

**CONDIÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A PARTIR DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA NAS CISTERNAS DO P1MC: UM ESTUDO NO MUNICÍPIO DE SANTA BRÍGIDA-BA**

**Lidiane Mendes Kruschewsky Lordelo<sup>(1)</sup>**

*Engenheira sanitária e ambiental, mestre em Análise Regional e doutoranda em Energia e Meio Ambiente. Professora da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, – [lidiane@ufrb.edu.br](mailto:lidiane@ufrb.edu.br)*

**Patrícia Campos Borja<sup>(2)</sup>**

*Eng. Sanitarista e Ambiental; Mestre e doutora em Arquitetura e Urbanismo pela UFBA, pós-doutorado Autonomous University of Barcelona (UAB-ES). Professora da Universidade Federal da Bahia – [borja@ufba.br](mailto:borja@ufba.br)*

**Milton José Porsani<sup>(3)</sup>**

*Geólogo, mestrado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará (1981), doutorado em Geofísica pela Universidade Federal da Bahia professor da Universidade Federal da Bahia, (1986). [milton.porsani@gmail.com](mailto:milton.porsani@gmail.com)*

**Jailson de Andrade<sup>(4)</sup>**

*Químico, Mestre em Ciências (UFBA), Doutor em Ciências em Química Analítica e Inorgânica (PUC-RJ) professor da Universidade Federal da Bahia, (1986). [jailsndeandrade@gmail.com](mailto:jailsndeandrade@gmail.com)*

**Luiz Roberto Santos Moraes<sup>(5)</sup>**

*Eng. Civil; em Engenharia Sanitária pela Delft University of Technology-NE (1977) e doutorado em Saúde Ambiental pela University of London-UK (1996). Professor titular da Universidade Federal da Bahia – [moraes@ufba.br](mailto:moraes@ufba.br)*

## RESUMO

As condições de abastecimento de água nas áreas rurais do sertão brasileiro é dificultada devido a escassez de água na região e adoção de técnicas apropriadas para tal atividade. Diante disso, o Governo Federal Brasileiro implantou uma 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 e atende a um consumo de 14L/hab/dia, visando uso para beber e cozinhar. Os demais usos como higiene pessoal e doméstico, especificados pela Organização Mundial da Saúde – OMS -, não foram contemplados. Esse estudo visou estudar as características volumétricas da cisterna, na tentativa de avaliar se esta atende as necessidades de projeto e da OMS. O resultado foi que quase em 100% das situações atende ao projeto, porém não atende a OMS. Sua capacidade de armazenamento, mesmo com maiores volumes pluviométricos, não é capaz de armazenar a água disponível. A cisterna é uniformizada para todos os tipos de família, quando considerando quantidade de pessoas na residência. Como cenário de avaliação foram aplicados os cálculos nos dados referentes ao município de Santa Brígida.

**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 no Semiárido Brasileiro (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. 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 nutrição alimentar, a diminuição da mortalidade infantil e da pobreza (ASA, 2015). Pesquisas empíricas podem contribuir com este esforço de avaliação e o presente trabalho se insere nesta direção estudando a realidade do município de Santa Brígida, 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

Determinação do balanço hídrico no município de Santa Brígida, 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. Os resultados do balanço hídrico permitiu classificar o tipo de clima, a partir dos índices calculados, conforme equações constantes no Quadro 1.

Quadro 1 – Cálculos dos Índices

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

Fonte: Thornthwaite (1948).

Avaliação do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas e da demanda para atendimento de uma família foi feita pelo método de Rippl (GARCEZ, 1974). Fez-se uso das séries históricas mensais de precipitação nos anos 60 a 90, obtidas no INMET.

Os dados sobre a área do telhado e número de moradores por domicílio foram obtidos por meio de levantamento de campo em 36 domicílios selecionados por amostragem aleatória sistemática. Esses dados foram utilizados para avaliar se de fato as cisternas se constituem em uma tecnologia capaz de suprir de água a população, 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 Brígida (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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO.

O município de Santa Brígida, localizado no sertão baiano, apresenta índice pluviométrico médio anual de 564mm, sendo que os meses de janeiro a abril apresentam os maiores índices chuvosos e maior evapotranspiração. No balanço hídrico realizado para Santa Brígida 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 Santa Brígida, durante todo o ano, tem déficit de água, não permitindo acúmulos ou reservas para diversos fins.

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

Meses	T(°C)	P mm	ETP Thornthwaite	P-ETP mm	NEG-AC	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm
Jan	28,5	52,0	183,08	-131,1	-2433,7	0,00	0,00	52,0	131,1	0,0
Fev	28,5	43,0	169,21	-126,2	-2559,9	0,00	0,00	43,0	126,2	0,0
Mar	28,0	73,0	172,67	-99,7	-2659,6	0,00	0,00	73,0	99,7	0,0
Abr	27,0	72,0	143,03	-71,0	-2730,6	0,00	0,00	72,0	71,0	0,0
Mai	25,5	59,0	117,31	-58,3	-2788,9	0,00	0,00	59,0	58,3	0,0
Jun	23,5	69,0	82,71	-13,7	-2802,6	0,00	0,00	69,0	13,7	0,0
Jul	23,0	60,0	78,72	-18,7	-2821,3	0,00	0,00	60,0	18,7	0,0
Ago	23,5	38,0	86,11	-48,1	-2869,4	0,00	0,00	38,0	48,1	0,0
Set	25,5	17,0	114,86	-97,9	-2967,3	0,00	0,00	17,0	97,9	0,0
Out	27,0	15,0	149,68	-134,7	-3102,0	0,00	0,00	15,0	134,7	0,0
Nov	28,0	24,0	168,97	-145,0	-3247,0	0,00	0,00	24,0	145,0	0,0
Dez	28,5	42,0	188,81	-146,8	-3393,8	0,00	0,00	42,0	146,8	0,0
<b>TOTAIS</b>	<b>316,5</b>	<b>564,0</b>	<b>1655,18</b>	<b>-1091,2</b>		<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>564,0</b>	<b>1091,2</b>	<b>0,0</b>
<b>MÉDIAS</b>	<b>26,4</b>	<b>47,0</b>	<b>137,93</b>	<b>-90,9</b>		<b>0,0</b>		<b>47,0</b>	<b>90,9</b>	<b>0,0</b>

Fonte: Dados do INMET (período de 1960 a 1990).

Segundo os resultados, a partir da classificação do tipo de clima feita por Thornthwaite (1948), o município de Macururé enquadra-se no clima árido – EW2d' - , tendo o índice de umidade no valor -43,05, classificado como árido, índice de aridez (71,7) com grande deficiência de água no inverno, índice hídrico com excesso de água pequeno ou nulo, e a concentração térmica no verão muito baixa (31). 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 de água de chuva mostra-se uma alternativa apropriada à região com vistas ao suprimento de água. A Tabela 2 apresenta os cálculos feitos para o volume estipulado pelo P1MC de 14L/hab.dia. Os mesmos cálculos foram feitos para os demais volumes e os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Como análise dos resultados pode-se concluir que pelo P1MC, 66,6% dos domicílios são atendidos. Pelo OMS, somente 22,2% dos domicílios são atendidos, e por Howar e Bartran, 33,3% dos domicílios. Isso significa que somente 22,2% dos domicílios conseguem ter água em quantidade suficiente para garantir os usos estabelecidos pela OMS de beber, cozinhar, higiene pessoal e doméstico.

Avaliando agora os resultados a partir do dimensionamento da cisterna, conclui-se que pelo P1MC nenhum domicílio atendido consegue armazenar mais do que a dimensão da cisterna, conseqüentemente, sem perda de água. 66% dos domicílios têm a cisterna com a dimensão adequada para o volume captado. E 33,3% das cisternas foram subdimensionadas, não tendo capacidade de armazenar a quantidade de água adequada para suprir a necessidade da população.

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

Mês	P (mm)	P (m)	V (Volume considerando área do telhado em m <sup>3</sup> )			D (Demanda considerando P1MC em m <sup>3</sup> )			D-V telhado 40 m <sup>2</sup>			D-V telhado 66 m <sup>2</sup>			D-V telhado 94 m <sup>2</sup>		
			34m <sup>2</sup>	74m <sup>2</sup>	229m <sup>2</sup>	1 hab.	4 hab.	11 hab.	1 hab.	4 hab.	11 hab.	1 hab.	4 hab.	11 hab.	1 hab.	4 hab.	11 hab.
jan	52	0,052	1,4	3,1	9,5	0,42	1,68	4,62	-1,0	0,3	3,2	-2,7	-1,4	1,5	-9,1	-7,8	-4,9
fev	43	0,043	1,2	2,5	7,9	0,42	1,68	4,62	-0,7	0,5	3,5	-2,1	-0,9	2,1	-7,5	-6,2	-3,3
mar	73	0,073	2,0	4,3	13,4	0,42	1,68	4,62	-1,6	-0,3	2,6	-3,9	-2,6	0,3	-13,0	-11,7	-8,8
abr	72	0,072	2,0	4,3	13,2	0,42	1,68	4,62	-1,5	-0,3	2,7	-3,8	-2,6	0,4	-12,8	-11,5	-8,6

mai	59	0,059	1,6	3,5	10,8	0,42	1,68	4,62	-1,2	0,1	3,0	-3,1	-1,8	1,1	-10,4	-9,1	-6,2
jun	69	0,069	1,9	4,1	12,6	0,42	1,68	4,62	-1,5	-0,2	2,7	-3,7	-2,4	0,5	-12,2	-11,0	-8,0
jul	60	0,060	1,6	3,6	11,0	0,42	1,68	4,62	-1,2	0,0	3,0	-3,1	-1,9	1,1	-10,6	-9,3	-6,4
ago	38	0,038	1,0	2,2	7,0	0,42	1,68	4,62	-0,6	0,6	3,6	-1,8	-0,6	2,4	-6,5	-5,3	-2,3
set	17	0,017	0,5	1,0	3,1	0,42	1,68	4,62	0,0	1,2	4,2	-0,6	0,7	3,6	-2,7	-1,4	1,5
out	15	0,015	0,4	0,9	2,7	0,42	1,68	4,62	0,0	1,3	4,2	-0,5	0,8	3,7	-2,3	-1,1	1,9
nov	24	0,024	0,7	1,4	4,4	0,42	1,68	4,62	-0,2	1,0	4,0	-1,0	0,3	3,2	-4,0	-2,7	0,2
dez	42	0,042	1,1	2,5	7,7	0,42	1,68	4,62	-0,7	0,5	3,5	-2,1	-0,8	2,1	-7,3	-6,0	-3,1

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

Tabela 3 – Resultados dos volumes acumulados durante o ano para 3 situações.

Valores de Consumo	D-V			D-V			D-V		
	telhado 34 m2			telhado 74 m2			telhado 229 m2		
	1 hab.	4 hab.	11 hab.	1 hab.	4 hab.	11 hab.	1 hab.	4 hab.	11 hab.
<b>PIMC (14L/p/dia)</b>	-10,3	4,8	40,1	-28,3	-13,2	22,1	-98,3	-83,2	-47,9
<b>OMS (80L/p/dia)</b>	13,5	99,9	301,5	-4,6	81,8	283,4	-74,5	11,9	213,5
<b>HOWAR E BARTRAN (50L/p/dia)</b>	2,7	56,7	182,7	-15,4	38,6	164,6	-85,3	-31,3	94,7

Fonte: Própria.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um balanço hídrico para o município de Santa Brígida-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 66,6% dos domicílios no que se refere à demanda de água para beber e cozinhar, sendo as famílias com casas de menor 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 para a maioria dos casos estudados. 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. Os resultados também evidenciaram que as cisternas padronizadas não atendem as necessidades das famílias, pois a quantidade de moradores e área do telhado contribuem para os estudos quanto as demandas de cada domicílio.

Diante do exposto, conclui-se que o Programa deve buscar conceber projetos mais apropriados a cada realidade e à promoção e 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 (máximo seis)

- ASA – Associação do Semiárido. Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido: um milhão de cisternas rurais – PIMC. Recife 1999.
- ASSIS, T. R. de P. *Sociedade civil e a construção de políticas públicas na região: o caso do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (PIMC)*. Universidade Federal de Lavras (UFLV). R. Pol. Públ., São Luís, v.16, n.1, p. 179-189, jan./jun. 2012

DE MIRANDA, R. A. C.; DOS SANTOS, A.S. Balanço Hídrico e Classificação Climática de Thornthwaite em Duas Barras (RJ). Geo UERJ; a. 10; n. 18, v. 1º sem de 2008.

GARCEZ, L. N. Elementos de engenharia hidráulica e sanitária. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

HOWARD, G.; BARTRAM J. Domestic Water Quantity, Service Level and Health. World Health Organization 2002

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