

## I-172 - ANÁLISE QUANTI-QUALITATIVA DA ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNAS DE PLACA INSTALADAS EM UMA COMUNIDADE PERI-URBANA NO CEARÁ

**Márcio Pessoa Botto<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Doutorando em Saneamento Ambiental na UFC.

**Flávia Mendes Lacerda Aalves**

Estudante de graduação do curso de engenharia civil pela Universidade Federal do Ceará

**Carla Beatriz Costa de Araújo**

Estudante de graduação do curso de engenharia civil pela Universidade Federal do Ceará

**André Bezerra dos Santos**

Doutor em Saneamento Ambiental pela Wageningen University - Holanda. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Água da Prata, 2991, Casa 05. Bairro: Edson Queiroz. CEP: 60834-414. Fortaleza, Ceará. Brasil. Telefone: +55 (85) 99951578. E-mail: marcio.botto@funasa.gov.br

### RESUMO

A captação de água de chuva através de cisternas de placas é uma realidade presente no semi-árido cearense, tendo o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) uma alternativa viável para mitigar a escassez de água para o fim mais nobre que é a dessedentação humana. Este trabalho objetivou avaliar a quantidade e a qualidade das águas de chuva armazenadas em cisternas de placa construídas em uma pequena comunidade peri-urbana situada bem próxima a capital do estado do Ceará. A análise quantitativa foi realizada a partir da sistematização da série histórica da precipitação no local em conjunto com medições das residências na comunidade que serviram como dados de entrada para verificar se as áreas dos telhados são suficientes para suprir a demanda de água para consumo de cada família, segundo cenários a partir da variação dos coeficientes de escoamento superficial dos telhados e da probabilidade de ocorrência de chuva. Já a análise qualitativa, verificou se as águas de chuva armazenadas nas cisternas atendiam os padrões físico-químicos e microbiológicos da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. Foi identificada que as áreas de captação da água de chuva (área dos telhados) não são suficientes para atender as demandas hídricas das famílias pesquisadas na comunidade Vila Tomé durante todo o período de estiagem, isso considerando as demandas diárias de 14L e 20L de água por pessoa. Contudo, utilizando água de chuva apenas para o fim mais nobre que é beber, adotando 3,5 litros de água por pessoa por dia, a coleta pelo telhado seria suficiente para atender 100% das famílias durante todo o ano. A água de chuva armazenada nas cisternas de placa não está isenta de contaminação microbiológica, necessitando de desinfecção antes do consumo, ou de um melhor manejo do descarte das primeiras águas, o qual deve ser menos dependente do usuário. Quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, a água de chuva das cisternas atende às preconizações da Portaria 518/04 do MS.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cisternas, chuva, captação de água, comunidade peri-urbana.

### INTRODUÇÃO

Dentre as diversas técnicas existentes que visam solucionar o acesso a recursos hídricos para a população rural do semi-árido brasileiro, as cisternas de captação e armazenamento de água de chuva ganharam destaque a partir de 2002, após o início do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) através da parceria entre sociedade civil e governo federal.

O principal objetivo do P1MC é beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas localizadas em toda a região semi-árida, com água para beber e cozinhar por meio do uso de cisternas de placa construídas com a capacidade para 16 mil litros. Até março de 2011, aproximadamente 480.000 cisternas tinham sido construídas (XIMENES, 2011) beneficiando mais de 2.000.000 de pessoas situadas em áreas rurais e peri-urbanas. Apesar de o programa ainda estar longe de atingir a sua meta inicial, é notória a sua importância na obtenção de água na

própria residência do beneficiado, evitando assim os deslocamentos diários em busca do recurso; e no sentido de incentivar o agricultor rural em permanecer no campo.

A captação de água de chuva através de cisternas de placas é uma realidade presente no semi-árido cearense. Dos 1.124 municípios beneficiados em todo o País pelo programa P1MC (Programa 1 Milhão de Cisternas), Aquiraz, município na região nordeste do Ceará, possui uma comunidade chamada de Lagoa Funda ou Vila Tomé, em que 10% das famílias são abastecidas pelas águas das cisternas de placa construídas pelos próprios moradores ou por entidades ligadas ao programa, como por exemplo a FEBRABAN, em parceria com a ASA.

Vários estudos (PEREIRA *et al.*, 2007; SILVA, 2006; TAVARES, 2009) já comprovaram que a água captada nas cisternas de placa não está livre de contaminação microbiológica, ou seja, não atende aos padrões de potabilidade exigidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Segundo Blackburn *et al.* (2005), as possíveis fontes de contaminação bacteriológica das cisternas são: a presença de animais sobre as estruturas de captação e dentro das cisternas; o mau acondicionamento dos baldes usados para coletar água na cisterna; o uso da cisterna para receber água de outras fontes; o não descarte ou descarte inadequado das primeiras águas de chuva.

Por outro lado, a capacidade de armazenamento da cisterna também é fundamental para evitar problemas com a falta de água, necessitando o abastecimento com água de carro pipa, quando deveria ser apenas de chuva. Existem divergências entre autores quanto ao uso da água das cisternas, enquanto Jalfim (2001) sugere um consumo médio de água na região do semi-árido de seis litros per capita por dia (3,5 para beber e 2,5 para cozinhar), Silva *et al.* (1984) acreditam que esse valor deva ser 14 L, incluindo a higiene pessoal, com exceção do banho, fundamental para a preservação da saúde. De acordo com Almeida & Silva (2001), para o dimensionamento adequado de um sistema de armazenamento de água de chuva (cisterna) é necessário um estudo estatístico a partir da quantidade mensal e anual de chuva, numa série relativamente longa, e das chances de sua ocorrência a um determinado nível de probabilidade.

Projetado a partir destas preocupações, este trabalho objetiva avaliar a quantidade e a qualidade das águas de chuva armazenadas em cisternas de placa construídas em uma pequena comunidade peri-urbana situada bem próxima a capital do estado do Ceará, onde vivem aproximadamente 140 famílias que obtêm o seu sustento por meio da agricultura ou trabalhando em fábricas de tijolos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do estudo

A pesquisa foi realizada na comunidade peri-urbana Vila Tomé ou Lagoa Funda, situada no município de Aquiraz, Ceará, sob as coordenadas 3°57'52,3" de latitude sul e 38°25'14,7" de longitude oeste. Vila Tomé é uma pequena comunidade com aproximadamente 140 famílias que vivem do comércio local, agricultura de subsistência ou empregados em fábricas de produção de tijolos cerâmicos ou de castanha de caju. A renda média das famílias da comunidade está situada entre 1 a 2 salários mínimos. 95% dos domicílios contam com uma rede improvisada de abastecimento de água proveniente de um chafariz público construído pela prefeitura, enquanto o restante é abastecido por cisternas de captação de água de chuva ou poços rasos. Não existe sistema público de esgotamento e mais de 38% das famílias não possuem banheiros.

### Coleta e sistematização dos dados de precipitação

Os dados mensais e anuais de precipitação pluviais utilizados no presente trabalho foram coletados no sítio eletrônico da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME para os períodos de 1979 a 2009. Foi utilizada a série histórica do Posto Meteorológico de Aquiraz, sob as coordenadas 3°54' de latitude e 38°23' de longitude. Os dados foram agrupados utilizando-se a distribuição de frequência e obedecendo à sequência cronológica mensal (soma dos valores diários) e anual (somatório dos totais mensais).

Para efetivação das análises e seguindo a metodologia proposta em Silva *et al.* (1984), ordenaram-se os dados anuais de chuvas em ordem decrescente, sendo as probabilidades empíricas determinadas mediante a equação 1:

$$Pr = \frac{N}{(n + 1)} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

Pr = a probabilidade de ocorrência da chuva, em %;

N = número de ordem dos dados agrupados;

n = número total de anos da série.

De posse dos cálculos de probabilidade, foram escolhidos os níveis de 25, 50 e 75% de ocorrência de chuva para realizar um estudo de cenários juntamente com diferentes coeficientes de escoamento superficial. De acordo com Silva *et al.* (1984), o coeficiente de escoamento superficial para cobertura de telha de barro é de 0,75, no entanto, acredita-se que devido às péssimas condições dos telhados das habitações beneficiadas com as cisternas de placa em áreas rurais, este valor esteja fora da realidade. Portanto, além dos níveis de probabilidade, 25, 50 e 75%, decidiu-se variar e analisar o atendimento da demanda de água das residências, a partir dos coeficientes de escoamento 0,4; 0,6 e 0,75.

Em seguida foi feita a verificação se o volume de água a ser coletado (Vc em litros) determinado por meio equação 2, para verificação do atendimento às demandas estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS), assim como pela sugestão de Jalfim (2001) e pela recomendação de Silva *et al.* (1984) :

$$Vc = p \cdot A \cdot K \quad (2)$$

Em que:

Vc = Volume de água captada (Litros)

p = precipitação média anual (mm)

A = área de captação de água da chuva (m<sup>2</sup>)

K = coeficiente de escoamento superficial

Para estimar os volumes potenciais de escoamento de água chuva, tomou-se por base que 1 mm de chuva corresponde a um litro por cada m<sup>2</sup> de área (1 mm = 1litro.m<sup>-2</sup>).

### Medições da área de captação

Durante o mês de fevereiro do ano de 2009, foram realizadas medições em 40% das residências da comunidade Vila Tomé. As projeções do telhado das casas foram medidas por meio de trenas com auxílio de pontaletes para marcação no piso, conforme figura 1. Foram determinadas as seguintes medidas: largura e comprimento do telhado, alturas da cumeeira e do beiral.



**Figura 1: Medição da área de cobertura das residências da comunidade Vila-Tomé, fevereiro de 2009.**

As medidas realizadas serviram como dados de entrada para analisar se as áreas dos telhados são suficientes para suprir a demanda de água para consumo de cada família. Durante as medições, também foi levantada a quantidade de integrantes de cada família, e os resultados do estudo da demanda e oferta foram gerados de acordo com as características reais: área de captação da residência correspondente a quantidade de integrantes da respectiva família.

#### **Análise da qualidade da água de chuva**

Durante os meses de fevereiro de 2009 a abril 2010, foram coletadas amostras das águas de chuva armazenadas em três cisternas de placa, bem como de um chafariz público que abastece toda a comunidade. Os responsáveis pelas residências autorizaram antecipadamente realizar as coletas sistematicamente em suas cisternas. Nos meses de abril, maio, junho e agosto de 2009, as coletas não foram realizadas devido ao período chuvoso e, conseqüentemente, a interdição do acesso à comunidade.

As amostras foram coletadas a 30 cm da superfície por meio de cordas e baldes, os mesmos utilizados pelas famílias. O objetivo de utilizar as mesmas técnicas da comunidade era de caracterizar, sem alterar ou descaracterizar a real qualidade da água consumida pelas famílias.

Em alguns casos, as famílias não se encontravam em casa para autorizar a entrada da equipe técnica e coleta das amostras, como nos casos apresentados na tabela 1, “NC”, não coletado.

Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos e microbiológicos: pH, cor, turbidez, odor, condutividade, nitrato, nitrito, sulfato, sulfeto, alcalinidade e coliformes termotolerantes. Com exceção da determinação de nitrato, todas as análises foram realizadas seguindo rigorosamente as metodologias de cada parâmetro especificadas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA, 2005). Para a análise de nitrato, foi utilizado o método de salicilato de sódio por espectrofotometria normatizado pela *Association Française de Normalisation*.

## **RESULTADOS**

#### **Análise da quantidade da água de chuva**

O estado do Ceará está localizado em uma região semi-árida com mais de 6 a 8 meses de seca, no entanto, Vila Tomé situa-se perto da zona costeira, possuindo uma precipitação média anual igual a 1175mm, uma precipitação a 50% de probabilidade igual a 1039mm; uma precipitação a 25% de 1456mm e uma precipitação a 75% de 798mm.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde e a UNICEF, a necessidade mínima diária por pessoa é de 20 litros. A partir da análise dos nove cenários de demanda e da oferta de água de chuva (Tabelas 1 e 2), variando os coeficientes de escoamento superficial e a probabilidade de ocorrência de chuva, apresentam-se abaixo os resultados descritivos dos principais cenários.

Cenário 1- Coeficiente de escoamento 0,4 e probabilidade de ocorrência de chuva 75% (caso mais desfavorável):

Por esta hipótese, apenas 38% das famílias seriam atendidas com água de chuva durante todo o ano, considerando a demanda de 14L, sugerida por Silva *et al.* (1984). Caso seja considerado a demanda estabelecida pela OMS/UNICEF, apenas 17% das famílias teriam água durante todo o ano. Contudo, se as famílias utilizarem a água de chuva apenas para o fim mais nobre que é beber e cozinhar, adotando 3,5 litros de água por pessoa por dia, a coleta de água de chuva pelo telhado seria suficiente para atender 100% das famílias. Como no caso mais desfavorável, cenário 1, apontou que todas as famílias seriam atendidas com água para beber e cozinhar, os cálculos para esta hipótese não serão repetidos nos demais cenários.

Cenário 2- Coeficiente de escoamento 0,4 e probabilidade de ocorrência de chuva 50%:

Considerando a demanda de 14L, 59% das famílias seriam atendidas com água de chuva. Considerando a demanda da OMS/UNICEF, menos da metade das famílias, 30%, teriam água suficiente durante todo o ano.

**Cenário 3- Coeficiente de escoamento 0,4 e probabilidade de ocorrência de chuva 25%:**

No caso de consumo per capita de 14L, 65% das famílias seriam atendidas com água da chuva suficiente para o abastecimento o ano inteiro. Este valor reduziria para um pouco mais da metade, 57%, caso as famílias consumissem 20L.

**Cenário 4- Coeficiente de escoamento 0,6 e probabilidade de ocorrência de chuva 50%:**

Um pouco menos de 80% das famílias, 78%, iriam se beneficiar com água de chuva levando em consideração um consumo per capita de 14L. Já para um consumo de 20L, 57% das famílias usufruiriam de água todo o ano.

**Cenário 5- Coeficiente de escoamento 0,75 e probabilidade de ocorrência de chuva 50%:**

Este cenário é utilizado comumente para o dimensionamento da área de captação de cisternas rurais, ou seja, considerando uma chuva de 50% e um coeficiente de escoamento superficial igual a 0,75, referente à telha de barro em boas condições. Desta forma, quase a totalidade das famílias, 96%, seriam beneficiadas com água a um consumo de 14L, reduzindo para 52% a um consumo de 20L/pessoa.dia.

**Tabela 1: Percentual de famílias atendidas com a captação e armazenamento da água chuva a partir da análise da oferta e demanda segundo a ocorrência da chuva para 25, 50 e 75% de probabilidade, e segundo os coeficientes de escoamento superficial de 0,4; 0,6 e 0,75, considerando o consumo per capita de 14L/dia, da sugestão de Silva *et al.* (1984)**

| Cenários       | Prec. Anual<br>(mm) | Coeficiente de escoamento superficial/ % das famílias<br>atendidas com água durante todo o ano (14L) |      |      |
|----------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
|                |                     | 0,4                                                                                                  | 0,6  | 0,75 |
| 25% de probab. | 1456                | 65%                                                                                                  | 100% | 100% |
| 50% de probab  | 1039                | 59%                                                                                                  | 78%  | 96%  |
| 75% de probab  | 798                 | 38%                                                                                                  | 57%  | 65%  |

**Tabela 2: Percentual de famílias atendidas com a captação e armazenamento da água chuva a partir da análise da oferta e demanda segundo a ocorrência da chuva para 25, 50 e 75% de probabilidade, e segundo os coeficientes de escoamento superficial de 0,4; 0,6 e 0,75, considerando o consumo per capita 20L/dia, segundo estabelecido pela OMS/UNICEF.**

| Cenários       | Prec. Anual<br>(mm) | Coeficiente de escoamento superficial/ % das famílias<br>atendidas com água durante todo o ano (20L) |     |      |
|----------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|
|                |                     | 0,4                                                                                                  | 0,6 | 0,75 |
| 25% de probab. | 1456                | 57%                                                                                                  | 83% | 96%  |
| 50% de probab  | 1039                | 30%                                                                                                  | 57% | 65%  |
| 75% de probab  | 798                 | 17%                                                                                                  | 35% | 52%  |

**Análise da qualidade da água de chuva**

A tabela 3 mostra os resultados da análise microbiológica de todas as amostras realizadas durante os anos de 2009 e 2010. Foi possível observar que em todas as amostras coletadas nas cisternas, houve presença de coliformes termotolerantes. A menor contaminação foi verificada nos dias 24 de julho e 12 de outubro de 2009, com o valor de 7,5 NMP/100mL na cisterna 3 e a maior contaminação ocorrida em 26 de janeiro de 2010, de 2850,3 NMP/100mL, na cisterna 2. Os valores médios geométricos também são dados bastante impactantes quanto à contaminação bacteriológica, variando de 94,54 a 625,92 NMP/100mL nas amostras das cisternas. Esses resultados suportam a necessidade de que toda água de chuva armazenada em cisternas de placa deve ser desinfetada, mesmo o usuário adotando o procedimento recomendado de descarte das primeiras águas, uma vez que todas as três famílias afirmaram que sempre realizam esse procedimento. Por outro lado, sugere-se que os sistemas de limpeza das primeiras águas de chuva sejam automatizados, ou seja, não dependam do usuário para seu funcionamento.

**Tabela 3: Concentração de coliformes termotolerantes (100NMP/100mL) de três cisternas de placa e do chafariz público na comunidade Vila Tomé, durante fevereiro de 2009 a abril de 2010.**

| Coliformes termotolerantes (NMP/100mL) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |             |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Amostra                                | 07/fev | 20/mar | 24/jul | 01/set | 12/out | 19/jan | 26/jan | 01/fev | 30/abr | Média Geom. |
| Chafariz público                       | 10,8   | 1      | 7,5    | NC     | 238,2  | NC     | 38,4   | NC     | 1      | 9,51        |
| Cisterna 1                             | 648,8  | 920,8  | 139,6  | 325,5  | NC     | NC     | NC     | NC     | 61,3   | 278,12      |
| Cisterna 2                             | 214,3  | 365,4  | 240    | 1413,6 | 1553,1 | 2850,3 | 387,3  | 517,2  | NC     | 625,92      |
| Cisterna 3                             | 547,5  | 60,2   | 7,5    | 11     | 7,5    | 1299,7 | 95,9   | NC     | 2511,3 | 94,54       |

NC: amostra não coletada

Em alguns casos, como no dia 01 de setembro de 2009, 12 de outubro de 2009, existem amostras que não foram coletadas (Tabela 3), devido à ausência do responsável pelo domicílio ou até mesmo pela ruptura e vazamento da água da cisterna, como foi o caso da cisterna 2, durante os meses de outubro de 2009 até fevereiro de 2010. Após o conserto da fissura da cisterna, em abril de 2010, foi possível voltar a coletar amostra.

A tabela 4 apresenta as médias e os desvios-padrão das amostras coletadas. Em nenhuma das amostras, verificou-se algum tipo de odor para as três cisternas pesquisadas.

**Tabela 4: Médias e desvios-padrão dos parâmetros físico-químicos de três cisternas de placa e do chafariz público na comunidade Vila Tomé, durante fevereiro de 2009 a abril de 2010.**

| Análise       | Unidade                | Chafariz (n=5) |       | Cisterna 1 (n=5) |       | Cisterna 2 (n=8) |       | Cisterna 3 (n=8) |       |
|---------------|------------------------|----------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
|               |                        | média          | DP    | média            | DP    | média            | DP    | média            | DP    |
| odor          | -                      | no             | -     | no               | -     | no               | -     | no               | -     |
| Cor           | uH                     | 12,84          | 2,19  | 6,64             | 2,31  | 15,41            | 4,56  | 8,72             | 5,86  |
| Turbidez      | uT                     | 0,29           | 0,20  | 0,87             | 0,68  | 0,75             | 0,71  | 1,02             | 0,91  |
| Condutividade | µS/cm                  | 389            | 19,20 | 125,10           | 8,91  | 135,2            | 28,9  | 451,50           | 14,05 |
| pH            | -                      | 7,20           | 0,38  | 7,67             | 0,38  | 7,70             | 0,47  | 9,21             | 0,35  |
| Alcalinidade  | mgCaCO <sub>3</sub> /L | 135,6          | 39,7  | 39,87            | 24,53 | 52,91            | 28,99 | 135,92           | 43,38 |
| Dureza        | mgCaCO <sub>3</sub> /L | 38,31          | 2,89  | 39,90            | 16,85 | 44,04            | 5,13  | 37,31            | 8,79  |
| Sulfeto       | mg/L                   | 4,02           | 2,90  | 12,71            | 13,45 | 4,69             | 9,45  | 6,39             | 8,49  |
| Sulfato       | mg/L                   | 14,24          | 4,74  | 1,79             | 1,85  | 4,53             | 6,50  | 14,66            | 4,66  |
| Cloreto       | mg-Cl/L                | 41,37          | 8,00  | 33,21            | 8,33  | 3,35             | 1,93  | 37,49            | 8,39  |
| Ortofosfato   | mg/L                   | 1,41           | 0,98  | 0,00             | 0,00  | 0,20             | 0,19  | 0,04             | 0,06  |
| Nitrato       | mg/L                   | 0,03           | 0,05  | 0,31             | 0,28  | 3,87             | 0,19  | 0,27             | 0,34  |

no – não objetável

Analisando a turbidez das amostras coletadas, constata-se que todas as cisternas apresentaram valores de turbidez médios abaixo do recomendado de 2,0uT pela NBR 15527/2007. O maior valor de turbidez dentre todas as amostras coletadas foi de 2,2uT para a cisterna 3. A Portaria 518/04 do MS recomenda um valor máximo para turbidez de 5,0uT como sendo um padrão de aceitação para consumo humano. As amostras das cisternas possuem valores bem abaixo do preconizado.

Quanto ao parâmetro cor, 28% das amostras apresentaram valores acima do permitido pela Portaria 518 do MS, de 15uH. Apenas a cisterna 2 possui uma água com cor média acima de 15uH, contudo em todas as cisternas foram encontrados valores acima do permitido pelo menos em uma amostra coletada. A água do chafariz mostrou a segunda maior média, com 12,83uH, devido aos sólidos dissolvidos frequentemente presentes em águas subterrâneas.

Com relação à alcalinidade das amostras de água de chuva, os valores variaram entre 11,64 a 165,34 mgCaCO<sub>3</sub>/L, fato ocorrido devido, provavelmente, à composição química do material da superfície do telhado que é a telha cerâmica.



Quanto aos parâmetros dureza e cloreto, todas as amostras possuem valores abaixo do permitido pela Portaria 518, que é de 500CaCO<sub>3</sub>/L e 250mg/L, respectivamente. A quantidade de cloretos das amostras de água de chuva variou de 2 a 48mg/L, e a condutividade entre 99 a 456µS/cm, valores estes, provavelmente, devido à pequena distância entre a comunidade e o mar, 6km aproximadamente. O sulfato também presente na água de chuva pode ser explicado ainda pelo mesmo motivo.

O ortofosfato apresentou concentrações em sua maioria menores que 1,00 mg/L, tendo sido influenciado, provavelmente, por limos nos telhados cerâmicos.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

As áreas de captação da água de chuva (área dos telhados) não são suficientes para atender as famílias pesquisadas na comunidade Vila Tomé durante todo o período de estiagem, isso considerando as demandas de 14L e 20L. Contudo utilizando água de chuva apenas para o fim mais nobre que é beber, adotando 3,5litros de água por pessoa por dia, a coleta pelo telhado e o armazenamento seria suficiente para atender 100% das famílias durante todo o ano. Desta forma, as cisternas de captação de água de chuva cumprem bem o seu papel que é de prover água em quantidade suficiente apenas para cozimento de alimentos e a dessedentação humana.

A água de chuva armazenada nas cisternas de placa pelas famílias da comunidade Vila Tomé não está isenta de contaminação microbiológica, necessitando de desinfecção antes do consumo, ou de um melhor manejo do descarte das primeiras águas, o qual deve ser menos dependente do usuário.

Quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, a água de chuva das cisternas atende às preconizações da Portaria 518/04 do MS.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Saneamento (Labosan), ao CNPq (Projeto 560014/2008-0) e à CAGECE pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. JALFIM, F. T. Considerações sobre a viabilidade técnica e social da captação e armazenamento da água da chuva em cisternas rurais na região semi-árida brasileira. In: Simpósio de Captação de água de chuvas no semi-árido, 30, Campina Grande, PB, 21 a 23.11.2001. CD-ROOM.
2. SILVA, A. S et al. Captação e conservação de água de chuva para consumo humano: cisternas rurais-dimensionamento, construção e manejo. EMBRAPA-CPTASA, Circular Técnica n. 12, 103p, 1984.
3. PEREIRA, F.; BRAGA, C.; SILVA, A; AMÉRICO, J. Análise da qualidade e do armazenamento da água consumida na antiga escola agrícola de Ceará-Mirim/RN. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, João Pessoa-PB. Anais. João Pessoa, 2007.
4. SILVA, C.V. da. Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de caso: Araçuaí, MG. 206. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.
5. TAVARES, A.C. Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no semi-árido paraibano. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Campina Grade – PB, 2009.
6. ALMEIDA, H.A; SILVA, L.da. Estimativa do Potencial para Captação de Água de Chuva no Brejo Paraibano.
7. BRASIL. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Disponível em: <http://www.aguaseaguas.ufjf.br/>. Acesso em: 10 maio 2005.

8. WORLD HEALTH ORGANIZATION/UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND- WHO/UNICEF. Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report. Geneva, Suíça. Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/) Acesso em: 27 dez. 2005.
9. XIMENES, D. Dia da Água: cisternas melhoram a vida de 2,4 milhões pessoas no Semiárido. Revista ECO-21, Edição 172, Março, 2011. Disponível em: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=2407>. Acessado em: 15 de maio de 2011.