



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E**  
**AMBIENTAL**

José Antunes da Silva Neto

**Avaliação de Sistemas de Captação e Armazenamento de Água**  
**de Chuva na Zona Rural do Município de Petrolina, PE.**

Juazeiro - BA

2013

**JOSÉ ANTUNES DA SILVA NETO**

**Avaliação de Sistemas de Captação e Armazenamento de Água  
de Chuva na Zona Rural do Município de Petrolina, PE.**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Campus II, Juazeiro-BA, como requisito da obtenção de título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. M.Sc. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim.

Juazeiro – BA

2013

	Silva Neto, José Antunes.
586a	Avaliação de Sistemas de Captação e Armazenamento de Água de Chuva na Zona Rural do Município de Petrolina, PE / José Antunes da Silva Neto. -- Juazeiro, 2013.
	xi; 67f. : il. ; 29 cm.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2013.
	Orientadora: Prof <sup>a</sup> .Msc. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim.
	1. Captação de água de chuva. 2. Sistema de captação. 3.I. Título. II. Amorim, Miriam Cleide Cavalcante de. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 553.7

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF  
Bibliotecário: Renato Marques Alves

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E  
AMBIENTAL**

FOLHA DE APROVAÇÃO

José Antunes da Silva Neto

**Avaliação de Sistemas de Captação e Armazenamento de Água de Chuva na  
Zona Rural do Município de Petrolina, PE.**

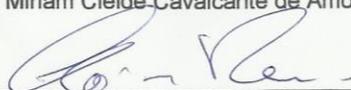
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Agrícola e  
Ambiental, pela Universidade Federal do Vale  
do São Francisco.

Aprovado em: 10 de Setembro de 2013.

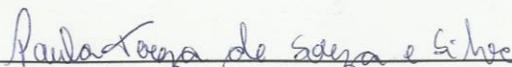
**Banca Examinadora**



Profª. M.Sc. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim - UNIVASF



Profº. D.Sc. Clóvis Manoel Carvalho Ramos - UNIVASF



Pesquisadora D.Sc. Paula Tereza de Souza e Silva - EMBRAPA

A minha avó, Delmira Antunes (in memoriam).

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo o dom da vida e por estar sempre comigo, ouvindo e atendendo aos meus pedido, me orientando nas minhas escolhas.

À minha Mãe Maria Lucineide, por sempre acreditar em mim e pelo amor incondicional. Ao meu pai João Antônio, pelo amor e apoio. Não imagino como chegaria até aqui sem vocês, obrigado por tudo.

As minhas irmãs Kelly Antunes e Sarah Antunes pelo amor e apoio em todos os momentos da minha vida, essenciais para o meu crescimento.

À minha Grande Família, tios (as) que muitas vezes foram pais e mães, primos (as) que amo como irmãos (as) e aos meus avós. Obrigado pelo apoio constante e por sempre me incentivarem.

Aos meus fieis e guerreiros amigos, Tayron Juliano, Naedja Ferraz, Juliana Melo, Osvaldo Campelo, Simone Luz, Fellipe Andrade, Anne Kallyne, Vanderléia Dias, Roberta Daniela, Marcelo Henryque, Sayonara Nunes, Uldérico Rios, Danielle Moraes, Tita, Bárbara Oliveira, Kathiucy Vieira, Cristiane Ferreira, Reinaldo Pereira, Gabriela Alves, Anderson Leandro, Mariana Bezerra, Juliana Ribeiro e Denice Manoela. Passei com vocês momentos que nunca irei esquecer.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Engenharia Ambiental: Tayron Juliano, Naedja Ferraz, Glaucia Suêrda, Ted Johnson e Wêydjane Leite.

Às irmãs que me acolheram quando comecei meus estudos em Juazeiro-BA, Kelly Antunes, Manuela Pereira, Karine Paixão e Luana Santos.

A todas as pessoas não citadas, mas que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

À minha orientadora Miriam Cleide, pela orientação deste trabalho e pela amizade e confiança. Obrigado pela paciência ao longo desses últimos três anos.

Aos membros da banca examinadora.

À UNIVASF e ao CNPq.

"Tudo tem o seu tempo determinado,  
e há tempo para todo o propósito  
debaixo do céu".

Eclesiastes 3:1

## RESUMO

Com a escassez hídrica em regiões do Semiárido brasileiro, uma alternativa viável para suprir a demanda de água para consumo humano, no período de estiagem, pode ser a captação e armazenamento de água de chuva. Dessa forma, o trabalho objetivou avaliar sistemas de captação e armazenamento de água de chuva na zona rural do município de Petrolina-PE, quanto aos aspectos de estrutura e manejo, bem como obter aspectos de percepção dos entrevistados, quanto a estes sistemas domiciliares e escolares. Para a Identificação do sistema de captação de água de chuva, foram abordadas questões sobre a origem e frequência de abastecimento da água das cisternas, componentes estruturais e conservação do sistema. Quanto a identificação do Manejo do sistema de captação de água de chuva foram abordadas questões sobre a formas de retirada, usos e tratamentos da água de cisterna. Para obter a percepção dos usuários quanto aos aspectos de captação de água de chuva, foram abordadas questões a respeito da quantidade e qualidade da água da cisterna, bem como conhecimento sobre ações do P1MC. Os resultados indicam que o programa P1MC não tem cobertura representativa na comunidade rural do município de Petrolina-PE. Eles alertam, também, para que os sistemas sejam dimensionados adequadamente para cada família, atendendo em quantidade suficiente aos usuários. Bem como, a necessidade de vigilância tanto pelo aspecto estrutural e manejo quanto do transporte e consumo de água para a proteção da água armazenada e da saúde da população, mesmo que boa parte dos atores achem a água de boa qualidade. Além de incentivar novos estudos referentes ao sistema de captação e armazenamento de água de chuva e treinamentos para manejo adequado destes sistemas.

**Palavras-chave:** Sistema de captação. Água de chuva. Cisterna. Manejo.

## ABSTRACT

Water shortages in parts of the Brazilian semiarid region the most viable alternative to meet the demand of water for human consumption may be capturing rainwater. However, when there is lack of proper management and the irregular occurrence of precipitation in the region, most of the tanks is supplied by tankers, without knowing the origin of water and can these factors cause contamination of groundwater. Thus, the study aimed to evaluate systems for capturing and storing rain water in the rural area of Petrolina-PE, in the matters of structure and management, as well as identifying aspects of perception of respondents, as these systems home and school. For the identification of the system to capture rainwater, were addressed questions about the origin and frequency of water supply of tanks, structural components and conservation system. Regarding the identification of the management system to capture rain water have been addressed questions about the withdrawal forms, uses and treatments of cistern water. For the users' perception regarding the aspects of capturing rainwater, addressed issues concerning the quantity and quality of water in the tank, as well as knowledge about actions P1MC. The results show that the program has P1MC representative coverage in the rural community of the city of Petrolina-PE. The results also caution that systems must be sized appropriately for each family, so that it meets sufficient users, as well as the need for vigilance by both structural aspect and management as transport and water consumption for the protection of stored water and population health, even many of the actors think the good quality water. Besides encouraging new studies relating to the collection system and storage of rainwater and training for the management of these systems.

**Keywords:** Capture system. Rain water. Cistern. Management.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>12</b>
1.1.1.	Objetivos Específicos .....	12
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.</b>	<b>ESCASSEZ DE ÁGUA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.</b>	<b>CICLO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.</b>	<b>APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA.....</b>	<b>16</b>
2.3.1.	Sistema de captação e armazenamento da água de chuva .....	17
2.3.1.1.	Área de captação.....	18
2.3.1.2.	Calhas coletivas das águas de chuva.....	19
2.3.1.3.	Cano conector .....	20
2.3.1.4.	Cisternas .....	21
2.3.1.5.	Bomba .....	23
2.3.2.	Manejo do sistema de captação de água .....	23
<b>2.4.</b>	<b>PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS (P1MC) .....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.</b>	<b>PERCEPÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.</b>	<b>LOCALIDADES CONTEMPLADAS PELO ESTUDO .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.</b>	<b>DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA AVALIAÇÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.</b>	<b>AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA .....</b>	<b>28</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCURSSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.</b>	<b>AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA DOMICÍLIOS E PARA ESCOLAS .....</b>	<b>29</b>
4.1.1.	Identificação do sistema de captação de água de chuva .....	29
4.1.1.1.	Sistemas permanentes ao P1MC .....	30
4.1.1.2.	Volume das cisternas .....	31
4.1.1.3.	Número de moradores por domicílio.....	31
4.1.1.4.	Origem da água das cisternas.....	32

4.1.1.5. Frequência de abastecimento por carro pipa .....	38
4.1.1.6. Origem da água dos carros pipa .....	39
4.1.1.7. Componentes estruturais do sistema de captação e armazenamento de água de chuva.....	40
4.1.1.8. Estado de conservação das cisternas .....	43
4.1.2. Identificação do manejo do sistema de captação de água de chuva domiciliar e escolar.....	47
4.1.2.1. Formas de retirada de água de cisterna .....	47
4.1.2.2. Usos de água de cisterna .....	49
4.1.2.3. Tratamentos realizados na água das cisternas .....	49
4.1.2.4. Desvio das primeiras águas de chuva .....	51
4.1.2.5. Frequência de limpeza .....	51
4.1.3. Obtenção da percepção dos usuários quanto aos aspectos de captação e manejo de água de chuva .....	52
4.1.3.1. Quantidade de água para o período sem chuva.....	52
4.1.3.2. Qualidade da água da cisterna.....	53
4.1.3.3. Forma de acesso à informação .....	53
4.1.3.4. Conhecimento do P1MC.....	54
4.1.3.5. Treinamento na comunicação .....	55
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>66</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Semiárido é a área de maior abrangência territorial que configura a região Nordeste do Brasil. Ele se caracteriza por médias térmicas elevadas (acima de 26°C) e duas estações bem distintas: chuvosa e seca (MDS, 2005).

Entretanto, o problema desta região não se caracteriza pela falta de chuvas, mas sua má distribuição, associada com a intensa evaporação durante o período de estiagem e o elevado escoamento superficial das águas, acarretando numa acentuada deficiência hídrica (D'ALVA; FARIAS, 2008). Assim, novas tecnologias são estudadas para minimizar essa deficiência, bem como recorrer às antigas formas de tecnologia.

Uma técnica muito usada no passado, a captação de água de chuva, foi sendo abandonada ao longo do tempo, à medida que os sistemas de água encanada foram se expandindo. Hoje em dia, vem-se buscando um resgate desta prática, porém com a utilização de novas tecnologias que viabilizem a implantação do sistema de captação (CARLON; POLETTE, 2005).

Essa técnica vem sendo utilizada principalmente em regiões de clima Árido e Semiárido, onde a população do meio rural lança mão da utilização deste sistema para armazenar água durante o período de estiagem.

Com o intuito de beneficiar famílias rurais de baixa renda, e que apresentam dificuldades quanto ao acesso à água de qualidade para o consumo humano, é que o governo, ONGs e diversos atores da sociedade civil criam programas para a construção de cisternas de placas de cimento, para armazenamento da água de chuva.

Entre esses programas está o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC. Ele se inicia 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 (ASA, 2013).

A cisterna apresenta-se como uma tecnologia popular para a captação e armazenamento de água da chuva e servindo como solução para amenizar as dificuldades encontradas pela população rural do Semiárido brasileiro com os efeitos das secas prolongadas. A cisterna de placas, que tem capacidade de abastecimento de até 16 mil litros de água, supre as necessidades básicas de

consumo de água de uma família de cinco pessoas por um período de estiagem (ASA, 2013).

Dessa forma, para aperfeiçoar novas ações, pesquisadores usam a percepção ambiental como ferramenta para empoderamento, pois esta pode ser definida como a maneira que os indivíduos veem, compreendem e se relacionam com o ambiente em que estão inseridos (VILLAR et al., 2008).

Deste modo o trabalho foi desenvolvido em localidades rurais do município de Petrolina-PE, Brasil, situado na região do Submédio do Vale do Rio São Francisco, no âmbito do projeto de pesquisa CNPq/UNIVASF, “Captação e armazenamento de água de chuva no Vale do São Francisco: educação sanitária e ambiental para a sustentabilidade e convivência com o Semiárido”.

O estudo buscou avaliar sistemas de captação e armazenamento de água de chuva na zona rural do município de Petrolina, bem como identificar aspectos de percepção dos entrevistados, quanto a estes sistemas. Dessa forma, foram realizadas visitas nas localidades, aplicação de questionários e observação in loco.

### **1.1. Objetivo**

Avaliar sistemas de captação e armazenamento de água de chuva na zona rural do município de Petrolina-PE, bem como obter a percepção dos entrevistados, quanto a estes sistemas.

#### **1.1.1. Objetivos Específicos**

- I. Identificar os sistemas de captação de água de chuva;
- II. Identificar o manejo do sistema de captação de água de chuva;
- III. Obter a percepção dos usuários quanto aos aspectos de captação e manejo de água de chuva.

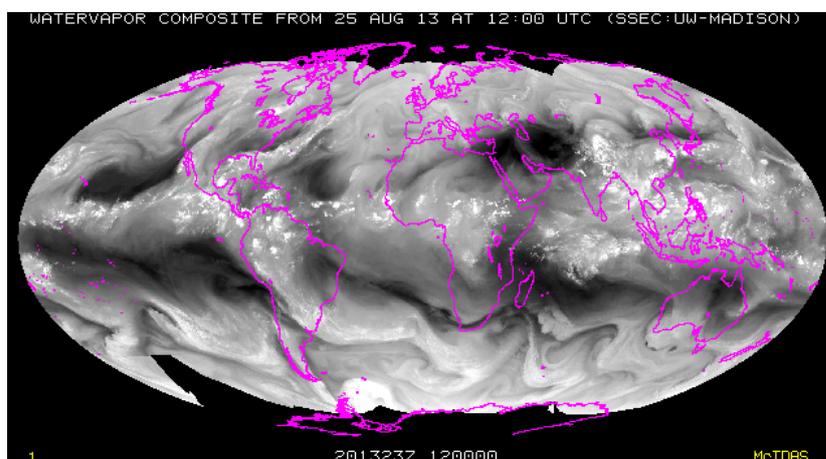
## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Escassez de água

A água é um elemento de qualidade intrínseca para a vida dos seres vivos, incluindo o desenvolvimento de diversas atividades econômicas para o homem, além de manter o equilíbrio do ambiente.

Para Bonacella e Magossi (1990), a água é um mineral fundamental para o planeta, cobrindo  $\frac{3}{4}$  da superfície da Terra, estando distribuída em diversas formas, como: oceanos, geleiras, lagos e rios. Abaixo da superfície, há aproximadamente mais de 4 milhões de quilômetros cúbicos de água infiltrada no solo. Sendo que há também, na atmosfera terrestre, mais de 5.000 quilômetros cúbicos de água na forma de vapor, conforme Figura 01.

**Figura 1** - Composição de vapor d'água na atmosfera



Fonte: SSEC, 2013

Segundo Von Sperling (2005), do grande volume de água, do total disponível no planeta, apenas 0,8% é de água doce, própria para consumo humano, sendo que, deste total apenas 3% encontram-se na forma de água superficial, facilmente disponível. Para Clarke e King (2005), o volume de água doce na superfície do planeta Terra é fixo, devido ao ciclo hidrológico. Porém, a distribuição desigual, bem como o crescimento populacional, contribui para que

se tenha menos água disponível por pessoa, caracterizando a escassez de água.

Assim, a necessidade mínima de água *per capita* de uma população, para manter uma qualidade de vida adequada em regiões moderadamente desenvolvidas, baseia-se no pressuposto de que, 100 litros diários. Esse valor, representa o requisito mínimo para suprir as necessidades domésticas e a manutenção de um nível adequado de saúde (BEEKMAN, 1999 *apud* SETTI et al., 2001).

Segundo pesquisa realizada por Silva et al. (1984), *apud* Brito et al. (2007), no meio rural do semiárido brasileiro, revelou que a quantidade de água que uma pessoa necessita para beber e realizar suas atividades básicas de cozinhar e higiene mínima é de 14 litros por dia. Dessa forma, o acesso à água em quantidade e qualidade pela população rural constitui um importante fator limitante da sustentabilidade da vida no Semiárido.

Silva et al. (1993) corrobora essa ideia afirmando que a falta de água para consumo humano e para pequenas criações constituem a principal causa da baixa qualidade de vida no meio rural, principalmente nas zonas Áridas e Semiáridas.

Dessa forma, esses efeitos são mais intensos no meio rural do Semiárido (Figura 02). Segundo o Ministério do Desenvolvimento Social - MDS - (2005), a ausência, escassez, irregularidade e a má distribuição das precipitações pluviométricas na estação chuvosa, bem como a intensa evaporação durante o período de estiagem e o elevado escoamento superficial das águas acentuam a sua deficiência hídrica.

Como forma de mitigar os efeitos da escassez de água para consumo humano, é importante aprimorar e utilizar soluções alternativas de abastecimento.

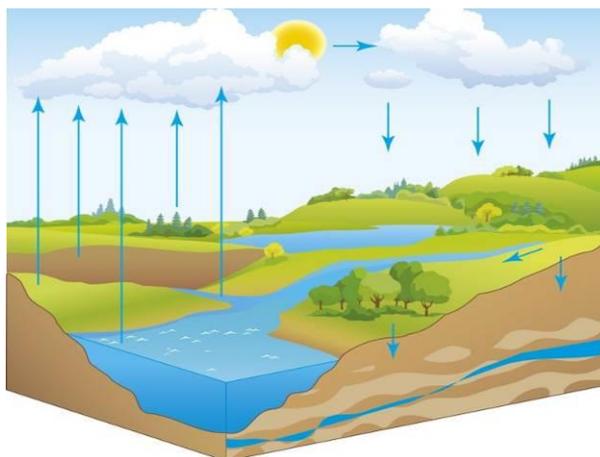
**Figura 2 - Nova delimitação do semiárido**

Fonte: BRASIL, 2005

## 2.2. Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico é um fenômeno global, onde todas suas etapas acontecem entre a Hidrosfera (oceanos, calotes de gelo, águas superficiais e as águas subterrâneas) e a atmosfera, denominada como ciclo fechado da água (TUNDISI, 2003).

Segundo Tundisi (2003), este fenômeno acontece em função da radiação solar, que fornece energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera por meio da evaporação, da gravidade que faz com que a água condensada volte à superfície terrestre em forma de precipitação. Desse volume que atinge o solo, parte se infiltra e outra escoia sobre a superfície. Outro importante fator para o acontecimento do ciclo hidrológico é o movimento de rotação da Terra, que transporta vapor d'água acumulado para os continentes de forma heterogênea, caracterizando a distribuição desigual da água no planeta, conforme Figura 03.

**Figura 3 - Esquema do ciclo hidrológico**

Fonte: Google Imagens

Mesmo possuindo a maior disponibilidade hídrica do planeta, com 13,8% do deflúvio médio mundial (FREITAS, 2000), devido a sua grande extensão territorial, o Brasil apresenta diferenças quanto as suas características climáticas, demográficas e sociais.

A maior distribuição dos recursos hídricos do Brasil está na região Norte com aproximadamente 68,5%, onde vive cerca de 7% da população seguidas pela região Sudeste com cerca de 6% e aproximadamente 43% da população e a região Nordeste com 3% e 29% da população. Nesse contexto é notória a má distribuição dos recursos hídricos no país em relação à população (AMARAL et al., 2012).

### **2.3. Aproveitamento da água de chuva**

As chuvas, mesmo variando no tempo e espaço, caso sejam armazenadas, são suficientes para suprir as demandas ao longo do ano, principalmente nos períodos de estiagem (PEREIRA, 1983).

Dessa forma, a captação de águas de chuva, como sistemas de abastecimento individual de água, é uma técnica popular usada em quase todo o mundo, especialmente em regiões áridas e semiáridas, tanto por ser simples, quanto por fornecer água de boa qualidade para consumo humano (GNADLINGER, 2001).

Segundo Azevedo Netto (1991), a instalação de captação de água de chuva mais antiga do Brasil foi construída pelos norte-americanos na Ilha de Fernando de Noronha, em 1943.

No Nordeste brasileiro, a captação das águas pluviais é uma solução viável e eficiente para amenizar problemas relacionados ao suprimento de água potável ao homem, aos animais e a produção de alimentos nesta região. Muitos estudos revelam que essa prática já tem efeitos notórios na busca pela solução da escassez. Assim, a cisterna torna-se uma aliada no combate à seca nas comunidades rurais (GNADLINGER, 1997).

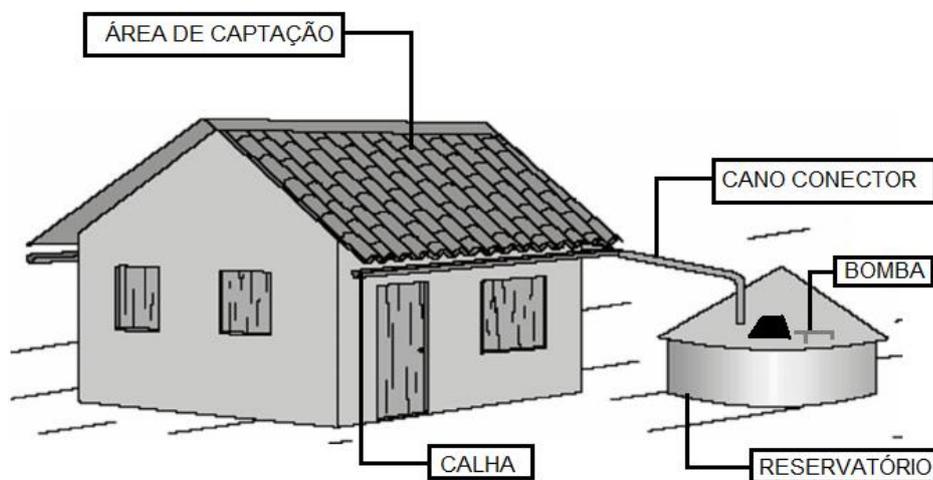
Segundo a NBR 15527/2007, o aproveitamento de água de chuva através de coberturas urbanas deve ser feito para fins não potáveis, devido a poluição atmosférica que pode levar sujeira para estas coberturas. Porém, nas localidades rurais e em pequenas cidades, os níveis de poluição e contaminação da atmosfera são baixos, não comprometendo significativamente a qualidade da água das chuvas (ANDRADE NETO, 2004).

### 2.3.1. Sistema de captação e armazenamento da água de chuva

O sistema de captação e armazenamento de água de chuva é uma tecnologia sustentável. Essa técnica consiste em coletar a água da chuva que cai sobre o telhado das casas e guardá-la em um tanque de armazenamento. A conexão entre a cobertura e o reservatório é feita pelos canos, geralmente os de PVC, que só devem ser ligados depois do descarte das primeiras chuvas que lavam o telhado e eliminam as sujeiras (MEDEIROS; INGUNZA, 2004).

Este sistema é constituído pela área de captação, calhas coletoras das águas de chuva, cano de conexão, cisterna e bomba (Figura 04).

**Figura 4** - Componentes de um sistema de captação e armazenamento de água de chuva



Fonte: Adaptado de Porto et al., 1999.

Para o dimensionamento de sistemas de coleta e armazenamento de água de chuva é fundamental realizar três procedimentos básicos: I) determinação da área de captação; II) do consumo diário; III) e do volume do reservatório (YURI, 2003).

#### 2.3.1.1. Área de captação

Como o próprio nome sugere, a área de captação é a estrutura que tem por finalidade captar o volume de água de chuva necessário para suprir a demanda hídrica familiar (SILVA, 1988).

Existem duas técnicas comuns para captação da água da chuva, uma pelo solo e outra pelo telhado (Figura 05). A captação pelo solo se dá através de calçadões (superfície inclinada) que, por gravidade, levam a água coletada para uma cisterna. Porém, o sistema de captação de chuva através da superfície de telhados é mais viável, sendo considerado mais simples e, na maioria das vezes, produz uma água de melhor qualidade se comparado aos sistemas que coletam água pela superfície do solo (LEE et al., 2000).

**Figura 5** - (a) calçadão como área de captação, (b) telhado como área de captação



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Para Brito et al. (2007), geralmente é utilizado o próprio telhado das moradias como área de captação de água de chuva, porém o mesmo precisa apresentar tamanho adequado para uma maior eficiência no que diz respeito a captação de águas pluviais.

Para isso, é necessário o dimensionamento correto da área de captação ( $A_c$ ,  $m^2$ ), além do volume de água ( $V_{NEC}$ ,  $m^3$ ) a ser armazenado na cisterna para atender às necessidades das famílias, bem como a precipitação ( $P_{MED}$ , mm) que ocorre no município e a eficiência do escoamento superficial ( $C$ ) da água. Para áreas cobertas com telhas de cerâmica, esse valor corresponde a 0,7 (BRITO et al., 2007). Assim:

$$A_c = \frac{V_{NEC}}{P_{MED} \times C} \quad (1)$$

Trabalhos produzidos pela Embrapa Semiárido, no Semiárido brasileiro, apontam que a maioria dos telhados das residências no meio rural não era adequada em tamanho ou qualidade para captar o volume de água necessário às famílias durante o período sem chuvas (BRITO et al., 2007).

#### 2.3.1.2. Calhas coletivas das águas de chuva

Após serem captadas pelo telhado, as águas de chuvas são conduzidas por um canal aberto e estreito, conhecido como calha. Essas podem ser

constituídas de vários materiais, porém os mais comuns são as de PVC e zinco, por apresentarem custos mais baixos (Figura 06). Brito et al. (2007), alerta para o uso de calhas de PVC, já que, como no semiárido brasileiro as temperaturas são elevadas, esse tipo de material podem se deformar, diminuindo a eficiência na captação das águas de chuva.

**Figura 6** - Calha para aparar água do telhado



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Para que a água da chuva não arraste material impróprio, como fezes de animais, folhas, dentre outros para dentro do reservatório, é necessário que estes sejam retidos, assim, torna-se viável o uso de telas ou grades no final da calha, onde a água segue para a tubulação conectora.

#### 2.3.1.3. Cano conector

As águas pluviais após serem aparadas pela calha são conduzidas por uma tubulação, conhecidas como cano conector. Esse cano é quem transporta a água captada no telhado para ser armazenada em um reservatório, e só deve ser conectado à calha e ao reservatório depois do descarte das primeiras chuvas, para que a sujeira acumulada no telhado durante o período de estiagem, como fezes de animais, folhas, poeiras, dentre outros, não sejam arrastados para a cisterna.

#### 2.3.1.4. Cisternas

Cisterna é um reservatório utilizado para armazenamento da água de chuva. Porém, mesmo tendo objetivo principal de armazenar água de chuva, muitas delas são abastecidas por carros-pipa (NASCIMENTO, 2011).

Esse tipo de abastecimento, apesar de solucionar a falta de água, apresenta-se como de caráter duvidoso, já que, na maioria das vezes não se conhece a origem dessa água e pelo fato dessa água está susceptível à contaminação durante o seu transporte, bem como as condições de higiene e limpeza dos carros não serem seguras (AMORIM; PORTO, 2003).

Quanto a sua forma estrutural as cisternas podem ser construídas utilizando diferentes materiais, sendo que o modelo mais utilizado, principalmente no nordeste brasileiro, é o de placas pré-moldadas (BRITO et al. 2007), conforme Figura 07.

**Figura 7** - Construção de cisterna de placas no meio rural



Fonte: ASA, 2013

Quando comparadas com as demais formas de armazenamento, a cisterna de placas apresenta muitas vantagens, pois além de apresentar fácil construção, utilizam-se menos materiais, além de poder utilizar a mão de obra familiar, reduzindo ainda mais os custos da sua construção (XAVIER, 2010).

Segundo ASA (2013), esse modelo de cisterna tem capacidade de armazenar 16m<sup>3</sup> de água, suficientes para atender às necessidades básicas de

uma família com cinco pessoas, durante o período de estiagem, e é esse modelo usado pelo programa P1MC (Figura 08).

**Figura 8** - Cisterna rural de 16m<sup>3</sup>



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Brito et al. (2007), sugere em seu trabalho que as cisternas contenham calçada para evitar infiltrações da água de chuva nas laterais da cisterna, cercas para evitar a proximidade de animais, e tubos em suas paredes, para permitir a renovação do oxigênio dissolvido na água. Ainda segundo a autora, um desses aeradores pode ser o próprio sangradouro.

Para dimensionamento do volume total de água para as famílias, deve-se conhecer o número de pessoas que consomem água da cisterna na residência ( $n$ ), consumo diário por pessoa ( $c$ ), onde Silva et al. (1984), *apud* Brito et al. (2007) estabelece 14L diário/pessoa, bem como o período sem chuvas de cada região ( $p$ ). Nesse caso, foi considerado por Brito et al. (2007) um período sem chuvas de 240 dias por ano sem chuvas.

Assim, a equação para volume total ( $V_{NEC}$ ) é:

$$V_{NEC} = n \times c \times p \text{ (m}^3\text{)} \quad (2)$$

### 2.3.1.5. Bomba

É de fundamental importância o uso de bombas para a retirada da água da cisterna, pois assim evita-se o contato direto de baldes, cordas, ou qualquer objeto que possa contaminar a água armazenada no reservatório (Figura 09). Desta forma, a água pode ser bombeada diretamente para um reservatório menor (BRITO et al. 2007).

**Figura 9** - Bomba manual



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

### 2.3.2. Manejo do sistema de captação de água

As águas de chuva que são armazenadas em cisternas na zona rural são utilizadas para consumo humano (cozinhar, beber) como para atividades domésticas. Por isso, neste caso, é necessário ter cuidado quanto à higienização desses reservatórios (ALVES et al., 2012).

Para manter a água da cisterna com qualidade, Brasil (2008) sugere evitar a entrada de animais, pessoas, objetos e substâncias na cisterna, reparar possíveis danos que venham acontecer à estrutura do reservatório, bem como descarte das primeiras chuvas que limpam o telhado e realizar algum tratamento na água, desde que seja bem orientado. Além de construir a cisterna em locais limpos e longe de fossas.

## 2.4. Programa um milhão de cisternas (P1MC)

O P1MC, Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais, tem como objetivo construir cisternas que satisfaçam as necessidades de água de boa qualidade para beber, cozinhar e para a higiene pessoal de uma família com cinco membros durante períodos de estiagem, bem como realizar a mobilização e capacitação das famílias, visando melhor convivência com o semiárido e suas adversidades (ASA, 2013).

O programa P1MC foi idealizado pela ASA (Articulação Semiárido Brasileiro), uma rede formada por mil organizações da sociedade civil que atuam na gestão e no desenvolvimento de políticas de convivência com a região semiárida desde 1999. Em 2003 o programa foi incluído na política governamental, tendo o governo federal, a organização das Nações Unidas, a Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN) e várias organizações estrangeiras e nacionais como fontes de recursos (FEBRABAN, 2013).

Segundo a ASA – Articulação no Semiárido Brasileiro (2013):

“A ASA foi criada em 1999, durante a 3ª Conferência das Partes da Convenção de Combate à Desertificação e à Seca (COP3), no Recife, a sociedade civil organizada e atuante na região semiárida brasileira promoveu o Fórum Paralelo da Sociedade Civil. Esse fórum provocou grande repercussão nos níveis regional e nacional, dando visibilidade às questões do Semiárido brasileiro. É durante o Fórum que a ASA lança a Declaração do Semiárido, se consolida enquanto articulação e propõe a formulação de um programa para construir 1 milhão de cisternas na região”.

As ações do P1MC são baseadas nos seguintes princípios: gestão compartilhada, parceria, mobilização social, educação cidadã, direito social, desenvolvimento sustentável e fortalecimento social (ASA, 2013).

Dessa forma, segundo a FEBRABAN (2013), o P1MC é gerenciado por instâncias de vários níveis, porém, no final do processo quando o usuário recebe a cisterna ele torna-se o responsável pelos cuidados com sua cisterna. Esses cuidados envolvem a parte física do sistema de captação, a qualidade e gerenciamento da sua água, bem como atuar como participante de capacitações.

Assim, os principais benefícios do P1MC consistem em assegurar a qualidade sanitária da água, na tentativa de eliminar os problemas de saúde e

de doenças relacionadas com a falta ou contaminação de água por patógenos, reduzindo a mortalidade infantil, e de certa forma reduzir o êxodo rural.

## **2.5. Percepção**

A percepção dos atores é uma ferramenta importante para o reconhecimento das condições ambientais por meio dos estímulos sensoriais, de modo que cada indivíduo, através de sua própria percepção, construa uma compreensão diferente diante de cada experiência vivenciada (GUIMARÃES, 2004).

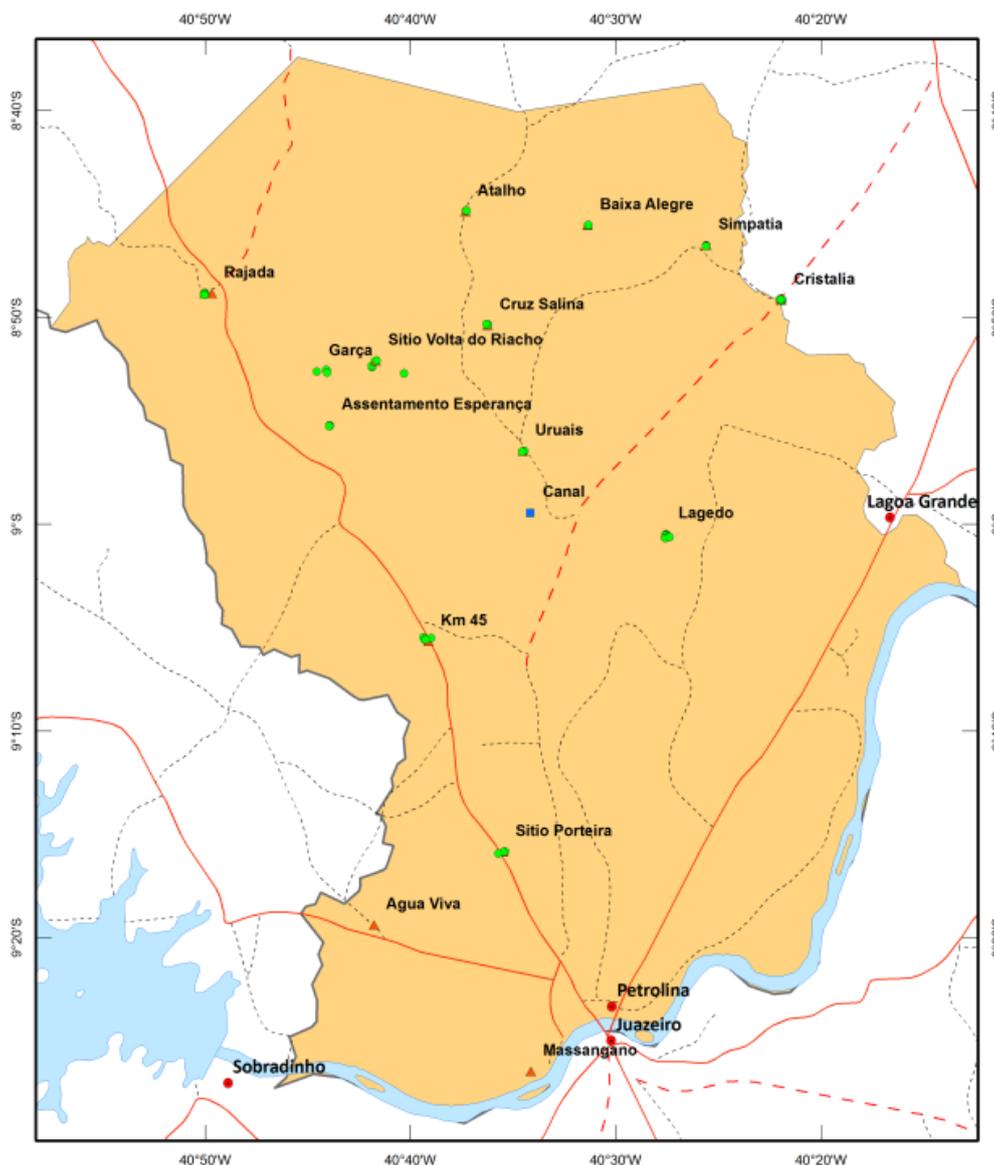
Assim, de acordo com Marçal (2005), a pesquisa deve ser elaborada de perguntas, organizadas de acordo com os objetivos de estudo de percepção.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1. Localidades contempladas pelo estudo**

Administrativamente o Município de Petrolina é composto por dois distritos sedes e 13 povoados. Dessa forma, a avaliação dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva foi realizada em 15 localidades do município de Petrolina-PE em função das unidades regionais da estrutura geopolítica do município, conforme segue: Água Viva, Assentamento Esperança, Atalho, Baixa Alegre, Cristália, Cruz de Salinas, Garça, Km 45, Lagedo, Massangano, Rajada, Simpatia, Sítio Porteira, Sítio Volta do Riacho e Uruás, conforme Figura 10.

**Figura 10** – Mapa de localização dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva no município de Petrolina, PE, avaliados no projeto CNPq/UNIVASF



Fonte: CNPq/UNIVASF, 2011

Todos os sistemas avaliados em cada localidade tiveram suas coordenadas geográficas determinados através do Sistema de Posicionamento Global (GPS) para formação do banco de dados que reuniram as informações obtidas no resultado do projeto.

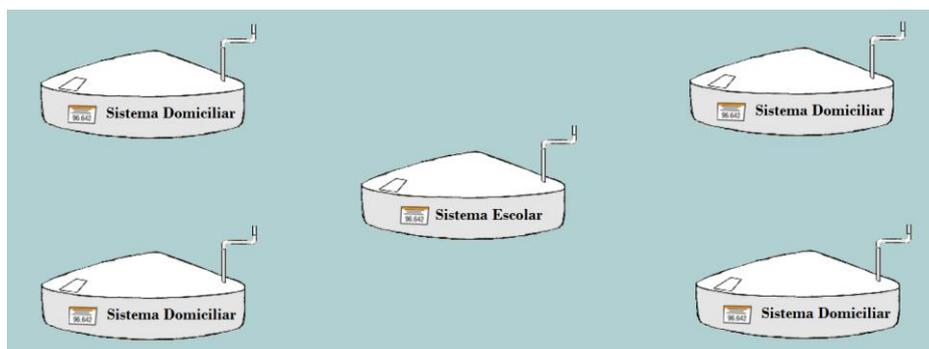
Essas localidades situam-se no clima Semiárido, quente, com baixa pluviosidade (entre 250 e 800 mm anuais). De acordo com os estudos meteorológicos realizados na UNIVASF, a precipitação anual em Petrolina em 2010 foi de 331,3mm de chuva, sendo que os meses da estação seca, nos

quais foram feitas as coletas de dados, contabilizou uma lâmina de 107,8mm de chuva.

### 3.2. Definição dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva para avaliação

Para o estudo da avaliação dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva, os sistemas foram definidos em função das escolas e dos domicílios em seu entorno, estabelecendo-se para cada escola, quatro domicílios, conforme Figura 11.

**Figura 11** - Determinação dos sistemas de captação escolar e domiciliar



Fonte: Adaptado de Brasil, 2008; Nascimento, 2011

Somente as localidades de Cristália e Rajada possuíam 2 escolas, totalizando 08 domicílios em Cristália. As duas escolas de Rajada e quatro domicílios ao seu entorno usam água encanada, bem como os domicílios de Água Viva e Massangago, não atendendo ao objetivo proposto, e por isso não foram contabilizadas.

Nas localidades de Assentamento Esperança, Garça e Km 45 não havia escolas, sendo analisados apenas os sistemas domiciliares. Mesmo em Lagedo apresentando apenas uma escola, foram feitas avaliações em nove domicílios por solicitação da Secretaria de Saúde do Município de Petrolina-PE, devido ao alto índice de doenças de veiculação hídrica registradas no local (Tabela 01).

**Tabela 1** - Determinação da quantidade de sistemas de captação, escolar e domiciliar, por localidade.

<b>LOCALIDADE</b>	<b>SIST. ESCOLAR</b>	<b>SIST. DOMICILIAR</b>	<b>TOTAL</b>
Água Viva	1	0	1
Assentamento Esperança	0	4	4
Atalho	1	4	5
Baixa Alegre	1	4	5
Cristalia	2	8	10
Cruz de Salinas	1	4	5
Garça	0	4	4
Km 45	0	4	4
Lagedo	1	9	10
Massangano	1	0	1
Rajada	0	4	5
Simpatia	1	4	5
Sítio Porteira	1	4	5
Sítio Volta do Riacho	1	4	5
Uruás	1	4	5
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>61</b>	<b>73</b>

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

### **3.3. Avaliação do sistema de captação de água de chuva**

A avaliação envolveu ações como a observação direta, in loco, com anotações das condições gerais dos sistemas de captação, registros fotográficos, conversas informais com os usuários da água e agentes de saúde, bem como aplicação de questionário (conforme apêndices A e B) na forma de entrevista feita aos responsáveis pela família e diretores das escolas.

No total, foram aplicados 73 questionários nas localidades, sendo 61 em domicílios e 12 em escolas, conforme foi mostrado na Tabela 01.

Para melhor avaliação, todas as informações coletadas foram organizadas em 3 grupos: (1) Identificação do sistema de captação de água de chuva, onde neste item foram abordadas questões sobre: sistemas

pertencentes ao P1MC, volume das cisternas, número de moradores por domicílio, origem da água das cisternas, frequência de abastecimento por carro-pipa, origem da água dos carros-pipa, componentes estruturais do sistema de captação e armazenamento de água de chuva, e estado de conservação das cisternas; (2) Identificação do manejo do sistema de captação de água de chuva, onde foram abordadas questões sobre: formas de retirada da água de cisterna, usos da água da cisterna, tratamentos realizados na água das cisternas, desvio das primeiras águas de chuva e frequência de abastecimento; e (3) Obtenção da percepção dos usuários quanto aos aspectos de captação de água de chuva, onde foram abordadas questões quanto: quantidade de água para o período sem chuva, qualidade da água da cisterna, forma de acesso à informação, conhecimento do P1MC, e treinamento na comunidade.

Os dois primeiros itens fazem parte do diagnóstico, onde os instrumentos utilizados foram a observação in loco e aplicação de questionário. O terceiro item, como o próprio título sugere, faz referência à percepção dos usuários, tendo apenas o questionário como instrumento de pesquisa.

Essa avaliação foi realizada separadamente, tanto para o sistema de captação de água de chuva domiciliar, quanto para o escolar.

## **4. RESULTADOS E DISCURSSÃO**

### **4.1. Avaliação do sistema de captação e armazenamento de água de chuva para domicílios e para escolas**

#### **4.1.1. Identificação do sistema de captação de água de chuva**

Neste tópico serão abordadas questões a respeito dos sistemas que pertencem ao P1MC; volume da cisterna; número de pessoas por casa; se a cisterna é abastecida apenas com água de chuva, ou carro-pipa, ou das outras duas maneiras; frequência de abastecimento de cisternas com água de carro-pipa e origem da mesma; bem como os componentes da cisterna e seu estado de conservação.

#### 4.1.1.1. Sistemas permanentes ao P1MC

Questionados se as cisternas domiciliares pertencem ao Programa P1MC, apenas 3% afirmaram que sim, e 97% afirmaram não pertencer, conforme Figura 12(a). As cisternas que pertenciam ao P1MC apresentavam placa de identificação, conforme (Figura 12(b)).

Esse resultado não é o esperado para a região, pelo fato de pertencer ao Semiárido brasileiro, já que o objetivo principal do P1MC é beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas destas regiões através da construção de cisternas de placas. Desde que surgiu, em 2003, até hoje, o P1MC construiu mais de 450 mil cisternas, beneficiando mais de 2 milhões de pessoas (ASA, 2013).

Quanto às cisternas escolares, 100% dos entrevistados disseram que as cisternas não pertencem ao P1MC. Alguns entrevistados apresentaram dúvidas quanto à origem da cisterna, mas acreditam que as mesmas foram construídas pela prefeitura municipal de Petrolina. Não foi encontrado placa de identificação do P1MC em nenhuma cisterna escolar.

Segundo a ASA (2013), desde 2010 a experiência de construir cisternas nas escolas foi ampliada para todos os estados do Semiárido, já que esta iniciativa está inserida no P1MC, como parte das ações de captação de água para consumo humano. Porém, de acordo com os dados obtidos neste estudo, essa experiência ainda não é uma realidade.

**Figura 12** - (a) Cisternas que pertencem ao P1MC; (b): Cisterna identificada do P1MC



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.1.2. Volume das cisternas

Quando avaliado o volume das cisternas domiciliares, quase todos entrevistados (97%) afirmaram que o volume da cisterna é de 16m<sup>3</sup>. O restante (2% e 1%) é de 8m<sup>3</sup> e 12m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 13).

Em relação ao volume das cisternas escolares, os gestores desconheciam essa informação. Por falta de instrumento de medição, não foi possível determinar o volume destas cisternas, mas foi observado que em algumas escolas estas cisternas eram maiores do que as encontradas, algumas ainda tinha formato retangular, outras chegavam a ter duas cisternas.

**Figura 13** - Volume das cisternas



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.1.3. Número de moradores por domicílio

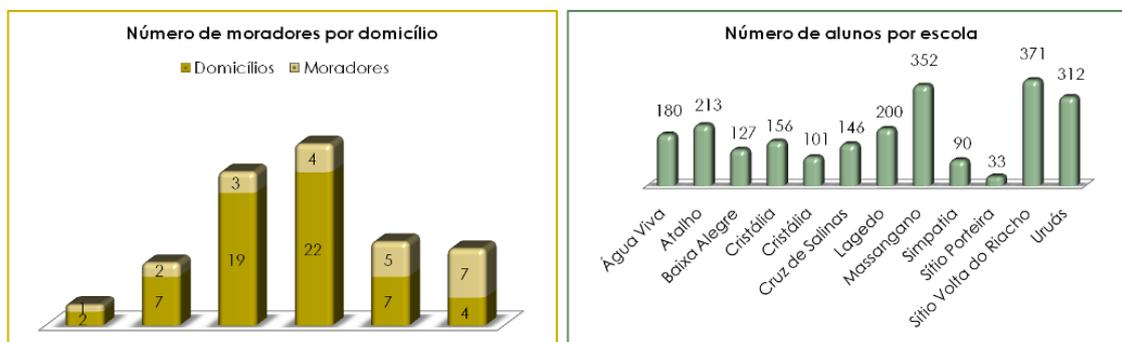
Quanto ao número de moradores por domicílio, conforme é mostrado na Figura 14, em ordem crescente de morador por domicílio, observa-se que em dois domicílios havia apenas um morador, sete domicílios com dois moradores, dezenove domicílios com três moradores, vinte e dois (maioria) com quatro moradores, sete domicílios com cinco moradores e quatro domicílios com seis moradores. Correlacionando os dados mostrados nas Figuras 12 e 13, e levando em consideração os relatos dos moradores, constatou-se que as cisternas com volumes de 12 e 8m<sup>3</sup> fazem parte das residências com menor quantidade de moradores.

Em estudos realizados em municípios do estado de Pernambuco e

Bahia, por Brito et al. (2007), o número de pessoas por domicílio variou de 1 a 14, onde foi considerando um período sem chuvas de 300 dias, o volume de água necessário variou na mesma proporção, de 4,2 a 58,8 m<sup>3</sup>, em relação ao número de pessoas por domicílio. Dessa forma, como as cisternas armazenam, geralmente, cerca de 16m<sup>3</sup>, para famílias com um número de pessoas maior que cinco, gera-se dependência de água de carros-pipa.

A respeito da quantidade de alunos por escola de cada localidade, a Figura 14 mostra também a quantidade de alunos em cada escola das localidades, onde variou de 33 a 371 alunos.

**Figura 14 - Número de pessoas por domicílio e alunos por escola**



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.1.4. Origem da água das cisternas

Devido à irregularidade das chuvas e o período de seca em que o nordeste brasileiro está inserido, os habitantes das localidades do município de Petrolina – PE encontram dificuldades em abastecer as cisternas apenas com águas de chuva. Dessa forma, para garantir o armazenamento de água nos períodos de estiagem os habitantes abastecem suas cisternas com águas oriundas de carros-pipa que coletam água em canais de irrigação, ou então são abastecidas das duas formas.

Quando perguntados se abastecem as cisternas domiciliares somente com água de chuva, apenas 7% disseram que sim, e 93% não, conforme Figura 16.

Analisando os dados por localidade constatou-se que dos 7% que

abastecem a cisterna só com água de chuva, a maioria refere-se à localidade do Km45. Nesta comunidade, há abastecimento em caixa d'água, com água encanada advinda de um canal. Porém, quando chove, a água é captada e armazenada nas cisternas. Foi observado também que dos quatro domicílios analisados, desta localidade, três apresentaram suas cisternas quebradas e no momento não estavam sendo utilizadas.

Na localidade de Cristália, os que captam água de chuva não utilizam o telhado como área de captação, por medo de contaminação pela presença de morcegos no telhado. Nesse caso, utilizam lonas que são colocadas sobre a cisterna, conforme mostra a Figura 15. Dessa forma, podem retirar essa área de captação improvisada para ser lavada, sempre que chegar o período chuvoso.

Essa medida torna-se até aceitável, porém, certamente não é muito vantajosa, pois como a área de captação é muito reduzida, dependendo da intensidade e duração das chuvas, a cisterna pode não ser totalmente abastecida.

**Figura 155** - Área de captação de água de chuva alternativa



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

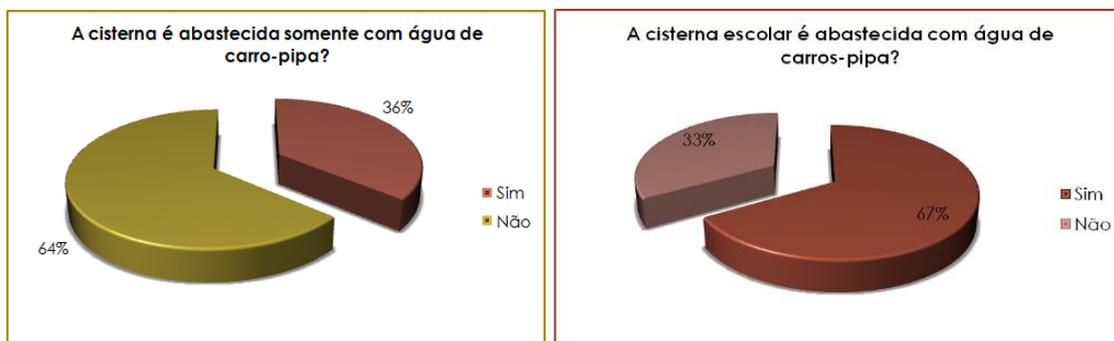
Quanto às cisternas escolares, 100% responderam que nunca tinham captado água de chuva. Esses dados foram confirmados por registros fotográficos das estruturas destas cisternas, já que as mesmas não apresentavam calhas no telhado.

**Figura 16** - Quantidade de cisternas que captam apenas água de chuva

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Perguntado se as cisternas domiciliares são abastecidas somente por água de carros-pipa, observou-se que 36% das cisternas são abastecidas somente com água de carros-pipa (Figura 17).

Quanto às cisternas escolares, 67% disseram que sim. Os 11% que não abastecem a cisterna com água de carro-pipa referem-se a cisternas abastecidas com água encanada.

**Figura 17** - Quantidade de cisternas (domiciliar e escolar) abastecidas apenas com água de carros-pipa

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Os dados analisados mostram que em alguns domicílios, mesmo apresentando calha e conexão, abastecem as cisternas com água oriunda somente de carros-pipa, como foi observado na Figura 16.

Foi observado que nos muros das escolas havia buracos que facilitam a entrada da tubulação para abastecimento das cisternas com água de carros-pipa, conforme a Figura 18. A Figura 19 mostra um carro-pipa abastecendo uma cisterna residencial, dessa mesma forma acontece com as cisternas

escolares.

**Figura 16** - Abertura em muros das escolas para abastecimento de cisternas com água de carro-pipa



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

**Figura 17** - Abastecimento de cisternas com água de carro-pipa



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

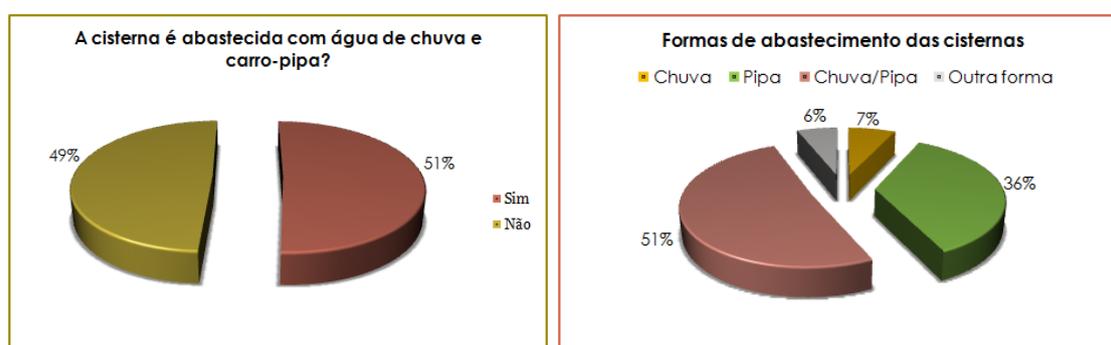
Segundo a ASA (2013), de acordo com o relatório Direito de Aprender, produzido em 2009 pelo UNICEF, das 37,6 mil escolas da zona rural da região semiárida, 28,3 mil não são atendidas pela rede pública de abastecimento de água.

Tavares (2009) comenta em seu estudo que a aceitação, por gestores dos órgãos públicos, de águas de carros-pipa para o abastecimento das cisternas vai de encontro com os princípios propostos pelo P1MC. Dessa maneira há impedimento na sustentabilidade de projetos federais e estaduais que podem trazer saúde e bem estar para a comunidade rural, pelo fato de

aceitarem usar águas com origem desconhecidas.

Quanto ao abastecimento da cisterna domiciliar com água de chuva e carro-pipa, respectivamente, 51% adotam essa prática, pois segundo eles, o período de chuva é muito curto em relação ao de estiagem, dessa forma, quando a água de chuva armazenada na cisterna acaba, os mesmos a completam com água de carros-pipa para suprir suas necessidades (Figura 20).

**Figura 20** - Quantidade de cisternas domiciliares que recebem água de chuva e carros-pipa, e formas de abastecimento



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Vale ressaltar que na localidade de Uruás, uma das cisternas estava quebrada, porém era abastecida das duas formas.

Para os questionamentos sobre o abastecimento apenas com água de chuva, ou apenas através de carros-pipa, ou ambas as formas (apresentados nas Figuras 16, 17 e 20, respectivamente), os dados de cisternas domiciliares da localidade de Sítio Porteiras não foi contabilizada, conforme é explicado abaixo.

Foi investigado e constatou-se que quase toda a localidade de Sítio Porteira abastece suas cisternas via rede de distribuição, cuja água é oriunda de um canal de irrigação, Figura 21. Em seu estudo, Miranda (2011) comenta que, quando convivem com o sistema de água encanada, os usuários tendem a valorizar mais o sistema adutor, em relação às novas tecnologias, como os sistemas de captação e armazenamento de água de chuva.

**Figura 21** - (a-b-c-d) Abertura em cisternas para entrada da tubulação para abastecimento com água de canal, na localidade de Sítio Porteiras-PE



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Uma das residências na localidade de Sítio Porteiras, que abastece a cisterna com água do canal de irrigação, começou a coletar água de chuva, porém esse dado não foi contabilizado, pois a água captada não vai para a cisterna, e sim para uma caixa d'água, sem tampa e sem desviar as primeiras águas, conforme Figura 22.

**Figura 22** - Sistema de captação de água de chuva em caixa d'água, na localidade de Sítio Porteiras-PE



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.1.5. Frequência de abastecimento por carro pipa

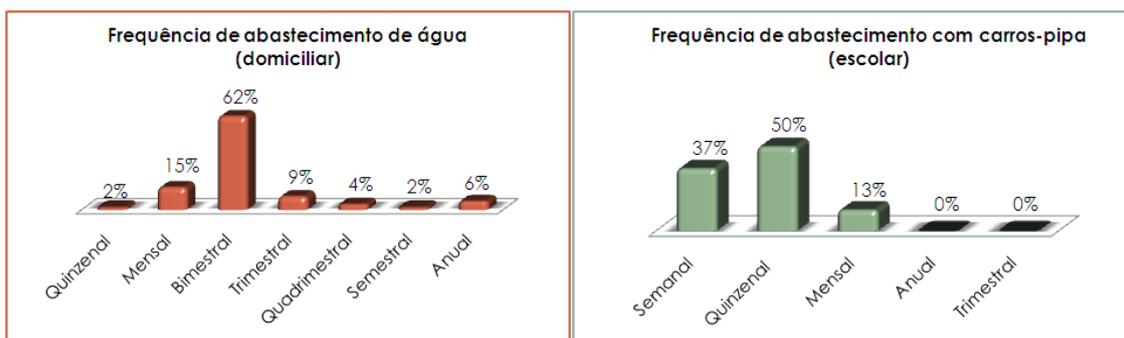
A partir dos dados obtidos sobre o abastecimento das cisternas por meio de carros-pipa, foi então questionado a frequência de abastecimento e origem da água dos carros-pipa.

Dessa forma, segundo a Figura 23, das cisternas domiciliares que são abastecidas por carros-pipa, a maioria, 62%, abastecem suas cisternas bimestralmente.

Das cisternas que abastecem anualmente, duas são da localidade de Rajada, onde apenas uma é abastecida com água de carro-pipa e outra é abastecida tanto com carro-pipa quanto por chuva. A possível explicação para este fato é que, nessa localidade foi identificada uma adutora que leva água até um chafariz que abastecem os domicílios, e por isso a cisterna só receba água de carro-pipa anualmente.

Quanto as cisternas escolares, a maioria é abastecida por carros-pipa semanalmente e quinzenalmente. Essa alta frequência de abastecimento pode ser explicada pelo grande número de usuário (alunos) nas escolas.

**Figura 23** - Frequência de abastecimento de água por carro-pipa nas cisternas domiciliares e escolares



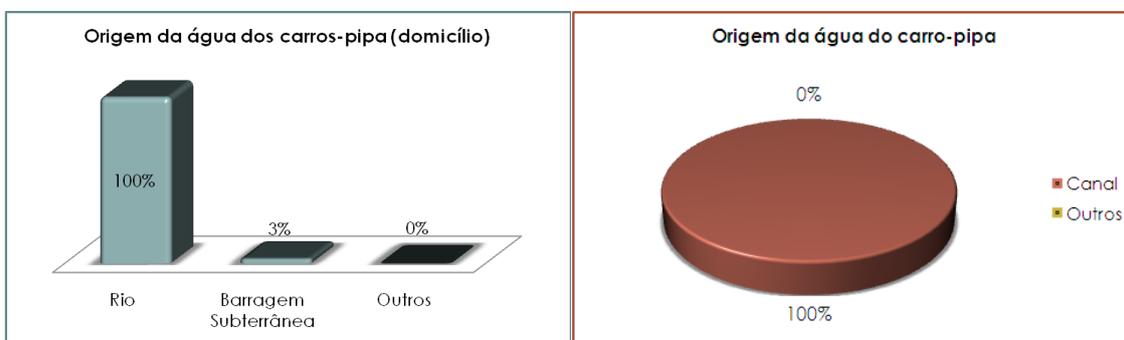
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.1.6. Origem da água dos carros pipa

Em relação à origem da água advinda dos carros-pipa, em todas as localidades, segundo os entrevistados, a água teve como origem o rio (Figura 24), sendo que os mesmos usavam a palavra “rio” para referenciar os canais de irrigação. Nas localidades de Baixa Alegre e Atalho, foi identificado através de relatos que os usuários fazem uso de outras técnicas de captação da água, como barragens subterrâneas nas proximidades.

Segundo os diretores escolares que abasteciam suas cisternas com água oriunda dos carros-pipa, afirmaram que a mesma tinha origem dos canais de irrigação que passavam próximo a cada localidade, conforme Figura 24.

**Figura 24** - Origem da água dos carros-pipa



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A Figura 25 mostra um dos canais citados pelos entrevistados e o momento em que um dos carros-pipa é abastecido para distribuição das águas nas cisternas domiciliares.

**Figura 25** - (a) Coleta de água dos carros-pipa em canal de irrigação e (b) Abastecimento de cisternas com água de carro-pipa

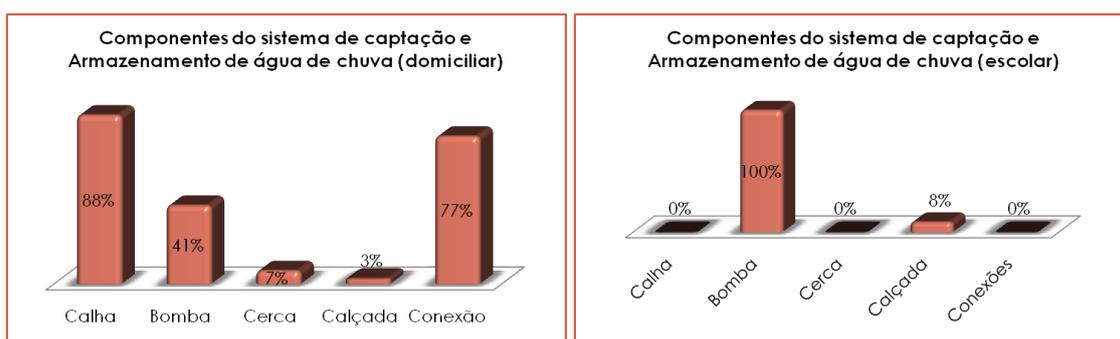


Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.1.7. Componentes estruturais do sistema de captação e armazenamento de água de chuva

Através da observação in loco, foi constatado que dos 61 sistemas avaliados, 88% apresentaram calha, 41% tinham bombas, apenas 7% deles tinham cerca para proteger a água das cisternas de dejetos de animais, em 3% cisternas havia calçadas e em 77% delas havia conexões (Figura 26). Tendo em vista as informações abordadas nas Figuras 16 e 20 (referentes ao abastecimento de cisternas com águas de chuva e abastecimento de cisternas tanto com águas de chuva quanto de carros-pipa, respectivamente), dos 54 domicílios que apresentam calha em seu telhado, apenas 35 captam água de chuva.

Nos sistemas de captação de água de chuva das escolas, nenhuma apresentava calha, já que nenhuma cisterna capta água de chuva, todas tinham bombas, nenhuma tinha cerca e 8% tinham a cisterna numa calçada e nenhuma tinha conexões (Figura 26).

**Figura 26** - Componentes dos sistemas de captação e armazenamento de chuva

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A coleta da água foi feita por meio de calhas, onde quase todas eram de zinco. Já as conexões, eram todas de PVC (Figura 27). O fato de ter conexões, não implica dizer que captam água de chuva. Segundo os entrevistados muitas destas conexões não estavam conectadas no momento de observação, porém estavam guardadas dentro de casa.

**Figura 27** - (a-b) Conexões e calhas nos telhados das residências que captam água de chuva

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Durante o estudo foram observados dois tipos de bombas, manual e outra com acionamento elétrico. Nesse caso, a água é bombeada para uma caixa d'água situada em cima da residência, permitindo assim, que a mesma seja distribuída para as torneiras da casa, conforme Figura 28.

**Figura 18** - (a) Bomba manual para retirada da água, (b) Bomba elétrica para retirada da água



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

As cisternas devem ser cercadas para não permitir seu contato com animais, evitando que os mesmos subam nela e acabem levando sujeira para dentro delas (Figura 29).

**Figura 29** - (a-b) Cercas nas cisternas que a protegem de dejetos animais



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A Figura 30 mostra algumas das escolas sem calha, e mostra bombas elétricas nas cisternas para retirada da água. A Figura 31 mostra a única cisterna escolar com calçada.

**Figura 30** - (a-b-c) estrutura do telhado sem calhas e bombas elétricas nas cisternas escolares



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

**Figura 31** - Calçada em cisterna escolar



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

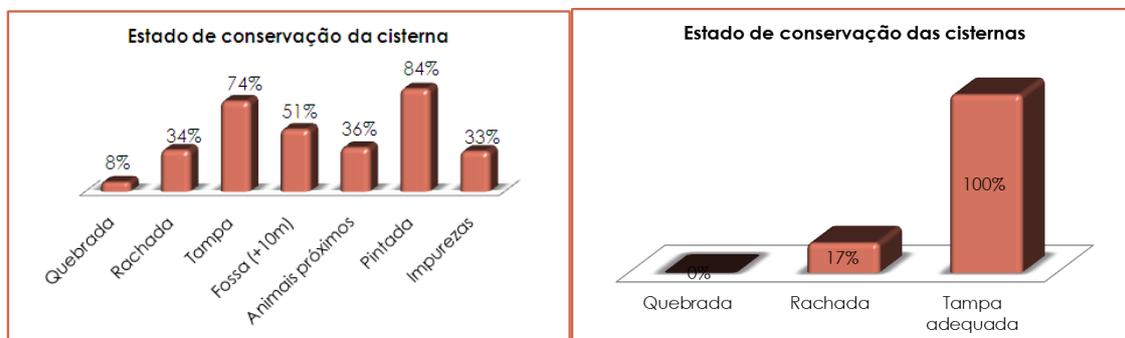
#### 4.1.1.8. Estado de conservação das cisternas

Em relação ao estado de conservação das cisternas domiciliares, foi observado que 8% estavam quebradas, 34% apresentavam rachaduras, 74% apresentaram tampas adequadas, em 51% cisternas havia fossa a mais de 10 metros das mesmas, 36% tinham animais próximos a elas, 84% estavam pintadas, e em 33% delas foi constatado impurezas na água, como objetos, pedaços de materiais de construção, inclusive animais dentro da cisterna, como peixes e camarões, conforme mostra a Figura 32.

Em relação ao estado de conservação das cisternas escolares, foi observado que nenhuma estava quebrada, 17% apresentavam rachaduras com vazamento, e todas apresentavam tampa adequada, conforme Figura 32

(estado de conservação). A Figura 31, também mostra a cisterna rachada e vazando água.

**Figura 32** - Estado de conservação das cisternas



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Estudos realizados pela EMBRAPA (2010), em cisternas no meio rural do Semiárido apontam problemas físicos da estrutura da cisterna. Seus dados mostram que das 1.328 famílias amostradas, 37,1% dos entrevistados declararam que a cisterna apresentou algum tipo de problema, como: rachaduras, vazamentos, bomba que não funciona, tampa com defeito, dentre outros.

Segundo Andrade Neto (2004), é essencial que a cisterna esteja com tampa adequada e que a mesma não apresente rachaduras, ou outros tipos de aberturas.

Segue registros fotográficos de algumas cisternas, de acordo com os dados do estado de conservação das cisternas, apresentados na Figura 33. As cisternas rachadas são altamente propícias à contaminação, pois suas rachaduras servem como porta de entrada para impurezas aumentando o risco de contaminação (BRASIL, 2008).

**Figura 33** - (a) Cisterna rachada com tampa inadequada, (b) Cisterna com tampa adequada



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

As fezes e urina dos animais que ficam em cima da cisterna, podem escorrer para dentro do reservatório, contaminando a água (BRASIL, 2008). Por isso devem-se tomar providências para que os animais não tenham contato com a cisterna, para que não aconteça o que é mostrado na Figura 34.

**Figura 34** - (a-b) Animais próximo às cisternas sem cerca



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Para garantir que a água da cisterna não seja contaminada é recomendado que fossas, banheiros, e criações de animais fiquem no mínimo a dez metros do local (TAVARES, 2009), conforme Figura 35.

**Figura 35** - Fossa séptica próxima à cisterna domiciliar na localidade de Cristália



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Ainda segundo Tavares (2009), em estudo semelhante, das 132 famílias, 79% apresentavam fossas em seus domicílios, onde, deste total, 80% estão à distância adequada de mais de 10m.

Para um bom funcionamento da cisterna é aconselhável pintá-la de branco, pois dessa forma ela refletirá os raios do sol evitando o aquecimento da água em seu interior (BRASIL, 2008). A Figura 36 mostra pinturas em cisternas.

**Figura 36** - (a) Cisterna sem pintura, (b) Cisterna pintada de verde e (c) Cisterna pintada de branco



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.2. Identificação do manejo do sistema de captação de água de chuva domiciliar e escolar

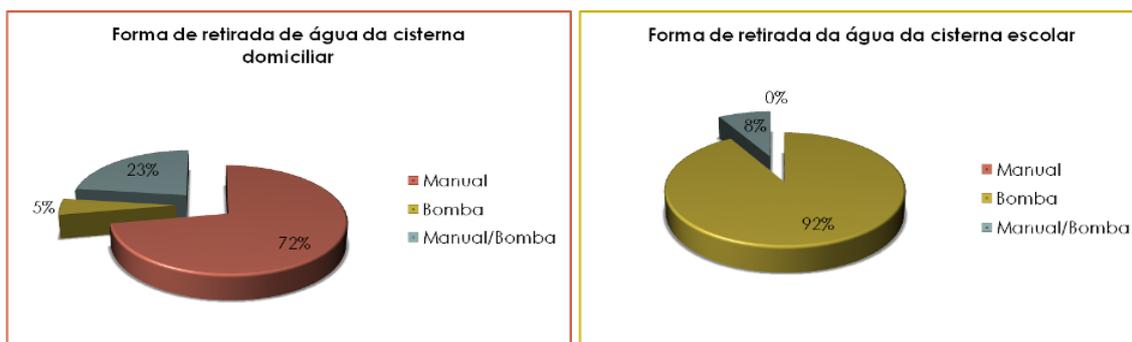
Neste tópico serão abordadas questões a respeito das formas de retirada da água de cisterna; usos da água da cisterna; tratamentos realizados na água das cisternas; desvio das primeiras águas de chuva e frequência de abastecimento.

##### 4.1.2.1. Formas de retirada de água de cisterna

A forma como é retirada a água de dentro da cisterna é determinante para a segurança sanitária dela e conseqüentemente dos seus usuários. Dessa forma, quando perguntados sobre a forma de retirada da água da cisterna domiciliar, 72% responderam que retiram a água de forma manual, na maioria dos casos com baldes auxiliados com uma corda. Apenas 5% fazem a retirada de forma adequada, utilizando apenas a bomba, e 23% utilizam as duas formas de retirada, conforme Figura 37.

Resultados semelhantes foram encontrados em estudos da EMBRAPA (2010) no Semiárido brasileiro, onde de 1.328 amostras estudadas, 85,9% das famílias retirava água da cisterna de forma manual. Assim, se esses utensílios não forem adequadamente higienizados, podem ser uma possível fonte de contaminação dessas águas.

Quanto à forma de retirada da água da cisterna escolar, 92% dos entrevistados retiram a água com o auxílio de bomba, onde a maioria delas eram bombas elétricas; 8% realizavam a retirada tanto de forma manual quanto com bomba (Figura 37).

**Figura 37** - Forma de retirada de água da cisterna

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Conforme foi apresentado na Figura 26, 41% dos sistemas domiciliares possuem bombas, porém muitas delas, em algumas localidades, apresentavam-se com defeito, limitando aos moradores retirar a água da cisterna apenas de forma manual, com o auxílio de baldes (Figura 38). Resultados de Miranda (2011) são semelhantes aos encontrados. Neste estudo, apenas 25% das famílias no cariri paraibano, fazem uso da bomba para retirada da água da cisterna, os demais utilizam baldes amarrados a uma corda.

**Figura 38** - Retirada manual de água, devido defeito em bomba

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

É aconselhável retirar a água das cisternas somente com um auxílio de uma bomba, pois isso permite que não aja o contato direto das mãos ou de objetos que possam estar contaminados. Caso a bomba encontre-se quebrada,

sugere-se que seja usado um balde sempre limpo e usado somente para esta função, além de lavar as mãos sempre que for manusear a água da cisterna (BRASIL, 2008).

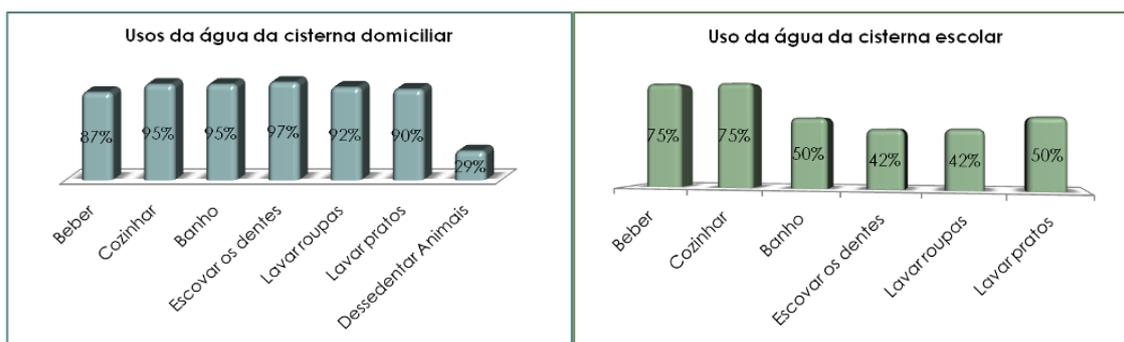
#### 4.1.2.2. Usos de água de cisterna

Quanto ao uso da água da cisterna, quase todos os entrevistados usam a água tanto para beber, cozinhar, tomar banho, escovar os dentes, quanto lavar roupas e pratos, e 29% usam a água para dessedentar animais, conforme mostra Figura 39.

Quanto ao uso da água das cisternas nas escolas, 75% as usam para beber e cozinhar alimentos para refeição dos alunos, 50% as utiliza para tomar banho e lavar pratos, e 42% para lavar roupas e para escovar os dentes, conforme mostra a Figura 39.

Os resultados obtidos por Miranda (2011) corroboram com os resultados encontrados neste estudo, onde os usuários utilizam a água tanto para os fins disposto por Silva et al. (1984), como: beber, cozinhar e higiene pessoal básica os que foram supracitados, bem como diversos outros fins.

**Figura 39 - Diferentes formas de uso da água de cisternas na escola**



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.2.3. Tratamentos realizados na água das cisternas

Quanto ao tratamento da água, os entrevistados foram questionados

sobre quais os tipos de tratamentos realizam na água da cisterna domiciliar, conforme Figura 40. O tratamento mais utilizado é a cloração da água, feita em 95% das cisternas domiciliares, seguida da filtração, com apenas 10% das cisternas, sendo que em 7% dos usuários não realiza nenhum tipo de tratamento na água.

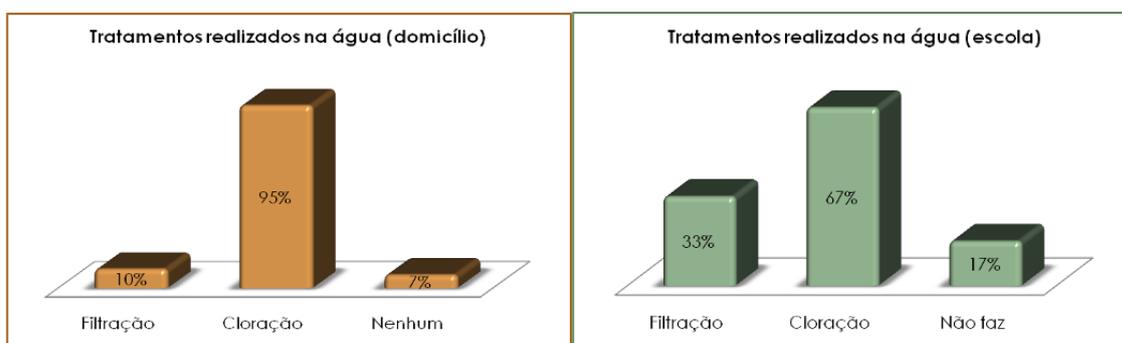
Em conversa com moradores, foi constatado que alguns faziam uso indiscriminado da água sanitária, despejando 1 litro deste produto dentro da cisterna. Segundo Brasil (2008), para uma cisterna de 16m<sup>3</sup> deve-se colocar 1,6 litros de hipoclorito de sódio a 2,5% e aguardar 30 minutos antes de consumir a água.

Porém, segundo estudos, a mistura do cloro com a matéria orgânica presente na água bruta para desinfecção pode sofrer reações, e a partir dela ser formada uma substância carcinogênica, os trihalometanos (THMs) (LEÃO, 2008). Dessa forma, a prática mais correta para evitar a formação destas substâncias é realizar a cloração da água após sua filtração, assim a matéria orgânica presente na água fica retida nos filtros, não reagindo com o cloro na água filtrada.

Quanto às cisternas escolares, cerca de 33% filtram a água, 67% realizam a cloração, 17% não fazem nenhum tipo de tratamento dessas águas, conforme é mostrado na Figura 40.

Neste estudo, foi constatado que os tratamentos realizados na água das cisternas, no meio rural do Semiárido do município de Petrolina-PE são a cloração e filtração, tanto em domicílios quanto escolas. Esse mesmo tipo de tratamento foi descrito em estudos realizados por Brito et al. (2007).

**Figura 40** - Tratamentos da água da cisterna



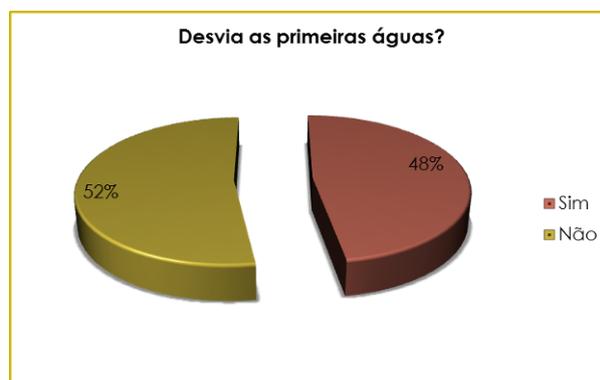
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.2.4. Desvio das primeiras águas de chuva

Questionados quanto ao desvio das primeiras águas de chuvas para limpeza do telhado, menos da metade dos domicílios (48%) afirmaram que realizam essa prática, e 52% não, conforme Figura 41. Segundo Amorim (2003), a água das primeiras chuvas deve ser eliminada, pois, esta primeira água lava o telhado das casas, que pode conter fezes de animais, poeira, folhas secas, restos animais e contaminar a água da cisterna.

Não houve desvio das primeiras em sistemas escolares, já que as mesmas não captam água de chuva.

**Figura 41** - Desvio das primeiras águas de chuva em sistemas domiciliares



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.2.5. Frequência de limpeza

Quando questionados quanto à frequência da limpeza das cisternas domiciliares, a maioria com 26% realizam a limpeza anualmente, seguida de 18%, bianualmente (Figura 42).

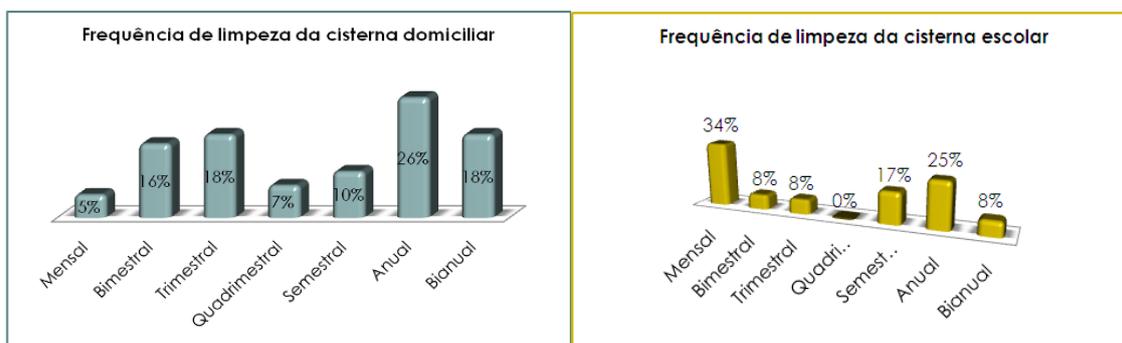
Quanto à frequência da limpeza das cisternas, a maioria, com 34%, respondeu que limpava mensalmente (Figura 42).

Dessa forma, quase todas as cisternas, domiciliares e escolares, estão dentro do recomendado como frequência de limpeza, excetuando as que são limpas a cada dois anos, já que, segundo Brito et al. (2007), a cisterna deve ser lavada e desinfetada pelo menos uma vez por ano, antes do início das chuvas, além de ser importante, também, que não ocorra a mistura da água antiga com

a nova. Porém, é importante não deixar a cisterna sem água, pois isso pode provocar rachaduras e possíveis infiltrações.

Além da cisterna, é recomendado lavar também, com água sanitária, a calha e o cano de conexão (BRASIL, 2008).

**Figura 42 -** Frequência de limpeza da cisterna



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.3. Obtenção da percepção dos usuários quanto aos aspectos de captação e manejo de água de chuva

Nesse tópico serão abordadas questões a respeito da quantidade de água para o período sem chuva; qualidade da água da cisterna; forma de acesso à informação; conhecimento do P1MC; e treinamento na comunidade.

##### 4.1.3.1. Quantidade de água para o período sem chuva

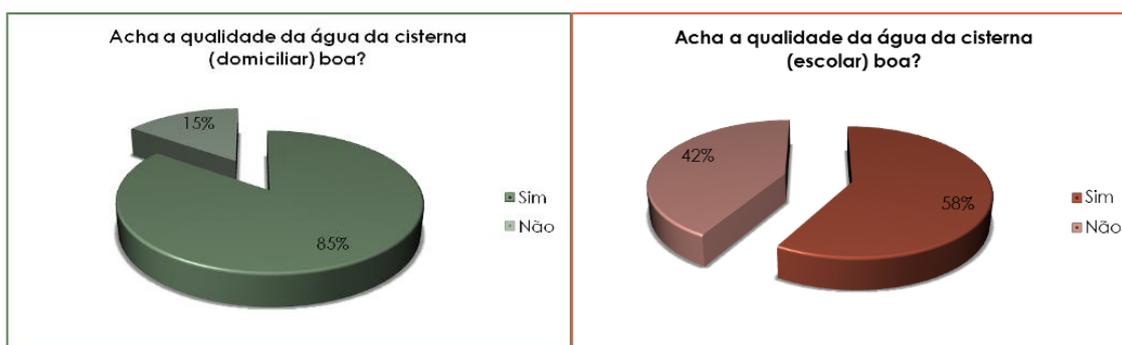
Em se tratando da percepção, que é a forma como cada indivíduo reage sobre o ambiente que está inserido, as respostas são expectativas vividas de cada ator. Assim, quando questionados se a quantidade de água na cisterna domiciliar é suficiente para o período sem chuvas, 100% dos entrevistados responderam que não.

#### 4.1.3.2. Qualidade da água da cisterna

Quando perguntados se acham a qualidade da água da cisterna domiciliar boa, 85% disseram que sim, e 15% não (Figura 43).

Quanto à qualidade da água da cisterna das escolas, 75% acham que sua qualidade é boa, contra 25% que não acham (Figura 43).

**Figura 43** - Qualidade da água da cisterna



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Segundo analisado nas respostas dos questionários, os entrevistados que não acham a qualidade da água da cisterna boa foram: dois domicílios das localidades de Sítio Porteiras e Atalho, um domicílio das localidades de Baixa Alegre, Sítio Volta do Riacho, Lajedo, Uruás e Cruz de Salinas, sendo que para a localidade de Sítio Porteiras a forma de abastecimento das cisternas acontece através de tubulações que transportam água do Canal de Irrigação Maria Tereza.

#### 4.1.3.3. Forma de acesso à informação

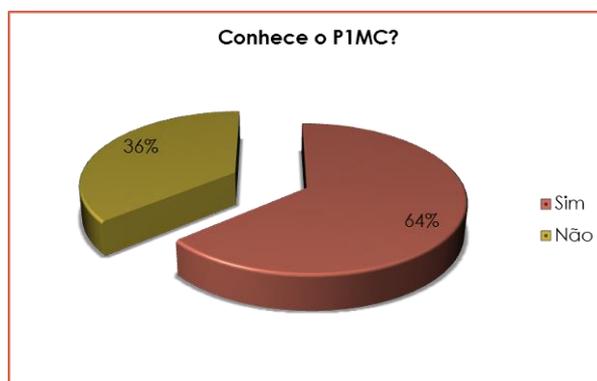
Para saber se os entrevistados, do sistema domiciliar, buscam informações, foi então questionado como os mesmos têm acesso à informação. Assim, através dos dados apresentados na Figura 44, foi observado que a maioria tem o rádio, a televisão e jornais como os principais veículos de informação.

**Figura 19 - Acesso à informação**

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

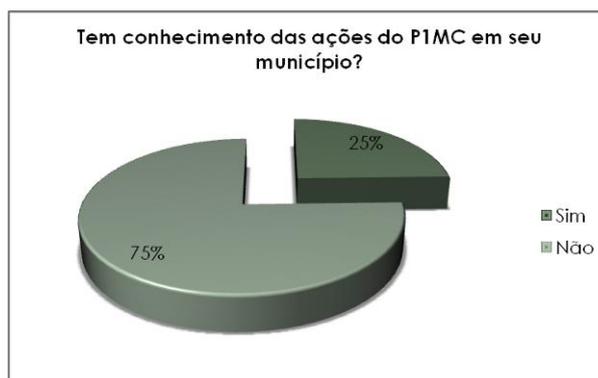
#### 4.1.3.4. Conhecimento do P1MC

Este questionamento tem como objetivo mostrar o conhecimento dos entrevistados, que apresentaram cisternas em seus domicílios, quanto ao P1MC. Dessa forma, quando questionados se conhecem o programa, 64% dos entrevistados responderam que sim, e 36 que não, conforme Figura 45.

**Figura 45 - Conhecimento a respeito do Programa 1 Milhão de Cisternas**

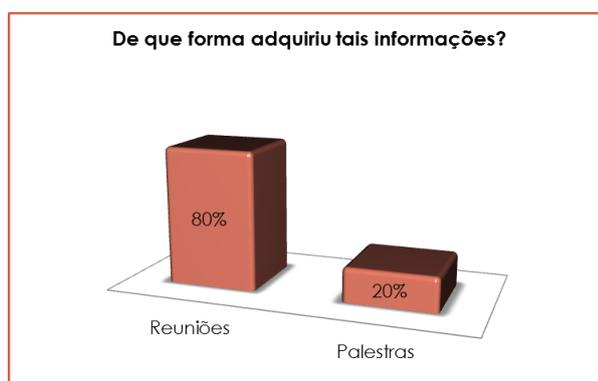
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Para os entrevistados que responderam que conheciam o P1MC, foi perguntado se eles conheciam as ações do P1MC em seu município. Assim, apenas 25% afirmaram conhecer tais ações (Figura 46).

**Figura 46** - Conhecimento das ações do P1MC em seu município

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Foi questionada a forma como os 25% (Figura 46) dos entrevistados adquiriram tais conhecimentos a respeito das ações do P1MC em seu município. Assim, 80% deles adquiriram através de reuniões e 20% com palestras, conforme Figura 47.

**Figura 47** - Forma como foi adquirida informações a respeito das ações do P1MC no município

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

#### 4.1.3.5. Treinamento na comunicação

Quando perguntados se havia necessidade de treinamento na comunidade a respeito do sistema de captação e armazenamento de água de chuva, 98% disseram que sim, e 2% que não, conforme Figura 48. Garça foi a localidade onde o entrevistado questionado não achou necessário o treinamento.

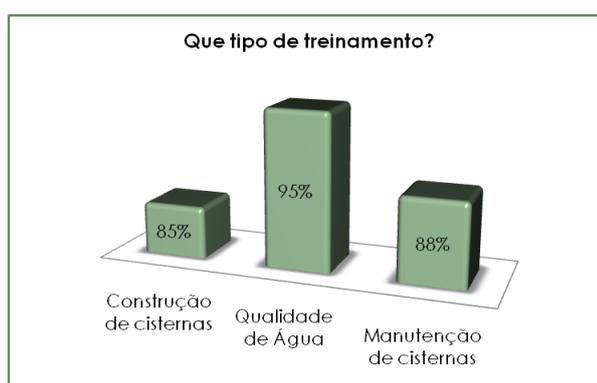
**Figura 48** - Necessidade de treinamento na comunidade a respeito do sistema de captação e armazenamento de água de chuva



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Foi então perguntado sobre qual temática seria interessante treinar a comunidade. Dessa forma, foi dado três opções, podendo o entrevistado escolher mais de uma opção: construções de cisternas; qualidade de água e manutenção de cisternas. Assim, 85% dos entrevistados optaram pela primeira opção, 95% deles optaram pela segunda, seguida da terceira opção com representação de 88% entrevistados, de acordo com a Figura 49. O resultado mostra o interesse e preocupação dos entrevistados em obter informações a respeito do manejo da cisterna para que se conserve uma água de boa qualidade.

**Figura 49** - Tipos de treinamentos necessários para a comunidade rural



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Estudos da EMBRAPA (2010) mostram que Quanto à sustentabilidade do programa, os dados mostraram que os cursos de capacitação sobre manejo da cisterna e uso da água, fornecidos pelas organizações ligadas a ASA

(Articulação no Semiárido Brasileiro, fórum de organizações não governamentais), mostraram-se extremamente eficazes, uma vez que 89,2% dos entrevistados consideraram o treinamento recebido adequado.

## 5. CONCLUSÃO

Foi observado que na zona rural do município de Petrolina-PE, como parte do Semiárido brasileiro, até o momento da coleta de dados não foi abrangido pelo “Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais” (P1MC).

Quanto ao volume de água necessário por família na zona rural, nota-se que a maioria das famílias se enquadra no volume proposto pelo P1MC, porém há casos em que o número de moradores foi superior a quantidade necessária de volume de água captada. Dessa forma as cisternas devem ser dimensionadas adequadamente para cada família, para que atenda em quantidade suficiente à população.

Quanto à origem da água das cisternas, os usuários abastecem suas cisternas tanto por água de chuva e/ou carros-pipa, bem como de canais de irrigação, através de encanações. Porém, grande parte dos moradores da zona rural deixa de captar água de chuva seja por não confiar na qualidade da água pluvial, seja pelo fato de se tratar de um período de estiagem muito longo, garantindo seu abastecimento de água através de carros-pipa.

Dessa forma, os resultados encontrados sugerem a necessidade de vigilância do transporte e do consumo da água de carros-pipa, bem como a necessidade de elaboração de legislação específica referente a este tema, pelos representantes governamentais. Além de incentivar novos estudos referentes ao sistema de captação e armazenamento de água de chuva, com a finalidade de estabelecer normas de utilização dessas águas em domicílios, escolas e demais habitações.

Quanto aos componentes estruturais do sistema de captação e armazenamento de água de chuva, maioria dos domicílios apresentavam calha e conexões, diferentemente das escolas. Porém, quanto à forma de retirada da

água das cisternas, nas escolas todas usavam bombas, e nos domicílios o número quase se inverte, isso acontece ou pelo fato de ausência da bomba ou porque a bomba fornecida apresenta dificuldades de uso, tanto pela pequena vazão dispersada, quanto pela fragilidade, levando o usuário a lançar mão do uso de baldes amarrados a cordas tornando essa prática numa possível fonte de contaminação da água armazenada.

Em relação a cercas e calçadas, o número de sistemas de captação, tanto em domicílios quanto em escolas, que apresentavam tais componentes foi bastante reduzido, o que aumenta as chances de animais deixarem dejetos próximos, bem como infiltração lateral.

Quanto à conservação do sistema de captação e armazenamento de água de chuva, cisterna com rachaduras, próximas à fossa, tampa mal vedada, criação de animais próximos às cisternas, bem como a ausência de limpeza periódica de todo o sistema, certamente apresentarão uma água de péssima qualidade.

As famílias devem ser devidamente instruídas para adotar práticas de manejo da água, através de programas contínuos de educação sanitária e ambiental, bem como reforçar os ensinamentos de poupar a água acumulada durante as chuvas para serem usadas no período de estiagem.

Quanto ao uso da água das cisternas, tanto em domicílios quanto nas escolas, os usuários fazem uso da água para diversos fins, além do que é recomendado como básico. Quanto às formas de tratamento, a cloração da água é a técnica mais utilizada, seguida da filtração, porém faltam orientações adequadas para a forma de realizar tais tratamentos.

Em se tratando da percepção dos usuários, para eles a quantidade de água armazenada na cisterna não é suficiente para o período de estiagem, corroborando com dados da alta frequência de abastecimento da cisterna domiciliar em curto período, porém acham a água de boa qualidade.

## REFERÊNCIAS

ALVES, D. F. S.; et al. **Análise do processo de armazenamento de água de chuva em Cisternas de Placas e sua utilização no município de Tavares, Estado da Paraíba.** In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação-VII CONNEPI, 2012, Palmas-TO. Ciência, Tecnologia e Inovação: Ações Sustentáveis para o desenvolvimento regional, 2012.

AMARAL, V. C.; et al. **Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos.** In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido, 2003, Juazeiro-BA. Captação de Água de Chuva: uma proposta sustentável para a melhoria da qualidade de vida e para o combate a fome, 2003.

ANDRADE NETO, C. O. de. Proteção sanitária das cisternas rurais. In: XI Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária E Ambiental. 2004, Natal, Brasil. **Anais.** Natal: ABES/APESB/APRH. 2004.

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro. Disponível em <[http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD\\_MENU=1150](http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=1150)>. Acesso em: 22 jul. 2013.

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro. Disponível em <[http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD\\_MENU=101](http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=101)>. Acesso em: 27 jul. 2013.

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro. Disponível em <[http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD\\_MENU=5622&WORDKEY=Cisterna](http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=5622&WORDKEY=Cisterna)>. Acesso em: 17 ago. 2013

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro. Disponível em <[http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD\\_MENU=1150](http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=1150)>. Acesso em: 25 mai. 2013.

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro. Disponível em <[http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD\\_CLIPPING=2205&WORDKEY=p1mc](http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_CLIPPING=2205&WORDKEY=p1mc)>. Acesso em: 27 jul. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 15527/2007.** “Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.”

AZEVEDO NETTO, J. M. Aproveitamento de águas de chuva para abastecimento. **BIO – Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, ano III, n.2, p.44-48, abr./jun. 1991. ISSN 0103-5134.

BEEKMAN, G.B. Gerenciamento integrado dos recursos hídricos, II CA. Brasília, 1999. [SETTI, Arnaldo Augusto ET AL. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica: Agência Nacional de Águas, 2001. p. 70].

BONACELLA, P.H.; MAGOSSO, L.R. A poluição das águas. **Ed. Moderna**: São Paulo, 1990.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. **Cartilha do programa cisternas para os convênios municipais**. Brasília – DF: MDS/SESAN/DGIP, 2008.

BRASIL. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro**. Ministério da Integração Nacional. 2005.

BRITO, L. T. de L.; et al. **Cisternas Domiciliares**: água para consumo humano. In: Luiza Teixeira de Lima Brito; Magna Soelma Beserra de Moura; Gislene Feitosa Brito Gama. (Org.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. 1ed. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2007, v. 1, p. 81-101.

CARLON, M. R.; POLETTE, M. **Percepção dos atores sociais quanto às alternativas de implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva**. 2005. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade do Vale do Itajaí.

CLARKE, R.; KING, J. O atlas da água. São Paulo: **Publifolha**, 2005.

CNPq/UNIVASF. **Mapa de localização dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva no município de Petrolina, PE, avaliados no projeto CNPq/UNIVASF**. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpqaguadechuva.univasf.edu.br/resultados.php>> Acesso em: 30 ago. 2013.

D'ALVA, O. A.; FARIAS, L. O. P. **Programa cisternas**: um estudo sobre a demanda, cobertura e focalização. Cadernos de estudos: desenvolvimento

social em debate. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Número 7. Brasília 2008.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Sumário executivo:** Avaliação da sustentabilidade do programa cisternas do MSD em parceria com a ASA (Água-Vida). Brasília-DF, fev. 2010.

FEBRABAN. Federação Brasileira de Bancos. **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o semiárido:** Projeto 1 Milhão de Cisternas. Disponível em: <[http://www.febraban.org.br/Noticias1.asp?id\\_texto=1161&id\\_pagina=61&palavra=p1mc](http://www.febraban.org.br/Noticias1.asp?id_texto=1161&id_pagina=61&palavra=p1mc)>. Acesso em: 22 jul. 2013.

FREITAS, M. de; RANGEL, D.; DUTRA, L. **Gestão de recursos hídricos no Brasil:** a experiência da Agência Nacional de Águas - 2000.

GNADLINGER, J. **A contribuição da captação de água de chuva para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro** – uma abordagem focalizando o povo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, 3., 2001. Campina Grande-PB, 2001. (anais eletrônicos).

GNADLINGER, J. Apresentação técnica de diferentes tipos de cisternas construídas em comunidades rurais do semiárido brasileiro. In: **Anais** do 1º Simpósio sobre Captação de Chuva no Semiárido Brasileiro. 1997. Petrolina, PE.

GUIMARÃES, M. **Educação ambiental crítica.** In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25-34.

LEÃO, V. G. **Água tratada:** formação de trihalometanos pelo uso do cloro e os riscos potenciais à saúde pública na mesorregião leste rondoniense. 2008. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília.

LEE, K. T.; et al. **Probabilistic design of storage capacity for rainwater cistern systems.** J. agric. Engng. Res., v. 3, n. 77, p. 343-348. 2000.  
MARÇAL, R. Estudo de Percepção: “Ouvir o Mercado” é essencial para manter uma estratégia eficiente de comunicação com Investidores e Analistas. **Revista RI.** 2005.

MEDEIROS, J.A.; INGUNZA, MARIA DEL PILAR DURANTE. **Cisternas rurais: uma alternativa ao fornecimento d'água as populações do Semiárido nordestino.** In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004, São Luís - MA. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004. v. U. p. 352-353.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME - MDS. **Cadernos de Estudos Desenvolvimento Social em Debate.** – N. 7 (2007)-. Brasília, DF. Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação, 2005 - 40 p.

MIRANDA, P. C. **Cisternas no cariri paraibano: avaliação das práticas de educação ambiental no uso higiênico da água.** 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba.

NASCIMENTO, G.S.G. **Sistema de captação e armazenamento de água de chuva: avaliação do perfil sanitário e diagnóstico estrutural em localidades do município de Petrolina-PE.** 2011. 51F. Monografia, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro-BA.

PEREIRA, O. J. , PAIVA J. B., ANDRADE E. M. **Rendimento da captação de água de chuvas pelas cobertas de telhas de barro.** Ciên. Agron., Fortaleza, v.14, n. 2, p. 91-96, dez. 1983.

PORTO, E. R.; et al. **Captação e Aproveitamento de Água de Chuva na Produção Agrícola dos Pequenos Produtores do Semiárido Brasileiro: O que tem sido feito e como ampliar sua aplicação no campo.** Centro de Pesquisa do Trópico Semiárido (CPATSA), 1999. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/132908> >. Acesso em 18 ago. 2013.

SILVA, A. de S. **Captação e conservação de água de chuva no semiárido brasileiro: cisternas rurais II - água para consumo humano.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 79 p. (Circular técnica ; 16)

SILVA, A. de S.; et al. **Cisternas Rurais: captação e conservação de água de chuva para consumo humano, dimensionamento, construção e manejo.** Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA: SUDENE, 1984. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 12).

SILVA, F.B.R.; et al. **Zoneamento agroecológico do nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossócioeconômico. Petrolina, PE: EMBRAPA – CPATSA, Recife, PE: CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993.

SSEC – Space Science and Engineering Center. Water vapor. Disponível em: [http://www.ssec.wisc.edu/data/comp/ww/LATEST\\_WV.gif](http://www.ssec.wisc.edu/data/comp/ww/LATEST_WV.gif). Acesso em: 25 de ago. 2013.

TAVARES, A.C. **Aspetos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no semiárido paraibano**. 2009. 165 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI** – Enfrentando a escassez. Rima Editora. São Carlos (SP), 2003.

VILLAR, L. M. A. et al. A percepção ambiental entre os habitantes da região Noroeste do estado do Rio de Janeiro. Esc. Anna Nery. **Rev Enferm**, Rio de Janeiro. V. 12, n. 2, p. 285 – 290, 2008.

Von Sperling, Marcos. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª.ed. Belo Horizonte: departamento de Engenharia Sanitária e ambiental-UFMG; 2005.

XAVIER, R. P. **Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano**. 2010. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais)-Universidade Federal de Campina Grande.

YURI, V. O. **Uso do balanço hídrico seriado para o dimensionamento de estruturas de coleta e armazenamento de água das chuvas**. Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis: UFSC, jan. 2003.

## APÊNDICE A

### Questionário: Sistema de Captação e Armazenamento de Água de Chuva Domiciliar

Cód. de identificação: \_\_\_\_\_ Entrevistador (a): \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Localidade: \_\_\_\_\_

#### IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

2. Cisterna do P1MC:  1. Sim 2. Não;
3. Volume da cisterna em Litros: \_\_\_\_\_;
4. Nº. Pessoas família que utilizam a água da cisterna ;
5. A cisterna só recebe água da chuva:  1. Sim 2. Não;
6. A cisterna só recebe água de carro-pipa:  1. Sim 2. Não;
7. A cisterna recebe água de chuva e carro-pipa?:  1. Sim 2. Não;
8. Se sim, qual a Frequência:  1. Semanal; 2. Quinzenal; 3. Mensal; 4. Anual; 5. Bimestral; 6. Trimestral; 7. Quadrimestral;
9. Origem da água do carro-pipa:  1. Rio 2. Barragem Subterrânea 3. Cacimba 4. Poço 5. COMPESA;
10. Componentes do sistema de captação e armazenamento:  1. Calha 2. Bomba 3. Cerca 4. Calcada 5. Conexão entre a cisterna e o telhado;
11. Estado de Conservação da Cisterna:  1. Quebrada 2. Rachada 3. Tem tampa 4. Fossa (10m) 5. Animal próximo 6. Pintada 7. Presença de impurezas na cisterna.

#### MANEJO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

12. Forma de retirar água cisterna:  1. Manual 2. Bomba;
13. Usos da água da cisterna:  1. Beber 2. Cozinhar 3. Banho 4. Escovar os dentes 5. Lavar Roupa 6. Lavar Pratos 7. Dessedentar animais;
14. Tratamento da água:  1. Filtração 2. Cloração 3. Não faz;
15. Desvia as 1ª. Águas de chuva:  1. Sim 2. Não;

**16. Limpeza da cisterna:**  1. Anual; 2. Bianual; 3. Mensal; 4. Semestral; 5. Trimestral; 6. Bimestral; 7. Quadrimestral.

**PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS QUANTO AOS ASPECTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA**

**17. Quantidade da água é suficiente para o período sem chuvas:**  1. Sim 2. Não;

**18. A qualidade da água da cisterna é boa:**  1. Sim 2. Não;

**19. Como você tem acesso à informação:**  1. Rádio 2. Revistas 3. Televisão 4. Jornais 5. Internet 6. Outros\_\_\_\_\_;

**20. Você conhece o P1MC em seu município:**  1. Sim 2. Não;

**21. Você tem conhecimento das ações do P1MC em seu município:**   
1. Sim 2. Não;

**22. Se sim, de que forma (reuniões, palestras etc):**  
\_\_\_\_\_;

**23. Necessidade treinamento na comunidade:**  1. Sim 2. Não;

**24. Se sim:** Construção  qualidade água  manutenção   
outras\_\_\_\_\_.

## APÊNDICE B

### Questionário: Sistema de Captação e Armazenamento de Água de Chuva Escolar

Cód. de identificação: \_\_\_\_\_ Entrevistador (a): \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Localidade: \_\_\_\_\_

#### IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

1. **Cisterna do P1MC:**  1. Sim 2. Não;
2. **Nº. alunos que utilizam a água da cisterna**
3. **Tratamento da água:**  1. Filtração 2. Cloração 3..Não faz
4. **A cisterna recebe água de chuva?**  1. Sim 2. Não
5. **A cisterna recebe água de carro-pipa:**  1. Sim 2. Não
6. **Sim. Frequência:**  1. Semanal 2. Quinzenal 3. Mensal 4. Anual 5. Trimestral
7. **Origem da água do carro-pipa:**  1. Canal 2. Compesa 3. Cacimba 4. Poço
8. **Componentes do sistema de captação e armazenamento:**  1. Calha  
2. Bomba 3. Cerca 4. Calçada 5. Conexão entre a cisterna e o telhado;
9. **Estado de Conservação da Cisterna:**  1. Quebrada 2. Rachada 3. Tampa.

#### MANEJO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

1. **Forma de retirar água cisterna:**  1. Manual 2. Bomba
2. **Usos da água da cisterna:**  1. beber 2. Cozinhar 3. Banho 4. Escovar dentes 5. Lavar roupa 6. Lavar pratos
3. **Tratamento da água:**  1. Filtração 2. Cloração 3. Não faz;

#### PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS QUANTO AOS ASPECTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

1. **A qualidade da água da cisterna é boa:**  1. Sim 2. Não