

## SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA PARA CONSUMO HUMANO E OS FATORES QUE INFLUENCIAM O SEU USO E FUNCIONAMENTO

### RAINWATER HARVESTING SYSTEMS FOR HUMAN CONSUMPTION AND THE FACTORS INTERVENERS ITS USE AND FUNCTIONING

**Anne Rosse e Silva**

Engenheira Sanitarista e Ambiental (EP/UFBA). Mestra em Meio Ambiente, Águas e Saneamento pela Escola Politécnica da UFBA. ([annerosse\\_ambiental@yahoo.com.br](mailto:annerosse_ambiental@yahoo.com.br))

**Patrícia Campos Borja**

Doutora em Arquitetura e Urbanismo (FA/UFBA). Professora Adjunto do Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento da Escola Politécnica da UFBA. ([borja@ufba.br](mailto:borja@ufba.br))

**Resumo**

O uso de cisternas para captação e armazenamento de água da chuva para o consumo humano tem sido fundamental para a população rural do Semiárido Brasileiro, contudo, requer alguns cuidados com o manuseio do sistema e da água armazenada. A presente pesquisa objetivou analisar os fatores intervenientes do uso e funcionamento dos sistemas de captação de água da chuva construídos pelo P1MC. A metodologia adotada pautou-se na análise estrutural dos fatores associada à aplicação de um painel de especialistas e um Grupo Focal. Os resultados sinalizaram que fatores como educação sanitária e ambiental, assistência municipal pós-construção e a participação social são forças motrizes capazes de promover mudanças mais significativas para o uso e funcionamento das cisternas, enquanto que a qualidade e quantidade da água, manutenção do sistema pelo usuário e a existência de barreiras sanitárias são fatores fortemente dependentes da forma como as cisternas são usadas e de seu funcionamento, segundo a reflexão coletiva. Ações estratégicas do Poder Público direcionadas a esses fatores podem contribuir para uma maior efetividade dos sistemas.

**Palavras-chave:** Cisternas, P1MC, Captação de água de chuva.

**Abstract:** The use of cisterns to catchment and storage rainwater for human consumption has been fundamental for the rural population of the Brazilian Semiarid, however, it requires some cares with the handling of the system and of the stored water. The present research aimed to analyze the intervening factors of the use and operation of rainwater catchment systems built by P1MC. The adopted methodology was based on the structural analysis of the factors associated to the application of a panel of specialists and a Focus Group. The results indicated that factors such as sanitary and environmental education, post-construction municipal assistance and social participation are driving forces capable of promoting more significant changes in the use and operation of cisterns. While the water quality and quantity, maintenance of the system by the user and the existence of sanitary barriers are factors strongly dependent on the way the cisterns are used and their operation, according to collective reflection. Strategic actions of the Public Power directed to these factors can contribute to a more effectiveness of the systems.

**Keywords:** Cisterns, P1MC, Rainwater Harvesting.

### INTRODUÇÃO

A água é um patrimônio ambiental fundamental para o pleno desenvolvimento da vida. O acesso à água potável é indispensável às funções vitais do ser humano, propiciando a prevenção de uma série de doenças relacionadas

com a água, além de ser imprescindível para o desenvolvimento socioeconômico.

Apesar de ter sido reconhecido como um direito humano fundamental pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas em 2010, o acesso à água não é universal e igualitário. As populações das áreas rurais e das periféricas urbanas dos países pobres e em

desenvolvimento são as mais afetadas pelo *deficit* dos serviços de abastecimento de água.

Em determinadas regiões essa carência é maior, a exemplo do Semiárido Brasileiro, onde o regime pluviométrico dificulta o acesso à água, inclusive para o consumo humano. Apesar de a região ser considerada a mais chuvosa dentre todo o semiárido do planeta, a irregularidade na distribuição das chuvas no tempo e no espaço, as altas temperaturas, o elevado índice de evaporação da região, associados às secas prolongadas têm determinado condições muito adversas ao desenvolvimento local, agravadas pela falta de políticas públicas continuadas e voltadas para as reais demandas das populações, especialmente as mais vulnerabilizadas.

Ao longo de anos, a população sertaneja tem convivido com o abastecimento de água precário, sendo comum, especialmente entre mulheres e crianças, a busca de fontes de água a longas distâncias, muitas delas inseguras. Diante desse cenário, a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) concebeu o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), com intuito de contribuir para a transformação social, visando à preservação, ao acesso, ao gerenciamento e à valorização da água como um direito essencial da vida e da cidadania (ASA, 2002). Para tanto, o Programa pretende construir um milhão de cisternas de placas que irão beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas.

Em 2003, o P1MC passou a ser implementado com o apoio do Governo Federal, tendo sido construídas cerca de 588.935 cisternas até 02 de setembro de 2016 (ASA, 2016). O sistema de captação de água da chuva construído pelo Programa é capaz de armazenar 16 mil litros de água, o que, segundo a ASA, seria suficiente para suprir uma família de até cinco pessoas com água para beber e cozinhar, durante o período de estiagem da região.

As cisternas construídas pelo P1MC possuem formato cilíndrico e são executadas em placas de concreto pré-moldadas. São cobertas e semienterradas e equipadas com um sistema de calhas e tubulação para conduzir as águas da chuva que caem do telhado à cisterna. Além disso, possuem uma bomba manual para retirada de água e uma entrada que permite a limpeza do reservatório.

O uso de cisternas para a captação e armazenamento de água da chuva com a finalidade de consumo humano é uma prática

antiga e comum em diversos países, como Uganda, Etiópia, Índia, China, entre outros. No Brasil, essa prática vem sendo adotada ao longo de anos, sendo a cisterna de placas uma das mais difundidas no País, especialmente a partir da implementação do Programa Um Milhão de Cisternas.

Ao receber a cisterna do P1MC, a família participa de um curso de capacitação de 16 horas, no qual são discutidas as práticas para o manejo adequado das instalações e para os cuidados com a água. Além da capacitação, a família é envolvida na construção dos sistemas, pois a escavação do buraco aonde a cisterna será erguida é efetuada pela mão-de-obra familiar (ASA, 2002).

Para Santos, Ceballos e Sousa (2013), o P1MC estimula processos participativos de fortalecimento de vínculos sociais de pertencimento, confiança e solidariedade, apresentando-se como uma alternativa às práticas políticas clientelistas, assistencialistas e de dependência, tão comuns há várias décadas na região.

Geralmente, em áreas rurais, a água da chuva é de boa qualidade. No entanto, em sistemas de captação, a água pode ser contaminada ao longo de seu percurso, quer seja no telhado, nas canalizações, no reservatório ou nos recipientes usados no interior dos domicílios. Dessa forma, o uso e funcionamento de cisternas para a captação de água da chuva, com finalidade de abastecimento humano, requerem algumas medidas, como a adoção de barreiras sanitárias, cuidados no manuseio das instalações, do reservatório e da água armazenada e a conservação e manutenção do sistema.

É importante frisar, também, que o contexto sociocultural e ambiental no qual as cisternas são inseridas exerce influência sobre seu uso e funcionamento. Estudos têm evidenciado a dificuldade em manter a qualidade da água associada aos hábitos higiênicos e à educação em saúde das famílias (MIRANDA, 2011; XAVIER *et al.*, 2006; FONSECA *et al.*, 2011). A presença de danos na estrutura dos reservatórios, como fissuras, infiltrações, calhas e bombas quebradas, sinaliza a falta de acompanhamento dos sistemas de captação após a sua construção. Dessa forma, analisar os aspectos relacionados ao uso e funcionamento das cisternas do P1MC e investigar os fatores que intervêm na adoção dessa tecnologia como uma alternativa para o

abastecimento humano de água no Semiárido podem contribuir para a compreensão e aperfeiçoamento do seu uso.

O presente estudo teve como objetivo analisar os fatores intervenientes do uso e funcionamento dos sistemas de captação de água da chuva, por meio de cisternas de placas construídas pelo P1MC. Para tanto, a metodologia adotada abrangeu uma revisão da literatura relacionada ao tema, seguida da análise estrutural dos fatores intervenientes do uso e funcionamento do sistema e a realização de consulta a um painel de especialistas e de um Grupo Focal.

### METODOLOGIA

Para a identificação dos fatores intervenientes do uso e funcionamento das cisternas do P1MC, optou-se pela aplicação da análise estrutural desenvolvida por Michel Godet. Essa análise consiste em um método sistemático matricial que analisa as relações entre as variáveis que formam o sistema estudado, ou que fazem parte do contexto que o explica, identificando as variáveis-chave para o objeto estudado, ou seja, as que exercem maior influência no sistema e aquelas que são dependentes (GODET *et al.*, 2007). Essa técnica abrange as seguintes etapas:

I - levantamento das variáveis que caracterizam o sistema estudado e/ou o seu contexto;

II - descrição das relações entre as variáveis, etapa em que se busca identificar as relações existentes entre as variáveis, utilizando um quadro de dupla entrada designado “matriz de análise estrutural” (Figura 1); e

III - identificação das variáveis-chave, realizada por meio de uma classificação direta, obtida por meio do somatório das linhas e colunas da matriz de análise estrutural.

O preenchimento da matriz é feito da linha para a coluna, momento no qual é indicada a influência que uma variável da linha exerce nas demais variáveis das colunas. Para tanto, utiliza-se uma escala que varia de 0 a 3, onde 0 = não existe influência; 1 = influência fraca; 2 = influência média e 3 = influência forte. As células da diagonal principal serão sempre nulas, visto que não se considera a influência da variável sobre ela mesma.

**Figura 1: Matriz de análise estrutural segundo Godet *et al.* (2007)**

	A	B	C	D	$\Sigma$
A	0	2	3	2	7
B	2	0	1	1	4
C	1	2	0	2	5
D	2	3	3	0	8
$\Sigma$	5	7	7	5	

Fonte: Dos autores, 2015.

Após a classificação, é efetuado o somatório dos valores dispostos nas linhas e colunas, sendo que o valor da linha indica o grau de motricidade da variável no sistema, e o valor da coluna, o grau de dependência. Quanto maior o valor, maior a influência ou a dependência dessa variável. De acordo com Godet *et al.* (2007), as variáveis podem ser classificadas em:

- Influentes: são muito influentes e pouco dependentes.
- Dependentes: são pouco influentes e muito dependentes.
- Variáveis de ligação: são, ao mesmo tempo, muito influentes e muito dependentes.
- Independentes: são pouco influentes e pouco dependentes, por isso não exercem papel significativo no sistema.

Por se tratar de um método qualitativo, é relevante efetuar uma consulta a atores envolvidos com o objeto de estudo. Godet *et al.* (2007) ressaltam que a listagem das variáveis pode ser complementada por meio de entrevistas não diretas junto a representantes dos atores do sistema, sendo preferível também que o preenchimento da matriz estrutural seja efetuado por representantes do sistema estudado, no caso, os sistemas de captação de água de chuva do P1MC.

Antes da aplicação da análise estrutural, foi realizada uma revisão da literatura sobre o sistema de captação e armazenamento de água de chuva do P1MC, para dar fundamentação à primeira etapa da análise e subsidiar a proposição inicial dos possíveis fatores intervenientes do uso e funcionamento das cisternas de placas construídas pelo Programa Um Milhão de Cisternas.

Para auxiliar o estudo, foram estabelecidas categorias analíticas que reuniram as variáveis que se pretendia investigar nas seguintes dimensões:

- Técnica - Projeto da cisterna, condições físicas da estrutura e instalações hidráulicas, existência de barreiras sanitárias e manutenção do sistema pelo usuário.
- Institucional - Assistência municipal pós-construção.
- Sociocultural - Participação social, educação sanitária e ambiental, higiene no manuseio doméstico da água, alteração nas relações de gênero.
- Sanitária e ambiental - Qualidade da água, quantidade da água, alterações climáticas.

Na sequência, essa lista de variáveis foi submetida à apreciação de um painel de especialistas, com intuito de efetuar uma validação das variáveis propostas e sua possível complementação com outras que fossem imprescindíveis aos objetivos da pesquisa e que não tivessem sido categorizadas.

Por se tratar de uma pesquisa que envolve a participação de pessoas em seu delineamento metodológico, o estudo foi submetido à análise do Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e autorizado por meio do parecer consubstanciado nº 478.024.

A seleção dos participantes do painel de especialistas teve como premissa básica o envolvimento direto ou indireto com o P1MC, abrangendo diferentes áreas do conhecimento. A consulta foi efetuada por meio de um questionário eletrônico encaminhado ao e-mail dos especialistas, contendo questões predominantemente fechadas e que abordaram a pertinência das variáveis adotadas no estudo e seu grau de relevância para o uso e funcionamento das cisternas, e que estimulou a proposição de outras variáveis.

A partir dos resultados do painel de especialistas, com a lista de variáveis validada, foi construída a matriz de análise estrutural, que foi submetida à apreciação de um Grupo Focal com intuito de discutir as relações de influência e dependência existentes entre os fatores que intervêm no uso e funcionamento das cisternas do P1MC e, assim, preencher a matriz segundo a percepção dos participantes. Dessa forma,

esperou-se uma maior consistência e representatividade dos resultados gerados pela análise estrutural.

Por fim, por meio da classificação direta, foram identificadas as variáveis-chave para o uso e funcionamento das cisternas implantadas pelo P1MC. O interesse prioritário do método é estimular a reflexão coletiva a respeito dos aspectos do comportamento do sistema estudado, não constituindo a realidade em si, mas uma forma de representá-la.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A consulta por meio do painel de especialistas resultou na contribuição de 42 participantes com um perfil bastante diversificado (Figura 2), o que permitiu capturar distintas percepções sobre o objeto de estudo.

Entidades significativas para o objeto de estudo contribuíram com seu ponto de vista. Cerca de 22% dos especialistas integravam a Sociedade Civil Organizada, como a Associação do Semiárido da Microrregião do Livramento (ASAMIL), Movimento de Organização Comunitária (MOC), Cáritas Brasileira, dentre outras. Por outro lado, a maior parte dos participantes (quase 42%) era de centros universitários, como Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual da Paraíba, Universidade Federal de Brasília, Universidade Estadual de Campinas etc., tendo já desenvolvido alguma pesquisa sobre o P1MC. Integrantes de instituições de renome, como Fundação Oswaldo Cruz, Fundação Nacional de Saúde, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, também compuseram o painel.

Observou-se, ainda, que a consulta abrangeu diferentes áreas de conhecimento, como ciência política, antropologia, administração, biologia, saúde pública, com predominância das engenharias (Figura 3). Ressalta-se que essa diversidade foi fundamental para a pesquisa, tendo em vista as dimensões técnica, institucional, sociocultural, sanitária e ambiental propostas para a análise do uso e funcionamento das cisternas do P1MC.

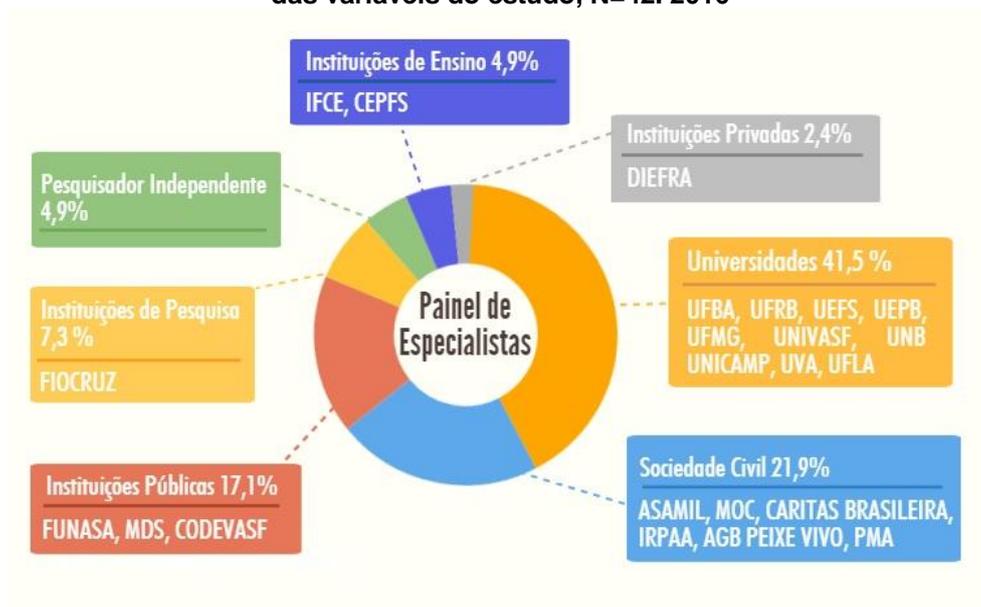
Com relação ao nível de instrução dos participantes, verificou-se que a maioria deles possuía mestrado (29,3%) e doutorado (24,4%), enquanto que 14,6% possuíam pós-doutorado. Aproximadamente 17,1% tinham ensino superior

e os demais, 14,6%, tinham alguma especialização.

Também foi investigado o tempo de experiência profissional dos participantes, com intuito de respaldar as considerações feitas pelos especialistas. Constatou-se que cerca de 50% deles possuem mais de 10 anos de exercício da

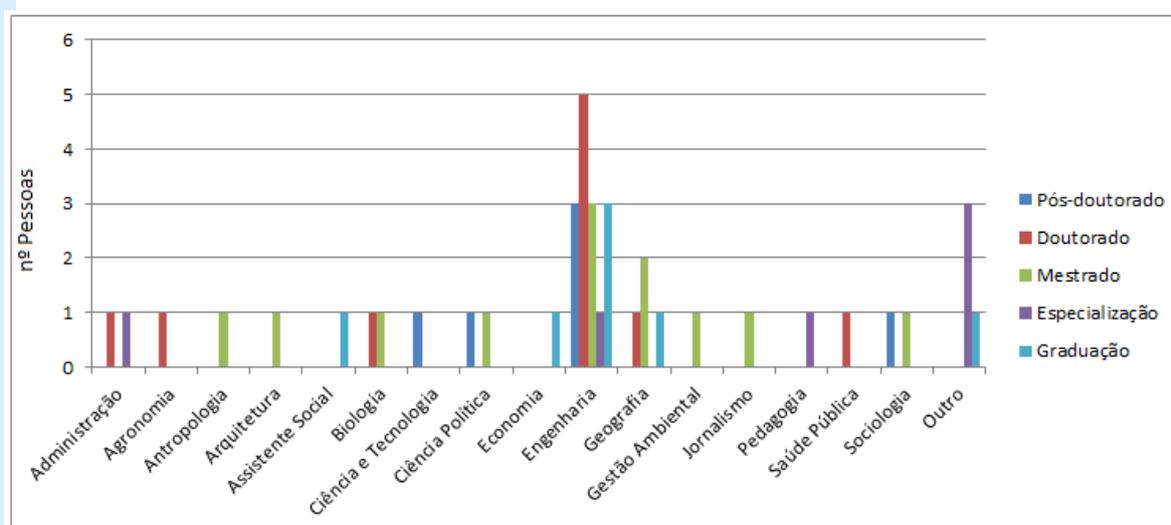
profissão e outra parcela expressiva, aproximadamente 22%, acima de cinco anos (Figura 4). Com isso, acredita-se que esse perfil permitiu maior qualidade às contribuições para o estudo sobre os fatores intervenientes do uso e funcionamento das cisternas do P1MC.

**Figura 2: Perfil dos participantes do painel de especialistas para validação das variáveis do estudo, N=42. 2016**



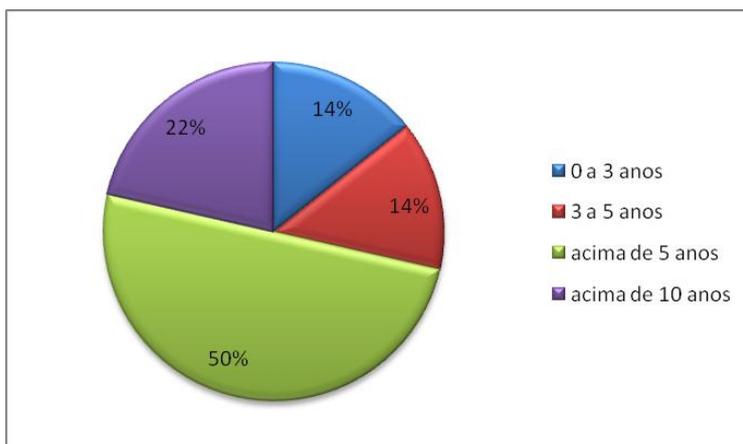
Fonte: Dos autores, 2016.

**Figura 3: Área de atuação e nível de instrução dos participantes do painel de especialistas para validação das variáveis do estudo, N=42. 2016**



Fonte: Dos autores, 2016.

**Figura 4: Anos de experiência profissional dos participantes do painel de especialistas para validação das variáveis do estudo, N=42. 2016**



Fonte: Dos autores, 2016.

No que diz respeito à validação das variáveis, a consulta evidenciou que todas as variáveis submetidas à análise dos especialistas foram consideradas como fatores capazes de intervir no uso e funcionamento das cisternas do P1MC. Dessa forma, nenhuma das variáveis foi excluída da lista proposta, ao passo em que houve a sua complementação por meio da inserção de mais uma variável após a análise das variáveis sugeridas pelos participantes. O Quadro 1 apresenta as variáveis-chave que passaram a integrar as categorias analíticas da pesquisa, após a validação e complementação decorrentes da aplicação do painel de especialistas.

Godet *et al.* (2007) sinalizam que, após identificar as variáveis, é indispensável efetuar uma descrição das mesmas para facilitar, posteriormente, a análise e definição das relações existentes entre as variáveis, além de subsidiar a reflexão prospectiva. Tal descrição pode ser vista no Quadro 1.

Ainda nessa etapa, os fatores intervenientes foram classificados em variáveis internas ou externas, as quais correspondem àquelas que integram o sistema em si ou fazem parte do contexto que o explica. A abordagem nessa etapa foi exploratória e buscou delimitar e conhecer melhor o objeto de estudo.

**Quadro 1: Descrição e classificação das variáveis-chave da análise estrutural dos fatores intervenientes do uso e funcionamento das cisternas do P1MC**

Código	Variável-chave	Descrição	Classe
Proj_cist	Projeto da cisterna	Projeto de dimensionamento e execução da cisterna	Interna
Cond_inst	Condições físicas da estrutura e instalações hidráulicas	Integridade física das instalações hidráulicas (calhas, tubulações etc.) e condições de uso	Interna
Barre_sani	Existência de barreiras sanitárias	Medidas de proteção sanitária, como desvio de primeiras águas, bomba, filtros etc.	Interna
Manu_sist	Manutenção do sistema pelo usuário	Execução de ações de preservação e correção de danos à integridade física da cisterna e realização de limpeza periódica	Interna
			continua

Código	Variável-chave	Descrição	Classe
Assis_mun	Assistência municipal pós-construção	Intervenção do município no sentido de garantir o funcionamento adequado das cisternas, incluindo manutenção, reparos e monitoramento do sistema	Interna
Part_soc	Participação social	Participação da sociedade civil organizada e das famílias beneficiadas, desde a concepção do Programa até o processo de construção da cisterna e seu pós-uso, por meio da organização comunitária e de lideranças engajadas e famílias beneficiadas	Interna
Edu_sanit	Educação sanitária e ambiental	Processo continuado e coletivo de reflexão crítica sobre a realidade socioambiental, envolvendo a formação, a troca de conhecimento e habilidades e a incorporação de novas práticas para a ação conjunta dos sujeitos sociais com vistas à transformação social e à promoção do bem-estar, da qualidade de vida e da saúde coletiva	Interna
Higi_água	Higiene no manuseio doméstico da água	Conjunto de hábitos que conduzem à limpeza, ao bem-estar e cooperam para a saúde	Interna
Alter_gêne	Alteração nas relações de gênero	Modificação da relação desigual de distribuição de responsabilidades na produção social da existência, entre homens e mulheres, com modificações nas atribuições associadas a cada gênero, especialmente no manejo doméstico da água e consequente empoderamento da mulher	Externa
Quali_água	Qualidade da água	Características e padrões físicos, químicos e microbiológicos de potabilidade da água	Interna
Quant_água	Quantidade da água	Volume <i>per capita</i> de água disponibilizado para o consumo humano	Interna
Alter_clim	Alterações climáticas	Mudanças do clima, variações de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar e demais fenômenos climáticos em relação às médias históricas na região do Semiárido Baiano	Externa
Interv_ACS	Intervenção de Agentes Comunitários de Saúde	Acompanhamento das famílias e desenvolvimento de ações de educação em saúde no contexto das cisternas	Interna

Fonte: Dos autores, 2016.

Após a identificação dos fatores intervenientes, foi construída a matriz de análise estrutural e submetida à análise de atores do sistema por meio de um Grupo Focal. A atividade teve duração média de 2h e contou com oito participantes, entre eles, representantes da Universidade Federal da Bahia, Universidade

Federal do Recôncavo Baiano, Fundação Nacional de Saúde e Cáritas Brasileira Regional NE3, esta última vinculada à ASA. Com exceção de um participante, todos tinham alguma experiência relacionada ao P1MC, seja na área de pesquisa ou no campo junto às comunidades beneficiadas pelo Programa.

O objetivo central do Grupo Focal foi discutir as percepções dos participantes sobre os fatores intervenientes do uso e funcionamento das cisternas do P1MC e a relação de influência

direta existentes entre eles, resultando no preenchimento da matriz de análise estrutural conforme Tabela 1.

**Tabela 1: Matriz de análise estrutural do uso e funcionamento das cisternas do P1MC**

		<b>VARIÁVEIS DEPENDENTES</b>													
Variáveis Chave	Proj_Cist	Cond_inst	Barre_sani	Manu_sist	Assis_mun	Part_soc	Edu_sani	Higi_água	Alter_gêne	Quali_água	Quant_água	Alter_clim	Interv_ACS	$\Sigma$	
<b>VARIÁVEIS INFLUENTES</b>	Proj_Cist	0	2	3	1	0	2	1	0	2	3	3	0	1	<b>18</b>
	Cond_inst	0	0	3	2	3	2	1	2	2	3	3	0	2	<b>23</b>
	Barre_sani	0	0	0	2	1	1	2	2	0	3	0	0	2	<b>13</b>
	Manu_sist	0	3	3	0	2	1	2	2	1	3	3	0	1	<b>21</b>
	Assis_mun	0	2	3	3	0	2	3	3	1	3	3	0	3	<b>26</b>
	Part_soc	2	3	2	2	2	0	2	2	3	2	2	0	2	<b>24</b>
	Edu_sanit	0	3	3	3	2	3	0	3	2	3	3	0	2	<b>27</b>
	Higi_água	0	1	3	3	2	1	1	0	1	3	3	0	1	<b>19</b>
	Alter_gêne	0	0	0	2	1	2	2	3	0	2	2	0	2	<b>16</b>
	Quali_água	0	0	2	3	3	2	1	2	2	0	2	0	3	<b>20</b>
	Quant_água	0	1	0	3	2	2	2	2	0	2	0	0	2	<b>16</b>
	Alter_clim	2	0	0	2	1	0	0	0	0	2	3	0	2	<b>12</b>
	Interv_ACS	0	3	2	3	0	2	3	3	2	3	2	0	0	<b>23</b>
	$\Sigma$	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	

Fonte: Dos autores, 2016.

Como dito anteriormente, de acordo com Godet *et al.* (2007), por meio do somatório dos valores dispostos nas linhas e colunas, é possível identificar as variáveis mais influentes e dependentes dentro do sistema estudado. O valor da linha indica o grau de motricidade da variável no sistema, e o valor da coluna, o grau de dependência.

Segundo a análise dos atores envolvidos na ponderação da matriz, as forças motrizes, ou seja, aquelas capazes de promover mudanças mais significativas para o uso e funcionamento das cisternas do P1MC, são a educação sanitária e ambiental, a assistência municipal pós-construção, a participação social, bem como as condições físicas da estrutura e instalações hidráulicas (Quadro 2).

Na visão dos atores envolvidos na análise estrutural, a educação sanitária e ambiental é fator primordial para o uso e funcionamento adequado das cisternas, exercendo bastante influência sobre o objeto de estudo. Apesar de

sua relevância ser um consenso entre pesquisadores, poucos estudos têm analisado, especificamente, as implicações da educação sanitária e ambiental sobre o uso das cisternas para abastecimento humano de água, apesar de vários deles abordarem o tema.

A pesquisa desenvolvida por Miranda (2011) buscou avaliar a apropriação, por parte das comunidades rurais do município de São João do Cariri (PB), das técnicas, práticas e conceitos trabalhados nos encontros de Educação Ambiental (EA) promovidos pelo Projeto Cisternas – CT-hidro/FINEP/UEPB/UFPB, durante 16 meses. De acordo com a autora, a equipe de EA em encontros mensais abordou temas como o manejo adequado de sistemas de captação de águas de chuva, tratamento da água no ponto de consumo, reutilização de resíduos sólidos e saúde da família. Contudo, por meio de entrevistas junto às comunidades, verificou-se que, apesar de compreenderem os conceitos e práticas abordados pelos educadores, os

entrevistados não os incorporaram em suas ações cotidianas, por acreditarem que seus saberes tradicionais são apropriados à sua realidade. Dessa forma, a autora identificou

tensões originadas pelos desencontros entre os saberes técnicos e tradicionais, os quais refletiram no uso inapropriado dos sistemas.

**Quadro 2: Variáveis consideradas mais influentes no uso e funcionamento das cisternas do P1MC, segundo a análise estrutural**

Código	Variáveis mais influentes
Edu_sanit	Educação Sanitária e Ambiental
Assist_munic	Assistência municipal pós-construção
Part_social	Participação social
Cond_inst	Condições físicas da estrutura e instalações hidráulicas

Fonte: Dos autores, 2016.

Outra variável que foi considerada como influente para o sistema estudado foi a assistência municipal pós-construção. Segundo a percepção do Grupo, a intervenção do Poder Público municipal por meio de manutenção, reparos e monitoramento pode contribuir significativamente para o funcionamento adequado do sistema. Apesar de os municípios serem os titulares dos serviços públicos de saneamento básico e, portanto, responsáveis pela prestação direta ou indireta do abastecimento de água na zona rural e urbana, estes não têm se manifestado quanto aos sistemas de captação de água da chuva implantados pelo P1MC, sob a liderança da ASA.

Caracterizada como variável influente, a participação social é intrínseca à concepção do P1MC, dado o entendimento de que o envolvimento das famílias contribui para o fortalecimento da sociedade civil e apropriação da tecnologia pela população. Segundo a ASA (2002), é perceptível a aproximação entre as organizações sociais, governo e comunidade decorrentes do processo participativo do Programa.

As famílias são capacitadas para participar do processo construtivo das cisternas, e esse aspecto gerencial do Programa estimula o estabelecimento de práticas por parte das famílias em relação ao uso das cisternas, as quais passam a integrar o ambiente familiar e às suas atividades cotidianas.

Para que o sistema de captação e armazenamento de água de chuva tenha seu funcionamento garantido, é imprescindível que todos os seus componentes estejam em

condições de uso adequadas. Por tanto, justifica-se que o fator condições físicas da estrutura e instalações hidráulicas tenha se destacado como uma variável influente no sistema estudado, vez que danos estruturais no reservatório ou no sistema condutor e na superfície de coleta podem inviabilizar a captação de água da chuva. Danos nas bombas ou nos dispositivos de proteção sanitária acabam por comprometer também a qualidade da água armazenada.

Por outro lado, o Quadro 3 sinaliza os fatores que foram considerados fortemente dependentes da forma como as cisternas são utilizadas e de seu funcionamento, segundo a reflexão coletiva realizada durante o Grupo Focal. Entre eles, sobressaíram a qualidade da água, a quantidade da água, a manutenção do sistema pelo usuário, a existência de barreiras sanitárias e a higiene no manuseio doméstico da água.

A qualidade da água, segundo a matriz de análise estrutural, resultou em uma variável dependente, fato corroborado nas pesquisas de Xavier *et al.* (2006) e Luna, Silva e Ceballos (2014), entre outras, as quais constataram a relação entre o manejo inadequado da água e o não atendimento aos padrões de qualidade da água de consumo humano. Mas a qualidade da água não depende apenas do manejo efetuado pelo usuário, existem outros fatores que podem intervir na mesma e que também estão associados ao uso e funcionamento dos sistemas. Silva (2013), ao estudar essa temática, verificou que fatores como a ausência do desvio das primeiras águas, a forma de retirar a água da cisterna e a existência de árvores próximas à

superfície de coleta podem influenciar na qualidade da água armazenada nas cisternas.

Como o estudo foi direcionado aos sistemas de aproveitamento da água de chuva construídos pelo P1MC, é pertinente que a variável existência de barreiras sanitárias resulte como

predominantemente dependente, pois as cisternas não possuem dispositivos de desvio automático das primeiras águas de chuva. Esse dispositivo é a principal barreira sanitária de um sistema de captação de água da chuva, especialmente para o consumo humano.

**Quadro 3: Variáveis consideradas mais dependentes do uso e funcionamento das cisternas do P1MC, segundo a análise estrutural**

Código	Variáveis mais dependentes
Quali_água	Qualidade da água
Quanti_água	Quantidade da água
Manu_sist	Manutenção do sistema pelo usuário
Exist_barre	Existência de barreiras sanitárias
Higi_água	Higiene no manuseio doméstico da água

Fonte: Dos autores, 2016.

A cartilha do MDS (2011) orienta as famílias a efetuar o desvio dos primeiros milímetros de chuva de forma manual. Tal desvio deve ser realizado desconectando a tubulação que conduz a água para a cisterna até que a chuva lave o telhado. Dessa forma, a barreira sanitária é fragilizada, pois dependerá da conscientização dos usuários sobre a importância de efetuar o desvio, da disponibilidade de um integrante da família para realizar a tarefa e da sua presença no domicílio no momento da ocorrência da chuva; além do senso para estimar o volume que deve ser descartado, que não deve ser nem abaixo do necessário e nem acima, para não haver desperdício de água.

Da mesma forma, quando as famílias não efetuam a limpeza do reservatório e demais instalações, quando deixam aberta a entrada da cisterna ou, ainda, quando não fazem uso da bomba para retirar a água, barreiras sanitárias importantes para a proteção da qualidade da água estão sendo quebradas e podem fragilizar a segurança do abastecimento.

Outra variável classificada como dependente, segundo a reflexão coletiva, foi a manutenção do sistema pelo usuário. Quanto mais cuidadoso for o uso e a conservação dos componentes do sistema de captação e armazenamento, menor será a necessidade de manutenção a ser feita pelo usuário. Além da manipulação do sistema, a ação de intempéries e o tempo de uso do sistema também implicarão na necessidade de manutenção, que poderá incluir

reparos, correção de danos nas estruturas e a substituição de algum elemento.

A quantidade da água apresentou uma relação de dependência com o uso e funcionamento das cisternas, relação esta que tem fundamento na medida em que o estado de conservação das calhas e tubulações condutoras e a integridade do reservatório podem propiciar perdas por meio de vazamentos, especialmente no interior da cisterna, na parte semienterrada. No entanto, essa variável está fortemente associada à ocorrência de eventos climáticos extremos que resultem em secas severas, restringindo ou impedindo o abastecimento humano por meio da água da chuva, segundo a concepção do Programa.

Apesar de sua alta relevância, a variável alterações climáticas não resultou em um fator influente na reflexão do Grupo. É possível que isso tenha ocorrido devido ao fato de essa variável ser externa ao objeto de estudo, porém, caracteriza o contexto que o explica e, em razão disso, dificulta a sua associação direta com o uso e funcionamento das cisternas. No entanto, cabe observar que a seca atual que atinge o Semiárido tem sido o fator mais limitador do uso do sistema, o que tem motivado a utilização de fontes alternativas de abastecimento de água, como o uso de carro-pipa, muitas vezes sem a devida regulamentação e acompanhamento por parte do Poder Público, para a garantia do fornecimento de água dentro dos padrões de potabilidade.

Com base na análise das relações de influência efetuada durante o Grupo Focal, a higiene no manuseio doméstico da água resultou em uma variável dependente do uso e funcionamento das cisternas. Essa variável reflete a noção de saúde e o nível de educação sanitária das famílias, podendo estar vinculada também às questões culturais e, portanto, transcende ao uso e funcionamento dos sistemas. No entanto, a matriz considera as relações entre as variáveis que formam o sistema estudado e, na visão dos atores do sistema, algumas delas podem exercer influência sobre a higiene no manuseio doméstico da água, por exemplo, a participação social, a intervenção de Agentes Comunitários de Saúde e a assistência municipal pós-construção, as quais podem sensibilizar o usuário quanto à adoção de práticas mais higiênicas.

Da mesma forma, a quantidade de água disponível pode restringir ou propiciar uma melhor

higiene. Assim, no resultado geral, a variável se apresenta como dependente. A depender de como seja utilizada a cisterna e demais componentes, o manuseio será mais higiênico ou não, por exemplo: se a bomba não estiver funcionando ou não for utilizada pelos moradores para retirar a água da cisterna e essa retirada ocorrer com o uso de balde, haverá maior probabilidade do comprometimento da qualidade da água. Assim, verifica-se que a atuação dos usuários é crucial para o desempenho do sistema. Portanto, justificam-se a educação sanitária e ambiental e a participação social como fatores influentes para o objeto estudado.

A intervenção de Agentes Comunitários de Saúde e a alteração nas relações de gênero foram fatores classificados na análise estrutural como variáveis de ligação, ou seja, muito influentes e muito dependentes dentro do sistema estudado (Quadro 4).

**Quadro 4: Variáveis consideradas tanto influentes quanto dependentes do uso e funcionamento das cisternas do P1MC, segundo a análise estrutural**

Código	Variáveis de ligação
Alter_gêne	Alteração nas relações de gênero
Interv_ACS	Intervenção de Agentes Comunitários de Saúde

Fonte: Dos autores, 2016.

As mulheres, normalmente por serem as responsáveis pela gestão da água no domicílio, exercem papel fundamental em relação aos sistemas de captação de água da chuva, uma vez que estão à frente do manejo da água e são responsáveis pelos cuidados com a saúde e a higiene familiar. Por outro lado, com a chegada das cisternas, a dinâmica nas relações de gênero sofreu alteração na medida em que mulheres e crianças beneficiadas pelo P1MC foram liberadas da tarefa de percorrer longas distâncias em busca de água e passaram a ter mais tempo para fazer outras atividades, a exemplo de atividades produtivas de complementação de renda e de estudos. Além disso, conforme demonstraram Moraes e Rocha (2013), a participação das mulheres no P1MC foi além das tarefas tradicionais e algumas delas assumiram papéis significantes, como construtoras de cisternas e membros de comissões locais de água que, até então, eram funções exercidas apenas por homens.

Em relação à atuação dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS), por serem eles os responsáveis pela atenção à saúde e acompanhamento das famílias, podem influenciar, substancialmente, a população ao orientá-la para que efetue o manejo adequado da água e do sistema de captação e armazenamento da água de chuva e observar suas práticas cotidianas. Em contrapartida, a intervenção do ACS depende do uso e funcionamento dos sistemas, sendo maior a necessidade de atuação, quanto mais inadequado for o manuseio dos sistemas e da água armazenada.

## CONCLUSÃO

É inegável a relevância do P1MC ao promover o acesso à água para a população semiárida, no entanto, investigar os fatores intervenientes do uso e funcionamento dos sistemas de captação e armazenamento de água da chuva pode contribuir para o aprimoramento

do uso de cisternas para abastecimento humano de água.

A análise estrutural, segundo a reflexão coletiva, sinalizou que a educação sanitária e ambiental e a participação social são variáveis-chave para o uso e funcionamento das cisternas, bem como a atuação do Poder Público por meio da assistência municipal pós-construção. A adoção de ações estratégicas voltadas para esses fatores pode conduzir a um melhor desempenho dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva do P1MC e, conseqüentemente, ao acesso à água para consumo humano de forma mais efetiva.

Variáveis como a qualidade e quantidade da água, a manutenção do sistema pelo usuário e a existência de barreiras sanitárias foram classificadas como fatores dependentes da forma como o sistema de captação e armazenamento de água da chuva é utilizado. Toda intervenção que vise a um melhor desempenho funcional dos sistemas deverá considerar essas variáveis.

Portanto, conhecer o conjunto de fatores que intervêm no uso e funcionamento das cisternas do P1MC e, ainda, os mais influentes para o sistema, permite identificar as ações que devem ser desenvolvidas pelo Poder Público para a melhoria do desempenho do Programa e garantia do acesso à água adequado para o consumo humano na região semiárida.

#### REFERÊNCIAS

- ASA – Articulação no Semiárido Brasileiro. **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: um milhão de cisternas rurais – P1MC**. Recife: ASA, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Ações P1MC**. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br>>. Acesso em: 30 ago. 2016.
- FONSECA, J. E.; SILVA, C. V.; PENA, J. L.; HELLER, L. A presença de sistemas de captação de água de chuva em cisternas tem favorecido o consumo de uma água com melhor qualidade bacteriológica pelas famílias de zonas rurais? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2011.
- GODET, M.; DURANCE, P.; DIAS J. G. A prospectiva estratégica para as empresas e os territórios. In: **Cadernos do LIPSOR**. Paris: Laboratoire d'Innovation de Prospective Stratégique et d'Organisation, 2007. Caderno nº 20. 167 p.
- LUNA, T. L.; SILVA, A. F.; CEBALLOS, B. S. O. A participação de AVAS e ACS na vigilância da qualidade da água armazenada em cisternas no município de Quixabá, médio sertão paraibano. In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 2014, Natal. **Anais...** Natal: ABES, 2014. 1 CD-ROM.
- MDS. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Cartilha do Programa Cisternas para os Convênios Municipais**. Brasília: SESAN, 2011. 32p. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/18147725-Cisternas-para-os-convenios-municipais-cartilha-do-programa.html>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- MIRANDA, P. C. **Cisternas no Cariri Paraibano: avaliação das práticas de educação ambiental no uso higiênico da água**. 2011. 96p. Dissertação (Mestrado de Ciência e Tecnologia Ambiental) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.
- MORAES, A. F. J.; ROCHA, C. Gendered waters: the participation of women in the 'One Million Cisterns' rainwater harvesting program in the Brazilian Semi-arid region. **Journal of Cleaner Production**, n. 60, p. 163-169, 2013.
- SANTOS, A. C.; CEBALLOS, B. S. O.; SOUSA, C. M. Políticas públicas de água e participação no semiárido: limites e tensões no P1MC. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Salvador, v.1, n. 1, p. 145-161, 2013. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/8279>>. Acesso em: 01 fev. 2017.
- SILVA, N. M. D. **Qualidade microbiológica das águas em cisternas da área rural do município de Inhambupe, no Semiárido Baiano e seus fatores intervenientes**. 2013. 126p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- XAVIER, R. P.; VITAL, F. A. C.; SIQUEIRA, L. P.; PINHEIRO, I. O.; CALAZANS, G. M. T. Avaliação da qualidade bacteriológica da água de cisternas de comunidades rurais da cidade de Tuparetama – Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 3., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFPE, 2006.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos participantes do painel de especialistas e do Grupo Focal sem as quais o presente trabalho não seria possível.