

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG  
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS – CCJS  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS - UACC  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

ANTONIONE PONTES ABRANTES

AVALIAÇÃO DO MODELO DE CISTERNA ADOTADO PELO PROGRAMA UM  
MILHÃO DE CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB

SOUSA – PB

2015

ANTONIONE PONTES ABRANTES

AVALIAÇÃO DO MODELO DE CISTERNA ADOTADO PELO PROGRAMA UM  
MILHÃO DE CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB

Trabalho de Curso apresentada ao Curso de Administração da Unidade Acadêmica de Ciências Contábeis do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais da UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Valterlin da Silva Santos

Sousa – PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL DA UFCG CAMPUS DE SOUSA

- A161a      Abrantes, Antonione Pontes.  
                Avaliação do modelo de cisterna adotado pelo programa um milhão  
de cisternas no município de Sousa-PB / Antonione Pontes Abrantes.  
– Sousa, 2015.  
                43f.: il.
- Monografia (Graduação em Administração) - Universidade Federal  
de Campina Grande, Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, 2015.  
                Orientador: Prof. Me. Valterlin da Silva Santos.  
                Referências.
1. PIMC. 2. Cisterna de placa. 3. Eficiência. I. Santos, Valterlin da  
Silva. II. Título.

CDU 628.13(813.3)

ANTONIONE PONTES ABRANTES

AVALIAÇÃO DO MODELO DE CISTERNA ADOTADO PELO PROGRAMA UM  
MILHÃO DE CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB

**Projeto aprovado em** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Prof. VALTERLIN DA SILVA SANTOS  
Orientador(a)

---

Prof. Camilo Allyson Simões de Farias  
Examinador 1

---

Prof. Alberto Gustavo Paashaus Júnior  
Examinador 2

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por estar sempre comigo e me dar à oportunidade de concluir e iniciar mais uma etapa da minha vida.

A Universidade Federal de Campina Grande, por ter viabilizado a realização desse curso.

Ao meu orientador, professor Valterlin da Silva Santos que aceitou o desafio de me orientar na condução deste trabalho. Em meio a tantas dificuldades pessoais, meu eterno agradecimento pelo empenho dedicado.

Agradeço a todos os meus professores, pelos conhecimentos repassados, pelo desenvolvimento de meu senso crítico e por me tornar não somente um profissional, mas, acima de tudo um cidadão consciente.

Aos amigos (pessoais) e colegas de curso que me ajudaram a manter o equilíbrio emocional, a alegria e o pensamento positivo.

Em memória ao meu grande colega de turma Alif Lopes. Onde estiver, obrigado por tudo.

Ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Aparecida, pela compreensão da grandiosidade deste trabalho, pela liberação das informações que foram utilizadas e por me deixar ausente em algumas atividades de trabalho para que eu pudesse assim terminá-lo.

Aos meus pais, pelo amor, colaboração e apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, avós e tias pelas palavras de incentivos nas horas mais difíceis.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente com minha formação, o meu muito obrigado

“Até aqui nos ajudou o senhor”.

Samuel 1 – 7.12

## RESUMO

As populações rurais do semiárido brasileiro sofrem consequências trazidas pela falta acesso a água de boa qualidade. Nesse contexto, as cisternas de placas surgem como uma tecnologia viável para promover a disponibilidade de água potável a essas populações. Assim, criou-se o “Programa um Milhão de Cisternas – P1MC” idealizado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), cujo objetivo principal é fornecer água potável para um milhão de famílias no Semiárido brasileiro, a partir da captação da água de chuva em cisternas. O modelo de cisterna idealizado foi o de placas pré-moldadas com capacidade de armazenamento de água de 16 m<sup>3</sup>, que segundo a ASA, é suficiente para atender às necessidades básicas de uma família com cinco pessoas, por um período sem chuvas de 8 meses. Entretanto, constataram-se alguns problemas no município de Sousa-PB com relação à efetividade do suprimento de água as famílias por meio dessa cisterna. Assim este presente estudo objetivou analisar a eficiência e o desempenho da cisterna de placa adotada pelo P1MC no atendimento das necessidades hídricas das famílias beneficiadas no município de Sousa-PB. Para tanto, inicialmente foi realizado uma caracterização das 260 famílias contempladas com a construção das cisternas e um estudo do perfil pluviométrico do município de Sousa. Posteriormente desenvolveu-se um modelo de simulação para verificar o volume de água da cisterna considerando um evento climático extremo (seca) para diferentes tipos de área de telhado e quantidades de pessoas nas residências, considerando um consumo per capita de água de 13 L/dia, suficientes, segundo o MDS (2011), para beber, cozinhar, lavar as mãos e os utensílios domésticos. Os resultados mostraram, que as residências com 5 pessoas só terão suas necessidades hídricas atendidas caso a área do telhado seja maior ou igual a 90 m<sup>2</sup>. O atendimento de outras residências com área de telhados diferentes dependerá da quantidade de membros na residência. De modo geral, cerca de 77% das residências completadas com a construção da cisterna terão garantia de atendimento de suas necessidades hídricas, o que a mostra a eficiência da cisterna do P1MC em garantir água de boa qualidade para a população rural do município de Sousa.

Palavras-chave: P1MC, cisterna de placa, eficiência.

## ABSTRACT

Rural populations in the Brazilian semiarid suffers consequences by not have access to good quality water. In this context, cistern emerges as a viable technology to promote the availability of drinking water to these populations. For this created, the program “Um milhão de cisternas” designed by “Articulação do Semi Árido Brasileiro (ASA) was created with the objective of providing drinking water to the one million families in the Brazilian Semiarid by the collection of rain water in cisterns. The cistern model constructed was of precast plaque with 16 m<sup>3</sup> water storage capacity, which according to the ASA, is sufficient to meet the basic needs of a family with five people for a period of eight months without rain. However, some problems in Sousa-PB regarding the effectiveness of water supply families through this cistern were reported. So this study aimed to analyze the efficiency and performance of P1MC's cistern in meeting the water needs of beneficiary families in Sousa-PB. Thus, it was initially performed a characterization of the 260 families contemplated with the construction of the cistern and a study of the rainfall of Sousa municipality. Later it was developed a simulation model to verify the volume of water from the cistern considering an extreme weather event (dry) for different types of roof area and residents in the house, considering a water per capita consumption of 16 L / day, enough, according to the MDS (2011), for drinking, cooking, washing hands and cooking utensils. The results showed that residence with 5 people will supply their water needs if the roof area was greater than or equal to 90 m<sup>2</sup>. The supply of other residences with different roofs area will depend on the number of members in the house. Overall, about 77% of the residence with cistern will supply their water needs, which shows the efficiency of P1MC's cistern in ensure good quality water for the rural population of Sousa municipality.

Key-Words: P1MC, cistern, efficiency

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS .....	11
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	11
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	11
1.2 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 O DILEMA DA ÁGUA EM NOSSA SOCIEDADE .....	14
2.2 A NECESSIDADE DE SOLUÇÕES PLAUSÍVEIS PARA RESOLVER O PROBLEMA DA FALTA DE ÁGUA .....	15
2.3 CISTERNAS COMO TECNOLOGIA PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA .....	17
2.4 PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS – P1MC .....	18
2.5 AVALIAÇÃO DO P1MC E A NECESSIDADE DE ESTUDOS QUE DEMONSTREM SUAS LIMITAÇÕES .....	19
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>24</b>
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	24
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS .....	25
3.3 CENÁRIOS PROPOSTOS .....	26
3.4 MODELO DE SIMULAÇÃO .....	27
3.5 DADOS PLUVIOMÉTRICOS .....	28
3.6 CRITÉRIOS OPERACIONAIS .....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>31</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS .....	31
4.2 COMPORTAMENTO DO VOLUME DE ÁGUA DA CISTERNA .....	34
4.2.1 <i>Cenário 1</i> .....	34
4.2.2 <i>Cenário 2</i> .....	35
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>39</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro tem características climatológicas que se caracterizam pela distribuição irregular, tanto temporal como espacial, do volume chuvas, ocorrendo períodos de estiagens em intervalos de tempo indefinidos, resultando em uma redução da produção agrícola e fornecimento de água para a população comprometendo o desenvolvimento socioeconômico da região.

Com efeito, é necessário desenvolver políticas, medidas e ações para adaptar-se a esse contexto e aproveitar ao máximo a pouca água que cai em forma de precipitação, isso é claro, sem degradar o ambiente. Por isso, inovações em tecnologias de armazenamento se tornam fundamental para convivência com o Semiárido brasileiro, visto que representam soluções adequadas para minimizar o efeito da escassez de água nessa região, com enfoque na modificação da gestão de recursos hídricos. (SANTOS et.al, 2007)

Para os autores Sousa (et.al, 2009, p. 1):

O principal problema da região Nordeste não é a seca e sim a falta de projetos e políticas sociais que visem à convivência com o semiárido. A seca é um fenômeno natural, não se pode ir contra os fenômenos naturais, mas, se podem construir políticas que visem à convivência com esses problemas.

O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) surgiu em meio a essa preocupação e como uma proposta viável para enfrentar o problema da seca, através de reservatórios simples e de baixo custo, pretendendo chegar a quase todas as áreas atingidas por ela. Vale ressaltar que o termo “seca” é um fenômeno climático que exerce uma deficiência pluviométrica em relação aos padrões normais (Campos; Studart, 2001). O programa neste sentido trata-se de uma política pública criada e executada pela sociedade civil, cujo objetivo é levar água de qualidade para 5 milhões de pessoas garantindo a sobrevivência e qualidade de vida de diversas famílias que residem na zona rural de seus respectivos municípios. (ASA, 2013)

Este projeto está diretamente relacionado ao Programa de Mobilização e Formação Social desenvolvido pela ASA (Articulação do Semiárido Brasileiro), esta última tem como características atuar na criação, na gestão e no desenvolvimento de políticas adequadas a região através de uma rede de organizações de terceiro

setor que são responsáveis pela construção das referidas cisternas em seu campo de atuação (FEBRABAN, 2003). A idéia da ASA, é que não há como acabar com a seca, já que é um fenômeno climático comum e agora indeterminado; mas sim programar processos participativos para adaptar-se a ela destacando para isso a questão da sustentabilidade.

Em sentido amplo, a importância do Programa de Cisternas Rurais remete a democratização da água para todos, tendo em vista que é um direito favorável e condição prévia para uma vida digna. Com isso, se busca criar oportunidades no sentido de contribuir para que cada família da região tenha acesso à água, aprimorando a concepção de um Semiárido mais cidadão (ASA, 2013).

A partir do âmbito e das finalidades do referido programa, se faz necessário uma avaliação da eficiência da implantação do sistema de gestão por meio da captação e aproveitamento da água de chuva em cisternas de placas (SILVA et.al, 2014).

Com base nisso, tem-se o seguinte questionamento: **Será que a cisterna do P1MC está suprindo as necessidades hídricas dos beneficiados nas comunidades rurais da região de Sousa-PB?**

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar a eficiência e o desempenho do modelo de cisterna adotado pelo P1MC no atendimento das necessidades hídricas das famílias beneficiadas no município de Sousa-PB.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar o perfil das famílias beneficiadas identificando suas principais fontes de água.
- Estudar o perfil pluviométrico do município de Sousa;
- Verificar o comportamento do volume de água da cisterna considerando eventos climáticos extremos (secas).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista as dificuldades de acesso à água e a problemática trazida pela seca à região semiárida, inserem o tema aqui exposto no contexto social e econômico da atualidade, uma vez que, as cisternas rurais é uma política pública adotada pelo governo federal e são amplamente desenvolvidas e adaptadas a essa condição climática, a fim de armazenar e aproveitar a água das chuvas favorecendo milhares de pessoas.

A grande questão é que esta tecnologia foi criada para preencher essa deficiência hídrica para os moradores do campo, principalmente no que concerne ao consumo humano, o que de certa forma não vem acontecendo, já que este meio de armazenamento em muitas realidades não tem sido suficiente para o consumo nos períodos de estiagem.

Pesquisadores como Cruz (2009) indicam a ocorrência do esgotamento dos volumes de água destes reservatórios nos períodos críticos de escassez, que é o momento de maior necessidade, fazendo com que as famílias busquem outras fontes não confiáveis de abastecimento.

Outro fator a ser considerado é a capacidade das cisternas, sendo de 16.000 litros de água, que segundo o P1MC garante esse bem por até oito meses. Várias pesquisas feitas por Silva et.al (2013), a CPATSA (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido), Souza et.al (2012) argumentam falhas no processo, o que conduz a um contraponto em cima desta ideologia. Entre muitas destas ainda é citado, por exemplo, a concepção de Cavalcanti e Brito (2009) sobre os transtornos de algumas pessoas que detém a implementação por não conseguirem aproveitar toda água das chuvas, a variação tanto no tamanho quanto na forma do telhado, comprometendo assim a área de captação e a falta de calhas para o aproveitamento total das chuvas. Tudo isso, faz com que os agricultores procurem outras formas para complementar suas necessidades hídricas, sendo uma delas através do carro pipa.

Nessa perspectiva a cisterna de placa detém como já foi mencionada uma capacidade padrão limitada o que implica de certa forma na perda de

aproveitamento da água das chuvas, pois o reservatório em sua dimensão pode ser insuficiente para o aproveitamento satisfatório da mesma.

Há de se destacar também a importância destas cisternas no contexto rural, porque para todo efeito elas contribuem muito com o atendimento a demanda de água que antes era inexistente ou precário.

Diante dos pontos discutidos até aqui, se faz necessário um estudo avaliando a efetividade destas tecnologias na prática, confrontando-a diretamente com as premissas destacadas pelo Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), não no sentido de alterá-las, mas de contribuir para o aprimoramento e fundamentação de suas teorias, visto que existem inúmeras variáveis que não foram consideradas em sua execução.

O local escolhido para o desenvolvimento da pesquisa foi o município de Sousa, localizado no Alto Sertão Paraibano, que apresenta baixo índice pluviométrico, predominando o clima meio seco. Recentemente o município foi contemplado com 806 cisternas de placas, com apoio do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome (MDS) e construídas por uma ONG de domínio da ASA, beneficiando mais de 4.000 pessoas utilizando o cálculo base que considera 5 pessoas por família.

Cabe ressaltar que o universo da pesquisa se deu em torno desse número de reservatórios, visto que há uma constatação de mais de 2.400 implantações deste tipo na região. Contudo, a grande maioria dessas foram feitas através de outros órgãos e medidas do governo com apoio da prefeitura municipal ou como iniciativa privada por parte de alguns agricultores.

Esse presente estudo se justifica pela validação do P1MC na zona rural de Sousa-PB, para compreender se o mesmo tem contribuído com as exigências hídricas dos beneficiados e se esses problemas em destaque estão acontecendo de fato dentro de suas diferentes realidades.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O DILEMA DA ÁGUA EM NOSSA SOCIEDADE

Quase toda a superfície do planeta Terra está coberta por água (VICTORINO, 2007), o que criou assim uma falsa ilusão de que esse bem era um recurso infinito. Para Villiers (2002 apud JAQUES, 2005), apesar de  $\frac{3}{4}$  de todo planeta ser composto por água, menos que 1% é encontrado em rios, lagos e pântanos e que pode ser captada e consumida pelos seres humanos. Em síntese existe muita pouca água para atender uma demanda populacional elevada que continua a crescer demasiadamente. Por isso a baixa oferta ou escassez total em muitas localidades já é uma triste realidade (OLIVEIRA, NOBREGA, ALMEIDA; 2012).

Isso explica o motivo de muitas destas sociedades conviverem com realidades adversas por causa da escassez hídrica (SILVA et al, 2014). No Brasil o número de pessoas atingidas por esse problema já atinge quase 20 milhões, abrangendo especialmente oito estados nordestinos e o norte de Minas Gerais (LIMA et al, 2011).

Todos esses estados compreendem o chamado semiárido brasileiro, que é caracterizado de maneira geral, “pela aridez do clima, pela deficiência hídrica com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e pela presença de solos pobres em matéria orgânica” (SILVA, 2003, p. 365). Nessa região os mananciais não duradouros permanecem secos durante grande parte do ano e a disponibilidade de água é reduzida e caracterizada por diferenças marcantes entre o período chuvoso e o seco (SILVA et al, 2006).

A explicação para esse fato é especificado na obra de Oliveira et al. (p. 76, 2012):

O crescimento populacional e a degradação dos recursos hídricos, aliado ao uso irracional da água, ao manejo inadequado, dentre outros têm contribuído, de forma decisiva, para reduzir a oferta de água nos mananciais hídricos.

Para essa insuficiência ou irregularidade (demonstrada) das chuvas, dá-se o nome de seca. Em termos climatológicos, refere-se à ocorrência de uma deficiência total no regime pluviométrico em relação aos padrões normais, cuja intensidade e efeitos variam de acordo com espaço e tempo (CAMPOS; STUDART, 2001), além

de ser um fenômeno frequente e característico deste tipo de região, ou seja, a seca é um fenômeno natural e inevitável (SANTOS et al, 2008). Neste sentido, não há como acabar com a seca, contudo, há maneiras de conviver com ela (ASACOM, 2013).

## **2.2 A NECESSIDADE DE SOLUÇÕES PLAUSÍVEIS PARA RESOLVER O PROBLEMA DA FALTA DE ÁGUA**

A indisponibilidade de água gera graves problemas como: grande esforço físico por parte das famílias que caminham grandes distâncias a procura de água para suprir as necessidades diárias; comprometimento do desenvolvimento socioeconômico local; e aumento do número de casos de doenças provenientes de contaminação por ingerir água de má qualidade. Existem também consequências ambientais que estão diretamente relacionadas a essa escassez hídrica, como: a perda da umidade do solo, tornando-o mais pobre e estéril; com o solo mais seco e menos denso, o processo de erosão eólica torna-se mais efetivo; e por causa da falta de água no solo, a vegetação perde sua capacidade produtiva reduzindo assim a oferta de sementes e frutas (SILVA et al, 2014). Diante do contexto apresentado, os mesmos autores ainda destacam a seguinte temática: “como a gestão de recursos hídricos pode prover melhorias de vida para as sociedades que convivem com escassez hídrica? ”. Essa ideia contempla a necessidade de medidas urgentes, a fim de disponibilizar água para as famílias que mais necessitam dela.

Com efeito, é preciso adotar meios e propostas que amenizem a situação das pessoas desta região, visto que, a água é um elemento essencial a vida e um direito de todo ser humano. “Dessa forma, adotar tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro pode representar o encontro de soluções adequadas para minimizar os efeitos da recorrente escassez de água nessa região”(SANTOS et.al, p. 2, 2008).

O principal problema do Nordeste não é a seca em si, mas a falta projetos e políticas públicas que aprimorem a convivência com o Semiárido. A seca é um fenômeno natural, sendo assim é necessário construir políticas que tenham como objetivo a convivência com esse problema (SOUZA et al, 2012). Barbosa (2005)

também destaca que o problema mais grave e fundamental não é aridez de seu clima, nem a escassez de água, mas a ausência de uma representação política sintonizadas com os legítimos anseios da população.

“Conhecendo-se as dificuldades correlacionadas à escassez hídrica, o homem tem buscado no cenário tecnológico, meios para um fim: disponibilidade de água” (SILVA et.al, 2013). Como diz Lopes (2005), para suprir a deficiência hídrica para diferentes usos no meio rural, diferentes alternativas têm sido desenvolvidas e/ou adaptadas às condições semiáridas brasileiras visando o armazenamento das águas das chuvas. Segundo Miranda (2011) a captação da água de chuva é uma das formas mais simples, viáveis e barata para garantir o armazenamento hídrico na região.

Nessa perspectiva, a captação e armazenamento de água das chuvas tem sido uma solução bastante proveitosa, já que aumenta o abastecimento existente e supre a demanda em épocas de escassez, permitindo beneficiar várias famílias e diminuir o impacto da estiagem, principalmente, em áreas rurais (SOUSA; NETO, 2011).

Em conformidade com esses pensamentos, Silva (2007) estabeleceu o conceito para essas tecnologias denominadas sociais:

Inovações simples, de baixo custo, de fácil implantação e de grande impacto social, aplicáveis as mais diversas áreas do conhecimento. Constituem um importante componente das estratégias de desenvolvimento local sustentável, pois podem incidir, favoravelmente, na melhoria das condições de vida das comunidades onde são implementadas (SILVA, 2007, p.3).

Diante da ressalva acima, faz-se saber que uma tecnologia social é desenvolvida a partir dos anseios sociais, ou seja, a partir de uma real necessidade daqueles que demandam por tal tecnologia, cujo objetivo não é a maximização da produtividade que contempla produtores e o governo, mas sim a resolução dos problemas sociais. (PEDROSA, 2011)

Vale ressaltar que as zonas rurais das cidades são as que mais sofrem com a falta d'água devido à ausência de adutoras. Isso compromete tanto a produção agrícola como o próprio consumo das mesmas.

## 2.3 CISTERNAS COMO TECNOLOGIA PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA

As cisternas têm sido consideradas uma solução representativa no que diz respeito à qualidade de água armazenada e por ter melhor custo-benefício do que outras implementações de combate a escassez hídrica (MIRANDA, 2011), isso, por serem reservatórios capazes de armazenar 16 mil litros de água, sendo suficiente para garantir água para uma família de 5 pessoas por até 8 meses durante o período de estiagem (CAMPOS, 2013). De acordo com cálculos efetuados pela ASA, este volume é suficiente para fornecer uma média de 13 litros/pessoa/dia de água.

Elas retêm água das chuvas através de calhas instaladas nos telhados das residências e por meio de canos e conexões que são interligados até o reservatório. Seus benefícios são destacados por Pontes e Machado (2009, p. 21):

Com a cisterna, as vantagens são muitas, como possuir uma água de melhor qualidade, disponível a poucos metros, sem o gosto salobro de determinadas fontes e que certamente, evitará determinadas doenças provindas do uso de água contaminada. Sobra mais tempo para as pessoas se deterem em outras atividades do dia-a-dia.

Já para a ASA (Articulação do Semiárido Brasileiro), a cisterna é considerada uma tecnologia simples, barata e de domínio dos agricultores. Em essência, isso gera segurança hídrica e alimentar, além de autonomia para as famílias viverem com dignidade na região (ASACOM, 2013). Pedrosa (2011) relata que “a cisterna de placas apresenta benefícios técnicos, econômicos, político, sociais e, sobretudo, ambientais”. Por conseguinte, pode se dizer que houve avanços primordiais com relação a saúde das populações, tanto pela qualidade comprovada da água de cisternas, quanto pela diminuição das longas caminhadas percorridas, principalmente por crianças e mulheres na busca desse bem (MEDEIROS; SILVEIRA; NEVES, 2010). Para Campos (2013), esse reservatório é de fundamental importância, pois, fortalece as famílias para enfrentarem as consequências da estiagem, seja através da estratégia de captar água das chuvas ou armazenando através de outras fontes. Este último destaca o surgimento de novas possibilidades (fontes) de abastecimento com destaque para os carros-pipa.

## 2.4 PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS – P1MC

Uma das soluções mais racionais para promover o acesso à água veio através da Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) que criou o “Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC” (SILVA et al, 2014).

A missão da ASA é “fortalecer a sociedade civil na construção de processos participativos para o desenvolvimento sustentável e a convivência com Semiárido referenciados em valores culturais e de justiça social”. A proposta que ela defende se configura em uma nova forma de ver a realidade, no sentido de implementar mudanças significativas que aprimorem a vida do homem do campo. Outro princípio importante é que a Articulação dentro de suas ações considera as especificidades e capacidades locais, respeitam os limites e fragilidades da região, principalmente por conta de seu ambiente; e valorizam o saber e a inovação advinda dos próprios agricultores (ASACOM, 2013).

O P1MC é um projeto do governo federal, que tem como objetivo beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas em toda região semiárida, com água potável para beber e cozinhar, através da construção de cisternas de placas com capacidade de armazenamento de água de 16.000 litros em localidades rurais do Semiárido, de forma a atender as necessidades hídricas para uma família. (SOUZA et al, 2012).

Dentre os princípios norteadores do Programa de Cisternas Rurais, podem ser destacados os seguintes: compreender que é possível estocar a água das chuvas, armazená-la cuidar de sua qualidade e consumi-la de forma racional, principalmente no que concerne ao período de seca; e a construção de um futuro digno para população local, estabelecendo o combate a miséria, a fome, a pobreza e a sede buscando a garantia dos direitos básicos de cidadania (SANTOS et al, 2007).

Tal programa envolve uma articulação social que tem por finalidade mostrar que é possível aos seres humanos viver bem nesta região, desde que seja utilizado o conceito da sustentabilidade (PONTES; MACHADO, 2009). As ações estão voltadas diretamente as famílias mais pobres, que residem em áreas rurais esquecidas pelo setor público e sem nenhum acesso a água.

Resumidamente, o projeto é executado e conduzido por representantes da sociedade civil organizada: sindicatos de trabalhadores rurais, associações

comunitárias, clubes de serviço, pastorais da igreja, etc., reunidos em comissões (LOPES; LIMA, 2005), que são agregadas e distribuídas pelas localidades contempladas. Essas representações congregam entre mais de 3.000 entidades de domínio exclusivo da ASA formando assim uma rede de organizações, que atuam na criação, na gestão e no desenvolvimento de políticas adequadas em todo semiárido (ASACOM, 2013). Neste sentido, a Unidade Gestora Micro-regional (UGM) como são chamadas essas entidades, iniciam o processo “pela mobilização das famílias, seguido de capacitações e se materializa na construção de cisternas domiciliares de 16.000 litros para captação de água de chuvas” (FEBRABAN, 2003, p. 6).

É bem verdade que o P1MC tem obtido destaque que vão muito além de construir cisternas, pois, as cisternas funcionam apenas como um instrumento pedagógico para ensinar cidadania (BUGIERMAN, 2002). Isso faz com que as famílias despertem para o desenvolvimento de outras iniciativas no âmbito dos recursos hídricos (CAMPOS, 2013), a fim de lutar por seus direitos e conquistarem seu espaço. Os resultados de seus processos têm alcançado outras dimensões como: gerar reflexões sobre a vida comunitária, a fim de que prevaleça a união entre os seus membros, as formas de participação e organização popular, modos criativos de buscarem outras políticas, têm contribuído assim, com a transformação de outros aspectos do cotidiano das famílias (MEDEIROS et al, 2010).

## **2.5 AVALIAÇÃO DO P1MC E A NECESSIDADE DE ESTUDOS QUE DEMONSTREM SUAS LIMITAÇÕES**

É notável que essa tecnologia desencadeou mudanças reais na vida dos agricultores, sobretudo no que se refere ao acesso a água para convivência com o fenômeno da seca. Todavia, em função da ocorrência de longos períodos de déficit pluviométrico e elevada taxa de evaporação dos mananciais, contribuíram para que a água das cisternas não fosse suficiente para atender as necessidades hídricas das famílias rurais. Em razão disso as pessoas têm buscado outras fontes para complementar as suas necessidades como exemplo as de carros-pipa (CAVALCANTI; BRITO, 2009).

Segundo pesquisas feitas por Silva et al (2014), no município de Pedra Lavrada – PB, a água acumulada no reservatório dura em média 3,8 meses (114 dias) considerando seus múltiplos usos, como destacam os autores: Higiene pessoal, lavagem de roupa e domicílio e mitigar a sede dos animais. Tudo isso está em total desacordo com as premissas defendidas pelo Programa um milhão de Cisterna – P1MC, já que segundo a ASACOM (2013) demonstra que com a capacidade da cisterna de 16.000 litros, uma família com 5 pessoas consegue ter água para beber e cozinhar durante 6 a 8 meses.

Os autores Cavalcanti e Brito (2009) ainda chamam a atenção para outros tipos de problemas com relação às cisternas de placas, como o dimensionamento das cisternas, que para eles, têm causado muitos transtornos para as famílias contempladas com esse benefício, já que sua capacidade tem um limite não superior de 16 m<sup>3</sup>, as quais, em períodos de precipitações de chuvas regulares, não conseguem aproveitar toda a água das chuvas. Por consequência seria necessário aumentar a sua capacidade de armazenamento, a fim de garantir o máximo de água possível para enfrentar a estiagem. Um segundo problema é a irregularidade dos telhados das residências, já que existem variações com relação a tamanho e forma, o que compromete diretamente o volume de captação. E por último, a falta de calhas que contemplem toda essa área de captação, isso por que esse material é padronizado para todas as casas, prejudicando assim o armazenamento. Sendo assim, os agricultores têm buscado o auxílio de carros-pipa para complementar as suas necessidades diárias.

Atualmente as famílias têm procurado fontes não confiáveis para suprir sua demanda hídrica. Embora a cisterna seja construída com a finalidade de armazenar a água das chuvas, esta, também pode ser abastecida por meios artificiais, em destaque para utilização de carros-pipa (AMORIM; PORTO, 2003).

O grande questionamento é que a aplicação de transportes de abastecimento tem associado riscos à saúde por causa da água contaminada. Isso se deve a falta de acompanhamento das famílias que compram água com recursos próprios e dos órgãos responsáveis pela Operação “Carro-pipa”, um projeto que distribui água potável para população situada nas regiões afetadas pela seca ou estiagem (BRASIL, 2013), por não saberem a origem da água. Esse mesmo órgão qualifica que a água a ser transportada deve ser fornecida pela CAGEPA obedecendo a

exigências específicas e que os “pipeiros” devem estar regularmente cadastrados e autorizados a realizar o serviço. Porém alguns carros-pipas não abastecem da água que está em pleno acordo com o projeto e que, além disso, existem transportes clandestinos (MIRANDA, 2011). Tudo isso compromete a qualidade desse recurso.

Seguindo a linha de raciocínio de Amorim e Porto (2001), a qualidade da água, pode ser afetada por diversos fatores. No caso do carro-pipa, pode-se citar a sua origem, a vulnerabilidade a que está exposta em sua condução até o local de “depósito” e pelas condições de higiene e limpeza dos carros. Já as cisternas, podem ser afetadas pela poluição atmosférica, pelo sistema de coleta de água de chuva (telhado, calhas e superfícies de escoamento); pela manutenção inadequada deste reservatório e por utilização e manuseio de água. Isso é dito porque os próprios autores em pesquisas realizadas em 2001 constataram a presença de coliformes fecais em todas as cisternas analisadas e também a ausência de medidas de prevenção de contaminação (AMORIM; PORTO, 2001).

Além desses, foram identificados outros problemas que comprometem a eficiência do P1MC, como: a ausência de fiscalização para com os problemas das cisternas (rachaduras, e vazamentos) que seria de responsabilidade específica da organização responsável pela sua construção, como também a falta de acompanhamento quanto às necessidades familiares, já que como foi dito, a água desses reservatórios não atende a todos os anseios da população, por terem vários usos: consumo humano, higiene pessoal e doméstica, e em alguns casos, dessedentação de animais. Isso faz com que a água das mesmas durem apenas 3,8 meses, tempo menor que o período de estiagem, que é de 8 meses (SILVA et al, 2014).

O Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (CPATSA), analisou que a pequena área do telhado da maior parte das residências limita a eficiência da cisterna. E somado a tal ideia, retrata que “nem sempre é possível captar o volume de água suficiente para o consumo total da família durante os meses sem chuva”. Esse mesmo centro, ainda especifica o real dimensionamento destas cisternas, pois, estudos revelam que na zona rural uma pessoa consome pelo menos ou no mínimo 14 litros/dia. Isso considerando a água de consumo familiar diário, usada para beber, cozinhar alimentos e para higiene pessoal,

descartando o banho. Nesse enfoque, uma família contendo 10 membros consome pelo menos 140 litros de água por dia (Silva et al, 1984).

Ainda segundo Silva et al (1984) em toda região semiárida, pode ocorrer até 10 meses (300 dias) sem chuvas. Assim, num período como esse, uma família com 10 pessoas (140 litros/dia) necessita de no mínimo 42 mil litros de água, ou seja, um volume de água útil que resulte em nada mais que 42 m<sup>3</sup>. Se utilizando dos resultados dessa pesquisa, pode se estimar que para 5 pessoas seria necessário um volume de aproximadamente 21 mil litros de água, ou, 21 m<sup>3</sup>. A partir desse fato pode-se concluir que é preciso um novo dimensionamento para as cisternas de placas, a fim de obter uma garantia mínima desse bem para população rural durante esse longo período. Outra conclusão importante é que em termos de capacidade e a ocorrência do fenômeno da seca, os autores Silva et al (1984) empregam uma concepção totalmente diferente das ideias defendidas pela ASA em seu programa de convivência e isso também pode contribuir com o tempo de duração da água no reservatório e tornar a falta d'água uma realidade mais próxima do que se imagina.

Apesar de todas essas fragilidades, as cisternas desenvolvidas pelo Programa Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC têm sido uma alternativa louvável, pois, proporcionaram ainda que assim, o acesso e disponibilidade de água para as famílias do Semiárido (SOUZA et al, 2012). Para os autores Silva et al (2014) ainda que apresente alguns problemas de desempenho, o P1MC permitiu melhores condições de vida para quem convive com a seca, pois, segundo eles, não há um programa/ tecnologia que atenda todas as necessidades e/ou interesses da população, isso por que existem limitações sociais, tecnológicas e, principalmente, econômicas.

Com todo esse contexto explicado, é notável a contribuição dos autores Amorim e Porto; Cavalcanti e Brito; e Silva et al (2014); que juntamente com Silva et al (1984) apresentaram de forma simples alguns “defeitos” que anulam parcialmente a eficiência total desse projeto. Contudo, não diminui o seu conceito perante as famílias que são contempladas por esse benefício. Como diz Souza et al (2012), esse programa tem grande aceitação e é muito valorizado pelo Semiárido porque fortalece e demonstra que é possível viver e conviver nessa região.

O Programa Um Milhão de Cisternas detém várias vantagens, mas também, limitações que condicionam o seu desempenho. E são justamente esses limites que

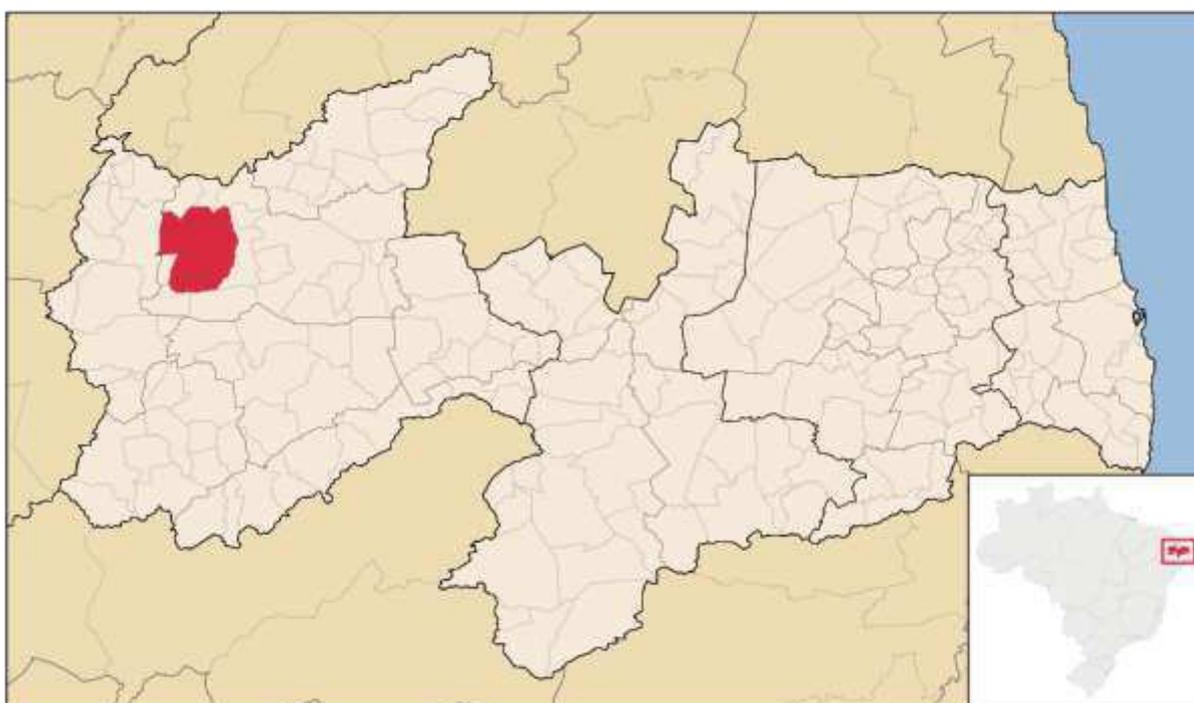
serão analisados neste trabalho, nas localidades rurais do município de Sousa-PB, pois, como falam Silva et al (2014) é imprescindível a realização de estudos que comprovem a eficiência da implantação do sistema de gestão a partir da captação e armazenamento de água da chuva em cisternas de placas, assim como também estimar um grau de confiabilidade do P1MC junto as famílias beneficiadas.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Sousa (Figura 01) está situado na mesorregião do sertão paraibano e da microrregião de Sousa entre 38° 13' 51" longitude oeste; 06° 45' 39" latitude sul e altitude de: 223 metros. A referida cidade está localizada a cerca de 438 km da capital paraibana, João Pessoa, abrangendo uma área de 738 km<sup>2</sup> e uma população de 65.807 habitantes (IBGE, 2010).

**Figura 01: Localização do município de Sousa**



Fonte: Campos (2015).

O clima predominante é o tropical semiárido, com aparecimento de chuvas de verão- outono resultantes da atuação das frentes de convergência intertropical. Os dados climatológicos da região, obtidos da Estação Climatológica de São Gonçalo, indicam uma temperatura média anual de 26 °C, sendo as mais elevadas nos meses de outubro a janeiro. A umidade relativa do ar varia de 56 a 74%. A insolação média é de 8,7 horas e a velocidade do vento média é de 3,0 m/s. A média das

precipitações anuais situam - se em torno de 914,4 mm, dos quais aproximadamente 76% ocorrem de janeiro a abril(SCIENTEC ,1997).

Segundo IBGE (2010), 21,5% da população do município de Sousa-PB (13.922 pessoas) residem na zona rural. Em síntese as localidades rurais são as que mais sofrem com o problema das secas, pois estão submetidas à escassez hídrica proveniente das condições climáticas por não deter de mecanismos de gestão hídrica e por depender sucintamente das cisternas de placas para consumo humano e doméstico (SILVA et al, 2014).

Além disso, o município foi contemplado entre 2013 e 2014 com a construção de 806 cisternas de placas, beneficiando aproximadamente 4.030 pessoas em 52 comunidades rurais, representando uma capacidade total de armazenamento de 12.896.000 litros de água.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS

Para a caracterização das famílias beneficiadas com a construção das cisternas de placas, inicialmente, elaborou-se um questionário com o intuito de determinar:

1. Área do captação (telhado residencial).
2. Número de pessoas residentes na casa.
3. Utilização de outra fonte de água além da cisterna.

O próximo passo consistiu em determinar o tamanho de uma amostra representativa e probabilística das famílias beneficiadas. Para tanto utilizou a Equação (1) para população finita e variável qualitativa descrita em Bruni (2007):

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{Z^2 \cdot p \cdot q + erro^2(N - 1)} \quad (1)$$

sendo Z a variável aleatória normal padrão ou simplesmente o nível de confiança estabelecido;N compreende o número de valores que compõem a população finita;p a proporção amostral, que estima a verdadeira proporção populacional; q o

complemento da proporção de uma amostra ( $q = 1 - p$ ); erro consiste na margem de erro de um valor que se estima para um parâmetro populacional e  $n$  representa o tamanho da amostra tomada da população.

Considerando um nível de confiança de 95%; que resultará em  $Z = 1,96$ ; uma margem de erro de 5% para mais ou para menos; com o tamanho da população ( $N$ ) de 806 famílias e a proporção amostral ( $p$ ) igual a 50%, temos que o tamanho da amostra será de 260 famílias beneficiadas.

De posse da lista dos beneficiários com a construção das cisternas no município de Sousa-PB disponibilizada pela Associação Programa Um Milhão de Cisternas (AP1MC), determinou-se a amostra probabilística das 260 famílias beneficiadas com a ajuda do Software Excel.

Logo em seguida, com os dados dos cadastros das famílias cedidos pelo sindicato dos Trabalhadores Rurais de Aparecida, que foi a unidade gestora microrregional (UGM) responsável pelo projeto no período, foi realizada uma análise documental com o intuito de responder as respostas do questionário.

### 3.3 CENÁRIOS PROPOSTOS

No desenvolvimento do presente trabalho surgiram os seguintes questionamentos:

1. A cisterna fica cheia após o fim do período chuvoso?
2. A cisterna conseguiria atender o consumo das famílias considerando uma seca de três anos consecutivos?

Para responder esses questionamentos foram desenvolvidos os seguintes cenários:

- **Cenário 1:** Analisar o comportamento do volume de água da cisterna considerando o período chuvoso de um ano seco para diferentes áreas de telhado e conjunturas familiares.
- **Cenário 2:** Analisar o comportamento do volume de água da cisterna considerando uma seca de três anos consecutivos para diferentes áreas de telhado e conjunturas familiares.

### 3.4 MODELO DE SIMULAÇÃO

Para averiguar o volume de água da cisterna e o atendimento das famílias beneficiadas nos cenários propostos foi desenvolvido o modelo de simulação descrito abaixo.

O volume de água da cisterna é obtido pela Equação (2).

$$V(t) = V(t-1) + V_p(t) - V_c(t) \quad (2)$$

Sendo  $V(t)$  o volume de água da cisterna no final do dia  $t$ , em  $m^3$ ;  $V(t-1)$  o volume de água da cisterna no início do dia  $t$ , em  $m^3$ ;  $V_p(t)$  o volume de água precipitado (captado) na cisterna no dia  $t$ , em  $m^3$ ;  $V_c(t)$  volume de água da cisterna consumido pelas famílias no dia  $t$ , em  $m^3$ .

O volume de água da cisterna está limitado pelo volume mínimo ( $V_{min}$ ), em  $m^3$ , que representa o menor volume de água que pode ser utilizado na cisterna, e pela capacidade de armazenamento ( $V_{max}$ ), em  $m^3$ , tal condição é expressa matematicamente pela Equação (3):

$$V_{min} \leq V(t) \leq V_{max} \quad (3)$$

O volume precipitado na cisterna é obtido pela Equação (4):

$$V_p(t) = A_t \times P(t) \quad (4)$$

sendo  $A_t$  a área de captação da água da chuva da residência, em  $m^2$ , e  $P(t)$  a taxa precipitada no dia  $t$ , em  $m$ .

O volume de água da cisterna consumido pelas famílias pode ser obtido pela Equação (5):

$$V_c(t) = \begin{cases} D(t) & \text{se } V(t) \geq D(t) \\ V(t) - V_{min} & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (5)$$

sendo  $D(t)$  a demanda diária de água a ser consumida pela família obtida pela Equação (6).

$$D(t) = CDP(t) \times QP \quad (6)$$

sendo CDP o consumo diário por pessoa no dia  $t$ , em  $m^3/\text{pessoa}/\text{dia}$ , e QP é o número de pessoas residente na casa.

A Equação (5) implica que, caso o volume de água da cisterna seja menor que a demanda de água a ser consumida pela família não haverá atendimento integral das necessidades hídricas desta família.

### 3.5 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados pluviométricos foram obtidos do Banco de Dados Meteorológicos (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015). Decidiu-se utilizar a série histórica diária da Estação Climatológica de São Gonçalo, por ela apresenta uma maior quantidade de anos sem apresentar falhas.

A Tabela 01 apresenta os valores anuais de precipitação da Estação Climatológica de São Gonçalo.

**Tabela 01 – Precipitação anual (em mm) da Estação Climatológica de São Gonçalo**

Ano	Precipitação	Ano	Precipitação	Ano	Precipitação	Ano	Precipitação
1941	674,40	1957	838,20	1973	1034,80	1999	895,3
1942	452,90	1958	535,10	1974	1595,20	2000	1.164,70
1943	472,30	1959	852,40	1975	845,10	2001	729,4
1944	685,50	1960	895,40	1976	831,30	2002	1.091,20
1945	1101,00	1961	974,10	1977	1401,20	2003	875,5
1946	739,20	1962	701,40	1978	877,50	2004	1.045,20
1947	1431,20	1963	1330,90	1979	832,70	2005	871,1
1948	744,80	1964	1064,90	1980	771,90	2006	1.043,30
1949	885,90	1965	919,10	1981	FALHA	2007	803,8
1950	589,90	1966	620,10	1982	FALHA	2008	1.837,40
1951	726,50	1967	1359,80	1983	534,90	2009	1.347,80
1952	772,60	1968	763,50	1984	921,70	2010	FALHA
1953	562,80	1969	953,90	1985	1675,40	2011	1346,0
1954	769,80	1970	684,80	1996	1163,9	2012	544,5
1955	957,10	1971	1466,60	1997	852,7	2013	731,6
1956	994,00	1972	936,20	1998	457,9	2014	816,6

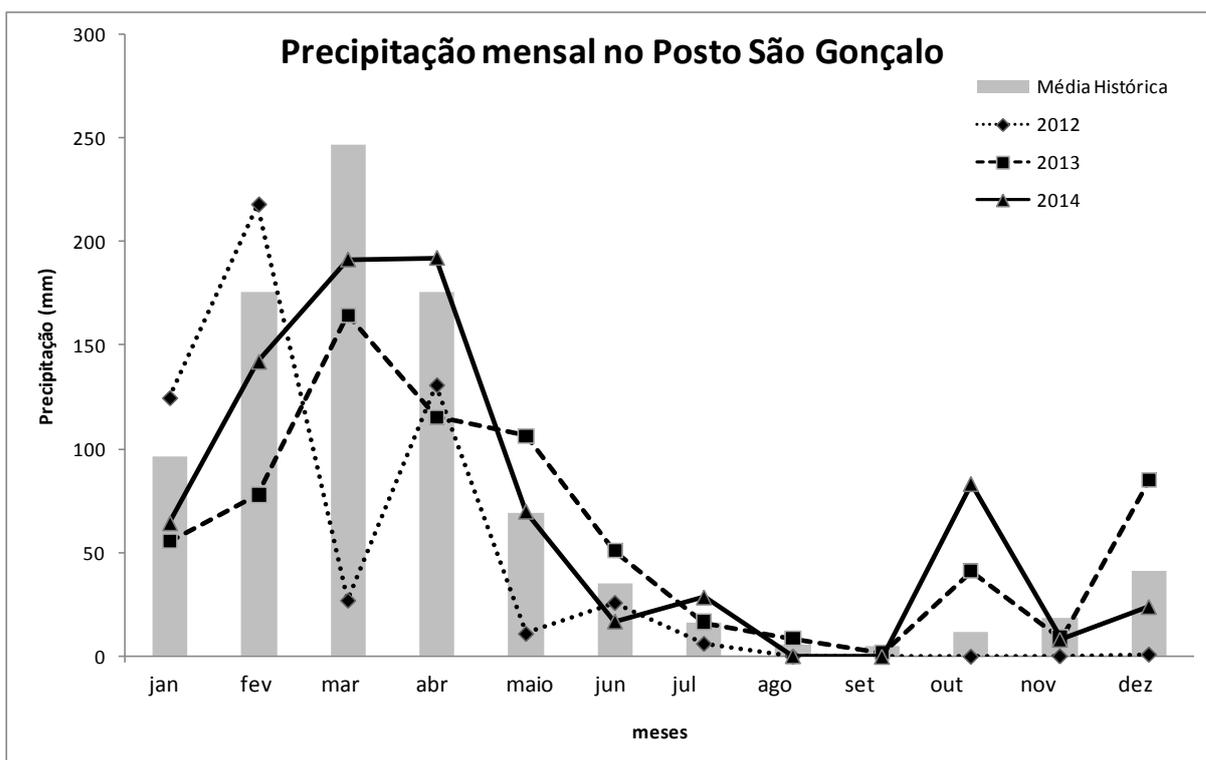
Fonte: Elaboração própria a partir de INMET (2015)

Observa-se que os anos de 1942, 1998, e 1943 apresentam as menores lâminas anuais de precipitação enquanto os anos de 1974, 1985 e 2008 apresentam os maiores lâminas anuais precipitados.

No ano de 2012, o total anual precipitado ficou em cerca de 60% do valor esperado (914 mm), com uma probabilidade de retorno de 10%, ou seja, de 10 em 10 anos espera-se uma precipitação menor ou igual ao que ocorreu. Além do mais o triênio 2012-2014 foi o mais seco dos últimos 60 anos. Assim, escolheu-se o ano de 2012 para a simulação do cenário 1, por ser o ano mais seco recentemente e o triênio 2012-2014 para a simulação do cenário 2.

O Gráfico 01 apresenta os valores mensais de precipitação do triênio 2012-2014 e a média histórica do Posto São Gonçalo.

**Gráfico 01 – Precipitação mensal do triênio 2012-2014 e a média histórica do Posto São Gonçalo.**



Fonte: Elaboração Própria a partir de INMET (2015)

Observa-se no Gráfico 01 que as precipitações em janeiro e fevereiro de 2012 foram acima da média histórica, porém em março de 2012 choveu menos que 89% do total esperado para o mês todo, sendo que, de agosto a dezembro de 2012 não

ocorreram precipitações na região. Além do mais as precipitações de janeiro a março de 2013 e 2014 foram abaixo da média histórica.

### **3.6 CRITÉRIOS OPERACIONAIS**

Segundo técnicos da ASA não é recomendável acumular a água das primeiras chuvas, pois o telhado pode estar com muita sujeira que pode contaminar a qualidade da água da cisterna sendo recomenda-se a espera de uma chuva de no mínimo 40 mm para limpar o telhado para assim começar o acúmulo de água.

O volume máximo da cisterna é de 16 m<sup>3</sup>; considerou-se que toda água da cisterna poderia ser utilizada, logo o volume mínimo foi igual a zero.

Segundo (MDS, 2011) o consumo diário por pessoa, usado exclusivamente para beber, cozinhar, lavar as mãos e utensílios domésticos de uso imediato, é de cerca 13 litros de água.

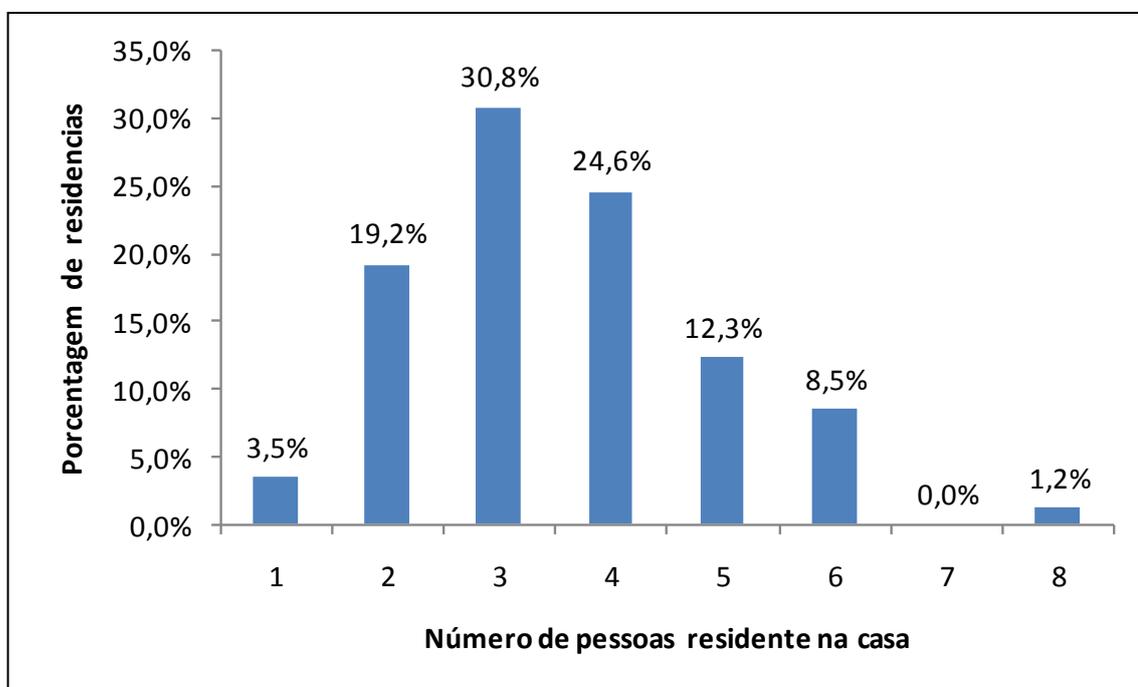
Considerou-se que, inicialmente, a cisterna estava seca tanto para o cenário 1 como para o cenário 2; que a área de captação da água de chuva é igual a área do telhado das residências e; que a estrutura física da cisterna e das tubulações estão em perfeita condições não havendo perda da água da chuva captada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS

O Gráfico 02 apresenta a porcentagem de pessoas residentes nas casas contempladas com a construção de cisterna. Observa-se que a grande maioria das residências (cerca de 87%) tem entre 2 a 5 pessoas. Em média espera-se encontrar entre 3 a 4 pessoas nas residências.

**Gráfico 02 – Porcentagem do número de pessoas residentes nas casas contempladas com a construção das cisternas.**



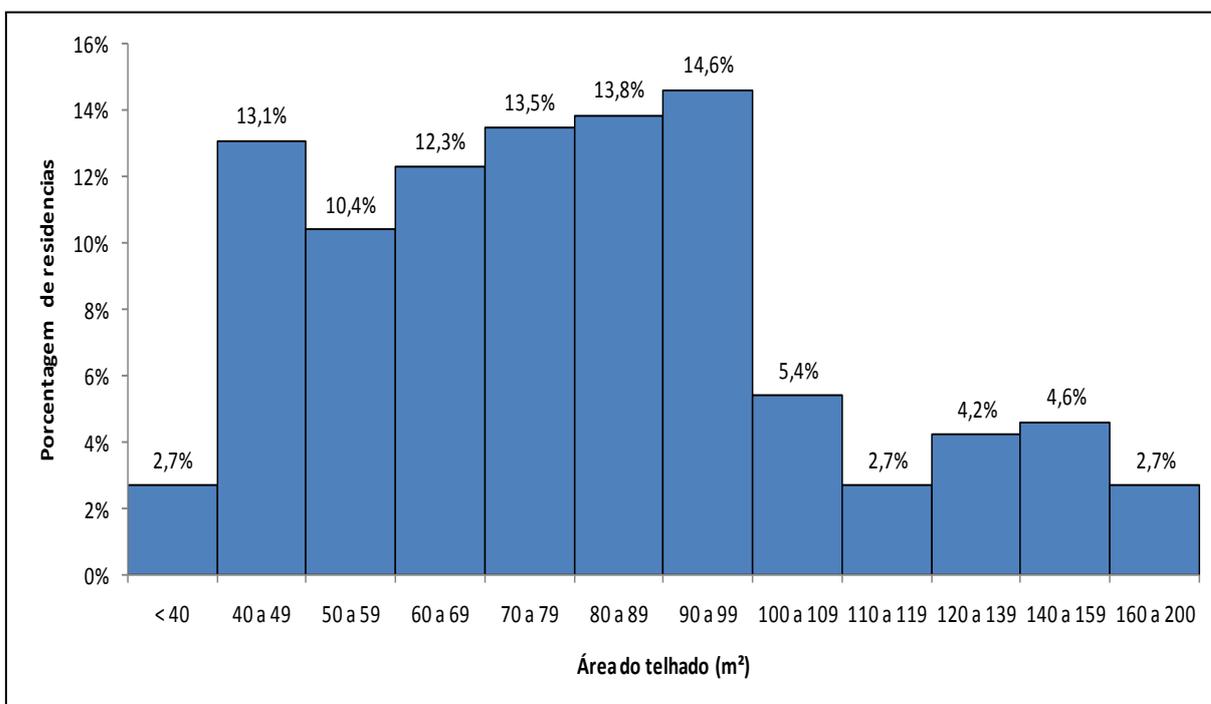
Fonte: Aatoria Própria

O gráfico 03 apresenta a porcentagem da área do telhado das residências contempladas com a construção de cisternas. Tem-se que a grande maioria (cerca de 78%) das residências contempladas com a construção de cisterna tem uma área do telhado entre 40 a 100 m<sup>2</sup>. A área média dos telhados é de 80 m<sup>2</sup>. Menos de 20% das residências tem área do telhado maior que 100 m<sup>2</sup> e apenas cerca de 3% das residências têm área menor a 40 m<sup>2</sup>.

A área do telhado é de vital importância para a garantia e eficiência do abastecimento de água das famílias por meio da cisterna, pois áreas de telhados

muito pequenas podem não captar água de chuva suficiente para atender as necessidades das famílias.

**Gráfico 03 – Porcentagem da área do telhado nas casas contempladas com a construção das cisternas.**

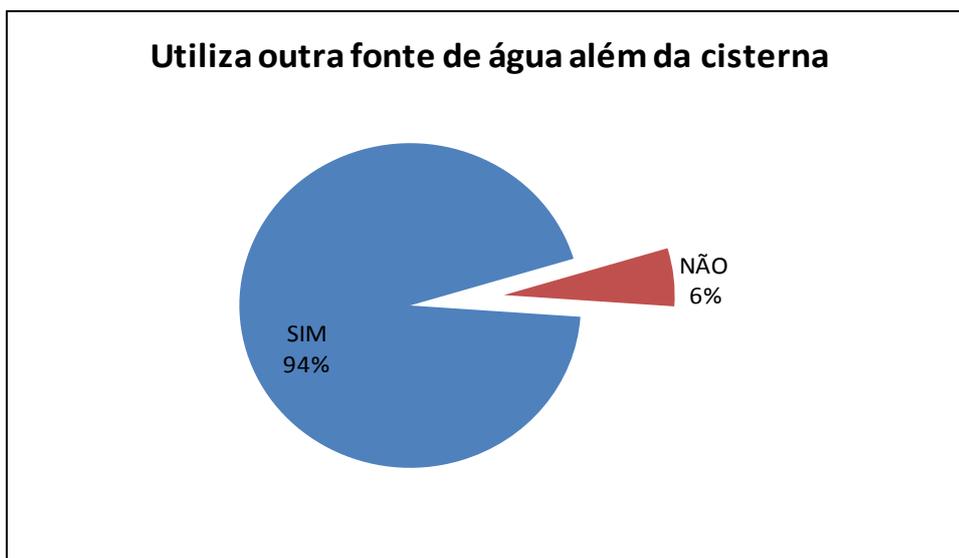


Fonte: Autoria Própria

O Gráfico 04 apresenta a porcentagem de famílias que utilizam outra fonte de água além da cisterna. Observa-se que 94% das famílias beneficiadas utilizam outra fonte de água além da cisterna. Apenas 6% das famílias têm a cisterna como única fonte de água. Tal fato é preocupante por que compromete a viabilidade do uso da água da cisterna, que inicialmente está destinada apenas para o consumo humano e o preparo de alimentos.

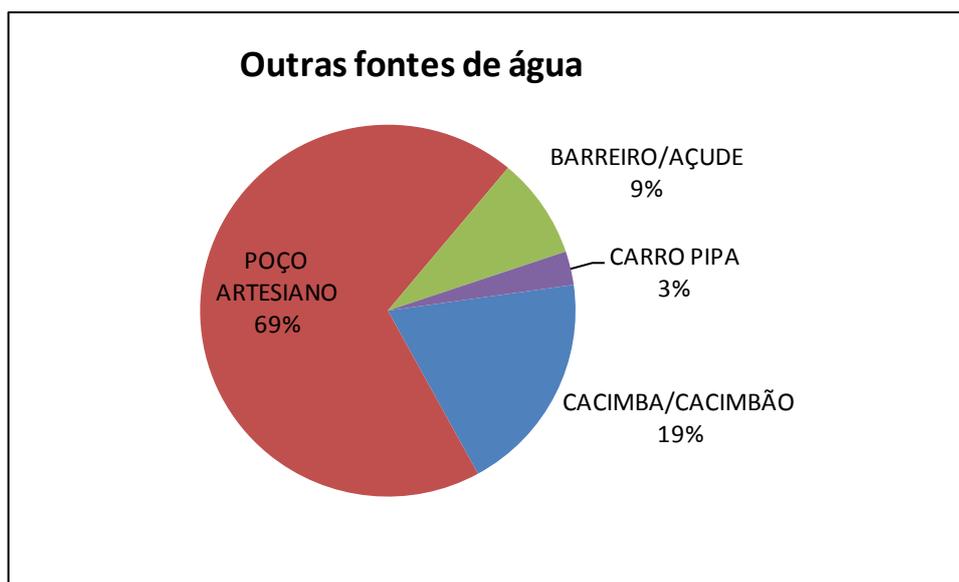
O gráfico 05 mostra que a principal fonte de água utilizada, além da cisterna, é o poço artesiano. Tal fonte, segundo os moradores, apresenta-se, atualmente, imprópria para o consumo humano devido à grande quantidade de sal presente na água, sendo utilizada apenas para a lavagem de roupa, dos utensílios e higiene pessoal. Destaca-se o fato de que apenas 3% das residências têm acesso ao carro pipa, além da cisterna, para suprir suas necessidades hídricas.

Gráfico 04 – Porcentagem de famílias que utilizam outra fonte de água além da cisterna



Fonte: Autoria Própria

Gráfico 05 – Porcentagem de outras fontes de água das famílias além da cisterna



Fonte: Autoria Própria

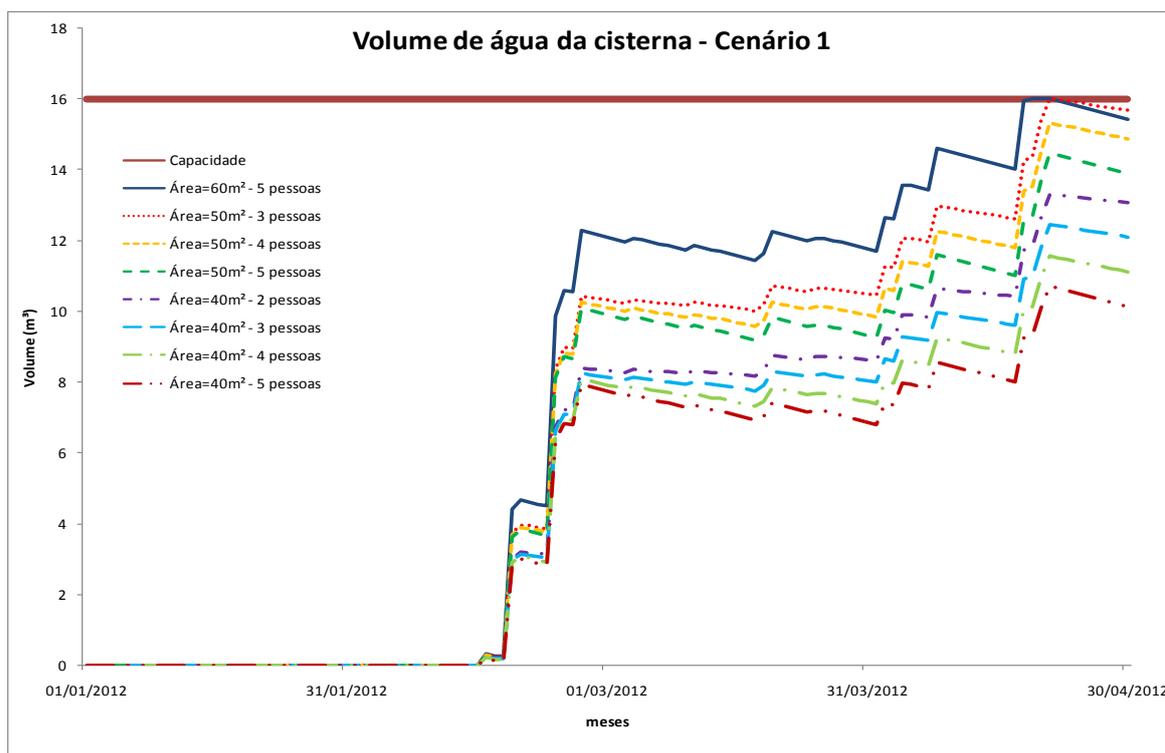
## 4.2 COMPORTAMENTO DO VOLUME DE ÁGUA DA CISTERNA

### 4.2.1 Cenário 1

O objetivo desse cenário é avaliar se ao final do período chuvoso (janeiro a abril) de um ano seco (2012) a cisterna estará completamente cheia. Para tanto se considerou residências com áreas de telhado maior ou igual a 40 m<sup>2</sup> (cerca de 97% das residências) com até 5 pessoas (cerca de 90% das residências).

O Gráfico 06 apresenta o volume de água da cisterna no período de janeiro a abril de 2012. Tem-se que a cisterna só começa a acumular água em meados de fevereiro devido à recomendação que as primeiras chuvas devem ser utilizadas para a limpeza do telhado.

Gráfico 06 – Volume de água da cisterna – Cenário 1



Fonte: Autoria Própria

Apenas as residências com área do telhado maior ou igual a 60 m<sup>2</sup> com até 5 pessoas e com área de telhado igual a 50 m<sup>2</sup> com até 3 pessoas residindo tem garantia de que a cisterna estará completamente cheia de água ao final do período chuvoso. As residências com área do telhado menor ou a igual a 40 m<sup>2</sup>,

independentemente da quantidade de pessoas da residência não conseguirão ter a cisterna completamente cheia ao final do período chuvoso.

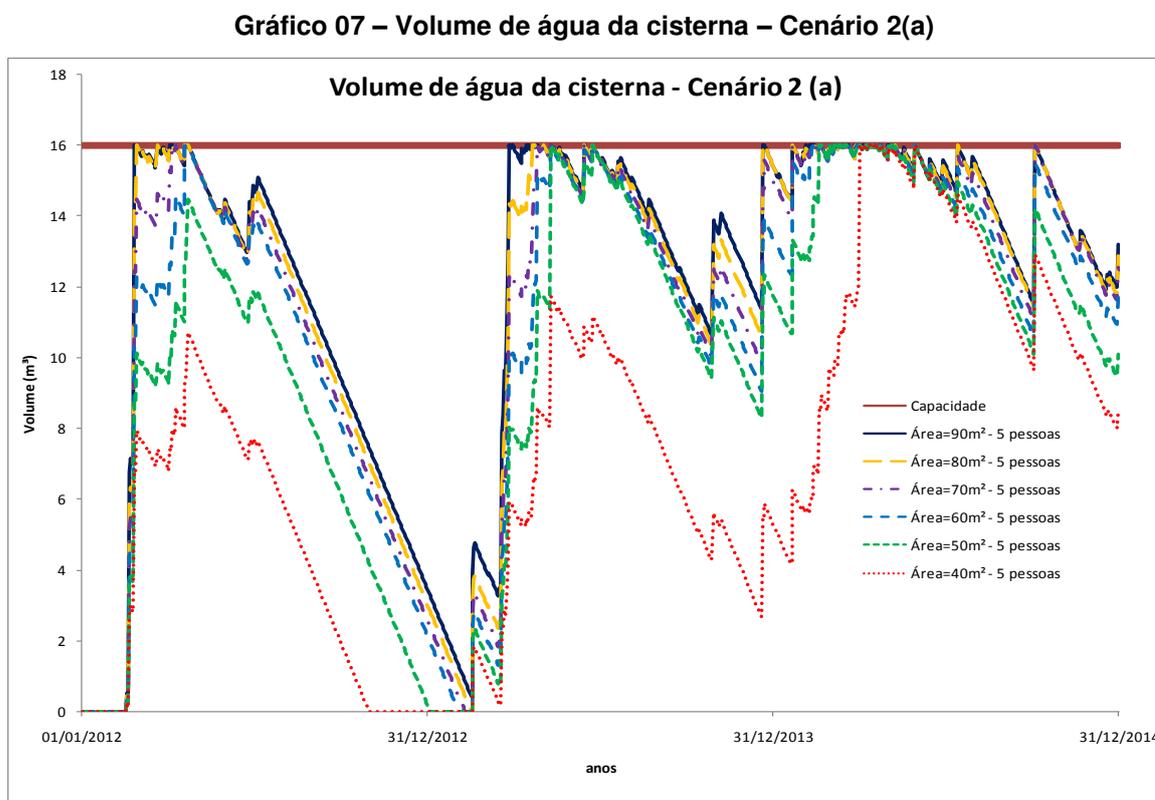
Desse modo, espera-se que em cerca de 72% das residências tenham suas cisternas cheiras ao final do período chuvoso.

Vale ressaltar que uma vez cheia de água a cisterna deve garantir o consumo para as famílias por cerca de 08 meses, ou seja, se considerarmos que o regime de chuvas da região se estenda até maio, pode-se concluir então que a água deve durar até o final do ano.

#### 4.2.2 CENÁRIO 2

O objetivo desse cenário é avaliar se a cisterna consegue atender as necessidades hídricas das famílias considerando uma seca prolongada (2012) e residências com áreas de telhado maior ou igual a 40 m<sup>2</sup> com até 5 pessoas.

O gráfico 07 apresenta o volume de água da cisterna no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2014 considerando residências com 5 pessoas.

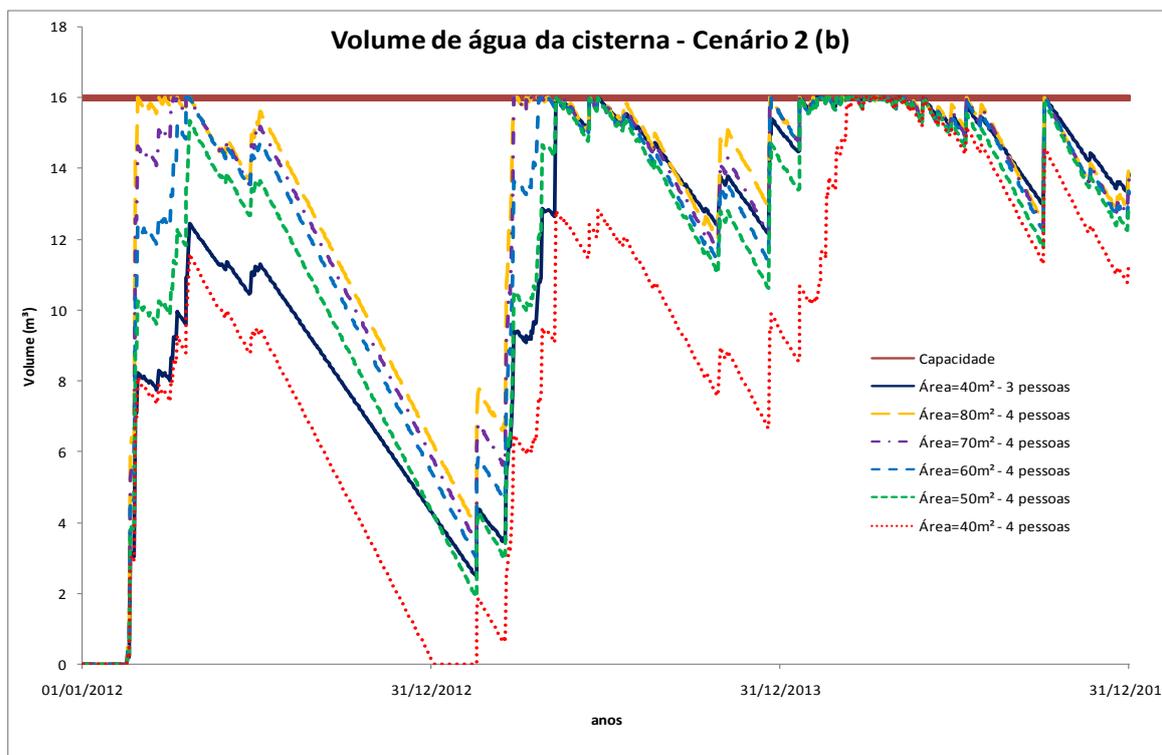


Fonte: Autoria Própria

Constata-se que, apenas residências com área de telhado maior ou igual a 90 m<sup>2</sup> com 5 pessoas terão garantia de atendimento de suas necessidades hídricas. Apesar de que, ao final do período chuvoso, as residências com área de telhado igual a 60 m<sup>2</sup>, 70 m<sup>2</sup> e 80 m<sup>2</sup> com 5 pessoas residindo terão suas cisternas cheias, tal fato não irá garantir que suas necessidades hídricas das famílias serão integralmente atendidas.

O gráfico 08 apresenta o volume de água da cisterna no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2014 considerando residências com 4 pessoas. Observa-se que apenas as residências com área de telhado menor ou igual a 40 m<sup>2</sup> não terão as necessidades hídricas atendidas integralmente.

Gráfico 08 – Volume de água da cisterna – Cenário 2(b)



Fonte: Autoria Própria

Destaca-se o fato que as residências com área de telhado igual a 50 m<sup>2</sup> com 4 pessoas e 40 m<sup>2</sup> com 3 pessoas residindo, mesmo não tendo sua cisterna cheia ao final do período chuvoso, terão suas necessidades hídricas atendidas.

Assim cerca de 77% das residências terão garantia que a cisterna irá suprir as necessidades hídricas da família mesmo considerando uma seca prolongada.

Outro fato a destacar diz respeito à cisterna não se esvaziar completamente no final de 2013 e de 2014, anos considerados de pluviometria um pouco abaixo da média, evidenciando que as cisternas cumpriram seu objetivo de garantir água de boa qualidade às famílias das comunidades rurais do município de Sousa, tendo ressalvas para os eventos extremos (secas) prolongados.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados e na metodologia apresentada pode-se concluir que:

- Apenas as residências com área do telhado maior ou igual a 60 m<sup>2</sup> com até 5 pessoas e com área de telhado igual a 50 m<sup>2</sup> com até 3 pessoas residindo tem garantia que estarão completamente cheia de água ao final do período chuvoso de um ano seco;
- Entretanto, o fato da cisterna está completamente cheia de água ao final do período chuvoso não garante que as necessidades hídricas das famílias serão integralmente atendidas durante uma seca prolongada;
- Terão garantias de atendimento de suas necessidades hídricas apenas as residências com áreas de telhado maior ou igual a 90 m<sup>2</sup> com até 5 pessoas residindo, maior ou igual a 50 m<sup>2</sup> com até 4 pessoas residindo e com 40 m<sup>2</sup> com até 3 pessoas residindo, essas residências representam cerca de 77% do total beneficiadas com a construção de cisternas.

Pode-se concluir que a cisterna é uma tecnologia bastante eficiente, em suprimento de água para as famílias beneficiadas, para a região do município de Sousa. Entretanto é necessário consideramos fatores limitantes ao uso dessa tecnologia, como o tamanho do telhado, quantidade de pessoas nas residências e a necessidade de água das famílias.

Por fim, recomenda-se que sejam realizados novos estudos considerando a variação do consumo de água das famílias para o melhor aproveitamento da água da cisterna.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. **Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina - PE.** In: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 3., 2001, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Semi-Árido/IRPAA/ABCMAC, 2001. CD-ROM.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. **Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos.** Petrolina, Pernambuco, 2003. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB130.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB130.pdf)>. Acesso em: 24 jan. 2015.

ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO - ASA. Cartilha: **Programa Um Milhão de Cisternas.** Recife, 2013. P. 02-18.

BARBOSA, A.G. **Articulação no semiárido brasileiro – ASA, ajudando a construir uma história de convivência a partir da captação e manejo da água de chuva.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS – TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA, 5., 2005. Teresina-PI: ABCMAC. Resumos. Teresina-PI: ABCMAC, 2005.

BICUDO, M. A. V. **A pesquisa interdisciplinar: uma possibilidade de construção do trabalho científico/acadêmico.** Educ. Mat. Pesqui., São Paulo, v. 10, n. 1, p. 137-150, 2008.

BRASIL, Operação carro-pipa. **Ministério da Integração Nacional**, 2013. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/observatoriodaseca/operacao-carro-pipa.html>>. Acesso em: 24 jan. 2015.

BRUNI, A. L. **Estatística aplicada à gestão empresarial**. São Paulo: Atlas, 2007. 388 p.

BUGIERMAN, D. R. **O fim da sede**. Revista Superinteressante, São Paulo, n. 177, jun. 2002.

CAMPOS, J. D. **A cisterna com instrumento pedagógico. Empreendedor social**. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/empreendedorsocial/colunas/2013/05/1278493-a-cisterna-como-instrumento-pedagogico.shtml> Acesso em: 22 jan. 2015.

CAMPOS, P. D. **Localização de Sousa na Paraíba**. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Sousa\\_%28Para%C3%ADba%29](http://pt.wikipedia.org/wiki/Sousa_%28Para%C3%ADba%29). Acesso em 23 fev. 2015.

CAMPOS, J.N.B e STUDART, T.M.C. **Secas no Nordeste do Brasil: Origens, Causas e Soluções**. 2001. Disponível em: < [http://www.deha.ufc.br/ticiania/Arquivos/Publicacoes/Congressos/2001/Secas\\_no\\_Nordeste\\_do\\_Brasil\\_08\\_de\\_junho\\_def.pdf](http://www.deha.ufc.br/ticiania/Arquivos/Publicacoes/Congressos/2001/Secas_no_Nordeste_do_Brasil_08_de_junho_def.pdf) > Acesso em: 04 nov. 2014.

CALVACANTI, N. B.; BRITO, L. T. L. **Captação de água de chuvas em cisterna rurais**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MANEJO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 7. Caruaru, Pernambuco, 2009.

CRUZ, M. A. S.; **Distribuição espacial de áreas de captação para cisternas no agreste e sertão**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18. 2009, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA, 2009. P. 1-9.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DOS BANCOS - FEBRABAN. **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais**. Anexo II do Acordo de Cooperação Técnica e Financeira FEBRABAN e AP1MC, 2003.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**\Antônio Carlos Gil. – 4. Ed. – São Paulo: atlas, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades – 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

JQUES, R. C. Introdução. In: **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. Florianópolis, 2005. p. 15.

LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica** / Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos. – 5. Ed. -São Paulo : Atlas, 2003

LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. - Campina Grande: INSA-PB, 2011.

LOPES, E. S. A.; LIMA, S. L. S. **Análise do Programa Um Milhão de Cisternas rurais – P1MC, no município de Tobias Barreto, estado de Sergipe**. Parte integrante da Pesquisa “Políticas Públicas, Atores e Desenvolvimento Local/Territorial: Análise sobre Três Casos no Meio Rural Brasileiro”, financiada pela FAO/ONU-CPDA/UFRRJ/REDES. Rio de Janeiro, Jul. 2005.

LOPES, P. R. C. **Alternativas de manejo de solo e água para o semi-árido brasileiro**. Brasil rural: C & T no campo, 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/agronegocio/17.shtml>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

MDS - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME **Manual para execução do Programa Cisternas**. Brasília, 2011

MEDEIROS, J. C. A.; SILVEIRA, S. M. B.; NEVES, R.S **Água e cidadania no semiárido brasileiro: A experiência do Programa Um Milhão de Cisternas rurais (P1MC) da ASA Brasil.** In: Congresso Latinoamericano de Sociología Rural, 8. Porto de Galinhas, Pernambuco, 2010.

MINAYO, M. C. S. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde.** 3 ed. São Paulo-Rio de Janeiro: HUCITEC-ABRASCO. 1994.

MIRANDA, P. C. **Cisternas no cariri paraibano: avaliação das práticas de educação ambiental no uso higiênico da água.** Campina Grande, PB, 2011. Originalmente apresentado como dissertação de mestrado, Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

NASCIMENTO, D. M. **Metodologia do trabalho científico: teoria e prática /** Dinalva Melo do Nascimento; [ prefácio à primeira edição Ruy Povoas]. 2. Ed. Revista e atualizada. Belo Horizonte: Fórum, 2008.

OLIVEIRA, G. C. S.; NÓBREGA, R. S.; ALMEIDA, H. A. **Perfil socioambiental e estimativa do potencial para a captação de água da chuva em Catolé de Casinhas, PE.** Revista de Geografia (UFPE), Recife, V. 29, N. 1, 2012.

PEDROSA, A. S. **Avaliação da contribuição do Programa de Formação e Mobilização para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) na Qualidade de Vida da População Rural do Município de Soledade-PB.** Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais, PPGRH, Universidade Federal de Campina Grande, 2011

SANTOS, M. J.; ARAÚJO, L. E.; FARIAS, M. C. V. **Sustentabilidade do Programa Um milhão de Cisternas rurais: avaliação de uma política participativa.** Universidade Federal de Sergipe – UFS. São Cristovão- SE, 2009 p. 1-19.

SANTOS, M. J.; OLIVEIRA, E. M.; ARAÚJO, L. E.; SILVA, B.B. **Seca e captação de água da chuva no semiárido do Sergipe: O P1MC como objeto de pesquisa.** In:

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MANEJO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA. ÁGUA DE CHUVA: PESQUISAS, POLÍTICAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 6. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007.

SCIENTEC, Associação para Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba: Bacias do Rio Piancó e do Alto Piranhas**. SEPLAN. Paraíba. Brasil. 1997

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Diagnóstico do município de Sousa – PB**. Projeto cadastros de fontes de abastecimento por água subterrânea, no estado da Paraíba. Recife, set. 2005, p. 1-5.

SEVERINO, Antônio Joaquim, 1941 – **Metodologia do trabalho científico**/ Antônio Joaquim Severino. – 23. Ed. Ver. Atualizada – São Paulo : Cortez, 2007.

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.

SILVA, J. A. L.; MEDEIROS, M. C. S.; DANTAS, H. F. S. A.; FREITAS J. P.; AZEVEDO, P. V. **Captação de água de chuva em cisternas de placa: instrumento de gestão sustentável e socioambiental**. Revista polêmica, v.12. n. 3, 2013 a. Disponível em <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/8018/5860>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

SILVA, J. A. L.; MEDEIROS, M. C. S.; DE FREITAS, J. P.; DANTAS, H. F. S. e P. V. AZEVEDO. **Gestão hídrica a partir de cisternas de placas: Avaliação socioambiental da eficiência do P1MC no município de Pedra Lavrada – PB**. Revista Holos (IFRN), Natal, Ano 30, vol. 04, v.6, dez. 2013.

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA L. A.; DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O. **Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais**

da Paraíba. **Revista de biologia e ciências da terra. Universidade Estadual da Paraíba.** Suplemento Especial - Número 1 - 2º Semestre 2006.

SILVA, R. M. A. **Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido.** Sociedade e Estado, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 339-360, jan./dez. 2003

SILVA, R. **Tecnologia Social: uma vinculação entre política científica e tecnológica e políticas de inclusão social.** II Seminário de Tecnologia e Sociedade. Curitiba: UTFPR - TECSOC, 2007.

SOUSA, J. M.; SILVA, R. J. N.; DUARTE, K. A.; VASCONCELOS, C. M.; NOGUEIRA, J. M. S. **Avaliação conceitual do Programa Um Milhão de Cisternas na comunidade de Larges – Quixeramobim.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 8., 2012, Campina Grande. Anais... Campina Grande: INSA, 2012. P. 1-5.

SOUSA, T. P.; NETO, E. P. S. **Capacidade de captação e armazenamento da água de chuva em comunidades rurais do município de João Dias-RN.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MANEJO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 8. Campina Grande, Paraíba, 2012. **Anais...**INSA, Campina Grande, 2011.

SUASSUNA, J. **Semi-árido: proposta de convivência com a seca.** Recife, fev. 2002. Disponível em: <[http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com\\_content&id=659&Itemid=376](http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=659&Itemid=376)>. Acesso em: 04 nov. 2014.

TARLES, E. T. M.; MACHADO, T. A. **Programa Um Milhão de Cisternas Rurais no nordeste brasileiro: políticas públicas, desenvolvimento sustentável e convivência com o semiárido.** In: Encontro nacional de geografia agrária, 19. São Paulo, 2009. **Anais...** São Paulo, 2009 p. 1—25.

TERENCE, A. C. F.; ESCRIVÃO FILHO, E. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais.** In: ENCONTRO

NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 26. Fortaleza, Ceará, out. 2006.  
**Anais...** ABEPRO, Fortaleza, 2006.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos** / Célia Jurema Aito Victorino.  
– Porto Alegre : EDIPUCRS, 2007.