balde, o que deixava vulnerável a segurança da água. Um grande número de cisternas não possuía mais a bomba manual ou ela encontrava-se danificada. A maioria das tampas das cisternas apresentou problemas na estrutura e encontrava-se sem cadeado, facilitando o acesso de pessoas. Foi diagnosticado também que mais de uma pessoa (ou mesmo qualquer pessoa), tinha acesso a cisterna para retirar a água, o que podia implicar em ampliação do risco de contaminação da água. Os demais parâmetros tiveram a maioria das respostas na melhor situação.
- *Dimensão Institucional* - Apesar da importância do P1MC como um movimento social que construiu uma proposta para ampliação do acesso à água, para a melhoria da qualidade de vida e o empoderamento da família, o que impõe a necessidade de as famílias assumirem responsabilidades no manuseio da tecnologia, cabe ao Poder Público a promoção de políticas para a garantia do direito à água. Contudo, a maioria das famílias informou que após a entrega das cisternas não houve mais a presença do Estado. Também, não houve a ampliação e continuidade das ações do GRH, o que tem influenciado no bom uso e funcionamento das cisternas.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados dos subíndices e dos índices.

Tabela 2. Resultado dos Subíndices Estudados para os Municípios considerando per capita de 14L/hab.dia e 80L/hab.dia

Consumo per capita de água	Dimensões	Subíndice				
		Abaré	Chorrochó	Macururé	Gloria	Santa Brígida
(14L/hab.dia)	Sanitária	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
	Técnica	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3
	Ambiental	0.4	0.3	0.5	0.6	0.5
	Social	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7
	Institucional	0.6	0.2	0.0	0.5	0.2
(80L/hab.dia)	Sanitária	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Técnica	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3
	Ambiental	0.4	0.3	0.5	0.6	0.5
	Social	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7
	Institucional	0.6	0.2	0.0	0.5	0.2

Fonte: Própria (2017).

Tabela 3. Índices de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna, segundo o consumo per capita de água

Consumo per capita de água	I _{efc} / Nível	Abaré	Chorrochó	Macururé	Gloria	Santa Brígida
(14L/hab.dia)	I _{efc}	0.63	0.54	0.47	0.67	0.57
	Nível	Aceitável	Alerta	Alerta	Aceitável	Aceitável
(80L/hab.dia)	I _{efc}	0.38	0.26	0.22	0.42	0.32
	Nível	Alerta	Crítico	Crítico	Alerta	Alerta

Fonte: Própria (2017).

A partir do cálculo do Índice de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna, considerado o consumo per capita de água de 80L/hab.dia, constata-se que esse Índice apresenta uma situação de “Alerta” e “Crítico”. No entanto, é válido ressaltar que a percepção da comunidade beneficiada é de que o P1MC foi muito importante para a melhoria da qualidade de vida da população por ampliar o acesso à água. Destaque deve ser dado ao impacto do Programa à emancipação da comunidade, principalmente da mulher, já que historicamente cabe a esta a busca pela água. Além da cisterna influenciar na melhor qualidade de vida (física, pois diminuíram as dores corporais, e mental, pois minimizou a preocupação de conseguir água diariamente), também impactou na ascensão do papel da mulher dentro da família e comunidade. A mulher passou a desenvolver outras atividades e a contribuir com o sustento familiar.

Avaliando o P1MC enquanto um programa voltado para o abastecimento humano de água constata-se que ele não atende às necessidades de consumo de água para a proteção da saúde,

conforme recomenda a OMS (80L/hab.dia). A quantidade per capita proposta pelo P1MC de 14L/hab.dia limita-se exclusivamente ao uso da água para beber e cozinhar. No entanto, em tais condições, há a continuidade da vulnerabilização das populações, inclusive, obrigando que a mulher ou outro membro da família continue exercendo a atividade de buscar água em longas distâncias.

Segundo Santos, Araújo e Farias (2011), nas comunidades por eles pesquisadas, os indicadores apontam para a necessidade de otimização dos índices de sustentabilidade, principalmente quanto à dimensão institucional e social, sem, contudo, deixar de empreender esforços para a melhoria das demais dimensões. Isso indica que o P1MC ainda merece atenção do Poder Público e dos movimentos a ele vinculados de forma a alcançar as metas e propósitos estabelecidos.

Conclusões

O estudo indicou que o direito à água ainda é uma questão bastante sensível, e que apesar do P1MC ter proposto a implantação de um milhão de cisternas, as condições técnicas, sanitárias, ambientais, sociais e institucionais precisam ser melhores discutidas. Alguns aspectos evidenciam as limitações do Programa, principalmente no que se refere à adequação das precipitações e dimensão da cisterna para atender as necessidades de abastecimento de água e as práticas de manuseio doméstico da água.

Independente do Índice de Efetividade do Uso e Funcionamento da Cisterna ter apresentado resultado do nível de avaliação como uma situação de “Alerta” e “Crítico”, considerando o consumo per capita de água de 80L/hab.dia, é importante ressaltar que a percepção da comunidade beneficiada, conforme já foi exposto nesse trabalho, é que o P1MC foi muito importante para emancipação da comunidade, principalmente da mulher. Além disso, a cisterna tem influenciado na melhor qualidade de vida pela ampliação do acesso à água.

Avaliando, no entanto, o P1MC enquanto um programa que foi concebido para garantir a população do Semiárido a convivência com a seca, constata-se suas limitações. Usar a água somente para beber e cozinhar continua vulnerabilizando a vida da população e obrigando que a mulher ou outro membro da família continue exercendo a atividade de buscar água em distâncias por vezes que dificultam a disponibilidade de tempo para a realização de outras atividades ou necessitando da presença do carro-pipa para o abastecimento, mantendo as relações de poder que ASA pretendeu enfrentar com o uso das cisternas.

Os resultados evidenciaram que os índices pluviométricos e as condições do projeto das cisternas não garantem o fornecimento de água de forma adequada à população, especialmente em períodos de seca prolongada. As prefeituras e o Governo Federal continuam com a responsabilidade de abastecer as cisternas com carro-pipa mensalmente, para garantir água para

a população em face da situação de escassez. Durante o levantamento de campo, uma das falas de um beneficiado pelo Programa foi que o sistema existente continua mantendo a relação de “compra de votos”. Eiró e Lindoso (2015) discutem essa temática fazendo uma leitura dos efeitos do Programa sobre as estruturas tradicionais de dominação. Para os autores, foram promovidos avanços materiais e sociais quando da implementação do P1MC, porém esses avanços foram restritos e a água ainda continua a ser um recurso escasso e as elites detêm o poder de seu controle e distribuição.

Os resultados indicaram a necessidade do P1MC incorporar ações continuadas de educação sanitária e de assistência técnica, como também o acompanhamento do Poder Público local já que este tem a responsabilidade constitucional pelas ações de saneamento básico e, conseqüentemente, de abastecimento de água.

Diante dos resultados encontrados, o estudo revela que o direito à água ainda é uma questão bastante sensível e que apesar do P1MC pretender ampliar o acesso a água no Semiárido Brasileiro, as condições técnicas, sanitárias, ambientais, sociais e institucionais precisam ser melhor discutidas.

Referências bibliográficas

- Amorim, M. C. C. de, Porto, E. R. (2003) Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos. *4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva*. Juazeiro, Bahia.
- Andrade Neto, C. O. (2003) Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais. *4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva*. Juazeiro, Bahia-Br.
- Andrade Neto, C. O. (2004) Proteção sanitária das cisternas rurais. *11º Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental* Natal, Rio Grande do Norte-Br.
- Andrade Neto, C.O. (2013) Aproveitamento imediato da água de chuva. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 1(1), 67-80. Acesso em 23 de novembro de 2017, disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/issue/view/v.01%2C%20n.01>
- ASA, Associação do Semiárido Brasileiro, (s/f) Brasil. Acessado em 14 de janeiro de 2017. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>
- Barreto, T. B., Borja, P. C., Moraes, L. R. S. (2014) Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC no semiárido do estado da Bahia-Brasil: Analisando os resultados. *XXXIV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Monterreu.
- Blackburn, D. M., Retamal Y. P. Bustamante, L. M., Jalfim F., Viana A. A., Farias Júnior M. (2003) Avaliação da contaminação microbiológica de água para consumo doméstico na região de atuação da Diaconia no Semi-Árido nordestino. *4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*. Juazeiro, Bahia-Br.
- Bonifácio, S. N. (2011) *A percepção dos beneficiários do p1mc quanto à utilização das cisternas de água de chuva no semiárido mineiro*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 126 pp.
- Borja, P. C., Lordelo, L. M. K., Moraes, L. R. S., Orrico S. R. M. (2016) *Programa Um Milhão de Cisternas - Limites e possibilidades para o direito à água no Semiárido Baiano - Relatório Final*. Salvador: UFBA, UFRB, UEFS. (Processo CNPq 476707/2012-9).

- Cohim, E., Garcia A., Kiperstok, A., Dias, M. C. (2009) Consumo de água em residências de baixa renda - estudo de caso. *25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Recife/PE.
- Delfiaco, A. M. (2012) *Bomba de acionamento manual para cisternas*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 47P.
- Eiró, F., Lindoso, D. (2015) Reinvenção de práticas clientelistas no Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC. *Revista Ciência e Sustentabilidade*, **1**(1), 62-76
- 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*. Dissertação Mestrado, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 259 p.
- Kitzinger, J. (2000) Focus groups with users and providers of health care. In: Pope, C.; Mays, N. (Eds.). *Qualitative research in health care*. 2. ed. London: BMJ Books.
- Lordelo, L. M. K., Borja, P. C., Porsani, M. J., De Andrade, J. (2015) Condições de abastecimento de água a partir da captação de águas de chuva nas cisternas do P1MC: um estudo no município de Macururé-Ba. *46º Congresso Nacional de Saneamento da Assemae*. Jaraguá do Sul, SC.
- Lordelo L. M. K., Borja P. C., Porsani M. J., Moraes L. R. S., Orrico S. R. M. (2016) Contribuição de parâmetros na avaliação do funcionamento da cisterna – P1MC. *10º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*. Belém, Pará-Br
- Luna C. F., Brito A. M. de, Costa A. M., Lapa T. M., Flint Ja. A, Marcynuk P. (2011) Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarreicos na população rural do agreste central de Pernambuco. *Revista Brasileira Saúde Maternal Infantil*, **11**(3), 283-292.
- Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Anexo Único da Instrução Operacional nº 01, de 09 de dezembro de 2013. Brasília: SNSAN, 2013. Acesso em 2 fevereiro 2013. Disponível em: http://www.lex.com.br/legis_25168427_INSTRUCAO_OPERACIONAL_N_1_DE_9_DE_DEZEMBRO_DE_2013.aspx.
- Molion L. C. B., Bernardo S. de O. (2000) Dinâmica das chuvas sobre o Nordeste do Brasil, 11º Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro, Br.
- Moraes, A. F. J. de, 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.
- OMS, Organização Mundial de Saúde. (2003) *WaterAid, Centro de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais. O Direito à Água*. Acessado em 26 de fevereiro de 2016.
Disponível em: http://www2.ohchr.org/english/issues/água/docs/Right_to_Água.pdf
- Ruskin R. H., Callender P. S. (1988) *Maintenance of cistern water quality in the Virgin Islands*. Technical Report, Caribbean Research Institute, University of the Virgin Islands, St. Thomas, U. S. Virgin Islands. Project n 2, 56pp.
- Santos M. J. dos; Araújo L. E. de; Farias M. C. V. (2011) Sustentabilidade do programa um milhão de cisternas rurais: avaliação de uma política participativa. *XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Maceió, Alagoas-Br.
- Santos, M. J. dos; Bomfim, E. de O.; Araújo, L. E.; Silva, B. B. da. (2009) Programa um milhão de cisternas rurais: matriz conceitual e tecnológica. *UNOPAR Científica Exatas Tecnológicas*, **8**(1), 35-43.
- Silva N. de M. D. da. (2013) Qualidade microbiológica das águas de chuva em cisternas da área rural do município de Inhambupe, no semiárido baiano e seus fatores intervenientes. Dissertação de mestrado. Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento – MAASA – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica.
- Silva J. A. L., Medeiros M. C. S., Dantas H. F. S. de A., Freitas J. P. de, Azevedo P. V. de. (2013) Captação de água de chuva em cisternas de placa: instrumento de gestão sustentável e socioambiental. *Revista Polêmica*, **12**(3), 499-510.
- Silva M. M. P. da, Oliveira L. A. de, 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 Suplemento Especial*, **1**, 122-136.