

# SUSTENTABILIDADE HÍDRICA DE POPULAÇÕES ABASTECIDAS COM CISTERNAS DE PLACAS NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO: O caso do Estado do Ceará

*da Silva, F.O.E.<sup>1</sup>; Teixeira, L.<sup>2</sup>; Souza Filho, F.A.<sup>3</sup>; Dantas Neto, S.A.<sup>4</sup>*

**RESUMO** – O uso de cisternas de placas para captação e armazenamento de águas pluviais para abastecimento de populações rurais no nordeste brasileiro tem sido apontado como uma solução viável para convivência com o clima semi-árido que prevalece na região. A cisterna de placas emergiu como uma alternativa para substituição do tradicional programa de carro-pipa que tem sido empregado até mesmo com uma periodicidade anual para suprir as populações rurais do semi-árido. A garantia do suprimento hídrico destas populações com emprego das cisternas de placas é questionada nesse estudo o qual demonstra que esta solução não substitui o carro-pipa como medida emergencial de suprimento hídrico durante a estação seca nem elimina a necessidade de se ter uma cesta de opções de suprimento para atendimento da demanda hídrica das populações rurais do nordeste brasileiro.

**ABSTRACT** - The use of cisterns' plates for capture and storage of rainwater to supply the rural population in the northeastern Brazil has been identified as a feasible solution to endure with the semi-arid climate that prevails in the region. The cisterns 'plates, made of cement, emerged as an alternative to replace the traditional barrel truck program that has been used even though with an annual regularity to supply the rural populations in the semi-arid region. The security of the water supply of these populations by using the cisterns' plates is questioned in this study which demonstrates that this solution does not replace the barrel-truck program during the dry season neither eliminates the need to have a basket options of water's supply to serve the demand of the rural populations in the Brazilian's northeast.

**Palavras-chave:** Cisternas de placas, sustentabilidade hídrica, suprimento hídrico.

---

<sup>1</sup> Professor titular da Universidade de Fortaleza, doutorando em recursos hídricos, UFC. E-mail: osny@unifor.br

<sup>2</sup> Bolsista iniciação científica, graduanda de Eng<sup>a</sup> Civil, UFC. E-mail: laisteixeira@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor adjunto da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 713, Fortaleza-CE. E-mail: assisfilho@secrel.com.br

<sup>4</sup> Professor adjunto da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 713, Fortaleza-CE. E-mail: silvrano@ufc.br

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das questões que desperta maior interesse com relação à escassez hídrica decorrente da característica climática inerentemente semi-árida do nordeste brasileiro é a problemática do abastecimento das populações rurais aglomeradas em pequenas comunidades e/ou difusamente distribuída pelo território. Em função do afastamento geográfico destas populações dos grandes centros urbanos, os quais apresentam alternativas econômicas para suprimento hídrico por sistemas de abastecimento de grande escala, ao contrário, as pequenas comunidades rurais carecem dos requisitos mínimos para viabilização econômica de seu suprimento em caráter permanente pelas companhias de saneamento e sistemas municipais afins. A solução de abastecimento dessas comunidades e da população rural difusa no nordeste brasileiro tem sido o emprego do carro-pipa durante os períodos de estiagem, os quais não precisam corresponder necessariamente às secas, mas a própria variabilidade climática regional que apresenta uma escassez de chuvas sempre no segundo semestre de cada ano.

Várias tentativas de prover uma substituição do oneroso e paliativo programa de abastecimento de comunidades rurais por carro-pipa têm sido propostas por diferentes instituições e governos sem que até o momento, nenhuma delas possa vir a ser reconhecida como de pleno êxito e universalmente aplicável. Na última década, entretanto, surgiu uma proposta de solução individual de abastecimento uni familiar com emprego de cisternas de placas de cimento para armazenamento da água de chuva captada nos telhados durante a estação chuvosa para suprir com água de boa qualidade durante a estação seca. Este programa foi denominado P1MC – Programa Um Milhão de Cisternas, financiado e patrocinado pelo Governo Federal através do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) em parceria com a ASA – Articulação do Semi-Árido que é um fórum de organizações da sociedade civil fundado em 1999, com vistas ao desenvolvimento econômico e social do semi-árido brasileiro. Segundo consta no site da ASA, até 14/05/2009 haviam sido construídas 255.678 cisternas de placas no semi-árido nordestino.

A garantia de suprimento hídrico uni familiar para o período de estiagem a partir da captação e do armazenamento da água de chuva durante a estação úmida em cisternas de placas é uma questão ainda não inteiramente dirimida pela comunidade acadêmica e tem sido objeto de polêmica pública entre defensores do P1MC e seus críticos. As críticas derivam não de um posicionamento contrário ao programa em si, cujo mérito é inquestionável, porém da sua caracterização e divulgação como uma panacéia finalística que se sobrepõe e excluem todas as demais alternativas

de suprimento hídrico das comunidades rurais, tal como tem sido propagado por diversas organizações políticas e da sociedade civil envolvidas com o programa P1MC.

Os estudos conduzidos pelos autores no presente trabalho visaram esclarecer cientificamente essa questão da sustentabilidade hídrica e apresentar alternativas de composição do programa P1MC com outras soluções igualmente factíveis e de melhor resultado em termos de garantia de suprimento hídrico.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DAS CISTERNAS DE PLACAS**

A cisterna de placas para o armazenamento da água captada de chuva é uma das iniciativas mais favoráveis para recuperar a capacidade de convivência das populações rurais do semi-árido, sujeita à variabilidade climática anual. Ter água de beber e cozer é uma necessidade básica nem sempre garantida para os que vivem no sertão nordestino afastados dos centros urbanos que dispõem de tal facilidade.

A cisterna de placas é um tipo de reservatório de água cilíndrico, coberto e semi-enterrado, que permite a captação e o armazenamento de águas das chuvas a partir de seu escoamento nos telhados das casas, por meio da utilização de calhas de zinco ou PVC. O reservatório, fechado, é protegido da evaporação e das contaminações causadas por animais e dejetos trazidos pelas enxurradas.

A cisterna de placas foi criada por Nel, um pedreiro de Simão Dias, Sergipe, há mais de 35 anos. Ele começou com seu irmão a construir cisternas de placas em sua região. Em seguida, outros pedreiros viram a idéia e começaram a construir em todo o estado de Sergipe e na Bahia. A partir daí, essa proposta foi se espalhando por todo o Nordeste. Hoje, esse tipo de cisterna pode ser encontrado em todos os estados do semi-árido brasileiro (Figura 1).



Figura 1 – Cisterna de placas no Assentamento Pau d'Arco, em Quixeramobim-CE.

A cisterna é construída semi-enterrada até mais ou menos dois terços da sua altura. Sua estrutura consiste em placas de concreto com tamanho 50 por 60 cm e com 3 cm de espessura, que são curvadas de acordo com o raio projetado da parede da cisterna, variando conforme a capacidade prevista. Há desenhos padronizados de cisternas de placas com capacidade de 10, 15, 16 e 20 m<sup>3</sup>, sendo mais comum a de 16 m<sup>3</sup> no escopo do P1MC.

Os materiais necessários para construção de uma cisterna de placas são: cimento, ferro, arame galvanizado, bica, areia, brita, impermeabilizante, joelho, cano PVC, tampa, cadeado, cal hidratada, filtro (tela fina), kit bomba manual e placa de identificação, no caso das cisternas integrantes do P1MC. A capacidade das cisternas varia de acordo com a necessidade a ser suprida. Há variantes onde, por exemplo, as placas de concreto são menores e mais grossas, e feitas de um traço de cimento mais fino.

As placas das cisternas são fabricadas no local de construção em moldes de madeira. A parede da cisterna é levantada com essas placas finas, a partir do chão cimentado. Para evitar que a parede venha a cair durante a construção, são sustentadas com varas até que a argamassa esteja seca.

A mão-de-obra necessária é um pedreiro treinado e a própria família, que precisa aprender não só a construir a cisterna, mas também como fazer sua manutenção e como tratar a água. A tabela 1 apresenta as características das cisternas de placas do P1MC, segundo o Manual da Cáritas Brasileira.

Tabela 1 – Dimensões padronizadas de cisternas de placas (Fonte: Cáritas Brasileira)

<b>Medidas</b>	<b>Medidas conforme o tamanho da cisterna</b>			
	<b>10.000 litros</b>	<b>15.000 litros</b>	<b>16.000 litros</b>	<b>20.000 litros</b>
Raio	1,17 m	1,40 m	1,73 m	1,60 m
Profundidade / buraco	1,20 m	1,30 m	1,20 m	1,30 m
Altura da cisterna	2,40 m	2,40 m	2,40 m	2,40 m
Nº de fileiras / placas	04	04	03	04
Nº placas da parede	56	68	63	76
Nº placas da cobertura	14	17	19	19
Placas da parede	Curva: 3,5 cm Larg.: 0,5 cm Alt.: 0,60 cm	Curva: 2,5 cm Larg.: 0,50 cm Alt.: 0,60 cm	Curva: 1,60 cm Larg.: 0,5 cm Alt.: 0,60 cm	Curva: 1,60 cm Larg.: 0,50 cm Alt.: 0,60 cm
Placas da cobertura	Compr.: 1,22 m Larg. Base: 0,50 Larg. Ponta: 0,08	Compr.: 1,30 m Larg. Base: 0,50 Larg. Ponta: 0,08	Compr.: 1,63 m Larg. Base: 0,50 Larg. Ponta: 0,08	Compr.: 1,52 m Larg. Base: 0,50 Larg. Ponta: 0,07
Medidas das vigas (caibros)	Compr.: 1,17 m Larg.: 0,6 cm Ferro: 1,22 m Quant.: 14	Compr.: 1,40 m Larg.: 0,6 cm Ferro: 1,45 m Quant.: 17	Compr.: 1,66 m Larg.: 0,6 cm Ferro: 1,71 m Quant.: 21	Compr.: 1,60 m Larg.: 0,6 cm Ferro: 1,65 m Quant.: 19

### 3. PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS – P1MC

A construção de cisternas que acumulem a água da chuva captada nos telhados, estocando-a para os períodos de estiagem, é uma solução simples, relativamente barata e que pode pôr fim definitivamente a falta de água para o consumo humano em todo o Semi-Árido brasileiro. Esse é o objetivo a ser atingido em cinco anos pelo Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), coordenado pela Articulação do Semi-Árido (ASA), uma coalizão de mais de 750 entidades e organizações da sociedade civil de 11 estados – Igrejas Católica e Evangélica, ONGs de desenvolvimento e ambientalistas, associações de trabalhadores rurais e urbanos, associações comunitárias, sindicatos e federações de trabalhadores rurais, movimentos sociais, organismos de cooperação nacionais e internacionais, públicos e privados.

O semi-árido caracteriza-se por clima seco e chuvas esparsas. Abrange a maior parte dos estados do Nordeste e o norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, atinge mais de dois terços dos domicílios rurais, cerca de 2,2 milhões de famílias, mais de 10 milhões de pessoas. No período de

estiagem, para obter água é preciso realizar longas caminhadas diárias até uma fonte, o que comumente é feito pelas mulheres e crianças. Essa água, em geral sem nenhum tratamento, é suja e contaminada. De cada quatro crianças mortas na região, uma é por diarreia provocada pelo consumo de água contaminada.

Em média, cada família gasta uma hora por dia para obter água – 30 horas por mês ou o equivalente a quatro dias de trabalho. A água para beber, cozinhar e fazer higiene bucal equivale, em média, a 8,9 litros por pessoa por dia ou 16 mil litros por família durante o ano. A água da chuva que pode ser capturada nos telhados das residências, mesmo em período de seca, chega a 24 mil litros. Essa informação é oriunda de material de divulgação do P1MC e não de uma constatação dos autores propriamente dita.

O P1MC propôs como meta construir um milhão de cisternas em um prazo de cinco anos, beneficiando diretamente mais de 5 milhões de pessoas. A construção das cisternas é precedida e acompanhada de um processo de mobilização e capacitação das comunidades sobre as formas de convivência com o Semi-Árido, a necessidade de gerenciamento dos recursos hídricos, a construção de cisternas, a administração dos recursos públicos e dos recebidos do P1MC.

Um convênio com o Ministério do Meio Ambiente em 2001 permitiu desenvolver o projeto e a construção das primeiras 500 cisternas. No processo, foi sistematizada uma metodologia para a sensibilização e mobilização das comunidades e das instituições governamentais e não-governamentais, de modo a envolver o maior número de atuantes no processo.

O convênio com a Agência Nacional de Águas (ANA), em execução, permitiu o atendimento de mais 12.400 famílias. A construção dessas cisternas tem servido para testar os melhores modelos e para promover a capacitação de técnicos, pedreiros e mestres-de-obras das instituições e das famílias a serem beneficiadas pelo programa. Também é um momento de formação e capacitação para os gestores dos recursos públicos e oriundos do P1MC. Convênio entre a Febraban e a ASA, firmado em abril de 2003, possibilitou a construção de mais 10 mil cisternas, beneficiando cerca de 50 mil pessoas. Iniciativas semelhantes vêm se multiplicando no País.

O programa de construção de cisternas reforça o processo de organização da sociedade civil. Para ser incluído no programa, o município precisa ter Fórum Popular de Políticas Públicas ou Fórum de Orçamento Participativo, o que tem contribuído para a criação ou reativação de instâncias de participação da sociedade civil.

As famílias a serem beneficiadas são escolhidas pelos fóruns do município. Os critérios de escolha priorizam a presença de mulheres como chefes de família; crianças até seis anos; crianças e adolescentes freqüentando a escola; adultos com 65 anos ou mais; pessoas com necessidades

especiais; distância da fonte de água; e participação da família nas organizações da comunidade. Além disso, a família tem de participar, cavando o buraco para conter a cisterna.

O grande desafio é construir uma cisterna em cada residência rural no Semi-Árido brasileiro, além de capacitar as organizações dos agricultores a conviver com o Semi-Árido, mediante formas de captação de água para a agricultura e práticas agrícolas adequadas para a subsistência e para o mercado.



Figura 2 – Cisterna de placas construída no âmbito do P1MC no distrito de Floresta em Deputado Irapuan Pinheiro-CE.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Generalidades

O trabalho consistiu na realização de simulações hidrológicas para verificar a probabilidade de enchimento de cisternas no Estado do Ceará sujeitas ao regime pluviométrico característico do semi-árido nordestino. Foram considerados dois modelos de cisternas: uma de 16 m<sup>3</sup> de capacidade, correspondente ao modelo padrão do P1MC empregado na maioria dos municípios do sertão cearense e, outra de 50 m<sup>3</sup> de capacidade, correspondendo a um modelo alternativo para melhorar o

desempenho do suprimento hídrico às populações rurais. A primeira tem um caráter anual de suprimento enquanto que a segunda tem um caráter plurianual.

Foi feita uma pesquisa de campo nos municípios de Quixeramobim, Senador Pompeu, Milhã, Solonópole e Deputado Irapuan Pinheiro, todos no Estado do Ceará, para quantificar a área média de captação dos telhados conectados às cisternas existentes. A partir da área média de captação dos telhados obtida em campo e do histórico de totais anuais precipitados nos postos pluviométricos para os municípios de interesse do semi-árido, foi feitas simulações de enchimento das cisternas anuais e plurianuais conforme se expõe a seguir.

## 4.2 Dados Empregados

### 4.2.1 Pluviometria

Na tabela 2 são apresentados os postos pluviométricos analisados, seguidos de suas respectivas latitudes, longitudes e códigos. Foram utilizados 20 postos pluviométricos característicos de municípios cearenses localizados na região semi-árida.

Tabela 2 – Postos pluviométricos utilizados

Localidade	Latitude	Longitude	Código
Acopiara	-6:11:0	-39:40:0	639022
Alto Santo	-5:28:1	-38:24:29	538008
Araripe	-7:12:0	-40:8:0	740008
Arneiroz	-6:19:35	-40:9:31	640003
Assaré	-6:52:0	-39:52:0	639014
Camocim	-2:54:0	-40:50:0	240000
Canindé	-4:25:0	-39:19:0	439015

Catarina	-6:8:0	-39:52:0	639013
Chorozinho	-4:18:8	-38:29:49	438021
Crateús	-5:12:0	-40:42:0	540020
Guaraciaba do Norte	-4:11:0	-40:45:0	440023
Jaguaruana	-4:50:0	-37:47:0	437006
Mombaça	-5:45:0	-39:38:0	539001
Quixadá	-4:45:0	-38:51:0	438035
Quixeramobim	-5:2:0	-39:20:0	539017
Russas	-4:50:0	-38:10:0	438007
Senador Pompeu	-5:34:42	-39:0:54	539037
Tauá	-6:25:0	-40:30:0	640017
Tianguá	-3:44:0	-40:59:0	340030
Viçosa do Ceará	-3:33:51	-41:5:39	341016

#### 4.2.2 Área de captação de telhados

Na tabela 3 são apresentadas as áreas médias de captação identificadas em campo. A figura 3 ilustra o trabalho de campo realizado.

Tabela 3 – Área média de telhado levantada em campo

LOCAL	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS		DIMENSÕES		ÁREA (m <sup>2</sup> )
		ESTE	NORTE	X (m)	Y (m)	
Oiticicas	Antonia Nobre de Brito	446819	9401952	6.75	12.86	86.805
Oiticicas	Raimundo Correia Vieira	446780	9401956	7	10.3	72.1
Oiticicas	Raimundo Correia Vieira (2ª)	446780	9401956	10.3	13.4	138.02
Maloca	Raimundo Chagas	449369	9401498	8.9	12.6	112.14
Assentamento Pau d'Arco	Maria da Glória Aquino da Silva	443126	9400398	6.8	9.88	67.184
Assentamento Pau d'Arco	Francisco Evanildo Vidal de Lima	443117	9400424	7	10.25	71.75
Cipó	Maria Lúcia Gomes	479332	9368964	7.8	12.8	99.84
Cipó	Marinho Oliveira	x	x	7.5	9.8	73.5
Baixa Verde	Maria Neuza	476599	9365536	6.7	10.2	68.34
Floresta	Manoel Josimar Pinheiro	468942	9359260	7.3	10.75	78.48
Riacho da Serra	Elizeuda de Sousa Pinheiro	465717	9361382	9.6	10.2	97.92
Logradouro de Baixo	Zezinho / D. Marinete	492911	9363078	6.8	9.45	64.26
Assunção	Raimundo Erion Moreira	484283	9359648	6.9	7.1	48.99
Sítio Campos	Ivan	457006	9370182	9.4	10.7	100.58
Inchuí	Antonio Heleno Brasil Nascimento	463215	9367320	7.64	11.6	88.624
Areias	Ananias Alves Barbosa	468528	9367376	9.00	9.00	81.00
RESUMO ESTATÍSTICO				Média		84.35
				Desvio-Padrão		21.67
				Coeficiente de Variação		0.257

Para fins de simulação a área média de telhado de captação da água de chuva para alimentação das cisternas foi considerada como sendo 80 m<sup>2</sup>.



Figura 3 – Medição em campo da área de captação de telhado para alimentar as cisternas.

### **4.3 Conceituação dos Tipos de Cisternas Adotadas**

#### *4.3.1 Cisterna tipo anual – capacidade de 16 m<sup>3</sup>*

No Ceará, é característico um primeiro semestre, geralmente, chuvoso e um segundo semestre certamente seco. Desse modo, uma cisterna anual consiste em um reservatório que armazena a água precipitada no primeiro semestre, afim de que haja disponibilidade de água no semestre seguinte. Ou seja, ela funciona transportando água temporalmente de um semestre para outro no mesmo ano.

As figuras 4 e 5 ilustram o funcionamento desse tipo de cisterna anual.

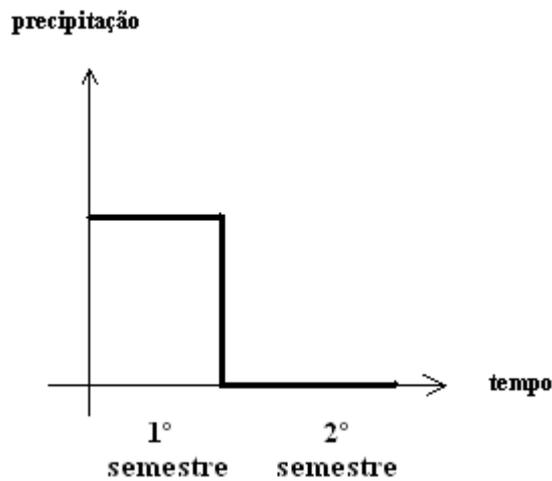


Figura 4 – Diagrama temporal de precipitações no nordeste.

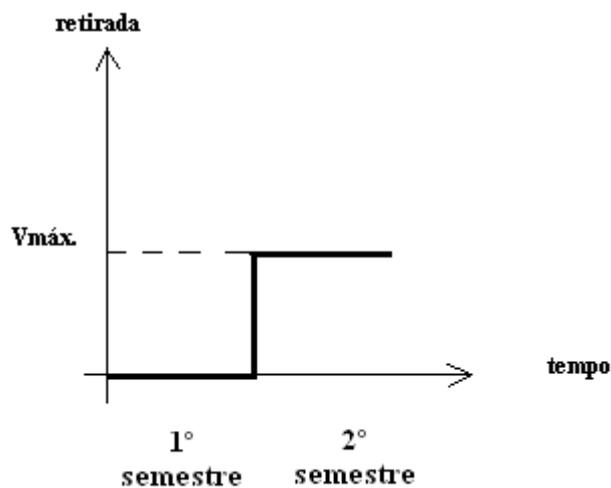


Figura 5 – Diagrama de demanda da cisterna tipo anual.

#### 4.3.2 Cisterna tipo plurianual – capacidade de 50 m<sup>3</sup>

Assim como a cisterna anual, uma cisterna plurianual também consiste num reservatório que armazena a água precipitada no primeiro semestre. No entanto, essa água armazenada não será utilizada para abastecer a unidade familiar apenas no segundo semestre do mesmo ano, será utilizada também para abastecer no ano seguinte. Uma cisterna plurianual tem um volume máximo maior do que a demanda, logo, ao se retirar um volume igual à demanda para abastecer o segundo semestre, sobrar, ainda, algum volume de água na cisterna que será utilizado no próximo ano. Sendo assim, o ano seguinte não começa com volume inicial igual a zero e sim igual à sobra do ano anterior. Esse modelo de cisterna resulta em garantias mais satisfatórias. A figura 6 ilustra essa transferência temporal de água pela cisterna com capacidade plurianual.

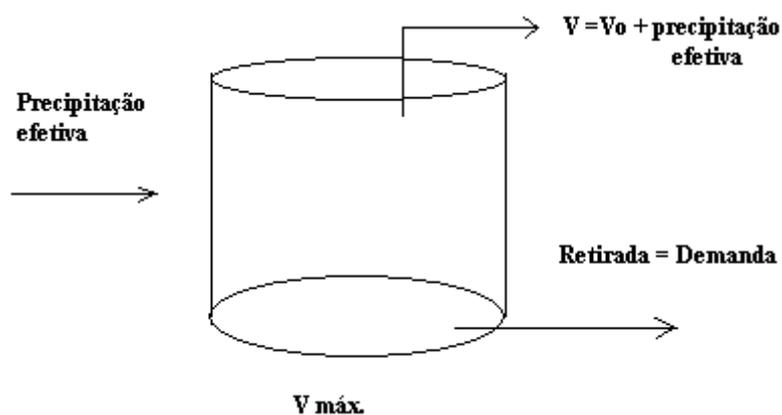


Figura 6 – Modelo de demanda numa cisterna plurianual.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Cisternas anuais

Na tabela 4 são apresentados os resultados obtidos a partir das simulações feitas para uma cisterna anual.

Tabela 4 – Resultados das simulações para cisterna anual

Localidade	Latitude	Longitude	Nº de anos	Garantia
Acopiara	-6:11:0	-39:40:0	49	98%
Alto Santo	-5:28:1	-38:24:29	39	89%
Araripe	-7:12:0	-40:8:0	96	94%
Arneiroz	-6:19:35	-40:9:31	89	88%
Assaré	-6:52:0	-39:52:0	72	84%
Camocim	-2:54:0	-40:50:0	90	98%
Canindé	-4:25:0	-39:19:0	67	91%

Catarina	-6:8:0	-39:52:0	52	93%
Chorozinho	-4:18:8	-38:29:49	68	95%
Crateús	-5:12:0	-40:42:0	97	95%
Guaraciaba do Norte	-4:11:0	-40:45:0	96	100%
Jaguaruana	-4:50:0	-37:47:0	96	93%
Mombaça	-5:45:0	-39:38:0	76	98%
Quixadá	-4:45:0	-38:51:0	52	90%
Quixeramobim	-5:2:0	-39:20:0	49	72%
Russas	-4:50:0	-38:10:0	72	97%
Senador Pompeu	-5:34:42	-39:0:54	90	98%
Tauá	-6:25:0	-40:30:0	71	94%
Tianguá	-3:44:0	-40:59:0	96	99%
Viçosa do Ceará	-3:33:51	-41:5:39	96	100%

## 5.2 Cisternas Plurianuais

Na Tabela 5 são apresentados os resultados obtidos a partir das simulações feitas para uma Cisterna Plurianual.

Tabela 5 - Resultados das simulações para cisterna plurianual

Localidade	Latitude	Longitude	Nº de anos	Garantia
Acopiara	-6:11:0	-39:40:0	49	98%
Alto Santo	-5:28:1	-38:24:29	39	99%
Araripe	-7:12:0	-40:8:0	96	97%
Arneiroz	-6:19:35	-40:9:31	89	99%
Assaré	-6:52:0	-39:52:0	72	100%
Camocim	-2:54:0	-40:50:0	90	100%
Canindé	-4:25:0	-39:19:0	67	100%
Catarina	-6:8:0	-39:52:0	52	100%
Chorozinho	-4:18:8	-38:29:49	68	99%
Crateús	-5:12:0	-40:42:0	97	99%
Guaraciaba do Norte	-4:11:0	-40:45:0	96	100%

Jaguaruana	-4:50:0	-37:47:0	96	100%
Mombaça	-5:45:0	-39:38:0	76	99%
Quixadá	-4:45:0	-38:51:0	52	97%
Quixeramobim	-5:2:0	-39:20:0	49	89%
Russas	-4:50:0	-38:10:0	72	100%
Senador Pompeu	-5:34:42	-39:0:54	90	99%
Tauá	-6:25:0	-40:30:0	71	100%
Tianguá	-3:44:0	-40:59:0	96	100%
Viçosa do Ceará	-3:33:51	-41:5:39	96	100%

### 5.3 Análise dos resultados

#### 5.3.1 Cisternas anuais – capacidade de 16 m<sup>3</sup> (padrão P1MC)

A partir dos resultados apresentados na tabela 4 se observa que as cisternas anuais apresentam um nível de garantia de enchimento variando entre 72 a 100%. No entanto em apenas 2 municípios dentre os 20 simulados no Estado do Ceará, a garantia de enchimento alcançou 100%, ou seja, em apenas 10% dos municípios se teria o enchimento pleno das cisternas segundo o histórico pluviométrico utilizado. Em 10 municípios, representando 50% do total, o nível de garantia de enchimento da cisterna padrão P1MC de 16 m<sup>3</sup> de capacidade ficou abaixo de 95%, ou seja, uma garantia inferior à que se normalmente considera mínima para suprimento humano, muito embora, a garantia ideal fosse 100%.

### 5.3.2 Cisternas plurianuais – capacidade de 50 m<sup>3</sup>

Para as cisternas plurianuais, com capacidade superior a 3 vezes o volume padrão adotado para construção das cisternas de placas do programa P1MC, a garantia de suprimento hídrico se eleva, alcançando 100% em 10 municípios, equivalendo a 50% dentre os 20 simulados. Somente em 1 município (Quixeramobim) equivalendo a 5% dos simulados, resultou numa garantia inferior a 95%.

## 6. CONCLUSÕES

Os estudos realizados revelaram que a construção de cisternas de placas unifamiliares no padrão do programa P1MC com capacidade de 16 m<sup>3</sup> não apresenta uma garantia satisfatória de enchimento para suprimento hídrico durante a estação seca, tal como é divulgado pela propaganda das instituições envolvidas com o programa. No Estado do Ceará a garantia oferecida por este modelo fica bem abaixo dos padrões sanitários ideais.

Conclui-se que as cisternas de placas do programa P1MC não eliminam a necessidade de emprego de carro-pipa para abastecimento das populações rurais de pequenas comunidades e população difusa. As cisternas de placas podem ser consideradas uma ótima solução individual desde que complementadas por outras fontes de abastecimento alternativas para suprimento emergencial durante as estiagens hídricas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores apresentam seus agradecimentos às seguintes instituições: Universidade Federal do Ceará; Columbia University – New York.

## BIBLIOGRAFIA

- a) CÁRITAS BRASILEIRA. Construindo a Solidariedade no Semi-Árido. Manual Cisternas de Placas.
- b) ABCMAC, 4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva - Cisternas de Placas “Calçadão”: Uma alternativa para a captação e armazenamento da água de chuva de escoamento no nível do solo. Petrolina, PE, julho de 2003.
- c) <http://www.asa.org.br> (acessado em 28/04/2009).