INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ALEXANDRE DE SOUZA CARDOSO TEIXEIRA

ANÁLISES PRELIMINARES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS DE CHUVA PARA POSSÍVEL CONSUMO HUMANO

Cuiabá

2013

TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ALEXANDRE DE SOUZA CARDOSO TEIXEIRA

ANÁLISES PRELIMINARES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS DE CHUVA PARA POSSÍVEL CONSUMO HUMANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Estado de Mato Grosso Campus Cuiabá – Bela Vista para obtenção de título de graduado.

Orientador: Prof. Jandinei Martins dos Santos

Cuiabá

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

T266a

TEIXEIRA, Alexandre de Souza Cardoso

Análises preliminares dos parâmetros físico-químicos de águas de chuvas para possível consumo humano. / Alexandre de Souza Cardoso Teixeira, 2013.

41 f.il.

Orientador: Prof. Jandinei Martins dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá – Bela Vista. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.

1. Sistema amostras 2. Físico-químico 3. Captação e águas pluviais I. Santos, Jandinei Martins dos. II. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

CDD: 541.3.628.21

ALEXANDRE DE SOUZA CARDOSO TEIXEIRA

ANÁLISES PRELIMINARES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS DE CHUVA PARA POSSÍVEL CONSUMO HUMANO

Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental, submetido à Banca Examinadora composta pelos Professores do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá Bela Vista como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em: 10 de Abril de 2013.

Prof. Jandinei Martins dos Santos (Orientador)
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
(IFMT - Campus Cuiabá Bela Vista)

Professora Dra Adriana Paiva de Oliveira (Membro da Banca)
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
(IFMT - Campus Cuiabá Bela Vista)

Professora Dra Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria (Membro da Banca)
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
(IFMT - Campus Cuiabá Bela Vista)

Cuiabá

2013

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado primeiramente a Deus e ao meu amigo verdadeiro José Gabriel da Costa, que me fortaleceu e proporcionou coragem, firmeza, equilíbrio, saúde e perseverança em todos os momentos nesta trajetória para que eu conseguisse chegar ao meu objetivo. E também a minha querida companheira Alzira Teixeira Barbosa, que me encorajou com conselhos para não desistir nos momentos mais difíceis, e me concedeu dois maiores presentes da minha vida: nossos filhos queridos Augusto Barbosa Cardoso e Álvaro Barbosa Cardoso. E também a minha querida mãe Sandra Cecília Cardoso, que iniciou toda essa trajetória de ter me colocado ao mundo e a minha segunda mãe/vó: Francisca de Souza Gama, que sempre torceu por mim com pensamentos firmes, e pela garra que demonstrou em todos os momentos de dificuldades em sua vida. Também, ao professor e orientador Jandinei Martins dos Santos, que me orientou no processo de correção, pesquisas e ideias para contribuir com a minha monografia. Desejo que Deus nos abençoe e ilumine a todos nós.

AGRADECIMENTOS

As dificuldades existem para serem superadas, e essa está sendo uma delas que eu estou superando. E com isso quero agradecer com imenso carinho, respeito, gratidão e amor a minha querida esposa Alzira Teixeira Barbosa, que me fortaleceu e apoiou nos momentos de dificuldades para eu prosseguir nos meus estudos finais e a conclusão dessa monografia.

"EU TE DESEJO"

Eu te desejo vida longa vida, te desejo a sorte de tudo que é bom, de toda a alegria de ter a companhia, colorindo a estrada em seu belo tom...
...eu te desejo a chuva na varanda, molhando a roseira para desabrochar...
... e dias de Sol pra fazer os teus planos, nas coisas mais simples que se imaginar...
...e dias de Sol pra fazer os teus planos, nas coisas mais simples que se imaginar...
...eu te desejo a paz de uma andorinha, no vôo perfeito contemplando o mar, e que a fé movedora de qualquer montanha te renove e sempre te faça sonhar, mais se vier às horas de melancolia, que a lua tão meiga venha de afagar e a mais doce estrela seja a tua guia, como uma singela te orientar...
...eu te desejo mais que mil amigos, a poesia que todo poeta esperou, o coração de menino cheio de esperança, voz de pai amigo e olhar de avô, coração de menino cheio de esperança, voz de pai amigo e olhar de avô...
Eu te desejo vida longa vida, te desejo a sorte de todo que é bom, de toda a alegria de ter a companhia, colorindo a estrada em seu mais belo tom...
...eu te desejo a chuva na varanda, molhando a roseira para desabrochar...
... e dias de Sol pra fazer os teus planos, nas coisas mais simples que se imaginar...
...eu te desejo a paz de uma andorinha, no vôo perfeito contemplando o mar, e que a fé movedora de qualquer montanha te renove e sempre te faça sonhar, mais se vier às horas de melancolia, que a lua tão meiga venha de afagar e que a mais doce estrela seja a tua guia, como uma singela a te orientar...
...eu te desejo muito mais que mil amigos, a poesia que todo poeta esperou, o coração de menino cheio de esperança, voz de pai amigo e olhar de avô...
...eu te desejo a chuva na varanda, molhando a roseira para desabrochar...
...e dias de Sol pra fazer os teus planos, nas coisas mais simples que se imaginar...
...e dias de Sol pra fazer os teus planos, nas coisas mais simples que se imaginar...
...e dias de Sol pra fazer os teus planos, nas coisas mais simples que se imaginar...

(Flávia Wenceslau, 2005)

RESUMO

Sendo a água um dos nossos recursos naturais principais e mais importantes, é fundamental saber economizá-la e reaproveitá-la. O reuso de água da chuva tem aumentado com o passar dos anos para diversos fins tais como: irrigação de jardins e lavouras, lavagem de veículos, uso doméstico para descargas em banheiros e até mesmo para o uso potável. Este trabalho tem objetivo de analisar preliminarmente os parâmetros físico-químicos de águas de chuvas para possível consumo humano. Foram realizados testes laboratoriais físico-químicos com as quatros amostras coletadas no sistema de captação, onde cada amostra obtida em meses diferentes: outubro/2011 (primeira amostra), fevereiro/2012 (segunda amostra), maio/2012 (terceira amostra) e junho/2012 (quarta amostra), resultou valores e características diferentes uma das outras, com o objetivo de verificar se a água coletada no sistema tem qualidade para o consumo humano e se atende à Portaria 2914 de 14/12/2011. Os resultados obtidos foram satisfatórios e aprovados para o consumo humano. O sistema de captação é economicamente viável para a sua implantação e visa atender os padrões de classes sociais, principalmente a classe média e baixa.

Palavras-chaves: Sistema, amostras, físico-químico, captação e águas pluviais.

ABSTRACT

Because water is one of our major natural resources and most important, it is essential to know to save it and repackage it. The reuse of rainwater has increased over the years for various purposes such as watering gardens and crops, washing vehicles, household for discharges in bathrooms and even for potable use. This study aimed to analyze the preliminary physicochemical parameters of rain waters for possible human consumption. Laboratory tests were performed with the physicochemical four samples collected in the feedback system, where each sample obtained in different months: October/2011 (first sample), february/2012 (second sample), May/2012 (third sample) and June / 2012 (fourth sample) resulted values and characteristics different from each other, in order to verify that the system has collected water quality for human consumption and meets the Ordinance 2914 of 14/12/2011. The results obtained were satisfactory and approved for human consumption. The capture system is economically feasible for its implementation and aims to meet the standards of social classes, especially the lower and middle class.

Keywords: System; sample; physicochemical; rainwater; catchment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disponibilidade hídrica no Brasil.....18

Figura 2. Parâmetros e valor máximo permitido da água para o consumo humano.....25

Figura 3. Algumas doenças veiculadas pela água e seus agentes.....28

Figura 4. Localização geral reduzida via satélite da área de instalação do sistema de captação de águas pluviais.....29

Figura 5 Localização ampliada via satélite da área de instalação do sistema de captação de águas pluviais.....29

Figura 6. Desenho em AutoCad 2D do sistema de captação de águas pluviais.....30

Figura 7. Modelo de sistema de captação de águas pluviais completo/Vista 1 - Implantação: Parque Geórgia.....31

Figura 8. Modelo de sistema de captação de águas pluviais completo/Vista 2 - Implantação: Parque Geórgia.....31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de referência para potabilidade da água destinada ao consumo humano. 1Valor máximo permitido; 2Unidade Hazen (mg Pt-Co/L); 3 Critério de referência. 25

Tabela 2. Procedimentos laboratoriais adotados para as amostras captadas pelo sistema sustentável proposto - Standard Methods-20 (th) Edition).....26

Tabela 3. Relação de custos para a implantação do sistema de captação de águas pluviais.....32

Tabela 4. Resultados das amostras coletadas e analisadas em laboratório.....34

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ANA Agência Nacional das Águas

ONU Organização das Nações Unidas

ASA Articulação no Semi-Árido

P1MC Programa Um Milhão de Cisternas Rurais

EUA Estados Unidos da América

NBR I SO 14.001 Norma Brasileira Plan-Do-Check-Act (PDCA) que traduzido para o português significa Planejar-Executar-Verificar-Agir – 14.001

FUNASA Fundação Nacional de Saúde

ETA Estação de tratamento de água

ABCMAC Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IRPAA Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada

Italici Escherichia coli bactéria bacilar Gram-negativa - São aeróbias e anaerobias facultativas. O seu habitat natural é o lúmen intestinal dos seres humanos. Indicador biológico para verificação de contaminação de águas por esgoto doméstico.

$CaCO_3$ Cálcio, Gás Carbono e Oxigênio

pH Potencial Hidrogeniônico

H_2CO_3 Ácido Carbônico

CO_2 Dióxido de Carbono

H_2SO_4 Ácido Sulfúrico

HNO_3 Ácido Nítrico

UFMG Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....12

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL.....13

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....14

3. BREVE HISTÓRICO DA PRÁTICA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA REGIÃO DO CENTRO-OESTE E NO BRASIL.....14

3.1 PAÍSES QUE FAZEM O USO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....17

3.2 MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA - FUNASA.....18

3.3 O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA.....19

3.4 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE CHUVA.....20

3.5 QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNAS 21

3.6 ALCALINIDADE TOTAL.....21

3.7 CLORETOS.....22

3.8 DUREZA TOTAL.....22

3.9 pH.....23

3.10 COR.....23

3.11 TURBIDEZ.....24

4. PADRÃO MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO CONFORME O MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA - FUNASA.....24

5. PARÂMETROS MÍNIMOS EXIGIDOS DOS METAIS E SUBTÂNCIAS QUÍMICAS CONFORME A PORTARIA 2914 de 14/12/2011 EM SUBSTITUIÇÃO A 518/2004, PARA AS AMOSTRAS COLETADAS.....25

5.1 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS REALIZADOS NAS AMOSTRAS CAPTADAS NO SISTEMA PROPOSTO.....26

5.2 ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS PRESENTE NAS AMOSTRAS COLETADAS.....26

5.3 BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS.....27

5.4 DOENÇAS VEICULADAS PELA ÁGUA E SEUS AGENTES.....27
6. MATERIAL E MÉTODOS.....28
6.1 ÁREA DE ESTUDO.....28
6.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO.....30
6.3 PLANILHA DE CUSTOS DOS MATERIAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....32
6.4 COLETA DOS DADOS.....32
6.5 FLUXOGRAMA DE COLETA DAS AMOSTRAS.....33
7. RESULTADOS E DISCUÇÕES.....34
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....35
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....36

1. INTRODUÇÃO

Antigamente, a utilização da água de chuva captada era voltada tanto para a agricultura quanto para o consumo humano. Existem relatos históricos de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas na Ilha de Creta datando de 1.700 a.C., nas ruínas do palácio de Knossos (LYE, 1982). Os interesses de captar e armazenar água sempre estiveram presentes na história das civilizações. Observa-se a água como um bem maior para o ser humano, sempre esteve relacionado às questões tanto de sobrevivência como para o desenvolvimento do ser humano.

Segundo Crasta *et al.* (1982), a prática de captação de água de chuva também era utilizada no século I a.C, quando da dominação romana na Sardenha, onde as pessoas construíam sistemas rústicos para a coleta de água de chuva para consumo humano. No deserto de Negev, hoje território de Israel e Jordânia, foi encontrado um sistema integrado de captação de água de chuva e agricultura de escoamento, datando de 2.000 anos (CRASTA et al. 1982).

A cisterna é uma tecnologia milenar e pode responder aos parâmetros de qualidade e quantidade da água para beber das famílias de comunidades onde haja limitação de recursos hídricos, desde que sejam seguidos os critérios de dimensionamento, armazenamento e manejo da água coletada da chuva (ANJOS, 1999). Historicamente a preocupação em armazenar e captar as águas da chuva, esta muito mais relacionadas com intuito de prevenção de secas que eram duradouras; justificando a busca de manejos cada vez mais aprimorados de armazenamento e captação.

As chuvas são formadas pela evaporação das águas dos rios, lagos e oceanos e pela evapotranspiração das plantas florestais que, ao condensar, formam as nuvens e, em diferentes condições físicas e químicas, passam para o estado líquido, ocorrendo à precipitação. A precipitação da água ocorre na forma de chuva, granizo, neve e orvalho. (FERREIRA, et al. 2011).

Quando a chuva cai sobre uma densa área florestal, ocorre o escoamento natural da água retornando para o mar, enquanto uma parte evapora diretamente ou por transpiração. A de considerar que a preocupação com o meio ambiente esta ligada a sustentabilidade do planeta, e nesse aspecto o homem passou a se preocupar com a qualidade de vida, A partir desta preocupação surge o meio

ambiente como um patrimônio de todos, embora essa expressão seja uma utopia nada impede em provocar na sociedade o interesse de zelar e recuperar o meio ambiente. (ANA, 2005).

Em nosso país há preconceito em relação à qualidade da água de chuva. A mesma ainda é considerada como água impura para o consumo humano, pois usualmente essa água escoa dos telhados para os pisos, carregando todo tipo de impurezas, para um córrego que deságua em um rio ou riacho, que por sua vez, alimenta uma estação de tratamento de água. Considera-se, que a água de chuva é confundida com a água superficial, pois, pode levar em conta que é a água mais problemática de ponto de vista da qualidade. Não se prevê a captação da água de chuva no ponto onde ela precipita da atmosfera. Nos últimos tempos, tem-se observado que este conceito vem mudando, e contemplado no Plano Nacional de Recursos Hídricos como um “bem a ser utilizado no seu potencial pleno”. (BRASIL, 2012).

A captação de água de chuva é um sistema de fácil manuseio, custo de implantação baixo (dependendo da tecnologia adotada) e retorno de investimento rápido nas regiões onde a precipitação anual é relativamente elevada.(ANDRADE, 2004).

O Manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações (2005), elaborado pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2005) enfatiza que, além de propiciar uma redução na demanda por água potável, o aproveitamento das precipitações é responsável por uma melhor distribuição da carga imposta ao sistema de drenagem urbana, prevenindo picos de enchentes e inundações.

A importância do trabalho de se preocupar com o aproveitamento das águas pluviais é para fazer o seu reuso e a utilização para o fim potável. Estendendo o possível uso das fontes de água doce no mundo e evitando a sua escassez.

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem objetivo principal de analisar preliminarmente os parâmetros físico-químicos das águas de chuvas coletada no sistema de captação proposto, verificando se é apta para o consumo humano.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

* Realizar análises físico-químicos nas amostras coletada no período do verão, onde ocorre o maior número de precipitações em Cuiabá/MT, entre o período de 21 de dezembro/2011 à junho/2012;

* Comparar os resultados obtidos das amostras com os dados da Portaria 2914, de 14/12/2011, e verificar se estão dentro do padrão de qualidade;

* Analisar os parâmetros:

- Turbidez;
- Cor Aparente;
- pH;
- Alcalinidade;
- Condutividade;
- Dureza;
- Sólidos Totais;
- Sólidos Totais Voláteis;
- Sólidos Totais Fixos;
- Coliformes Totais com outros métodos de captação em telhados residências.

* Verificar a qualidade da água coletada;

3.0 BREVE HISTÓRICO DA PRÁTICA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA REGIÃO DO CENTRO-OESTE E NO BRASIL

A região centro-oeste possui um clima bem distinto, principalmente como relação ao nosso estado, que caracteriza por chuva de verão e seca de inverno. O Trópico semi-árido brasileiro, com uma área de 1.150.000 km2, correspondendo a 70% da área da região Nordeste e 13% da área do país, se caracteriza por apresentar uma grande diversidade de quadros naturais, compreendidos em 170 unidades geoambientais, com diferenciações de ordem física, biológica e socioeconômica. (ANA, 2005).

Sua instabilidade climática é mais influenciada pela irregularidade das chuvas do que por sua escassez, com precipitações pluviométricas que ocorrem entre três e

cinco meses, com grande amplitude de variação, em média, de 250mm a 800mm anuais. No quadro geológico dessa região predominam solos de origem cristalina, rasos e pedregosos, com baixa capacidade de infiltração e de retenção de água, com potencial de escoamento superficial de 3 l/s/km2, ainda hoje, muito pouco aproveitado. Nesta região, mais de 15 milhões de pessoas são afetados pela falta de água para consumo, principalmente durante as secas (BRITO, 1997).

Caso atenda as normas padrão para o consumo, previsto pela legislação a água pluvial que é naturalmente destilada e potencialmente apropriada para o consumo humano. A qualidade da água coletada depende do armazenamento e do manejo das formas de tratamento empregadas. (ANA, 2005)

Falhas na proteção e no tratamento efetivo contra essas impurezas quando armazenadas em cisternas, expõem a comunidade aos riscos de contaminação por doenças intestinais infecciosas.

O melhor método de assegurar água adequada para o consumo consiste em formas de proteção, evitando-se contaminação por dejetos animais e humanos, os quais podem conter grande variedade de bactérias, vírus, protozoários e helmintos.

No meio rural da região nordeste, as águas de chuva armazenadas em cisternas são utilizadas para consumo doméstico e animal e para irrigação. No Brasil, as águas das cisternas rurais são empregadas quase que exclusivamente para usos domésticos, inclusive para cozinhar e para beber, geralmente sem qualquer tratamento e, portanto, é de fundamental importância a segurança sanitária dessas águas. Contudo, a contaminação atmosférica da água das chuvas normalmente é limitada a zonas urbanas e industriais fortemente poluídas e, mesmo nestes locais, a água de chuva quase sempre tem uma boa qualidade química (dureza, salinidade, alcalinidade, etc.), para vários usos, inclusive para diluir águas duras ou salobras. A contaminação microbiológica na atmosfera é ainda mais rara que a contaminação química. Essa contaminação pode ser agravada pela maneira como é armazenada. (Brasil, 2004).

As cisternas são tanques construídos para armazenar imediatamente as águas de chuva captadas em uma superfície próxima. Também, é uma tecnologia milenar e atende as necessidades das famílias em suas próprias comunidades. Mesmo assim, não era vista como alternativa viável nas políticas de desenvolvimento, tão pouco, as famílias podiam construí-la, devido aos elevados

custos, e, em geral, o telhado de residências era insuficiente para captar o volume de água para atender a demanda das famílias (BRITO, et al. 2005).

Na região nordeste do Brasil a mesmas são utilizadas para atender às necessidades dos usos domésticos da água nos períodos de estiagem, que deve ter qualidade compatível com os padrões de potabilidade. Nesta região a contaminação da água de chuva geralmente ocorre na superfície de captação (telhado, solo ou outra superfície preparada ou natural), ou quando está armazenada de forma não protegida.

O governo federal, por meio da Articulação no Semi-Árido Brasileiro (ASA), criou em 2000 o “Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC”. O programa tem como meta principal a construção de 1 milhão de cisternas até 2010, beneficiando aproximadamente 5 milhões de pessoas residentes em locais de difícil acesso à água (BRASIL, 2004). Até março de 2006, já tinham sido construídas 143 mil cisternas, com a aplicação de 235 milhões de reais pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, atendendo a 586 mil pessoas (BRASIL, 2006).

A situação de escassez hídrica pode ser agravada, além do aumento populacional, devido ao processo de desertificação que vem ocorrendo em várias áreas do Planeta. Com a progressiva degradação do solo e as ações antrópica e climática nas regiões de clima árido e semi-árido, há a perda da fertilidade de grandes extensões de terra. Como conseqüência desse processo, ocorre à diminuição da produtividade agrícola, expondo as pessoas que vivem próximas, ou em áreas atingidas pela desertificação, aos riscos de fome e de sede (LIMA, 2005).

A disparidade no que diz respeito ao acesso à água não é apenas relacionada à quantidade, mas também à sua qualidade para o consumo humano. Por ser um quadro crítico e de substancial importância para a saúde pública mundial, há um grande esforço para melhorar os serviços de saneamento nos países em desenvolvimento. Estima-se que de cada dólar investido com saneamento, há uma economia de cinco dólares nos dez anos seguintes em postos de saúde, médicos e hospitais (PINTO e HERMES, 2005).

A água para o consumo humano é prioridade, diante disso foram realizados estudos com o objetivo de avaliar diferentes materiais para a construção de cisternas e das áreas de captação.

3.1 PAÍSES QUE FAZEM O USO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O aproveitamento de água pluvial para consumo potável em residências é um sistema utilizado há anos em países como Austrália, Alemanha, Estados Unidos e Japão, Hong Kong, Malásia, Índia, Austrália e o Semi-Árido do Nordeste do Brasil. (HERRMANN, 2000).

Desde 1982 existem Associações Internacionais para o Aproveitamento da Água da Chuva *(International Rainwater Catchment Systems Association),* com congressos de dois em dois anos.

Segundo Plínio Tomaz (2001), países industrializados, como o Japão e a Alemanha está seriamente empenhado no aproveitamento da água da chuva. Outros países, como os EUA, Austrália e Singapura também estão a desenvolver pesquisas na área do aproveitamento da água da chuva. Têm sido desenvolvidos sistemas novos que permitem a captação de água com boa qualidade e de forma simples e econômica.

Para as cidades que apresentam problemas com as enchentes, armazenar a água de chuva na própria edificação significa possivelmente eliminá-las ou ainda reduzir custos com a drenagem das águas pluviais, o que pode proporcionar melhores condições de vida para a população, evitando mortes e doenças e, ainda possibilitando que os recursos financeiros do poder público sejam destinados para outros setores (FENDRICH, 2002)

Nas atividades empresariais, comerciais e industriais aproveitar a água de chuva representa economia de água tratada, redução de custos e, também, pode contribuir para a obtenção da certificação ambiental na norma NBR I SO 14001.

Mesmo estando localizados em região de clima semi-árido, muitos países conseguem lidar com problemas relacionados com a falta de água. Um exemplo é a China. O país mais populoso do Planeta possui graves problemas de escassez hídrica, devido à existência de grandes regiões com climas que variam de hiper-árido a semi-árido, com precipitação anual oscilando entre valores menores que 200 e 600 mm/ano.(BRASIL, 2004)

No entanto, a China possui uma grande atividade agrícola, produzindo 500 milhões de toneladas de grãos. Por conviver com a escassez hídrica há séculos, o governo tem apoiado a utilização de água de chuva para a irrigação de culturas comercializáveis, além do uso para o consumo doméstico. Os cientistas chineses também têm estudado modelos de captação de água de chuva de fácil construção e maior durabilidade, além de darem preferência a sistemas de irrigação com menor gasto de água (GNADLINGER, 2001).

Grande parte da água doce disponível no mundo apresenta-se em forma sólida e somente uma percentagem está livre para o consumo humano.

Tomaz (2001) descreve que o Brasil possui 12% de água doce do mundo, porém mal distribuída no país. Em alguns estados, como: Alagoas, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Norte a disponibilidade hídrica *per capita* é insuficiente para atender a demanda necessária.

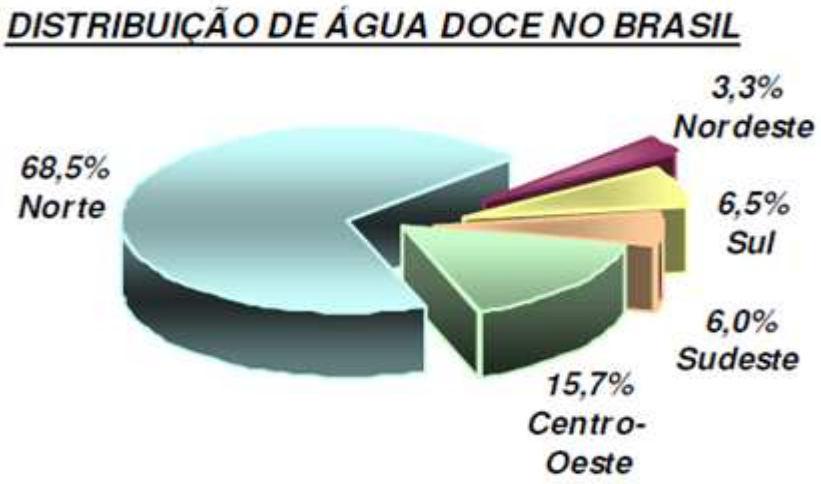


Figura 1 – Disponibilidade hídrica no Brasil. Fonte: Tomaz, 2001.

3.2 MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA – FUNASA 2006

Este manual, elaborado de forma e linguagem simples, tem como objetivo auxiliar pessoas que trabalham nos laboratórios de controle da qualidade da água de estações de tratamento de pequeno e médio porte, no desenvolvimento de suas atividades diárias. A ideia surgiu da necessidade de se ter no laboratório um instrumento de consulta que pudesse acompanhar os passos do técnico a todo

instante e em qualquer lugar. Nele estão descritos os procedimentos mais comuns que são realizados rotineiramente no laboratório de uma ETA.

A primeira parte do manual aborda os exames bacteriológicos envolvendo a pesquisa de coliformes totais e termotolerantes, inclusive *Escherichia coli* e a contagem padrão de bactérias heterotróficas, desde a preparação do material a ser utilizado, passando pela realização dos ensaios até a emissão de resultados.

Na segunda parte estão descritas as técnicas das análises físico-químicas e testes de rotina de uma ETA e, finalmente, a preparação de todos os reagentes utilizados. Foram incluídos, também, alguns procedimentos de biossegurança em laboratório, a Portaria do Ministério da Saúde nº: 2914 de 14/12/2011, que trata das normas e padrões de potabilidade da água para consumo humano no Brasil e uma relação de equipamentos e materiais de laboratório.

Acredita-se que os parâmetros aqui descritos são suficientes para monitorar o controle da qualidade da água distribuída para consumo humano em diversas localidades do país. O exame da água, principalmente daquela destinada ao consumo humano, é de fundamental importância. Por ele pode-se ter certeza de que a água distribuída é de confiança, e está isenta de microorganismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde das pessoas.

3.3. O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

Em áreas urbanas, a água de chuva geralmente é utilizada para fins não potáveis como descargas de vasos sanitários, sistemas de ar-condicionado e controle de incêndio, lavagem de veículos, pisos e irrigação de jardins (CIPRIANO, 2004).

Além de favorecer a redução do consumo de água potável, o armazenamento de água de chuva em grandes centros populacionais é responsável pela melhor distribuição da carga imposta pelas precipitações ao sistema de drenagem urbana, evitando enchentes e inundações (JAQUES, 2005).

A Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC), bem como a EMBRAPA Semi-Árido e o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA detêm uma larga experiência com trabalhos pioneiros nessa área. Numerosos sistemas de captação de água de chuva, através

do Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC), já foram construídos e estão em funcionamento no Semi-Árido brasileiro (AMORIM, 2001). O objetivo do programa é garantir a água de boa qualidade, promovendo um uso racional desse recurso de tal modo que sua escassez relativa não continue a constituir impedimento ao desenvolvimento sustentável da região. A idéia é captar água de chuva antes que esta chegue ao solo e direcioná-la para cisternas, armazenando assim algum volume para uso posterior.

3.4 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE CHUVA

De acordo com Carvalho (2004), a atmosfera é uma mistura de gases na qual estão presentes, em suspensão, partículas tanto sólidas como líquidas. Segundo o autor, a água de chuva é resultado da combinação entre as gotículas que formam as nuvens e as substâncias que a elas se incorporam durante a precipitação.

Segundo Tomaz (2001) salienta que a composição da água de chuva varia conforme a localização geográfica do ponto de amostragem, as condições meteorológicas locais (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.) e a presença, ou não, de vegetação e, principalmente, de carga poluidora.

Quando a atmosfera está desprovida de poluentes, as precipitações apresentam pH em torno de 5,7; sendo essa acidez natural consequência da formação de ácido carbônico (H_2CO_3) a partir do dióxido de carbono (CO_2) presente no ar (JAQUES, 2005). Em regiões onde a queima de combustíveis fósseis é elevada, a solubilização dos gases presentes na atmosfera gera ácidos mais fortes, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3), que acarretam à chuva formada um pH inferior a 5,0 (chuva ácida), responsável pela destruição de solos e plantas e deterioração de edifícios e monumentos (OLIVEIRA, 2002).

De acordo com Zolet (2005), a água de chuva pode ser classificada em diferentes graus de pureza, que variam de acordo com o local de coleta das mesmas.

Em todos os casos, a água de chuva é geralmente utilizada em vasos sanitários, lavagem de veículos, calçadas e irrigação de jardins (fins não potáveis),

sendo impróprias para o consumo e necessitando de tratamento adequado para serem utilizadas.

No caso das águas de chuva coletadas em telhado, a utilização da mesma em fins nobre como higiene pessoal, preparo de alimentos e até mesmo consumo é possível, fazendo-se necessário o tratamento da mesma.

Uma vez que as águas de chuva coletadas nas coberturas de edificações possuem uma elevada concentração de poeiras e fuligens em sua composição (TORDO, 2004) e, consequentemente, uma elevada carga de microorganismos (incluindo coliformes termotolerantes).

3.5 QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNAS

A água das chuvas pode ter qualidade satisfatória para o consumo humano, dependendo da região onde é captada. As características da água de chuva estão diretamente relacionadas com a qualidade do ar da região, o material e a limpeza da superfície de captação, da calha e da tubulação que transporta a água até a cisterna, o estado de conservação da cisterna, assim como aos cuidados dos moradores com a manutenção do sistema e o manuseio da água (ANDRADE, 2004).

Em zonas rurais os níveis de contaminação do ar geralmente são baixos, por não haver grande movimentação de automóveis e serem normalmente distantes de indústrias, portanto não há o comprometimento da qualidade da água a ser captada.

A Portaria 518 de 23 de março de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), 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. Também estabelece que as águas dos sistemas alternativos estão sujeitas à vigilância e controle de qualidade, para verificar se atendem aos padrões e assegurar condições para o consumo humano. Vários estudos mostraram que a qualidade da água de chuva armazenada em cisternas, geralmente atende aos padrões físico-químicos de potabilidade e não atende aos microbiológicos (ANDRADE et all, 2004).

3.6 ALCALINIDADE TOTAL

A alcalinidade total de uma água é dada pelo somatório das diferentes formas de alcalinidade existentes, ou seja, é a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de Carbonato de Cálcio. Pode-se dizer que a alcalinidade mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos. (FUNASA, 2006)

A medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois, é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento. Quando a alcalinidade é muito baixa ou inexistente, há a necessidade de se provocar uma alcalinidade artificial com aplicação de substâncias alcalinas tal como cal hidratada ou Barrilha (carbonato de sódio) para que o objetivo seja alcançado. Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-se ao contrário, acidificando-se a água até que se obtenha um teor de alcalinidade suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água. (FUNASA, 2006)

3.7 CLORETOS

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/l. Estão presentes na forma de Cloretos de Sódio, Cálcio e Magnésio. A água do mar possui concentração elevada de Cloretos que está em torno de 26.000mg/l. Isso pode restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar.

A portaria nº: 2914 de 14/12/2011 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250mg/l como o valor máximo permitido para água potável. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) ou evaporação. (FUNASA, 2006)

3.8 DUREZA TOTAL

A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de Cálcio. Podendo ser

temporária ou permanente. A temporária, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de Cálcio e Magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam.

Permanentemente também chamada de dureza de não carbonatos, é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água. Não se decompõe pela ação do calor.

A portaria nº: 2914 de 14/12/2011 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de $CaCO_3$ (FUNASA, 2006)

3.9 pH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7, a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra.

A Portaria nº: 2914 de 14/12/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição. (FUNASA, 2006)

3.10 COR

A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como o Ferro e o Manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que, água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras.

A Portaria nº: 2914 de 14/12/2011 do Ministério da Saúde estabelece para cor aparente o Valor Máximo Permitido de 15 (quinze) uH como padrão de aceitação para consumo humano. (FUNASA, 2006)

3.11 TURBIDEZ

A turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plânton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o Zinco, Ferro, Manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Quando a sua turbidez está elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decanta mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens como no caso da desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos microorganismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano.

A Portaria nº: 2914 de 14/12/2011 do Ministério da Saúde estabelece que o valor máximo permitido é de 1,0 uT para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta, e 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano. Para água resultante de filtração lenta o Valor Máximo Permitido é 2,0 uT. (FUNASA, 2006)

4.0 PADRÃO MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO CONFORME O MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA, 2006 - FUNASA

Parâmetro	VMP[1]
Água para consumo humano[2]	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes(3)	Ausência em 100 ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes(3)	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml

Notas: (1) Valor Máximo Permitido.
(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.
(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

Figura 2 – Parâmetros e valor máximo permitido da água para o consumo humano. Fonte: FUNASA, 2006

5.0 PARÂMETROS MÍNIMOS EXIGIDOS DOS METAIS E SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS CONFORME A PORTARIA 2914 de 14/12/2011, EM SUBSTITUIÇÃO A 518/2004, PARA AS AMOSTRAS COLETADA

Tabela 1 - Valores de referência para potabilidade da água destinada ao consumo humano. 1 Valor máximo permitido; 2 Unidade Hazen (mg Pt-Co/L); 3 Critério de referência. Fonte: Brasil (2004).

Parâmetro:	***Unidades:***	***(VMP) Valor Máximo Permitido:***
Padrões microbiológicos de Potabilidade		
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	.....	Ausência em 100 ml
Coliformes Totais	.....	Ausência em 100 ml
Padrão de Turbidez		
Turbidez	UNT	5,0
Padrão de potabilidade para algumas substâncias químicas		
pH	-	6,0 – 9,5
Alumínio	mg/L	0,2
Nitrato (NO_3_N)	mg/L	10,00
Nitrito (NO_2_N)	mg/L	1,0
Amônia (NH_3)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250

Cobre	mg/L	2,0
Dureza	mg/L	500
Ferro	mg/L	0,3
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Desinfectantes e produtos secundários		
Cloro livre	mg/L	5,0
Clorito	mg/L	0,2
Aspectos Organolépticos		
Cor aparente	uH2	15,0
Odor/Gosto	.....	Não objetável 3

5.1 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS REALIZADOS NAS AMOSTRAS CAPTADAS NO SISTEMA PROPOSTO

Tabela 2 – Procedimentos laboratoriais adotados para as amostras captadas pelo sistema sustentável proposto - Standard Methods-20 (th) Edition).

Parâmetros:	***Unidades:***	***(VMP) Valor Máximo Permitido:***
pH a 25ºC	U de pH	6 – 9.5
Cor Aparente	Uh	15 uH
Turbidez	UNT	5
Condutividade Elétrica	Us/Cm	NC
Alcalinidade Total (#) AT	mg/L	NC
Sólidos Totais (mg/L $CaCO_3$)	mg/L	500
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	mg/L	NC
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	mg/L	NC
Coliformes Totais (NPM/100ml)	mg/L	NC

5.2 ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS PRESENTE NAS AMOSTRAS COLETADAS

As bactérias do grupo coliformes termotolerantes são assim classificadas devido a sua capacidade de fermentar lactose em temperaturas elevadas (44,5 ºC).

Apesar de incluir gêneros de bactérias de origem não exclusivamente fecal, a determinação da presença de coliformes termotolerantes ainda é muito utilizada como indicador de qualidade hídrica (CETESB, 1986).

5.3 BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS

De acordo com a CETESB (1986), densidades bacterianas elevadas podem representar um risco à saúde humana, pois embora a maioria das bactérias da flora normal da água não seja considerada patogênica, algumas delas podem atuar como patógenos oportunistas.

Ainda segundo a CETESB (1986), quando presentes em números elevados, as bactérias heterotróficas podem impedir a detecção de bactérias do grupo coliformes nas águas analisadas, seja devido à produção de fatores de inibição, seja por um desenvolvimento mais intenso sobrepujando uma menor concentração de coliformes.

A proliferação de algas e outros microorganismos dentro das cisternas de armazenamento é um problema comum em reservatórios negligenciados (TOMAZ, 2001). O controle dessa população bacteriana é uma ação de suma importância, visto que densidades muito elevadas de microorganismos na água podem determinar a deterioração de sua qualidade, com o desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis e produção de limo ou películas. Densidades bacterianas elevadas podem representar um risco à saúde dos usuários, pois embora a maioria das bactérias da flora normal da água não seja considerada patogênica, algumas delas podem atuar como patógenos oportunistas (BURBARELLI, 2004).

A adição de cloro é a técnica de desinfecção mais utilizada nas estações de tratamento de água para abastecimento.

5.4 DOENÇAS VEICULADAS PELA ÁGUA E SEUS AGENTES

Algumas doenças veiculadas pela água e seus agentes

Doenças	Agentes patogênicos
Origem bacteriana	
Febre tifóide e paratifóide	*Salmonella typhi*
	Salmonella parathyphi A e B
Disenteria bacilar	*Shigella sp*
Cólera	*Vibrio cholerae*
Gastroenterites agudas e diarréias	*Escherichia coli enterotóxica*
	Campylobacter
	Yersinia enterocolítica
	Salmonella sp
	Shigella sp
Origem viral	
Hepatite A e B	Vírus da hepatite A e B
Poliomielite	Vírus da poliomielite
Gastroenterites agudas e crônicas	Vírus Norwalk
	Rotavírus
	Enterovírus
	Adenovírus
Origem parasitária	
Disenteria amebiana	*Entamoeba histolytica*
	Giárdia lâmblia
Gastroenterites	*Cryptosporidium*

Fonte: Opas, 1999

Figura 3 – Algumas doenças veiculadas pela água e seus agentes. Fonte: FUNASA, 206.

6.0 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 ÁREA DE ESTUDO

A localização do sistema de captação de águas pluviais está situada no endereço: Rua Serapião Leocádio da Rosa/Paralela com a Avenida Camburiú, 02 Quadra: 31 – Condomínio Recanto das Andorinhas, Bairro: Parque Geórgia – Área particular situado na cidade de Cuiabá/MT. (Figura 4)

O período de estudo e de coleta das amostras foi realizado no verão, onde ocorre o maior número de precipitações na região de Cuiabá-MT, entre o período de 21 de dezembro/2011 à 21 de junho/2012. Todas as amostras foram coletadas em meses diferentes, como mostra abaixo:

- Amostra 1 coletada em outubro/2011;
- Amostra 2 coletada em fevereiro/2012;
- Amostra 3 coletada em maio/2012 e
- Amostra 4 coletada em junho/2012.

Todas as amostras foram coletadas em sistema de coleta única. Cada vez que precipitava era coletada somente uma amostra, engarrafado e enviado para análises em laboratório.

O método utilizado para todas as amostras captadas e analisadas em laboratório foi o ***Standard Methods-20 (th) Edition.***

Figura 4 – Localização geral reduzida via satélite da área de instalação do sistema de captação de águas pluviais - (Fonte: Google Mapas -2012).

Figura 5 – Localização ampliada via satélite da área de instalação do sistema de captação de águas pluviais - (Fonte: Google Mapas -2012).

6.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO

Esse sistema de captação de águas pluviais é composto por: uma tampa de circunferência de 0,80cm em material polipropileno cinza, tubos em PVC 25mm marron, registro em PVC 25mm, pilares de madeira (0,05x0,05x3,50m) para sustentação do sistema e fechamento da área, anel flange de vedação 25mm, tela de proteção em polipropileno na cor laranjada, garrafão em PVC de 20L na cor azul para a primeira estocagem e identificação de sua pluviometria.

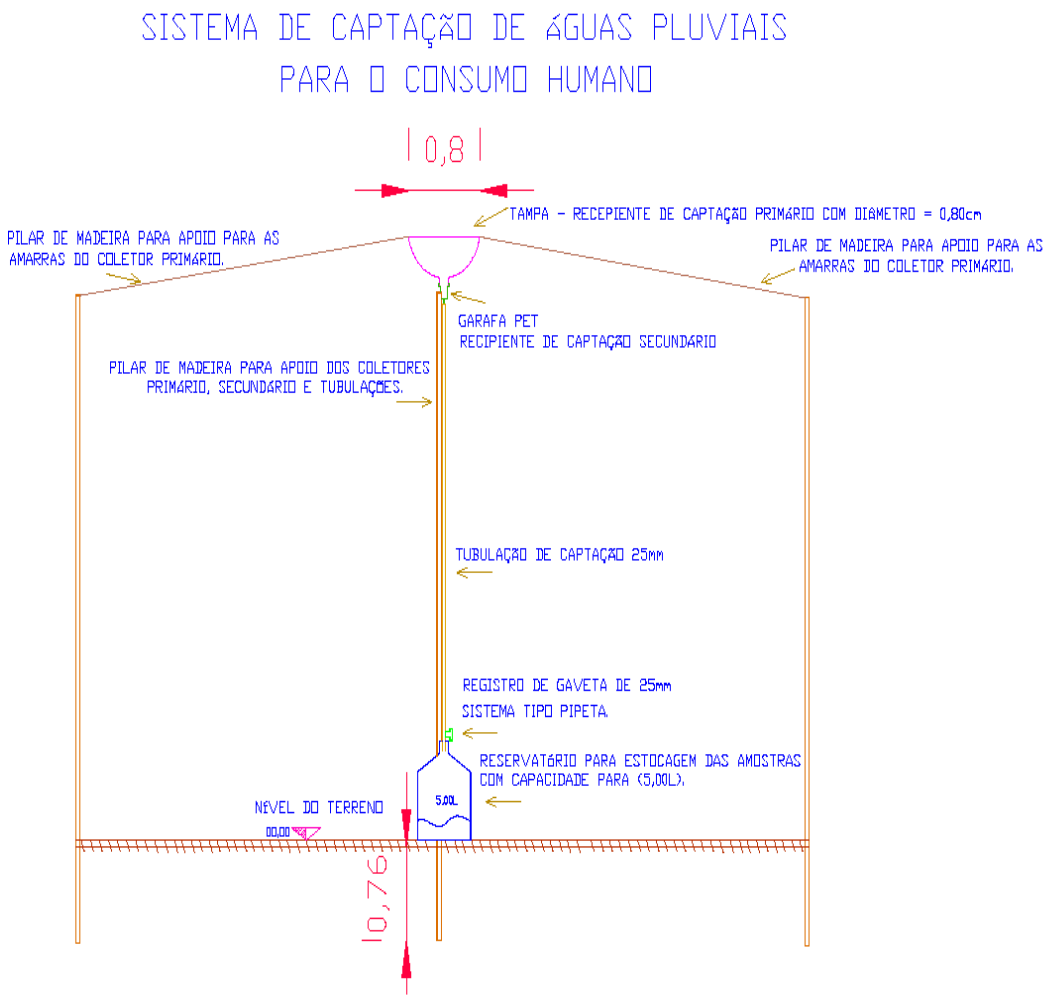


Figura 6 – Desenho em AutoCad 2D do sistema de captação de águas pluviais. (Autor: Alexandre de S.C. Teixeira, 2012)

Figura 7 – Modelo de sistema de captação de águas pluviais completo/Vista 1 - Implantação: Parque Geórgia(Foto: Alexandre de S. C. Teixeira).

Figura 8 – Modelo de sistema de captação de águas pluviais completo/Vista 2 - Implantação: Parque Geórgia (Foto: Alexandre de S. C. Teixeira).

6.3 PLANILHA DE CUSTOS DOS MATERIAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Tabela 3. – Relação de custos para a implantação do sistema de captação de águas pluviais.

Ítem:	Material:	Quantidade:	R$ Unitário:	R$ Total:
1	Tampa de Captação	01	12,00	12,00
2	Látex para pintura	1 Litro	3,00	3,00
3	Cola para PVC	01	1,75	1,75
4	Caibro (3.50m)	05	16,30	81,50
5	Registro 3/4	01	5,30	5,30
6	Tubo PVC 3/4	2,90m	1,48	4,29
7	Tela de proteção	15,00m2	1,30	19,50
8	Reservatório 5L.	01	2,20	2,20
9	Pregos (17x21)	10	0,08	0,80
10	Pincel 2,5cm	01	1,80	1,80
	TOTAL GERAL			**132,14**

6.4 COLETA DOS DADOS

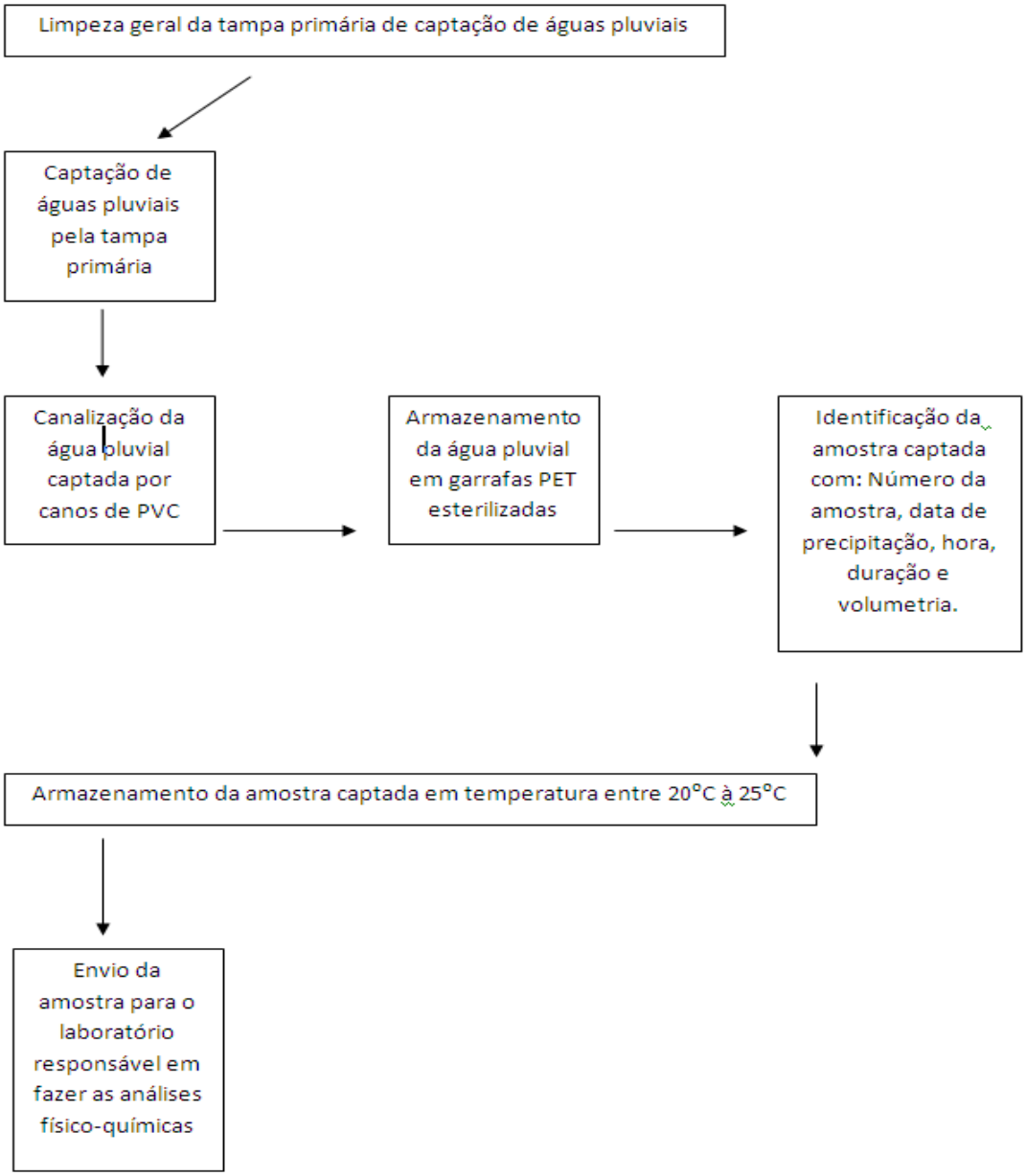
Pouco antes de ocorrer à precipitação, limpou-se o sistema de captação primário, retirando as folhas e outros resíduos orgânicos, lavando com água limpa e instalando o garrafão para armazenamento da amostra a ser coletada. O sistema de captação primário é a tampa de Polipropileno cinza que recebe a água de chuva inicial em cima do sistema.

Em seguida, após o término da chuva as amostras 1, 2, 3 e 4 coletadas em meses diferentes conforme tabela 4, foram estocadas em garrafas PET, já lavadas e esterilizadas com álcool 95%, identificadas por data da precipitação, hora, duração e volumetria.

Posteriormente, manteve as amostras em local fresco e à sombra, em uma temperatura mediana de aproximadamente 23°C. Para que no dia seguinte fossem encaminhadas para a realização das análises laboratoriais.

Os resultados obtidos das quatro amostras foram analisados por comparação com os dados da literatura de Rocha, 2008 e a portaria 2914 de 14/12/2011.

6.5 FLUXOGRAMA DE COLETA DAS AMOSTRAS



7.0 RESULTADOS E DISCUÇÕES

Todas as amostras analisadas: 1, 2 e 3, apresentaram qualidade e resultados satisfatórios para o uso de consumo humano. As amostras 2 e 3, tiveram o seu resultado do pH próximo ao máximo permitido. Isso aconteceu porque o período de coleta(meses), esteve com alto nível de partículas de materiais poluentes na atmosférica.

Porém, a amostra 4 obteve resultados negativos que comprometeu a água para o fim potável. Os principais resultados em destaque que contribuirão para prejudicar a qualidade da água foi o resultado da turbidez: 4.70UNT, condutividade elétrica: 55.50 Us/Cm, alcalinidade total: 16.00 mg/L e coliformes totais: 225 UFC/100ml(Analisado somente para verificação de microorganismos)

Pois, foram encontrados resíduos de materiais orgânicos detectando a presença de coliformes totais na amostra. Esse resultado encontrado ficou acima do máximo permitido pela portaria 2914 de 14/12/2011.

Tabela 4 – Resultados das amostras coletadas e analisadas em laboratório.

Parâmetros	***Unid***	***(VMP) Valor Máximo Permitido***	***Amostras***				***Rocha, 2008 Telhados***
			1 Out 2011	***2 Fev 2012***	***3 Maio 2012***	***4 Junho 2012***	
pH a 25ºC	U de pH	6 – 9.5	8.3	9.0	6.9	7.1	6.75
Cor Aparente	Uh	15 uH	0	0	0	40	29.3
Turbidez	UNT	5	0.36	0.44	0.28	4.70	30.3
Condutivida. Elétrica	Us/Cm	NC	16.6	17.5	14.9	55.5	42.3
Alcalinidade Total	mg/L	NC	6.0	4.0	4.0	16.0	9.0
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	500	1.3	7.6	2.0	14.1	6.18
Sólidos Totais	mg/L $CaCO_3$	Ausência	0	0	0	0	31.0
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	Ausência	0	0	0	0	14.0
Sólidos Totais Fixos	mg/L	Ausência	0	0	0	0	17.0

8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das amostras coletadas periodicamente no sistema de captação de águas pluviais apresentado como modelo, e enviado ao laboratório “Agroanálises”, para as referidas análises e a inspeção da qualidade da água conforme a Portaria nº: 2914 de 14/12/2011 em substituição a 518/2004, do Ministério da Saúde, conclui-se que as amostras: 1, 2 e 3 apresentadas estão aprovada e própria para o consumo humano conforme o padrão máximo de potabilidade exigido.

Exceto a amostra 4, que obteve os resultados acima dos padrões máximos permitido pela portaria, assim, torna-se imprópria para o consumo humano.

Em comparação com os resultados do trabalho de Rocha, 2008, as três amostras analisadas e consideradas aptas, possuem uma margem de 95% de potabilidade.

9.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília, ANA. 2005. 123 p.

ASA. Articulação no semi-árido brasileiro. Recife, 2009. Disponível em: www.asabrasil.org.br . Acessado em 6 de junho de 2012>.

AMORIM, M C. de; PORTO, E R. **Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina**.In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3.,2001.Pernambuco – PE.***Anais*...** Pernambuco: ABCMAC, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**. Conservação e Reuso de Água em Edificações**. 2. ed. São Paulo: ANA; FIESP; SINDUSCON-SP, 2006. 152 p.

ANDRADE NETO, C.O. **Proteção sanitária das cisternas rurais. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia sanitária e Ambiental,** 11,2004. Natal-RN. **Anais...** Natal: ABES/APESB/APRH, 2004.

ANJOS, J B dos. **Água de Chuva Captada para Armazenamento em Cisternas Rurais com Sistema de Pré – Limpeza**. *Anais da 9ª Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva*. Petrolina, Brasil. 1999.

BURBARELLI, R. C. **Avaliação da Qualidade da Água Subterrânea e Microbiologia do Solo em Área Irrigada com Efluente de Lagoa Anaeróbia**. 2004. 114f. Dissertação de Mestrado (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 518**, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 2004. 34 p.

BRASIL. Presidência da República. *Fome Zero*. Projeto Cisternas: Cisternas – Articulação no Semi-Árido, 2004. Disponível em: <http://www.fomezero.gov.br>. Acesso em: 19 Maio.2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. ***Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca***. Ago. 2004c.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. O mutirão que usa chuva para gerar renda. ***Construção de cisternas transforma a vida de milhares de pessoas no semiárido*. 2006** Disponível em: <http://mds.gov.br/ascom/Fomezero/balanco.index.htm>. Acesso em 04 Setembro 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Comentários sobre a Portaria MS Nº. 518/2004: subsídios para implementação. Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental.** Editora do Ministério da Saúde. Brasília. 2005c.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº: 2914 de 14/12/2011 em substituição a 518/2004, do Ministério da Saúde.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/sitefunasa/legis/pdfs/portarias_m/pm1518_ 2011.pdf.> Acesso em: 10 de Jan. de 2013.

BRITO, L. T. de L. **Cisterna rural: água para o consumo humano.** 1º Simpósio sobre captação de água de chuva no Semi-Árido brasileiro**.** EMBRAPA - Petrolina, PE, 17 – 21 de novembro de 1997.

BRITO, L. T. de.L.; ANJOS, J.B.; PORTO, E.R.; SILVA; A.S.; SOUZA, M.A.; XENOFONTE, G.H.S. **Qualidade físico-química e bacteriológica das águas de cisternas no município de Ouricuri-PE**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS – TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA, 5., 2005. Teresina-PI: ABCMAC. *Resumos...* Teresina-PI: ABCMAC, 2005b.

BICUDO, C. E.; BICUDO, D. de C. (2008). **Mudanças climáticas globais: efeitos sobre as águas continentais superficiais.** In: M. S. Buckeridge, *Biologia & Mudanças Climáticas no Brasil* (pp. 151-165). São Paulo: Rima.

CIPRIANO, R. F. P. **Tratamento das Águas de Chuva Escoadas Sobre Telhado e Avaliação do seu Uso**. 2004. 89 f. Dissertação de Mestrado (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau. Blumenau.

CETESB. **Bactérias Heterotróficas - Contagem em Placas**. L5.201. dez 1986.

CARVALHO, V., N. **Deposição atmosférica e composição química da chuva**. Revista Tecnologia. Fortaleza, v25, n 2, pág. 61-71, 2004.

CRASTA, F.M.; PATTA, F.; FASSÔ, C.A.; PUTZU, G. **Carthaginian-roman cisterns in Sardinia.** In: PROCEEDINGS OF THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON RAIN WATER CISTERN SYSTEMS, Honolulu, Hawaii. p. 37-45, 1982.

CHRISTOFIDIS, D. (2003). **Água, ética, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental.** *BAHIA ANÁLISE & DADOS* , Salvador, v. 13, n. especial, p. 371-382.

Fundação Nacional de Saúde(FUNASA) Ministério da Saúde. **Manual prático de análises de água. FUNASA.** 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p.

FERREIRA, A. L. R.; BATISTA, G. T.; FORTES NETO, P. **Áreas para captação de água de chuva.** Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção Ciências Ambientais, <http://www.agro.unitau.br/dspace>. p. 1-8, 2011.

FENDRICH, R**. Aplicabilidade do armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana.** Curitiba, 2002. 504f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

JAQUES, R., C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. 102f. Dissertação de Mestrado (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. **Rainwater utilization in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects**. *Urban Water*, v. 1, n. 4, p. 307-316, 2000.

LYE, D.J. **Microbiology of rainwater cistern systems**: a review. *Journal of Environmental Science and Health,* v. A27, n. 8, p. 2123-2166, 1992.

LIMA, A. O.; REGO, P. R. A. **Avaliação da melhoria do acesso e da qualidade da água consumida em 13 comunidades rurais inseridos nos semi-áridos dos estados do RN, PE e MG** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS – TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA, 2005. Teresina-PI.

OLIVEIRA, Rossana de Guadalupe. **Aproveitamento de Águas Pluviais para Uso não Potável.** Monografia: Especialista em MBA em Sistema de Gestão Ambiental – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2002.

PINTO, N.O.; HERMES, L.C. Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida por comunidades rurais do semi-árido do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. CAPTAÇÃO E

MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS - TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA. 5, 2005. Teresina- PI: ACBMAC. *Resumos...* Teresina-PI: ABCMAC, 2005.

TORDO, O. C. **Caracterização e Avaliação do Uso de Águas de Chuva Para Fins Potáveis**. 2004. 120f. Dissertação de Mestrado (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.

TOMAZ, P. **Economia de água:** para empresas e residências. São Paulo: Navegar, 2001. 112p.

ZOLET, M. **Potencial de Aproveitamento de Água de Chuva Para Uso Residencial na Região Urbana de Curitiba**. 2005. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Pontifica Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.