



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

GLAUCIA SUÊRDA GOMES DO NASCIMENTO

**Sistema de captação e armazenamento de água de chuva:
avaliação do perfil sanitário e diagnóstico estrutural em localidades
do município de Petrolina-PE**

Juazeiro – BA
2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

GLAUCIA SUÊRDA GOMES DO NASCIMENTO

**Sistema de captação e armazenamento de água de chuva:
avaliação do perfil sanitário e diagnóstico estrutural em localidades
do município de Petrolina-PE**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrícola e Ambiental.

Orientador: Prof^a. M.Sc Miriam Cleide Cavalcante de Amorim.

Juazeiro – BA
2011

N244s Nascimento, Glaucia Suêrda Gomes.
Sistema de captação e armazenamento de água de chuva avaliação do perfil sanitário e diagnóstico estrutural em localidades do município de Petrolina-PE / Glaucia Suêrda Gomes do Nascimento. – Juazeiro, 2011.
51f. ; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2011.

Orientador: Prof. (a) M.Sc Miriam Cleide Cavalcante de Amorim.

1. Águas Pluviais 2. Captação de água. Título. II.
Souza, Edvando Manoel de.

CDD 553.7

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

FOLHA DE APROVAÇÃO

GLAUCIA SUÊRDA GOMES DO NASCIMENTO

**Sistema de captação e armazenamento de água de chuva:
avaliação do perfil sanitário e diagnóstico estrutural em localidades
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.

Miriam Cleide C. de Amorim

Prof^a. M.Sc Miriam Cleide Cavalcante de Amorim (Orientador) – UNIVASF

Renato Garcia Rodrigues

Prof^o M. Sc. Renato Garcia Rodrigues – UNIVASF

Lúcio Alberto Pereira

Dr. Lúcio Alberto Pereira – Embrapa Semiárido

Homologado pelo Colegiado de Eng. Agrícola e Ambiental em ____/____/2011

À meu amado pai Raimundo Ferreira
do Nascimento, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar e me proteger todos os dias, por sempre estar no meu coração guiando meus caminhos e me ajudando a fazer as escolhas certas.

Ao meu amado pai Raimundo Ferreira do Nascimento pelo exemplo de honestidade e responsabilidade e por todo o apoio dado aos meus estudos. À minha querida mãe Solange Suêrda Gomes do Nascimento pelo amor incondicional e por sempre acreditar em mim.

Aos meus irmãos Paulo Stevo e Railani Rafaela pelo amor e carinho.

Às minhas amigas Jana e Monike por estarem sempre por perto, me apoiando e torcendo por mim. Amo muito vocês.

Aos meus colegas de trabalho, Naedja, Antunes, Tayron e Jane por estarem sempre disponíveis pra me ajudar e pela imensa contribuição nas atividades desse estágio.

A todos os professores que contribuíram pra minha formação, em especial a minha querida orientadora Miriam Cleide Cavalcante de Amorim pela amizade e confiança.

Ao CNPq e à UNIVASF.

Muito Obrigada!

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.

RESUMO

O semiárido brasileiro é marcado pela sazonalidade, dividido em estações bem marcantes, que vão desde os meses de total escassez aos períodos de chuvas irregulares. A falta de água nessa região se estende por períodos longos e faz da busca por esse bem natural um desafio para as pessoas que ali moram. As cisternas rurais surgem como uma alternativa eficaz, de baixo custo e fácil construção. Funcionam como reservatórios da água da chuva captada pelos telhados das casas que amenizam os efeitos causados pela seca e contribuem para a sobrevivência e melhoria da qualidade de vida da população. O presente trabalho teve como objetivo determinar o perfil sanitário da água de cisternas rurais de três localidades do município de Petrolina-PE e realizar um estudo de diagnóstico para conhecer as reais condições de manejo e conservação das mesmas. No período de novembro de 2010 a março de 2011 foram realizadas coletas nas cisternas estudadas. Através de análises físico-químicas e bacteriológicas verificou-se a qualidade da água das cisternas rurais tendo como padrão a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Os resultados obtidos apontam contaminação fecal na maioria das cisternas avaliadas. As análises físico-químicas ficaram dentro dos padrões de potabilidade. O diagnóstico físico estrutural e de manejo indicou inadequações do sistema.

Palavras-chave: água de chuva, cisternas, contaminação.

Nascimento, G.S.G. System to capture and store rain water: evaluation of diagnostic health profile and structural locations of the city of Petrolina-PE. 2011. 51F. Monograph, Federal University of São Francisco Valley - UNIVASF, Juazeiro-BA.

ABSTRACT

The semi-arid region is characterized by seasonality, divided into seasons quite remarkable, ranging from the months of complete lack of periods of irregular rainfall. Lack of water extends for long periods and this makes the search for a natural good challenge to people who live there. Tanks rural emerge as an effective alternative, low cost and easy construction. Act as reservoirs of rainwater captured on the roofs of the houses that alleviate the effects caused by the drought and contribute to the survival and improved quality of life. This study aimed to determine the health profile of the water tanks of three rural locations in the city of Petrolina and perform a diagnostic study to know the actual conditions of management and conservation measures. From November 2010 to March 2011 were collected in cisterns studied. Through physical-chemical and bacteriological verified the quality of rural water tanks in which the standard Ordinance 518/2004, Ministry of Health. The results obtained indicate fecal contamination in most tanks evaluated. The physical and chemical analysis were within the standards of potability. The physical diagnosis and management indicated structural inadequacies of the system.

Keywords: rain water tank contamination.

Sumário

1. Introdução	9
2. Revisão de Literatura	11
2.1 Qualidade de água e Legislação	11
2.2 Aproveitamento de água de chuva	14
2.3 Sistema de Captação de água de chuva	15
2.4 Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC	17
2.5 Metodologia de Análise de Água	18
3. Objetivos	19
4. Metodologia	19
4.1 O Projeto CNPq\UNIVASF	19
4.2 Localidades contempladas pelo projeto e abordadas no trabalho	20
4.3 Avaliação da Qualidade da Água	21
4.3.1 Definições dos pontos de amostragem em função das localidades	21
4.3.2 Coletas de amostras de água das cisternas	22
4.3.3 Procedimentos Laboratoriais	24
4.3.4 Procedimentos Analíticos	26
4.3.4.1 Parâmetros Físicos	26
4.3.4.1.1 Turbidez	26
4.3.4.1.2 Cor	26
4.3.4.1.3 Condutividade Elétrica	27
4.3.4.2 Parâmetro Químico	27
4.3.4.3 Parâmetro Bacteriológico	28
4.3.4.3.1 Coliformes Fecais	28
4.3.5 Doenças Transmitidas pela Água	30
4.4 Diagnóstico do sistema de captação de água de chuva	31
5. Resultados e Discussões	32
5.1 Qualidade de água	32
5.1.1 Parâmetro Microbiológico	32
5.1.2 Parâmetro Físico-químico	36
5.2 Diagnóstico	41
6. Considerações finais	47
7. Referências	48

1. Introdução

Desde a segunda guerra mundial houve uma redução em 62% das fontes de água de todo o planeta, muitos países já sofrem com a falta desse recurso hídrico, tendo que racionar o seu uso. Isso está evidenciado na escassez pela qual já passam países como o Japão e a Arábia Saudita (MEDEIROS & INGUNZA, 2004). O Brasil possui 12% das reservas mundiais de água doce, mas nem toda essa água é utilizável, grande parte está confinada no aquífero Guarani. Além disso, 80% da água doce disponível do Brasil estão na região Amazônica, onde vivem apenas 5% da população brasileira (GONDIM, 2001).

Dotada de apenas 2,7% do volume total de água do país, a região Semiárida é marcada pela sazonalidade, dividida em estações bem marcantes, que vão desde os meses de total escassez aos períodos de chuvas irregulares. É uma região de déficit hídrico, ou seja, a quantidade de chuva é menor do que a água que evapora. A falta de água se estende por períodos longos e faz da busca por esse bem natural um desafio para as pessoas que ali moram. Em algumas localidades a média pluviométrica gira em torno de apenas 200 mm/ano, daí a importância relevante de estocar a água da chuva adequadamente (GONDIM, 2001).

O desenvolvimento socioeconômico da região do Vale do São Francisco é possível devido à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF) que corta a região e fazem das cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA as mais importantes da região. A BHRSF é a terceira maior do Brasil (BBHSF, 2006), sendo de grande importância econômica para o semiárido tendo em vista a disponibilidade hídrica prontamente disponível (SÁ *et al.*, 2007). Porém, nem todas as pessoas são beneficiadas com essa fartura. Apesar do grande volume de água disponível nessa região, há uma enorme contradição já que famílias inteiras ainda sofrem com a falta de água até para suprir as necessidades básicas.

Em meio a adversidades para se conseguir o que beber, a água da chuva é a saída mais fácil e acessível para os sertanejos matarem a sede. As cisternas rurais surgem como uma alternativa eficaz, de baixo custo e fácil construção que auxilia e ameniza os efeitos ocasionados pela seca, que atinge a região semiárida do país, contribuindo de forma crucial para sobrevivência e melhor qualidade de vida da população rural. Trata-se de um reservatório destinado à captação e

armazenamento de água durante o período chuvoso, para que ela possa ser usada durante os meses sem precipitação (MEDEIROS & INGUNZA, 2004).

Em julho de 2003 foi lançado O “Programa Um Milhão de Cisternas” - P1MC que é coordenado pela Articulação no Semiárido – ASA, com o intuito de beneficiar cerca de cinco milhões de nordestinos, oferecendo água de qualidade para consumo humano, captada das chuvas e armazenada em cisternas com capacidade de 16 mil litros. Assim, a idéia é assegurar às famílias rurais o suprimento de água potável, provocando uma profunda transformação de valores vinculados à valorização da água como um direito essencial da vida e da cidadania, modificando suas relações com o ambiente, desenvolvendo a compreensão e a prática da convivência sustentável com o ecossistema do semiárido (ASA, 2011).

Assim, a cisterna tem se tornado uma tecnologia social na medida em que representa, de fato, solução de transformação. No entanto, têm sido identificados problemas associados com o manejo e a conservação da mesma agravados pela falta de conhecimentos necessários para a utilização adequada do sistema.

Realizou-se o trabalho de conclusão de curso - TCC - na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) tendo como objetivo principal o monitoramento da qualidade da água das cisternas de algumas localidades do sertão pernambucano, levando informação e esclarecimentos à população rural.

As atividades do TCC foram desenvolvidas no âmbito do Projeto Captação e armazenamento de água de chuva no Vale do São Francisco: educação sanitária e ambiental para a sustentabilidade e convivência com o semiárido, financiado pelo CNPq, sendo elas: coleta de amostras de água de cisternas de comunidades rurais do município de Petrolina-PE; análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, com o objetivo de conhecer a qualidade da água usada para o consumo dessa população; e o diagnóstico a cerca da real situação do sistema de capacitação das águas de chuva através da observação *in loco* das suas características relevantes.

2. Revisão de Literatura

2.1 Qualidade de água e Legislação

O estudo da qualidade da água é essencial tanto para qualificar os efeitos de uma atividade de caráter prejudicial quanto para prever subsídios de determinado uso. Além da qualidade desejada, é necessário também instituir padrões que sejam protegidos por um apoio legal, que faça cumpri-los através da justiça (VON SPERLING, 2005).

No semiárido brasileiro a quantidade de água disponível não atende as condições necessárias básicas de uma população de aproximadamente 18 milhões de pessoas. Entretanto, apresenta uma precipitação média anual de 700 mm, porém a distribuição é muito irregular, em relação às localidades e às estações, com uma taxa de evaporação muito alta, conforme destaca Gnadlinger (1997). Isso se constitui num grande obstáculo à permanência do homem no meio rural, devido à falta de água até mesmo para suprir suas necessidades básicas.

Em função dessa limitação de água, fontes alternativas são utilizadas para suprir essa insuficiência no abastecimento, como: açudes, poços e cacimbas, entretanto, ausentes de tratamento prévio para consumo humano. Assim também, tem-se o abastecimento a partir do fornecimento por carros-pipas, sendo esta prática bastante comum em comunidades do semiárido brasileiro. Segundo Cavalcanti *et al.* (2003), os carros-pipas são enviados pela prefeitura ou às vezes precisam ser pagos, o que os tornam inviáveis economicamente, pois pesa no orçamento familiar ocasionando um custo extra. Apesar de existirem essas fontes alternativas, faz-se necessário um tratamento prévio como forma de garantir a utilização dessa água para consumo humano. De acordo com Amorim e Porto (2003), fatores como transporte, armazenamento, manuseio e a origem da água afetam a qualidade, comprometendo a saúde pública.

É certo que não há políticas de qualidade no fornecimento de água em zonas rurais, desta forma, é de fundamental importância promover a segurança sanitária dessas águas. Os requisitos de segurança sanitária das águas pluviais estão diretamente relacionados com o fim a que se destinam (AMORIM & PORTO, 2003).

Dessa forma, a qualidade da água é avaliada por padrões definidos pela legislação brasileira, através de normas e leis, dentre elas a Portaria N^o. 518/2004 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004), que define os padrões de qualidade para a água destinada ao consumo humano e os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e à vigilância dessa qualidade, no âmbito nacional.

A água potável deve ter baixa turbidez e cor e ausência de coliformes termotolerantes em 100 ml de amostra. Para isso existem os padrões de qualidade embasados por suporte legal, conforme descrito na Tabela 01.

Tabela 01: Padrão de potabilidade da água segundo a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde		
Parâmetros	Unidade	VMP¹
Padrão microbiológico de potabilidade		
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	-	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	-	Ausência em 100 ml
Padrão de turbidez		
Turbidez	UNT	5
Padrão de potabilidade para algumas substâncias químicas		
PH	-	6,0 – 9,5
Aspectos Organolépticos		
Cor aparente	uH ²	15

NOTAS: (1) Valor máximo permitido
(2) Unidade Hazen (mg Pt–Co/L)

Fonte: Portaria 518 do Ministério da Saúde.

Esses padrões de qualidade são para o consumo humano quer ele distribuído por sistemas convencionais ou no caso do meio rural, por cisternas (BRITO et al., 2007).

As principais legislações brasileiras relacionadas à água que atualmente estão em vigor são o Código de Águas de 1934, a Política Nacional de Recursos Hídricos, de 1997, e a lei de criação da Agência Nacional de Águas. Não há nenhuma legislação em âmbito nacional específica sobre água de chuva. Alguns municípios brasileiros têm discutido a implantação de critérios ambientais na elaboração da legislação de suas cidades. A retenção da água de chuva, ainda pouco difundida aparece em algumas leis municipais como em Curitiba e São Paulo (JAQUES, 2005).

Geralmente, as águas de chuva são de boa qualidade, principalmente se comparada a outras fontes como carros-pipa, por exemplo, sofrendo contaminação no momento da captação através do contato com o telhado. De acordo com Plínio Tomaz (2003), a contaminação da águas das cisternas se dá primeiramente pelos dejetos de animais como ratos e aves que ficam retidos nas coberturas das casas, além de poeira e folhagens. Por isso, é aconselhável desprezar a primeira água que cai no telhado, lavando-o, pois apresenta um grau de contaminação bastante elevado, contendo uma série de microrganismos. Em seguida, é necessário submeter à água a tratamento por filtração e cloração, que são os mais utilizados no meio rural para garantir a segurança sanitária na intenção de atingir a sua potabilidade e estender o seu uso (BRITO et al., 2007).

Alguns cuidados impedem a contaminação da água quando ela já está acumulada nos reservatórios. O contato direto de pessoas (mãos) e objetos (balde, lata, corda) inapropriados pode contaminar a água da cisterna, por isso a água deve ser retirada através de uma bomba. Somente nos casos em que forem tomados os devidos cuidados higiênicos na retirada da água (lavar as mãos e usar baldes próprios) o uso dela pode ser dispensado. Outra precaução é o uso de uma cobertura (tela) que evite a entrada de insetos, outros pequenos animais e luz. A penetração de luz na água afeta a sua qualidade, na medida em que favorece a proliferação de algas que tornam a água imprópria para consumo humano (ANDRADE NETO, 2004).

Cisternas sem tampas adequadas, rachadas, com animais circulando próximo são grandes fontes de água contaminada. Isso foi confirmado pelo trabalho realizado por Amorim e Porto (2001) onde a água de todas as cisternas avaliadas acusou contaminação fecal. Manter a cisterna sempre tampada é essencial, pois não podem entrar na cisterna poeiras ou águas contaminadas, seja por aberturas, frestas ou infiltrações (ANDRADE NETO, 2004).

Segundo Brito et al. (2007) e Kato (2006), a qualidade da água de cisternas está comprometida em várias localidades estudadas do país. Foram encontrados níveis de contaminação que sugerem poluição causada por fatores como tipo de reservatório, materiais usados na sua construção, tempo de uso, o descarte das primeiras águas de chuva, permanência de volumes de água entre as estiagens

(volume morto), estado de conservação dos tetos e dos dutos que transportam a água (GNADLINGER, 2001).

2.2 Aproveitamento de água de chuva

Segundo Gnadlinger (2001), a coleta e armazenamento de água de chuva é uma técnica popular em muitas partes do mundo, especialmente em regiões áridas e semiáridas, pela sua simplicidade e por fornecer água de boa qualidade para consumo humano. A coleta de águas de chuvas em cisternas é uma opção viável para enfrentar a falta de água.

O aproveitamento da água de chuva pelo homem é datado de 2.750 a.C. na Mesopotâmia, onde já se utilizavam essas águas para a produção de alimentos, criação de animais e até mesmo consumo humano (TOMAZ, 2003). No Brasil, a prática de acumular águas de chuva em cisternas vem recebendo maior atenção nos últimos 25 anos.

A água de chuva está disponível na natureza por se tratar de um processo do ciclo hidrológico. Atualmente o artifício de aproveitá-la é praticado em países como Estados Unidos, Alemanha e Japão. No Brasil, o sistema é utilizado em cidades do nordeste, onde o seu proveito é possivelmente seguro e reduz problemas ocasionados pela seca (MAY, 2005).

No Nordeste brasileiro a captação das águas pluviais é uma solução viável e eficiente. Muitos estudos revelam que essa prática já tem efeitos notórios na busca pela solução da escassez. As comunidades rurais vêem na água de chuva um aliado no combate à seca (GNADLINGER, 2007).

Na maioria das localidades rurais e em pequenas cidades, os níveis de poluição e contaminação da atmosfera são baixos e não atingem concentrações capazes de comprometer significativamente a qualidade da água das chuvas, que é a água natural disponível de melhor qualidade, salvo raras exceções (ANDRADE NETO, 2004).

Ter conhecimento da qualidade das águas pluviais captadas é um fator de grande importância para o aproveitamento. É necessário estabelecer os padrões de

qualidade que a mesma deve atender, sendo que estes devem estar de acordo com os usos que se pretende fazer da mesma (HIDROAER, 2011).

A grande vantagem da captação de água de chuva é o fato de tornar esse recurso prontamente disponível a um baixo custo de instalação, possibilitando o aproveitamento das superfícies disponíveis na propriedade, sem ter que pagar taxas ou caminhar por longos percursos na busca desse bem. A maior desvantagem está na incerteza da precipitação devido à marcante sazonalidade da região Nordeste. Além dos cuidados importantes no manejo que precisam ser tomados para conseguir uma qualidade adequada da mesma.

2.3 Sistema de captação de água de chuva

O sistema de captação de água de chuva tem o princípio de coletar e armazenar para o uso quando necessário. Trata-se de uma tecnologia de solução local, já que tem a vantagem de permitir o armazenamento da água em seu lugar de uso reduzindo perdas por transporte e contaminação por manejo inadequado. Esses reservatórios são de fácil construção e tem a perspectiva de solucionar a demanda de água para consumo humano e animal, aproveitando o próprio telhado das construções.

É, portanto, mais uma alternativa para se chegar à convivência com o semi-árido. Segundo Medeiros & Ingunza (2004):

Algumas experiências existentes têm mostrado que as famílias que utilizam as cisternas já há algum tempo, tem tornado-se auto-suficientes em água para os usos domésticos que exigem melhor qualidade desse recurso (beber, cozinhar os alimentos), sentem-se satisfeitas, não precisam deslocar-se quilômetros a procura de água potável e são conscientes de sua importância na melhoria da qualidade de vida da família.

A viabilidade do sistema depende basicamente de três fatores: precipitação, dimensionamento da área de coleta (área do telhado) e volume a armazenar (demanda). O reservatório de água da chuva, por ser o componente mais dispendioso do sistema, deve ser projetado de acordo com as necessidades do

usuário e com a disponibilidade pluviométrica local para dimensioná-lo corretamente, sem inviabilizar economicamente o sistema.

O esquema da captação consiste em coletar a água da chuva que cai sobre o telhado das casas e guardá-la em um tanque de armazenamento, as cisternas conforme mostra a Figura 01. A conexão entre a cobertura e o reservatório é feita pelos canos conectores de PVC que só devem ser ligados depois do descarte das primeiras chuvas que lavam o telhado e eliminam as sujeiras. Para as comunidades rurais isso gera economia de tempo e dinheiro, o que é bastante útil na melhoria da qualidade de vida dos moradores (MEDEIROS & INGUNZA, 2004).



Figura 01: Esquema da captação e armazenamento de água em cisternas rurais.

Existem várias formas de construção das cisternas, como por exemplo, cisternas de tijolos, cisternas de cal, cisternas de plástico e cisternas de placas de cimento com tela de arame (Figura 02 e 03), sendo estas as mais utilizadas no semiárido brasileiro segundo Gnadlinger (1999).



Figura 02: Armação da parede e reboco externo de cisterna de placa. (GNADLINGER, 1999)



Figura 03: Armação da cobertura (visto por dentro da cisterna). (GNADLINGER, 1999)

Segundo Medeiros e Ingunza (2004) uma residência de 100 metros quadrados de área coberta, com 200 milímetros de chuvas, poderão ser armazenados 20 mil litros de água. Isso representa, para uma família de cinco pessoas, mais de dez litros de água potável por dia no período de um ano. Assim, famílias inteiras têm suas necessidades hídricas supridas, depois de construídas as cisternas e posicionadas as bicas de captação, a própria natureza se encarrega de abastecê-las.

Apesar do objetivo principal da cisterna ser o armazenamento de água de chuva, muitas delas são abastecidas por carros-pipa fornecidos pelas prefeituras locais. Esse tipo de abastecimento, apesar de solucionar a falta de água, é de caráter duvidoso, primeiro porque na maioria das vezes não se conhece a origem dessa água e segundo pelo fato dessa água está exposta à contaminação durante o seu transporte, assim como, as condições de higiene e limpeza dos carros não são seguras (AMORIM e PORTO, 2003).

2.4 Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um milhão de Cisternas Rurais - P1MC

De acordo com Carneiro *et al.*, (2008), cada vez mais o Governo e organizações vêm buscando criar programas que forneçam alternativas tecnológicas de convivência com o semiárido brasileiro, priorizando o desenvolvimento sustentável da região. O programa de formação e mobilização social para a

convivência com o semiárido: um milhão de cisternas rurais - P1MC - teve início em 2003 com o objetivo de garantir água de boa qualidade a um milhão de famílias através da construção de cisternas rurais para captação e armazenamento de águas pluviais na região semiárido.

Atrelado ao desafio da escassez, o programa abre um leque de novas possibilidades de desenvolvimento. Além do objetivo inicial de coletar água, a temática das cisternas desperta nas pessoas a cidadania, a participação comunitária e transformam a vida apostando no desenvolvimento do semiárido brasileiro (ASA, 2011).

O P1MC procura assegurar a qualidade sanitária da água na tentativa de eliminar os problemas de saúde e de doenças relacionadas com a falta de água e com a veiculação hídrica de microrganismos patogênicos. O desafio é oferecer água boa para consumo humano e garantir segurança alimentar para as famílias além de promover um processo de transformação, a fim de que as pessoas envolvidas identifiquem todas as potencialidades da região onde vivem.

2.5 Metodologia de Análise de água

A forma de avaliar a qualidade da água se dá através das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas por laboratórios especializados. No Brasil, existem padrões de potabilidade regidos por portarias e resoluções legais, que dão subsídios aos laboratórios na expedição de seus laudos. A metodologia usada para análises de água é a descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (APHA, 1998). Os parâmetros de qualidade da água para consumo humano seguem a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, segundo às normas vigentes.

O Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (APHA, 1998) é o método reconhecido mundialmente como um padrão, onde todas as análises devem seguir rigorosamente os valores estabelecidos no mesmo, sendo esta uma condição de aceitação para as amostras analisadas.

3. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi determinar o perfil sanitário das águas de cisternas rurais de três localidades do município de Petrolina-PE e realizar um estudo de diagnóstico para conhecer as reais condições de conservação e manejo das mesmas.

4. Metodologia

O trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia Ambiental da UNIVASF em Petrolina, sob a orientação da Prof^a. M.Sc. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim, no âmbito das atividades do Projeto de pesquisa CNPq/Univasf intitulado Captação e armazenamento de água de chuva no Vale do São Francisco: educação sanitária e ambiental para a sustentabilidade e convivência com o semiárido.

4.1. O Projeto CNPq/UNIVASF

O projeto intitulado Captação e armazenamento de água de chuva no Vale do São Francisco: educação sanitária e ambiental para a sustentabilidade e convivência com o semiárido é financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e tem como meta determinar o perfil sanitário e os principais parâmetros físico-químicos e biológicos das águas de cisternas nos municípios estudados, a fim de verificar conformidade com padrões vigentes de qualidade de água potável. Assim como, conhecer as atuais condições de manejo das cisternas e da qualidade das águas nelas armazenadas para definir condições adequadas de captação, armazenamento, coleta e as formas de obtenção e conservação de uma água de melhor qualidade destinada ao consumo humano, de forma a garantir melhores condições de saúde à população, além de promover ações de educação sanitária e ambiental.

O projeto conta com a parceria de instituições como:

- Prefeitura de Petrolina - através da viabilização dos agentes de saúde para captação, assim como influentes multiplicadores de conhecimento, bem como colaborando com o fornecimento de dados e informações a cerca das famílias estudadas e cisternas.
- EMBRAPA SEMIÁRIDO - através do envolvimento de pesquisadores através da aplicação de seus conhecimentos técnico-científicos nas atividades de capacitação dos agentes de saúde.
- CODEVASF - com o envolvimento da Unidade de Meio Ambiente, através da participação de seus técnicos que atuam na revitalização da bacia hidrográfica do São Francisco, nas atividades específicas de construção de cisternas.

4.2. Localidades contempladas pelo Projeto e abordadas no trabalho

Administrativamente o Município de Petrolina é composto por dois distritos sede e 13 povoados. O projeto contemplou 15 localidades do Município de Petrolina-PE em função das unidades regionais da estrutura geopolítica do município, conforme segue: Uruais, Cruz Salina, Atalho, Baixa Alegre, Simpatia, Cristalia, Água Viva, Assentamento Esperança, Lagedo, Massagano, Rajada, Garça, Sitio Volta do Riacho, Km 45, Sitio Porteira. Para este estudo foram selecionadas 03 localidades do Município de Petrolina-PE: Assentamento Esperança, Cristalia e Lagedo.

Essas localidades situam-se no clima semiárido, quente, com baixa pluviosidade (entre 250 e 800 mm anuais), com duas estações bem definidas: a estação chuvosa com chuvas irregulares, torrenciais, de pouca duração e a época seca quase sem chuvas. A quantidade de chuvas varia bastante, em ano de muita precipitação pode chegar perto de 1.000mm/ano e em épocas secas pode alcançar 200 mm/ano (MAIA, 2004). 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 coletas de água para análise contabilizou uma lâmina de 107,8mm de chuva (Tabela 02). Já no ano de

2011, os meses analisados na estação chuvosa (março e abril) obtiveram uma média pluviométrica de 95 mm de chuva, conforme descrito na Tabela 03.

Tabela 02: Precipitação (mm) Ano 2010 - Petrolina-PE			
	Novembro	Dezembro	Ano 2010
Total	0,3	107,5	331,3

Fonte: Estação Meteorológica Automática da UNIVASF em Petrolina-PE.

Tabela 03: Precipitação (mm) Ano 2011 – Petrolina-PE			
	Março	Abril	Ano 2011
Total	42,2	52,8	237,3

Fonte: Estação Meteorológica Automática da UNIVASF em Petrolina-PE.

4.3 Avaliação da qualidade da água

4.3.1 Definições dos pontos de amostragem em função das localidades

Os pontos de amostragem foram cisternas de escolas e cisternas domiciliares que se encontravam em seu entorno, sendo 3 pontos de amostragem realizados nas cisternas das escolas e mais 4 pontos em cisternas domiciliares nas redondezas da mesma, conforme o esquema da figura 05.

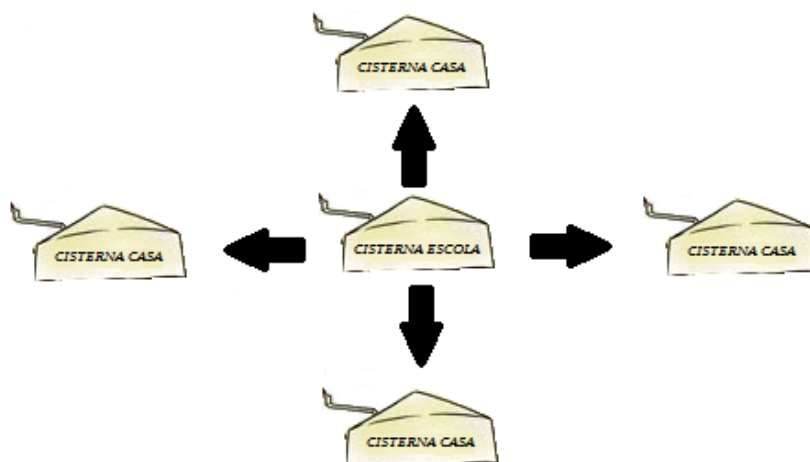


Figura 05: Fluxograma de distribuição das coletas tendo como referência as escolas locais

De acordo com a metodologia prevista no projeto CNPq/UNIVASF, seriam escolhidas 2 escolas por localidade. No entanto, somente a localidade de Cristália possuía 2 escolas, num total de 08 casas. Por solicitação da Secretaria de Saúde do Município de Petrolina-PE devido ao alto índice de doenças de veiculação hídrica registradas no local, foi dada uma maior atenção à localidade de Lagedo, coletando 9 amostras para análises. Ao todo, soma-se 24 pontos de amostragem e conseqüentemente 24 famílias contempladas (Tabela 04).

Tabela 04: Amostras quantificadas

Distrito	Localidade	Escola	Casa
Cristália	Cristália	2	8
Km 25	Lagedo	1	9
Pau Ferro	Assentamento Esperança	0	4
	Total	3	21

4.3.2 Coletas de amostras de água das cisternas

Foram realizadas duas expedições para coleta de amostras (Figura 06) em cada localidade objetivando comparar as estações seca e chuvosa de forma a verificar a influência deste evento na qualidade de água armazenada. Uma no período de estiagem, de novembro a dezembro, e outra no período chuvoso, de março a abril, totalizando 48 coletas.

Em cada cisterna foram coletadas duas amostras, uma destinada a análise bacteriológica e outra a análise físico-química. O objetivo de se coletar separadamente essas amostras consiste na prevenção de contaminação e conseqüente alteração dos resultados, principalmente em se tratando das análises microbiológicas.

Para obter o diagnóstico sanitário da água das cisternas foi realizada a avaliação bacteriológica e as análises físico-químicas. Em se tratando de análise bacteriológica, pela necessidade de um maior rigor com a assepsia, foram utilizados

frascos de polietileno (Figura 07), não tóxicos e estéreis contendo 0,1 mL (aproximadamente três gotas) de solução de tiosulfato de sódio a 10%, com o intuito de neutralizar a ação do cloro residual que por ventura estivesse presente na água, além de diminuir a possibilidade de contaminação no momento da coleta. Para a análise físico-química os frascos foram preparados da mesma forma, porém sem a adição do tiosulfato de sódio. Todas as amostras foram identificadas e acondicionadas em caixa de isopor (Figura 08) até o início da análise.



Figura 06: A, B, C e D - Coleta de amostras de água em cisternas rurais.



Figura 07: Frascos de coleta de amostras de água.



Figura 08: Frascos de coleta acondicionados em caixa de isopor.

4.3.3 Procedimentos Laboratoriais

Segundo o capítulo IV da Portaria do Ministério da Saúde 2004:

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da publicação Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), ou das normas publicadas pela ISO (International Standardization Organization).

Todas as análises feitas neste presente relatório foram asseguradas pela Portaria 518, assim embasadas no suporte legal.

O laboratório é um ambiente de trabalho e por isso deve-se seguir uma programação de execução das atividades para que tudo ocorra dentro da normalidade. Algumas orientações devem ser seguidas para que isso aconteça. Como ter alguns cuidados com a segurança para que a prevenção seja a melhor alternativa para evitar acidentes. Alguns procedimentos para o uso de vidrarias precisaram ser seguidos, como não utilizar materiais de vidro trincados; usar as luvas para manusear os materiais; não esquecer vidraria em aquecimento, sempre usar despertador; não usar frascos para amostras que não estejam perfeitamente limpos para que não ocorra alteração nos dados; sempre identificar o que estiver sendo utilizado no momento da análise e foi indispensável o uso de E.P.I. (Equipamento de Proteção individual).

Para a análise física das amostras de água o principal cuidado que foi tomado refere-se à calibração dos equipamentos com o intuito de tornar os dados mais confiáveis e precisos diminuindo, desta forma, o erro padrão.

Em se tratando de análises químicas, a recomendação baseou-se na correta manipulação dos reagentes utilizados, já que se tratava de produtos com risco em potencial de acidentes.

Para a análise bacteriológica foram necessários cuidados redobrados com a higiene e assepsia. Antes de inocular higienizou-se toda a bancada com álcool a

70% e utilizaram-se sempre materiais flambados que foi a colocação do material sobre o fogo até que o metal fique vermelho, a fim de se evitar contaminação.

O uso de material de vidro no laboratório está relacionado à precisão das análises. Portanto, precisa estar perfeitamente limpos e livres de impurezas, tais como sabões, detergentes e outros produtos. Em geral, a vidraria pode ser lavada simplesmente com água e detergente específico preparado a 3%, sendo em seguida ambientados com água destilada, a não ser o material sujo contendo meio de cultura (placas de Petri e tubos de cultura) que devem ser esterilizados antes de serem lavados.

Para a esterilização desse material é utilizado a autoclave (Figura 09), um equipamento que através de vapor d'água saturado sob pressão durante um determinado tempo e temperatura, destrói todas as bactérias, seus esporos, vírus e fungos, deixando as vidrarias livres de contaminantes. Depois de lavadas com detergente apropriado, a esterilização das vidrarias e frascos de coleta é feita na autoclave à 121°C por 15 min. no caso de material limpo, e por 20 min. os materiais sujos com a amostra. As pipetas usadas na inoculação das amostras são lavadas com detergente e acondicionadas em recipientes de aço inox, ou envoltas por papel, e esterilizadas por calor seco, em estufa a 180°C por uma hora (Figura 10).

Após os procedimentos de lavagem e esterilização, todo o material é acondicionado nos seus devidos locais de forma organizada e especificada.



Figura 09: Autoclave.



Figura 10: Estufa para esterilização de materiais.

4.3.4 Procedimentos Analíticos

Como o uso da água de cisternas é para consumo humano, foram escolhidos os parâmetros associados aos padrões de potabilidade da mesma, relativos às propriedades físicas, químicas e biológicas. Os parâmetros físicos analisados foram: Condutividade Elétrica, Cor e Turbidez. O parâmetro químico foi: pH. Já o parâmetro bacteriológico analisado foi a presença de Coliformes Fecais (*E. Coli*).

4.3.4.1 Parâmetros Físicos

4.3.4.1.1 Turbidez

A turbidez é causada pela presença de partículas como plâncton, algas, detritos orgânicos e outras em suspensão que deixam a água escura e densa. Em uma amostra ela representa o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão (CETESB, 1977). A erosão das margens dos rios em estações chuvosas resulta em aumento da turbidez das águas, resultando em maiores dosagens no tratamento da água para diminuir a turbidez das mesmas.

4.3.4.1.2 Cor

A cor de uma amostra deve está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos dissolvidos. Para a determinação de cor utiliza-se o método de comparação visual empregando soluções padrão de cor e fonte de luz (CETESB, 1977).

A cor é esteticamente indesejável por causar desconfianças aos consumidores. Na água, a cor pode ser sinal da presença de substâncias de origem mineral ou vegetal.

Segundo a Portaria 518, a cor tem valor de referência de 15uH (Unidade Hazen- mg Pt-Co/L).

4.3.4.1.3 Condutividade Elétrica

A condutividade representa a capacidade da água em transportar corrente elétrica e está relacionada com presença de substâncias iônicas, partículas carregadas eletricamente. Para a sua medida é utilizado um condutivímetro (Figura 11) que fornece o resultado em $\mu\text{s}/\text{cm}$ a uma dada temperatura, o que corresponde ao microohms/cm (CETESB, 1977).



Figura 11: Condutivímetro.

4.3.4.2 Parâmetro Químico

O Potencial Hidrogeniônico (pH) é o balanceamento entre as cargas de hidroxilas (OH^-) e de íons hidrogênio (H^+). É usado para determinar se a água está se comportando como ácida, neutra ou básica. O pH da água é controlado pelo equilíbrio na concentração de compostos dissolvidos. Vale ressaltar que o pH oscila conforme o horário do dia, por conta de processo bioquímicos que ocorrem no momento (Hermes, 2004).

O pH está relacionado com o tratamento de água e pode adicionar elementos como cádmio, ferro, cobre, chumbo e zinco à água através da corrosão dos tubos e instalações (CETESB, 1977).

Recomenda-se que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

4.3.4.3 Parâmetros Bacteriológicos

Segundo a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde a água para ser considerada potável não deve conter microorganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os coliformes é o grupo das bactérias que revelam a contaminação fecal. Nesse grupo, a bactéria mais representativa é a *Escherichia coli*.

4.3.4.3.1 Coliformes Fecais

Segundo o parágrafo VII e VIII respectivamente do artigo 4^o da Portaria 518/2004:

- Coliformes termotolerantes ou fecais - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal.
- Escherichia Coli - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

Como os coliformes estão presentes nas fezes dos animais e dos seres humanos, sua presença na água indica uma contaminação direta. Por esse motivo, é o padrão mais adequado para quantificar esse grupo de bactérias como indicador de contaminação (FUNASA, 2004). Estas bactérias indicadoras não são em si próprias, perigosas, mas revelam a existência de uma contaminação fecal da água e, conseqüentemente, a possibilidade da presença de bactérias patogênicas. Assim, para uma água ser considerada potável do ponto de vista microbiológico, nenhuma destas bactérias indicadoras deve estar presente em 100 mililitros de água analisada.

A contagem das bactérias revela a eficiência das etapas do processo de tratamento de água, por isso a grande importância do método. Ainda que a maior parte dessas bactérias não seja causadora de doenças, elas podem estragar a qualidade da água, deixando odores e sabores desagradáveis e ainda causar riscos à saúde (FUNASA, 2004).

A avaliação dos coliformes foi feita através da análise em tubos múltiplos (Figura 12) tomando tubos de ensaio cada um contendo um tubo de Durhan (Figura 13). Na estimativa foram feitos três testes, o presuntivo usando o caldo Lactosado (Figura 14), no qual ao fim de 24/48 horas incubados a $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas ± 3 horas (Figura 15), houvesse a formação de gás dentro do tubo de Durhan, significaria que o teste presuntivo foi positivo. Neste caso, realizava-se o segundo teste, o confirmativo usando o meio de cultura verde brilhante (Figura 14). Se não houvesse a formação de gás durante o período de incubação, o exame terminaria nesta fase e o resultado do teste seria considerado negativo. No caso positivo, passava-se para o último teste de coliformes termotolerantes com meio EC (Figura 14) qualificando no final de 24 horas a presença de coliformes de origem fecal.



Figura 12: Análise bacteriológica para determinação de coliformes fecais.

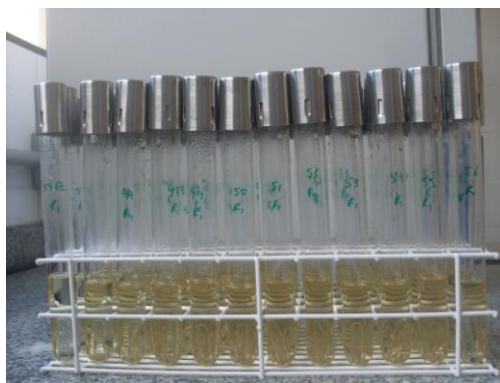


Figura 13: Tubos de ensaio inoculados.



Figura 14: Meios de cultura para análise bacteriológica.



Figura 15: Estufa de culturas.

4.3.5 Doenças transmitidas pela água

A qualidade da água é indispensável quando se trata da saúde do homem. Se não atender aos padrões de potabilidade para consumo humano, ela pode ocasionar uma grande variedade de doenças infecciosas, como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Principais doenças relacionadas com água contaminada e os agentes causadores.	
Doenças	Agentes Causadores
Origem Bacteriana	
Febre tifóide	Salmonella typhi
Disenteria bacilar	Shigella SP
Cólera	Vibrio cholerae
Gastrointestinais agudas	Escherichia coli enterotoxinógena
Diarréias	Campylobacter
	Yersinia enterocolitica
	Salmonella sp.
	Shigella
Origem Virótica	
Hepatite A e F	Vírus Hepatitis A e F
Poliomielite	Vírus da Pólio
Gastrointestinais agudas	Vírus de Vorwak
Diarréias	Botavirus
	Enterovírus
	Adenovírus, eyc.
Origem Parasitária	
Disenteria amebiana	Entamoeba histolytica
Gastroenterite	Giárdia lamblia
	Criptosporidium

4.4 Diagnóstico do sistema de captação de água de chuva

A pesquisa realizou estudos de diagnóstico através de ações como a observação direta, *in loco*, com anotações das condições gerais das cisternas, registros fotográficos das situações encontradas e conversas informais com os usuários da água e com os agentes de saúde tendo como foco a caracterização do manejo das cisternas rurais e a investigação da qualidade da água armazenada nas mesmas.

Para obter o diagnóstico, foram aplicados questionários na forma de entrevistas feitas aos responsáveis pela família. No total, foram feitos 21 questionários nas três localidades. Foram abordadas questões relativas ao uso da água, seu tratamento e a sustentabilidade do sistema no período seco, conforme mostra a tabela abaixo. Essa investigação foi acompanhada da análise dos aspectos de conservação estrutural abrangendo a existência de tampa, presença de impurezas, de rachaduras e de calha, conforme mostra o fluxograma da figura 16 abaixo. Igualmente foi realizado o diagnóstico do manejo das cisternas agregando informações relevantes dispostas na figura 17 sobre: a origem da água, proximidade de fossa, descarte das primeiras águas e forma de retirada.

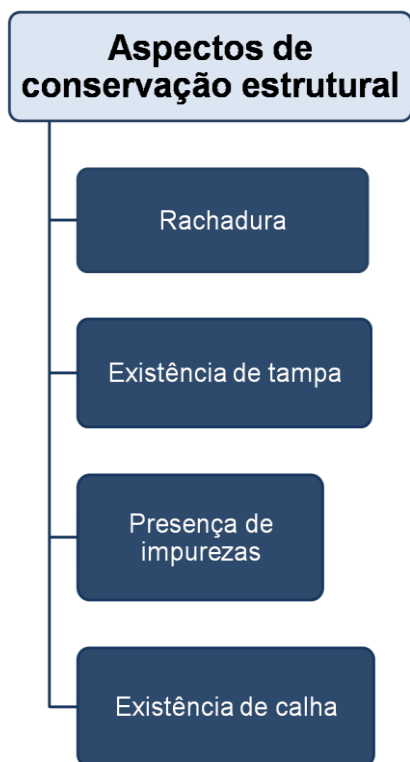


Figura16: Fluxograma dos aspectos de conservação estrutural do sistema de captação de água de chuva.

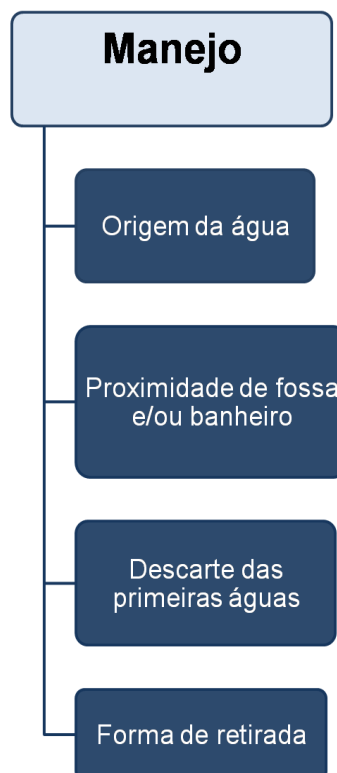


Figura 17: Fluxograma do diagnóstico do manejo das cisternas rurais.

Tabela 06: Questionário aplicado nas comunidades selecionadas.

Cód. Identificação: _____ Entrevistado (a): _____ Data: ___/___/___	
Localidade: _____	
Dados relacionados à cisterna	
1. Usos da água	
	<input type="checkbox"/> Beber <input type="checkbox"/> Cozinhar <input type="checkbox"/> Banho <input type="checkbox"/> Escovar os dentes <input type="checkbox"/> Lavar roupa <input type="checkbox"/> Lavar prato <input type="checkbox"/> Dessedentar animais
2. Tratamento da água	
	<input type="checkbox"/> Filtragem <input type="checkbox"/> Cloração <input type="checkbox"/> Agente de saúde <input type="checkbox"/> Não faz
3. Quantidade de água é suficiente para período sem chuva?	
	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

5. Resultados e discussões

5.1 Qualidade de água

5.1.1 Parâmetro Microbiológico

Os gráficos que se seguem, referem-se aos resultados obtidos nas análises microbiológicas, indicativos de presença ou não de Coliformes fecais.

As amostras coletadas no município de Assentamento Esperança da figura 18 em outubro de 2010, período antes das chuvas, indicaram contaminação fecal em metade das amostras. Já na segunda coleta, realizada em abril de 2011 (período de chuva), foi constatada a presença de coliformes fecais em 75% das amostras coletadas.

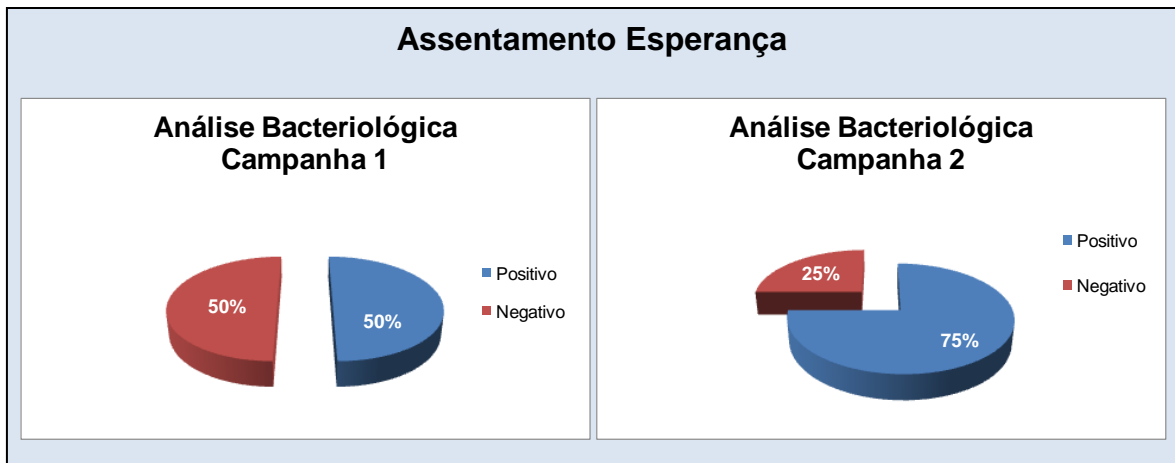


Figura 18: Análise bacteriológica referente à 1ª e 2ª campanhas na Localidade de Assentamento Esperança.

Segundo mostra a figura 19, a água das cisternas avaliadas no município de Cristália na primeira campanha apresentou 40% de contaminação. Já na segunda campanha os resultados positivos para a presença de coliformes fecais revelou-se em 100% das amostras.

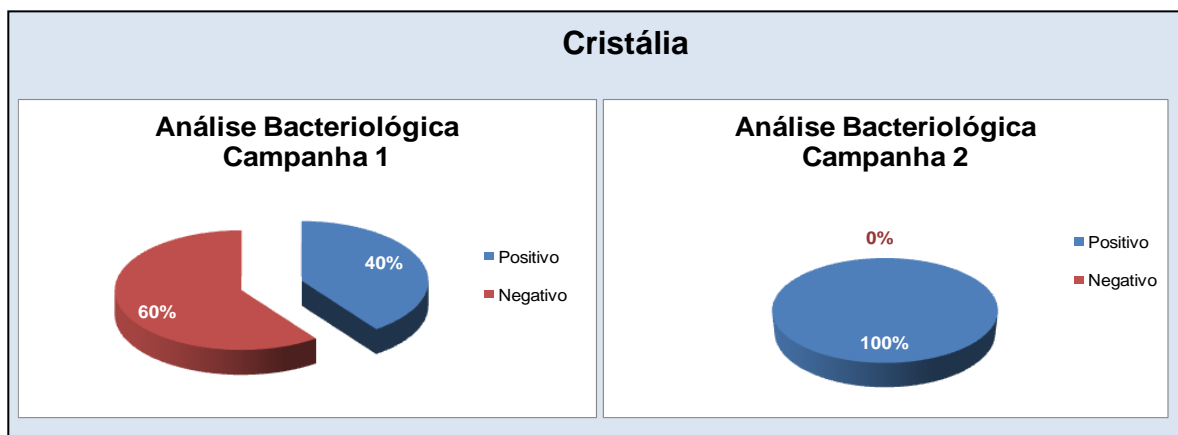


Figura 19: Análise bacteriológica referente à 1ª e 2ª campanhas na Localidade de Cristália.

A figura 20 mostra que na comunidade de Lagedo indicativo de contaminação por coliformes fecais ocorreu em 80% das amostras coletadas no período seco e em 100% das amostras coletadas no período chuvoso.

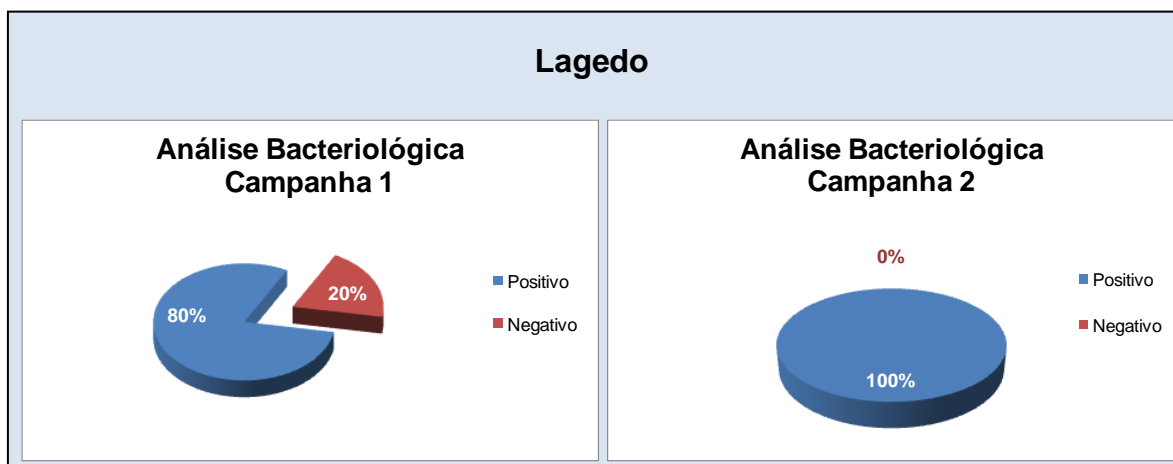


Figura 20: Análise bacteriológica referente à 1ª e 2ª campanhas na Localidade de Lagedo.

A título de verificação, foi feita a coleta da água no canal de Uruais para posterior investigação. O resultado da análise microbiológica está na figura 21 e revela 100% de contaminação fecal, o que confirma os resultados encontrados nas cisternas das três localidades avaliadas, visto que elas são abastecidas pelos caminhões pipa os quais retiram a água diretamente desse canal.

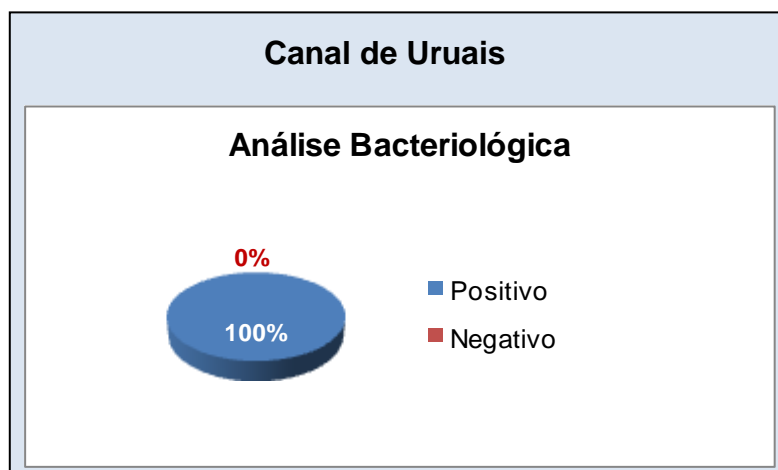


Figura 21: Análise bacteriológica do Canal de Uruais.

Observou-se que em todas as localidades estudadas houve um aumento no nível de contaminação fecal do período seco para o período chuvoso. A Portaria 518/04 sugere ausência de coliformes termotolerantes (em 100 ml de amostra), o que se opõe aos resultados encontrados nas 3 localidades estudadas.

Segundo os dados meteorológicos fornecidos pelas tabelas 02 e 03, observa-se que nos meses de coleta houve um aumento na lâmina precipitada de uma campanha para outra. Em novembro choveu 0,3mm e em março 42,2mm. Isso leva a crer que as cisternas estariam abastecidas por água de chuva, o que seria confirmado por uma redução no nível de contaminação por coliformes. Porém, os saldos obtidos mostram o contrário.

Esses resultados sugerem alguns fatores como determinantes na contaminação. O manuseio inadequado do sistema por parte dos usuários pode ser decisivo na manutenção da qualidade da água. Devido à falta de saberes eles podem não adotar alguns cuidados essenciais que garantem a segurança sanitária das mesmas. Nesse caso, o descarte das primeiras águas da chuva pode ter sido crucial para a contaminação.

Outro fator de grande influência na qualidade microbiológica da água armazenada é o abastecimento das cisternas por carros-pipa. Devido aos longos períodos de estiagem que ocorrem na região, a água das cisternas não tem sido suficiente para atender às necessidades das famílias rurais. Esses caminhões usam como fonte de provimento um canal conhecido como Canal de Uruás mostrado na figura 22. Foram registrados no momento da coleta de água no canal, carros-pipa sendo abastecidos por essa fonte, conforme mostra a figura 23, assim como na figura 24 o fornecimento da água em cisterna rural.

Segundo Amorim e Porto (2003), esse tipo de provimento com carros-pipa é uma possível fonte de contaminação devido muitas vezes à falta de conhecimento da origem dessa água, além da contaminação no transporte e pelas condições desconhecidas de limpeza dos carros.

A Portaria 518/04 avalia no Artigo 22^o, Capítulo VI, as exigências aplicáveis aos sistemas alternativos de abastecimento de água: “Toda água fornecida coletivamente e transportada por veículos deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o padrão microbiológico mencionado nesta Norma”. Portanto, é importante que se observe o que exige a Norma de qualidade quanto às cisternas abastecidas por carros-pipa, de forma a adequar o fornecimento e garantir a segurança sanitária da mesma.



Figura 22: Canal de Uruais que serve como fonte de água para as comunidades rurais.



Figura 23: Carro-pipa sendo abastecido pela água do Canal de Uruais.



Figura 24: Carro-pipa abastecendo cisterna rural.

5.1.2 Parâmetro físico-químico

As tabelas a seguir apresentam os resultados obtidos para as análises físico-químicas referentes às cisternas das escolas e domicílios respectivamente.

A condutividade elétrica não possui valores padrões segundo a Portaria 518/04. Porém, sua medida é importante por ser um parâmetro indicativo de salinidade e porque alguns poluentes podem ocasionar aumentos em seus valores. O maior valor de condutividade foi encontrado no período chuvoso na cisterna da escola de Cristália, $315,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e no domicílio de Lagedo de $401,9 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, relativo ao período seco.

Conforme estabelece a Portaria 518/04, para a garantia da qualidade da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser levado em consideração a avaliação de outros parâmetros que auxiliem em uma análise completa em termos de potabilidade da mesma. O limite de turbidez na saída da estação de tratamento e na entrada da água nas residências obedece respectivamente os valores de 1,0 e 5 UT², como mostra a Tabela 07 abaixo.

Tabela 07: Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

Tratamento da água	VMP ¹
Saídas das estações de tratamento	1,0 UT ²
Entrada da água nas residências	5,0 UT ²

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de turbidez.

Fonte: Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Vale ressaltar, que as amostras em questão são de cisternas rurais e por se tratar de uma água de chuva ou de fornecimento por carros-pipa, pode-se adotar o padrão da saída da estação de tratamento, o qual é mais rigoroso quando se trata de água para consumo humano. Teoricamente seria a saída da estação de tratamento a fonte indicada para o abastecimento dos carros-pipa, devendo ser enquadrado nesse padrão já que os mesmos precisam prover água tratada nas cisternas. Porém, pode-se também adotar o valor referente à entrada nas residências, dando dessa forma uma maior margem do parâmetro. Conforme o Artigo 25º, Capítulo VI, da Portaria 518/04 sobre as exigências aplicáveis aos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água, o responsável por esse tipo de fornecimento de água por veículos deve “garantir o uso exclusivo do veículo para este fim; manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e/ou sobre a fonte de água e manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água”.

Conforme a faixa estabelecida pela Portaria para entrada nas residências (<5,0 UT), a maioria dos valores de turbidez encontrados nas escolas estão dentro dos padrões, conforme mostra a tabela 08, exceto na

localidade de Cristália no período chuvoso que apresentou valores de 11 e 29,6 UT. Como mostram as tabelas 09, 10 e 11 os domicílios avaliados em Lagedo estiveram dentro dos padrões, já em Cristália no período seco duas amostras foram superiores ao valor de referência apresentando 13,4 e 19,7 UT. Na localidade de Assentamento Esperança uma única amostra do período seco fugiu a regra com 10,2 UT.

Todas as amostras apresentaram valores de pH dentro do VMP da Portaria 518/2004 (Entrada nas residências). Exceto uma amostra de água da localidade de Lagedo com pH de 5,34 referente ao período seco conforme destaque na tabela 10 .

Para a averiguação da cor aparente só foi realizada a análise referente ao período seco (2010) devido a defeitos no equipamento. Segundo mostra a tabela 09, a cor aparente esteve dentro do permitido (15uH) para água potável, exceto duas amostras da localidade de Cristália, com 23,3 e 33,8 uH.

A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos para as análises de condutividade elétrica, pH e turbidez da amostra coletada no Canal de Uruais. Todos os valores estiveram dentro dos padrões.

Estudos feitos por Amorim e Porto (2003) e Andrade Neto (2004), revelaram que geralmente a qualidade da água de chuva armazenada em cisternas atende aos padrões físico-químicos de potabilidade e não atende aos microbiológicos.

Tabela 08: Características físico-químicas das amostras de água de cisternas de escolas nos períodos seco e chuvoso.

LOCALIDADE	CONDUTIVIDADE		PH		TURBIDEZ		COR
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010
Cristália	56,35	168,3	7,62	7,3	3,12	11	4,6
Cristália	79,94	315,3	7,69	7,08	4	29,6	6,6
Lagedo	78,2	60,42	7,61	7,14	1,92	1,78	10

Tabela 09: Características físico-químicas das amostras de água de cisternas dos domicílios da localidade de Cristália – PE, nos períodos seco e chuvoso.

LOCALIDADE	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA		PH		TURBIDEZ		COR
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010
Cristália	72,52	92,96	7,51	7,46	1,67	3,14	4,2
	104,4	103,7	7,49	7,26	13,4	1,9	23,3
	106,7	99	7,46	7,33	1,58	3,48	4,1
	99,35	95,19	7,42	7,35	1,23	2,0	2,6
	76,19	96,1	7,66	7,25	1,26	3,89	5,9
	104,6	241,1	7,53	7,22	1,28	3,11	3,4
	84	90,87	7,64	7,39	1,24	1,03	2,6
	128,7	99,61	7,48	7,26	19,7	4,66	33,8

Tabela 10: Características físico-químicas das amostras de água de cisternas dos domicílios da localidade de Lagedo – PE, nos períodos seco e chuvoso.

LOCALIDADE	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA		PH		TURBIDEZ		COR
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010
Lagedo	121,1	125,5	7,48	7,49	1,04	1,04	6,5
	401,9	60,89	7,22	7,76	1,36	1,3	13,1
	70,4	72,76	7,24	7,77	1,66	1,15	6,1
	219,3	64,65	7,44	7,72	1,2	1,25	7,7
	107,5	60,89	7,14	7,76	1,21	1,3	5,8
	104,3	51,43	5,34	7,89	1,84	1,56	5,6
	113,3	63,66	6,62	7,87	1,24	1,19	4,5
	97,3	57,1	6,84	7,72	1,09	0,99	Erro
	114,3	52,92	7,08	7,78	1,78	1,21	5,3

Tabela 11: Características físico-químicas das amostras de água de cisternas dos domicílios da localidade de Assentamento Esperança – PE, nos períodos seco e chuvoso.

LOCALIDADE	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA		PH		TURBIDEZ		COR
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010
Assentamento Esperança	79,2	79,7	6,67	7,48	1,5	2,34	2,5
	100,3	84	8,5	7,55	10,2	1,31	1,8
	58,5	89,24	8,2	7,63	1,67	0,67	3,9
	70,3	98,24	7,91	9,23	1,88	1,87	1,6

Tabela 12: Características físico-químicas da amostra de água do Canal de Uruais.

CANAL DE URUAIS	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA		PH	TURBIDEZ
Intermediário	66,35		9,30	2,18
Montante	68,15		9,30	2,46
Jusante	67,55		9,32	2,40

5.2 Diagnóstico

Através do diagnóstico realizado durante as visitas de campo, foram observados parâmetros relativos aos aspectos da construção e do manejo das cisternas (Figura 25). Na sua totalidade, as famílias estudadas abastecem seus reservatórios com água dos carros-pipa. Estes, por sua vez, são providos com água do Rio São Francisco transportada ao longo do Canal de Uruais. Segundo depoimentos de moradores, esse canal é o destino final de resíduos sólidos das comunidades próximas como também de animais mortos que quando buscam da sua água pra matar a sede acabam caindo nele. Por isso, trata-se de uma água não potável. Apesar disso, famílias inteiras são fornecidas por essa fonte através desses veículos.

Segundo informações obtidas por testemunhos de moradores, os carros-pipa são fornecidos pelo governo do estado, através do exército, para as cisternas cadastradas na sede do município. Este fato entra em contradição com a idéia do P1MC, programa do próprio governo que prevê sustentabilidade às famílias do semiárido através do uso da água de chuva armazenada nas cisternas rurais. Se captada e utilizada da forma correta, as famílias teriam na água da chuva uma fonte de água potável, fato esse que os carros-pipa, na sua maioria, não garantem.

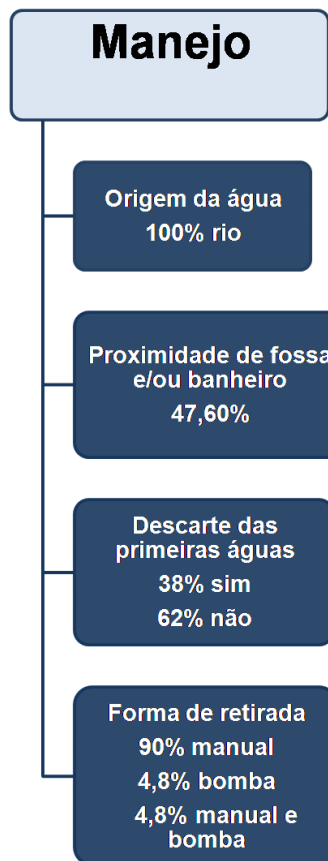


Figura 25: Resultados obtidos no diagnóstico do manejo do sistema de captação de água de chuva.

Em 38% das casas há dispositivo de descarte das primeiras águas de chuva que escorrem pelos telhados das casas. Outro fator relevante é a proximidade de fossas e/ou banheiro nas adjacências das cisternas que foi evidenciado em 47,60% delas.

A forma como é retirada a água de dentro da cisterna é determinante para a segurança sanitária dela. A manipulação com baldes, latas e cordas são fatores de contaminação. As figuras 26 e 27 mostram os recipientes utilizados na retirada da água de cisternas das localidades de assentamento Esperança e Cristália



Figura 26: Aspecto de manejo referente à retirada da água de cisterna rural na localidade de Assentamento Esperança- PE.



Figura 27: Aspecto de manejo referente à retirada da água de cisterna rural na localidade de Cristália - PE.

Devido à inexistência de bombas ou dificuldades no seu manuseio, 90% das famílias avaliadas retiram água manualmente das suas cisternas. Na localidade de Lagedo, conforme mostra a figura 28 houve casos observados de manuseio com bombas para retirada da água.



Figura 28: Aspecto de manejo referente à retirada da água em cisterna rural na localidade de Lagedo - PE.

Conforme o fluxograma da figura 29 relativo ao diagnóstico dos aspectos físicos de conservação das cisternas rurais, em 24% das avaliações, observou-se rachaduras como registrado na figura 30 em Lagedo- PE. Constatou-se também que a maioria das cisternas possuía tampa, 76,20%. Entretanto, na prática, grande parte delas apresenta inconformidades para o impedimento de entrada de luz, insetos e sujidades como pode ser notado na figura 31. Logo, em 38% das cisternas havia presença de impurezas, o que confirma a inadequação do sistema de vedação.

A presença de calha em 62% das cisternas conforme mostra a figura 32 na localidade de Lagedo, evidencia a possibilidade de captação de água da chuva.

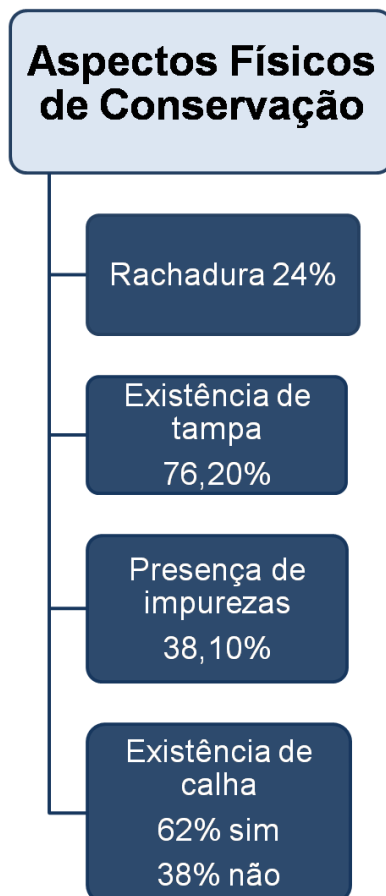


Figura 29: Resultados obtidos no diagnóstico dos aspectos físicos de conservação do sistema de captação de água de chuva.



Figura 30: Rachadura em cisterna na localidade de Lagedo – PE.



Figura 31: Estado de conservação das tampas de cisternas na localidade de Lagedo - PE.



Figura 32: Presença de calha coletora na localidade de Lagedo - PE.

Em 95% das famílias entrevistadas usa-se a água das cisternas para beber e para higiene pessoal (banho e escovar os dentes). A totalidade dos entrevistados usa a água das cisternas para cozinhar, lavar pratos e lavar roupa (Figura 33). Essa constatação confirma a real necessidade de garantir a segurança sanitária dessas águas através de políticas públicas que possibilitem o acesso a informações.

Quando a água é utilizada para consumo humano é indispensável seguir alguns procedimentos que assegurem a qualidade da mesma. Segundo Amorim e Porto (2001), é sensato tratar a água antes de bebê-la ainda mais quando não se tem certeza da sua origem. Do total de entrevistados, 62% relataram tratar a água através da cloração e filtração e 33% deles se referem dos agentes de saúde para a desinfecção da água. Os restantes 5% não fazem qualquer tratamento (Figura 34).

Segundo os resultados dos questionários aplicados nas três localidades, 100% dos entrevistados afirmam que a água captada das chuvas não é suficiente para o período seco.

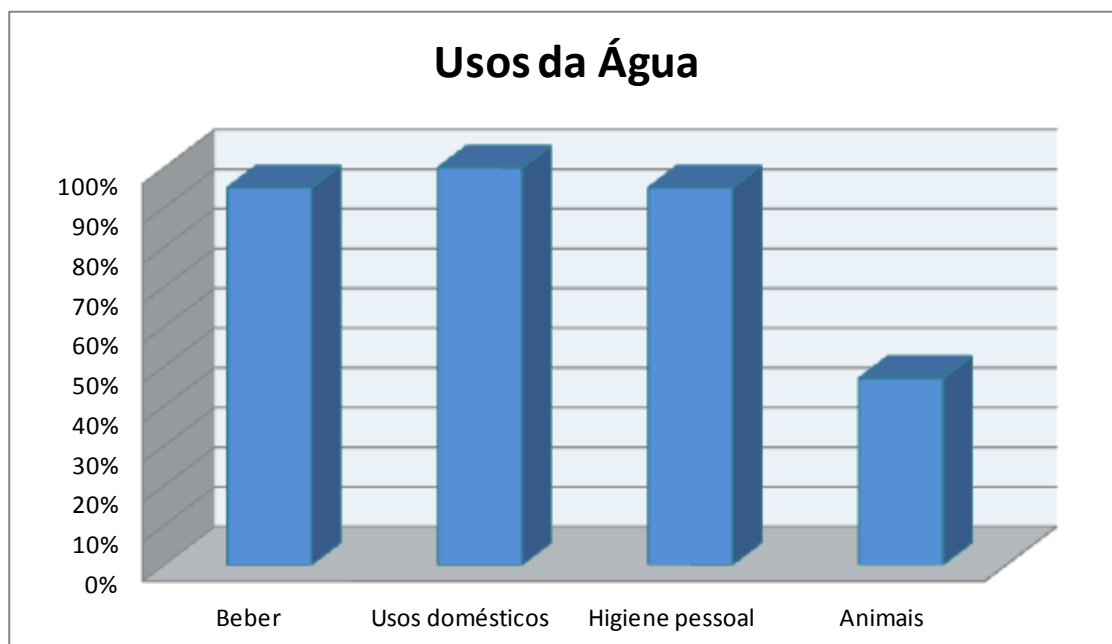


Figura 33: Usos da água de cisternas rurais nas três localidades estudadas.

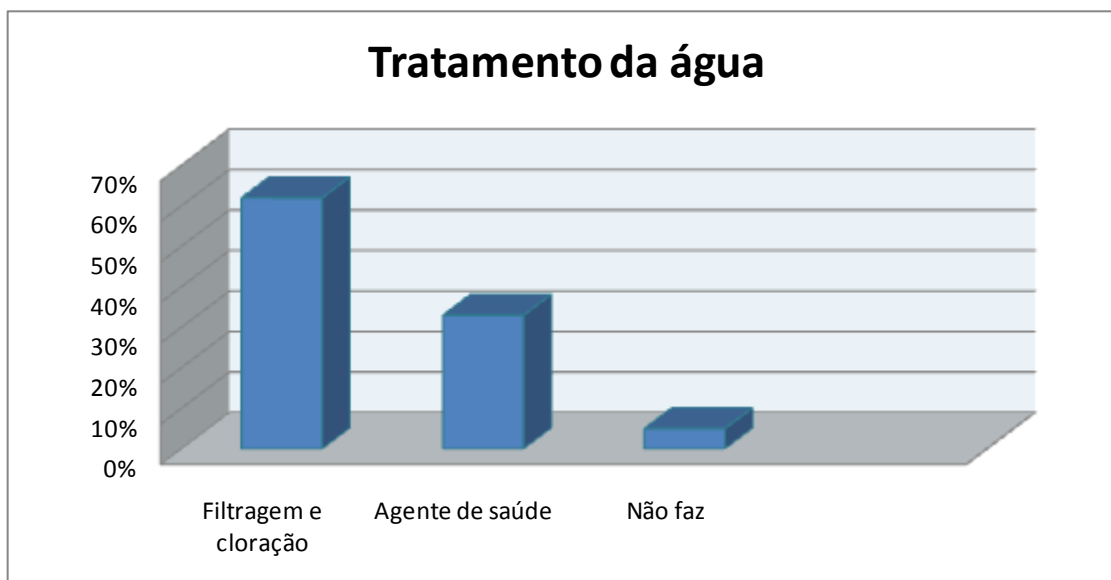


Figura 34: Tratamento aplicado à água de cisternas rurais nas três localidades estudadas.

6. Considerações Finais

Os resultados encontrados mostraram que a maioria das amostras de água atendeu aos parâmetros físico-químicos analisados, porém os resultados bacteriológicos são preocupantes, pois apontam contaminação por Coliformes Fecais na maior parte das amostras avaliadas por estarem fora dos valores de referência, ressaltando assim a importância de uma maior atenção à qualidade e manuseio dessas águas. A falta de informações ou mesmo o abastecimento através de fontes alternativas, das quais não se conhece a origem da água podem ser os fatores determinantes dessa contaminação.

Em relação aos aspectos físicos de conservação e manejo das cisternas rurais existiram algumas limitações na utilização adequada do sistema. Muitas famílias não adotam medidas essenciais sugeridas para evitar a contaminação da água da cisterna, por exemplo, a forma de retirada da água é um fator determinante para manutenção da qualidade da mesma. Assim, o uso de bombas pra retirada de água de dentro do reservatório é indicado como forma de manuseio correto, porém foi observado que grande parte dos usuários lança mão da retirada manual.

Na maioria dos casos, a maior dificuldade se encontra justamente nos hábitos e costumes pré existentes. A difusão desses conhecimentos empíricos,

passados de geração em geração entre os familiares, é que torna difícil a aceitação de novas culturas.

Muitos moradores da zona rural não demonstram confiança na qualidade de água de chuva, dessa forma garantem seu abastecimento de água através de carros-pipa, porém essa não é a melhor solução, visto que a origem dessa água é duvidosa. Então, a partir do diagnóstico, ficou evidente a necessidade de ações voltadas para a educação sanitária e ambiental que forneça aos usuários informações referentes à correta utilização do sistema.

Em relação ao uso, tratamento e sustentabilidade do sistema constatou-se que as famílias entrevistadas na sua grande maioria utilizam a água das cisternas tanto para beber, como para usos domésticos e higiene pessoal. Boa parte deles (62 %) adota algum tipo de medida de segurança como o tratamento simplificado e cloração como método de desinfecção, desta forma garantem a potabilidade da mesma.

É necessária a realização de reuniões que envolvam governantes e comunidade para que se possa discutir as questões relativas ao abastecimento em zonas rurais como tentativa de sensibilizar as autoridades competentes a tomar decisões políticas que promovam a melhoria de vida dessa população e que garanta o direito à água potável.

7. Referências

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. **Avaliação da Qualidade Bacteriológica da Água de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina-PE.** In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, 2001, Campina Grande. Captação de Água de Chuva e Cultivos Apropriados ao Semi-Árido. Campina Grande, 2001. v. CD ROM.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. **Considerações Sobre Controle e Vigilância da Qualidade de Água de Cisternas e seus Tratamentos.** In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, 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.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** (1998). 20th ed, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.

ASA – Articulação no Semiárido. **P1MC - Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: um Milhão de Cisternas Rurais.** Disponível em:
http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=1150 Acesso em: 10 de março de 2011.

BRASIL, Portaria nº 518/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde. **Estabelece os procedimentos e**

responsabilidades relativos ao controle e vigência de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2004.

BRITO, L. T. L.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, Weidjane de M. **Qualidade de água para consumo humano.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

CAVALCANTI, N. B.; BRITO, L. T. de L.; RESENDE, G. M. **Em busca de água no sertão do Nordeste.** In: 4 Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2003, Juazeiro - BA. Anais. Juazeiro - BA: ABCMAC, 2003.

[CETESB] Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais.** São Paulo; 1997.

GAMA, Â. M. R. C. **Diagnóstico Ambiental do Município de Santo Amaro da Imperatriz – SC: Uma abordagem integrada da paisagem.** Florianópolis: UFSC, 1998. (Dissertação de Mestrado).

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

GNADLINGER, J. **Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas, Construídas em Comunidades Rurais do Semi-árido Brasileiro.** Anais da 9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, 1999.

GNADLINGER, J. **A contribuição da captação de água de chuva para o desenvolvimento sustentável do semi-árido 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).

GONDIM, R. S. **Difusão da Captação de Água de Chuvas no Financiamento Rural**. In: Congresso Brasileiro de Captação de Água de Chuvas, 2001, Campina Grande-PB. 3o. Simpósio Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, 2001.

HIDROER. **Caracterização da Qualidade da Água de Chuva Para Aproveitamento Não Potável no (AISP)**. Disponível em: <<http://www.hidroer.ita.br/sub3.asp>>. Acesso em: 11 de abril de 2011.

JAQUES, R. C. **Qualidade da Água de Chuva no Município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1. ed. São Paulo: Leitura & Arte, 2004. 413 p. **Manual de Saneamento FUNASA**. 3.ed.rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. cap. 3, p. 153-166.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação de mestrado. Universidade de [São Paulo](http://www.usp.br), 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/.php>>. Acesso em: 13 de abril de 2011.

MEDEIROS, J.A.; INGUNZA, Maria Del Pilar. **Cisternas rurais: uma alternativa ao fornecimento d'água as populações do Semi-árido 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.

SÁ, I. I. S.; MOURA, Magna Soelma Beserra de; SÁ, Iedo Bezerra; SILVA, T. G. F.; GALVINCIO, Josiclêda Domiciano; RIBEIRO, J. G.. **Disponibilidade Hídrica da Bacia Hidrográfica do Sub-Médio São Francisco**. In: XV

Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007, Aracajú. Anais do XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar, 2003.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade da Água e ao Tratamento de Esgotos. 1. ed. v.1. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.