

I-107 – CONDIÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A PARTIR DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA NAS CISTERNAS DO P1MC: UM ESTUDO NO MUNICÍPIO DE ABARÉ-BA

Lidiane Mendes Kruschewsky Lordelo⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental (UFBA), M.Sc. em Desenvolvimento Regional (UFBA), Doutoranda em Energia e Meio Ambiente (Cienam/UFBA), Professora Assistente do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Patrícia Campos Borja

Engenheira Sanitarista e Ambiental (EP/UFBA), M.Sc. em Arquitetura e Urbanismo (FA/UFBA), Dra. em Arquitetura e Urbanismo (FA/UFBA). Realizou estágio pós-doutoral na Universitat Autònoma de Barcelona-Espanha. Professora Adjunto do Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. borja@ufba.br.

Milton José Porsani

Geólogo, MSc em Geofísica pela Universidade Federal do Pará, Doutor em Geofísica pela Universidade Federal da Bahia, Professor Titular da Universidade Federal da Bahia. milton.porsani@gmail.com

Jailson Bittencourt de Andrade

Químico, MSc. em Ciências (UFBA), Doutor em Ciências em Química Analítica e Inorgânica (PUC-RJ), Professor Titular da Universidade Federal da Bahia, (1986). jailsondeandrade@gmail.com

Luiz Roberto Santos Moraes

Engenheiro Civil e Sanitarista, MSc. em Engenharia Sanitária pela Delft University of Technology-NE e PhD em Saúde Ambiental pela University of London-UK, Professor Titular em Saneamento e Participante Especial da Universidade Federal da Bahia. moraes@ufba.br

Endereço⁽¹⁾: Rua 29 de julho 118, Suzana-BA - CEP – 44.380-000 - Brasil - Tel: +55 (75) 991592508 - e-mail: lidiane@ufrb.edu.br.

RESUMO

As condições de abastecimento de água nas áreas rurais do sertão brasileiro são dificultadas devido a escassez de água na região e adoção de técnicas apropriadas para tal atividade. Diante disso, o Governo Federal vem implementando política social visando atender a necessidade dessas comunidades. A proposta foi a distribuição de um milhão de cisternas para captação de água de chuva. Porém, a especificação da cisterna é uniforme, com capacidade para 16.000L atendendo a um consumo de 14L/hab/dia, visando os usos da água para beber e cozinhar, sem considerar contudo as necessidades da família (número de moradores no domicílio e dimensões do telhado). Os demais usos como higiene pessoal e doméstico, considerados pela Organização Mundial da Saúde-OMS, não foram contemplados. Para avaliar se o Programa Um Milhão de Cisterna tem atendido a população beneficiada, esse trabalho apresenta estudo das características volumétricas da cisterna, na tentativa de identificar se esta atende as necessidades de projeto e da OMS. Como estudo amostral, foram utilizadas realidades do município de Abaré-BA. A metodologia utilizou dados secundários de índices pluviométricos, e posteriormente foi calculada, por meio do método de Rippl, a diferença entre a demanda e o volume armazenado a partir de nove cenários, considerando-se a quantidade de pessoas e a área do telhado. O resultado mostra que 66,6% dos domicílios foram atendidos pelo P1MC, decrescendo para 11,1% quando considerados os usos e taxa *per capita* estabelecidos pela OMS.

PALAVRAS-CHAVE: P1MC, cisternas, abastecimento de água.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro e baiano compreende uma faixa territorial de baixo índice pluviométrico, o que tem interferido no desenvolvimento da região. As condições climáticas e do solo, aliado às políticas públicas historicamente implementadas, tem exposto a população semiárida a condições precárias de vida, com baixos

níveis de nutrição, alta mortalidade infantil, baixa expectativa de vida, além da pobreza e êxodo rural. Muito tem se discutido sobre quais as políticas públicas e sociais são necessárias para a resolução desses problemas e, mais recentemente, articulações vêm sendo construídas considerando as reais necessidades do sertanejo objetivando romper com as políticas clientelistas e focadas nos interesses das elites políticas e econômicas. Em 1999, durante a Conferência das Partes da Convenção de Combate à Desertificação e à Seca, a Articulação do Semiárido (ASA) propôs a convivência com o semiárido. Essa proposta teve como base a participação social, a agroecologia, a segurança alimentar e nutricional, a educação contextualizada, o combate à desertificação, o acesso à terra e à água e a promoção da igualdade de gênero. Tais noções introduzem uma nova concepção para o enfrentamento da questão do semiárido em termos de políticas públicas, desconstruindo-se a imagem do semiárido brasileiro ligada à seca e a naturalização da pobreza. A formulação de um programa para construir cisternas para captação de água de chuva se integra ao esforço de implementar ações para a chamada convivência com o semiárido.

Segundo Assis (2012), o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) resulta do processo de consolidação das organizações civis, mais de 700, organizadas em torno da Convivência com o Semiárido. Com recursos do Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, governos estaduais, e também com o apoio de instituições de caráter público ou privado como a Federação Brasileira dos Bancos (Febraban) e Ongs nacionais e internacionais, o P1MC é uma ação que propõe a construção de um milhão de cisternas para coleta de água da chuva para consumo humano na região do semiárido brasileiro. Com a execução desse Programa espera-se garantir a água para a população nos períodos da seca e também contribuir para a melhoria da saúde e qualidade de vida, da segurança alimentar e nutricional, a diminuição da mortalidade infantil e da pobreza (ASA, 2015). Após quase uma década de implantação do Programa faz-se necessário empreender avaliações que busquem elucidar a sua efetividade e capacidade de contribuir com a melhoria do acesso à água na região. Pesquisas empíricas podem contribuir com este esforço de avaliação e o presente trabalho se insere nesta direção estudando a realidade do município de Abaré-BA.

Abaré, localizado no sertão baiano, apresenta problemas hídricos acentuados, interferindo na vida de seus moradores e influenciando no seu desenvolvimento social e econômico. O município, que possui níveis de precipitações menores que 600mm, foi alvo do P1MC. No anseio de compreender se o Programa atende as necessidades de água da população do município, esse trabalho tem como objetivo estudar as condições hídricas existentes e comparar com a quantidade de água captada e utilizada pela população da zona rural, de forma a analisar as condições de abastecimento de água.

METODOLOGIA

Para a realização do estudo foram adotados os seguintes procedimentos:

- Determinação dos balanços hídricos no município de Abaré a partir de dados de precipitação e temperatura mensais médias obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e evapotranspiração calculada pelo método de Thornthwaite (1948). Esses dados possibilitaram a classificação do clima e análises das condições de reserva de água na região. A partir dos valores encontrados pôde-se calcular os índices de umidade, aridez, Índice Efetivo de Umidade ou Índice Hídrico e Concentração Térmica no Verão, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Cálculos dos Índices

<p>Índice de Umidade</p> $Im = \frac{100 (EXC) - 60 (DEF)}{ETP \text{ anual}}$	<p>Índice de Aridez</p> $Ia = ((DEF)_{\text{anual}} / (ETP)_{\text{anual}}) 100$
<p>Índice Efetivo de Umidade ou Índice Hídrico</p> $Ih = ((EXC)_{\text{anual}} / (ETP)_{\text{anual}}) 100$	<p>Concentração Térmica no Verão</p> $CETv = \frac{ETP (\text{dez, jan, fev}) \times 100}{EP \text{ anual}}$

Fonte: Thornthwaite, 1948.

- Avaliação do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas e da demanda para atendimento de uma família, realizada pelo método de Rippl (GARCEZ, 1974), por meio das séries históricas mensais de precipitação nos anos 60 a 90, obtidas no Inmet. O cálculo do volume e da demanda foram feitos adotando as formulas abaixo:

$$V = P \text{ (mm)} * A \text{ (m}^2\text{)} * 0,8$$

$$D = \text{Pessoas} * V \text{ (estabelecido)} * 30 \text{ dias}$$

Para identificar se a quantidade de água armazenada na cisterna é adequada para a quantidade de pessoas na casa foi feito D-V, durante cada mês, observando-se que:

- Quando o sinal da tabela está negativo, significa que houve sobra de água
- Quando o sinal da tabela está positivo, significa que houve déficit de água

Os dados sobre a área do telhado e número de moradores por domicílio foram obtidos por meio de levantamento de campo junto às famílias selecionadas por amostragem aleatória sistemática. Foram pesquisados 88 domicílios em Abaré. Para a avaliação foram consideradas os valores mínimos, médios e máximos da área do telhado dos domicílios e número de moradores. O consumo per capita de água de referência utilizado foi de 14L/hab.dia, conforme definição da ASA, 50L/hab.dia segundo Howar e Bartram (2003) e 80L/hab.dia segundo a OMS (2003). Cabe observar que o volume de água adotado pelo Programa considerou apenas o consumo de água para beber e cozinhar e os demais utilizados neste estudo preveem o consumo para beber, cozinhar, higiene pessoal e doméstico de forma a garantir melhor padrão sanitário e de saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Abaré, localizado no sertão baiano, apresenta índice pluviométrico médio anual de 518mm, sendo que os meses de janeiro a abril apresentam os maiores índices chuvosos e maior evapotranspiração.

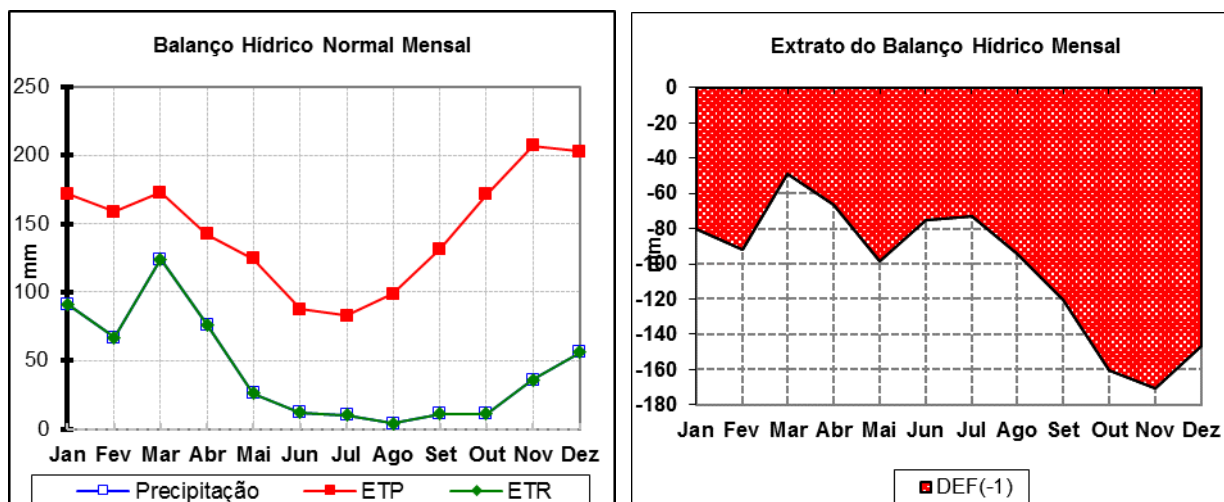
No balanço hídrico realizado para Abaré pôde-se estudar a capacidade de reserva de água no município. Os valores apresentados na Tabela 1 de precipitação e evapotranspiração real mostram que o município de Abaré, durante todo o ano, tem déficit de água, não permitindo acúmulos ou reservas para diversos fins. Na Figura 1 podem ser visualizadas as linhas que representam as precipitações e evapotranspiração real, retirada, excedente e déficit de água durante os meses de janeiro a dezembro no município.

Tabela 1 – Balanço Hídrico do município de Abaré a partir do Método de Thornthwaite

Meses	T(°C)	P mm	ETP Thornthwaite 1948	P-ETP mm	NEG-AC	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC Mm
Jan	28	91	171,64	-80,64	-2383,22	0,00	0,00	91,00	80,64	0,00
Fev	28	67	158,64	-91,64	-2474,86	0,00	0,00	67,00	91,64	0,00
Mar	28	124	172,84	-48,84	-2523,70	0,00	0,00	124,00	48,84	0,00
Abr	27	76	142,34	-66,34	-2590,04	0,00	0,00	76,00	66,34	0,00
Mai	26	26	124,69	-98,69	-2688,73	0,00	0,00	26,00	98,69	0,00
Jun	24	12	87,33	-75,33	-2764,07	0,00	0,00	12,00	75,33	0,00
Jul	23,5	10	82,98	-72,98	-2837,05	0,00	0,00	10,00	72,98	0,00
Ago	24,5	4	98,46	-94,46	-2931,50	0,00	0,00	4,00	94,46	0,00
Set	26,5	11	131,41	-120,41	-3051,91	0,00	0,00	11,00	120,41	0,00
Out	28	11	171,42	-160,42	-3212,33	0,00	0,00	11,00	160,42	0,00
Nov	29,5	36	206,89	-170,89	-3383,21	0,00	0,00	36,00	170,89	0,00
Dez	29	56	202,69	-146,69	-3529,90	0,00	0,00	56,00	146,69	0,00
TOTAIS	322	524	1.751,31	-1227,31		0,00	0,00	524,00	1227,31	0,00
MÉDIAS	26,83	43,67	145,94	-102,28		0,00		43,67	102,28	0,00

Fonte: Dados do INMET (período de 1960 a 1990); Miranda, 2008.

Figura 1 – Representação gráfica do Balanço Hídrico mensal e o extrato para o município de Abaré



Fonte: Própria, 2015.

Pode ser observado nas representações gráficas da Figura 1, que não existe excedente em nenhum dos meses no ano, estando a linha da precipitação sempre abaixo da evapotranspiração potencial. Esses dados confirmam os achados de Molion (2002) em seus estudos sobre o sertão brasileiro, onde se constatou chuvas escassas e irregulares, com períodos de estiagem extensos e secas prolongadas.

A partir desses dados também foi possível avaliar os índices de umidade, de aridez, efetivo de umidade e concentração térmica no verão parâmetros utilizados para caracterizar o clima. O Quadro 2 apresenta os resultados encontrados.

Quadro 2 – Cálculos dos Índices

<p align="center">Índice de Umidade</p> $Iu = \frac{100 (EXC) - 60 (DEF)}{ETP \text{ anual}}$ <p> $Iu = (100*(0)-60*(1227,31))/1751,31$ $Iu = -42,04$ E = Árido </p>	<p align="center">Índice de Aridez</p> $Ia = ((DEF)_{\text{anual}} / (ETP)_{\text{anual}}) 100$ <p> $Ia = (1227,31/1751,31)*100$ $Ia = 70$ W2 = grande deficiência de água no inverno </p>
<p align="center">Índice Efetivo de Umidade ou Índice Hídrico</p> $Ih = ((EXC)_{\text{anual}} / (ETP)_{\text{anual}}) 100$ <p> $Ih = (0/1751,31)*100$ $Ih = 0$ d – excesso de água pequeno ou nulo </p>	<p align="center">Concentração Térmica no Verão</p> $CETv = \frac{ETP (dez, jan, fev) \times 100}{EP \text{ anual}}$ <p> $CET = ((202,69+171,64+158,64)*100)/1751,31$ $CET = 30,4$ a' = muito baixa </p>

Fonte: Própria a partir de Thornthwaite, 1948.

Segundo os resultados, a partir da classificação do tipo de clima feita por Thornthwaite (1948), o município de Abaré enquadra-se no clima árido – EW2d' -, tendo o índice de umidade classificado como árido, índice de aridez com grande deficiência de água no inverno, índice hídrico com excesso de água pequeno ou nulo, e a concentração térmica no verão muito baixa.

Os resultados evidenciam a necessidade da adoção de estratégias tecnológicas para a convivência com as condições climáticas e de reserva natural da região. Assim, a captação água de chuva mostra-se uma alternativa apropriada à região com vistas ao suprimento de água.

Dada a essa constatação, cumpre avaliar se de fato as cisternas se constituem em uma tecnologia capaz de suprir de água a população de Abaré, nas condições de precipitação, capacidade de captação de chuva dos telhados e demanda de água da população. Para tal avaliação, fez-se algumas simulações para áreas do

telhado encontradas no município de Abaré (mínima, máximo e médio), para número de moradores (mínima, máximo e médio), por família e para níveis de consumo *per capita*. Nesse último caso considerou-se 50L/hab.dia, recomendado por Howard e Bartram (2003) como condição intermediária de abastecimento; 80L/Hab.dia, recomendado pela OMS; e 14L/hab.dia utilizado pela ASA e o P1MC.

Dos resultados apresentados na Tabela 2 pode-se constatar que considerando o consumo de 14L/hab.dia estabelecido pelo P1MC só não atende a demanda para a situação do menor tamanho do telhado (40m²) e quantidade de habitantes (5 e 9 hab.) e a situação de tamanho de telhado de 68,9m² e quantidade de habitantes de 9hab. No entanto, o consumo *per capita* estabelecido pelo Programa de 14L/hab.dia só atende as necessidades para beber e cozinhar, excluindo o volume necessário para a higiene pessoal e doméstica de extrema importância para a proteção da saúde.

Considerando os resultados encontrados na Tabela 2, pode-se estimar o volume acumulado na cisterna durante os meses do ano (Tabela 3). Os resultados encontrados permitem avaliar se a cisterna disponibilizada para as situações de análise estão com as dimensões adequadas, super ou subdimensionadas.

Conforme pode ser visto na Tabela 2, em determinados meses do ano o volume armazenado é maior que a demanda, em decorrência da quantidade de água precipitada e consumida mensalmente. Valores muito abaixo de 16m³ equivale a entender que a cisterna foi superdimensionada, tendo gasto de material, sem que sua capacidade de armazenamento seja totalmente utilizada. De forma análoga, o valor acima de 16m³ equivale a um subdimensionamento de cisterna, resultando em maior volume captado, para a capacidade de armazenamento da cisterna. Assim, os resultados mostraram que 44,4% das cisternas estão superdimensionadas, 44,4% estão subdimensionadas e 11,2% apresentam-se com dimensões próximas dos volumes armazenados (11,3m³).

Tabela 2 – Cálculo do volume captado, demanda de água e capacidade de armazenamento da cisterna no município de Abaré-BA

Mês	P (mm)	P (m)	V (Volume considerando área do telhado em m ³)			D (Demanda considerando P1MC em m ³)			D-V			D-V			D-V		
									telhado 40 m ²			telhado 68,9 m ²			telhado 139,2 m ²		
			40m ²	68,9m ²	139,2m ²	2 hab.	5 hab.	9 hab.	2 hab.	5 hab.	9 hab.	2 hab.	5 hab.	9 hab.	2 hab.	5 hab.	9 hab.
jan	91	0,1	2,91	5,02	10,13	0,84	2,10	3,78	-2,07	-0,81	0,87	-4,18	-2,92	-1,24	-9,29	-8,03	-6,35
fev	67	0,1	2,14	3,69	7,46	0,84	2,10	3,78	-1,30	-0,04	1,64	-2,85	-1,59	0,09	-6,62	-5,36	-3,68
mar	124	0,1	3,97	6,83	13,81	0,84	2,10	3,78	-3,13	-1,87	-0,19	-5,99	-4,73	-3,05	-12,97	-11,71	-10,03
abr	76	0,1	2,43	4,19	8,46	0,84	2,10	3,78	-1,59	-0,33	1,35	-3,35	-2,09	-0,41	-7,62	-6,36	-4,68
mai	26	0,0	0,83	1,43	2,90	0,84	2,10	3,78	0,01	1,27	2,95	-0,59	0,67	2,35	-2,06	-0,80	0,88
jun	12	0,0	0,38	0,66	1,34	0,84	2,10	3,78	0,46	1,72	3,40	0,18	1,44	3,12	-0,50	0,76	2,44
jul	10	0,0	0,32	0,55	1,11	0,84	2,10	3,78	0,52	1,78	3,46	0,29	1,55	3,23	-0,27	0,99	2,67
ago	4	0,0	0,13	0,22	0,45	0,84	2,10	3,78	0,71	1,97	3,65	0,62	1,88	3,56	0,39	1,65	3,33
set	11	0,0	0,35	0,61	1,22	0,84	2,10	3,78	0,49	1,75	3,43	0,23	1,49	3,17	-0,38	0,88	2,56
out	11	0,0	0,35	0,61	1,22	0,84	2,10	3,78	0,49	1,75	3,43	0,23	1,49	3,17	-0,38	0,88	2,56
nov	36	0,0	1,15	1,98	4,01	0,84	2,10	3,78	-0,31	0,95	2,63	-1,14	0,12	1,80	-3,17	-1,91	-0,23
dez	56	0,1	1,79	3,09	6,24	0,84	2,10	3,78	-0,95	0,31	1,99	-2,25	-0,99	0,69	-5,40	-4,14	-2,46

Fonte: Própria, 2015 e adaptado de Tomaz, 2007.

Tabela 3 – Cálculo do volume acumulado durante os meses do ano e capacidade de armazenamento da cisterna no município de Abaré-BA

VOLUME ACUMULADO (m ³)								
Telhado 40 m ²			Telhado 68,9 m ²			Telhado 139,2 m ²		
2 hab.	5 hab.	9 hab.	2 hab.	5 hab.	9 hab.	2 hab.	5 hab.	9 hab.
		0,87						
		2,50			0,09			
		2,32			-2,97			
		3,66			-3,38			
	1,27	6,61		0,67	-1,03		0,67	0,88
0,46	2,98	10,01	0,18	2,11	2,09		1,43	3,33
0,98	4,76	13,47	0,47	3,65	5,32		2,42	5,99
1,69	6,74	17,12	1,09	5,53	8,88	0,39	4,07	9,33
2,18	8,48	20,55	1,32	7,03	12,05	0,01	4,95	11,88
2,66	10,23	23,98	1,55	8,52	15,22	-0,38	5,82	14,44
2,35	11,18	26,60	0,41	8,64	17,02	-3,54	3,91	14,21
1,40	11,49	28,59	-1,84	7,65	17,71	-8,94	-0,22	11,75

Adotando o mesmo cálculo para valores de consumo distintos, pode-se concluir que na maioria dos casos estudados, a população não é abastecida adequadamente.

É importante observar que a existência das ações de saneamento em um determinado lugar, ainda está vinculada a qualidade do serviço ofertado. Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) (2014), os serviços recebem a classificação de “atendimento adequado”, “atendimento precário” e “sem atendimento”, sendo que estes dois últimos caracterizam “déficit” do serviço. A caracterização, em relação ao serviço de abastecimento de água, em questão para esse estudo, quando se trata de atendimento adequado, refere-se ao fornecimento de água potável pela cisterna, com canalização interna no domicílio e sem intermitência. Importante ainda ressaltar que essas definições e especificações não foram impostas por técnicos da área, mas fez parte de um processo colaborativo junto à população, de forma a atender as necessidades mínimas para garantia da saúde.

A Tabela 4 apresenta os resultados nas simulações feitas para os outros dois valores propostos para consumo, considerando 80L/hab.dia (apresentado pela OMS) e 50L/hab.dia (proposto por Howar e Bartram).

Tabela 4 – Resumo da Demanda e Volume para as três situações no município de Abaré

Município	Valores de Consumo	D-V			D-V			D-V		
		Telhado mínimo			Telhado médio			Telhado máximo		
		Hab. min.	Hab. médio	Hab. máx.	Hab. min.	Hab. médio	Hab. máx.	Hab. min.	Hab. médio	Hab. máx.
Abaré	PIMC (14L/hab.dia)	1,40	11,49	28,59	-1,84	7,65	17,71	-8,94	-0,22	11,75
	OMS (80L/hab.dia)	40,8	127,2	242,4	28,9	115,1	230,3	19,9	85,6	200,8
	HOWAR; BARTRAM (50L/hab.dia)	18,3	73,2	145,2	14,9	61,1	133,1	5,5	41,5	103,6

Fonte: Própria e adaptado de Tomaz, 2007.

Considerando o consumo *per capita* para condições intermediárias de abastecimento e o recomendado pela OMS em nenhuma circunstância o volume acumulado excede de forma a garantir o armazenamento e suprir as necessidades de consumo.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 4 pode-se concluir que do total de domicílios estudados, somente 22,2% foram atendidos pelos volumes armazenados nas cisternas. Contudo, esses resultados atendem a necessidades específicas, estando os demais domicílios sem atendimento quando se trata da definição da OMS, que garante todos os usos e promove a saúde. Quando o estudo considerou as condições intermediárias de abastecimento, os domicílios também se apresentam com déficit de água nas cisternas.

CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um balanço hídrico para o município de Abaré-BA com déficit de água durante todos os meses do ano, implicando em falta de condições naturais para o acúmulo de água para suprimento das necessidades humanas. O clima, segundo método de Thornthwaite (1948), foi enquadrado como árido, tendo o índice de umidade classificado como árido, índice de aridez com grande deficiência de água no inverno, índice hídrico com excesso de água pequeno ou nulo, e a concentração térmica no verão muito baixa.

No que se refere à adequação do uso das cisternas para o consumo humano de água no município, a avaliação do volume captado pelos telhados em relação à demanda permitiu constatar que as cisternas de 16.000 litros do PIMC atende à demanda de água para beber e cozinhar, com exceção das famílias com casas de menor tamanho de telhado e maior número de moradores. No entanto, tal suprimento de água mostra-se insuficiente para a proteção da saúde da população já que o consumo de água adequado deveria ser de 80L/hab.dia, segundo a OMS.

Cabe observar que o presente trabalho considerou as precipitações do período de 1960 a 1990, devendo-se agora analisar os efeitos das mudanças climáticas na região que vêm sendo apontados e constatados diante da seca prolongada dos últimos anos, o que tem obrigado ao Poder Público abastecer as cisternas com carro pipa, implicando em mais um complicador quanto à qualidade da água fornecida.

O estudo também permitiu identificar que a construção padronizada das cisternas apresentou um dimensionamento maior ou menor do que capacidade ideal de armazenamento da água captada, resultando em perda de água quando a cisterna foi subdimensionada, e perda da verba aplicada quando a cisterna foi superdimensionada.

Diante do exposto, conclui-se que o Programa deve buscar conceber projetos mais apropriados a cada realidade e à proteção da saúde pública. Para o caso das cisternas, adequação da dimensão do telhado para a captação da água de chuva, atendendo a necessidade de cada família a partir do índice pluviométrico local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARTRAM, J. Effective Monitoring of Small Drinking-water Supplies. In: COTRUVU, A.; CRAUN, G.; HEARNE, N. (Eds). **Providing Safe Drinking-water in Small Systems**. Boca Raton, USA: CRC Press, 1999. p. 353-365
2. BRASIL, Ministério das Cidades. **Plansab-Plano Nacional de Saneamento Básico**. Mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014.
3. GARCEZ, L. N. **Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
4. HOWARD, G.; BARTRAM, J. **Domestic Water Quantity, Service Level and Health**. Geneve: World Health Organization 2002
5. MIRANDA, R.A.C.; DOS SANTOS, A.S. Balanço Hídrico e Classificação Climática de Thornthwaite em Duas Barras (RJ). **Geo UERJ**; v.10, n. 18, 1º sem. 2008.
6. MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. de O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 17, n.1, 1-10, 2002
7. Organização Mundial de Saúde (OMS). Gabinete do Alto Comissário para os Direitos Humanos (ACNUDH). Centro sobre Direitos à Habitação e Despejo (COHRE). WaterAid. Centro de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais. **O Direito à Água**. 2003. Disponível em: http://www2.ohchr.org/english/issues/água/docs/Right_to_Água.pdf. Acesso em: 17 jan. 2015.
8. SILVA, R. M. A. da S. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 18, n. 1-2, p. 361-385, jan./dez. 2003



9. TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis Diretrizes básicas para um projeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 6., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABCMAC, 2007.