



Brasil – octubre 2017 - ISSN: 1696-8352

## **APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA POR MEIO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE BAIXO CUSTO NO SÍTIO EXPERIMENTAL DE CUIARANA, SALINÓPOLIS-PA**

Giovani Rezende Barbosa Ferreira<sup>1</sup>  
Gustavo Francesco de Moraes Dias<sup>2</sup>  
Silvana do Socorro Veloso Sodré<sup>3</sup>  
Adriano Marlisom Leão de Sousa<sup>4</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Giovani Rezende Barbosa Ferreira, Gustavo Francesco de Moraes Dias, Silvana do Socorro Veloso Sodré y Adriano Marlisom Leão de Sousa (2017): "Aproveitamento da água da chuva por meio de sistema de captação de baixo custo no sítio experimental de Cuiarana, Salinópolis-Pa", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Brasil, (octubre 2017). En línea: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/2017/agua-chuva-captacao.html>

**Resumo:** O estudo objetivou realizar o aproveitamento de água da chuva em Salinópolis. Levou-se em consideração a precipitação da região e toda a estrutura de implantação, o projeto resultou em um sistema de captação com um sistema de descarte autolimpante e com o tratamento de água através do filtro de carvão ativado e prata coloidal. A preocupação com o custo e implementação do projeto foi de grande importância na elaboração, o sistema de captação de água da chuva foi elaborado para não ter a necessidade de bombas hidráulicas e o uso de energia elétrica, assim visando o baixo custo, o qual foi de R\$ 1350,40. Ao final do estudo, analisou-se que o sistema pode funcionar como um novo instrumento para suprir a necessidade de famílias que sofrem da escassez de água com qualidade.

**Palavras chave:** Água da chuva, Sistema de Captação, Tecnologia social.

## **RAINWATER EXPLOTATION BY A LOW COST CAPTURE SYSTEM, A STUDY PERFORMED AT THE EXPERIMENTAL SITE OF CUIARANA, SALINÓPOLIS-PA**

**Abstract:** This study aimed to check the Rainwater exploitation performed by a low cost capture system installed in a site within the city of Salinópolis, Pará State. The precipitation regime in the region and the entire implantation structure were taken into account. The project resulted in a capture system with a self-cleaning waste system and the treatment of water through activated carbon filter and colloidal silver. The concern on project costs and the setting was of great importance in the elaboration phase. The rainwater capture system was designed without the need of hydraulic pumps or the use of electricity in order to achieve a low general cost, which was of R\$ 1350.40. Thereby, the system could act as a new instrument to supply the need of families suffering from water scarcity with quality.

**Keywords:** Rainwater, Caption System, Social technology.

### **1. INTRODUÇÃO**

O planeta Terra, é composto em sua maioria por água, no qual 97,5% corresponde a salgada e 2,5% a água doce. Desta parcela de água doce, 68,9% estão nas calotas polares e

<sup>1</sup>Mestrando em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, [giovani.rezende@hotmail.com](mailto:giovani.rezende@hotmail.com)

<sup>2</sup>Mestrando em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, [gustavo\\_dias01@hotmail.com](mailto:gustavo_dias01@hotmail.com)

<sup>3</sup>Docente da Universidade Rural da Amazônia, [silvana.veloso@ufra.edu.br](mailto:silvana.veloso@ufra.edu.br)

<sup>4</sup>Docente da Universidade Rural da Amazônia, [adriano.souza@ufra.edu.br](mailto:adriano.souza@ufra.edu.br)

nas regiões montanhosas. Cerca de 29,9% do volume total de água doce do planeta compreende as águas subterrâneas. Somente 0,266% da água doce está representada em lagos, rios e reservatórios, cujo valor representa 0,007% do total da disponibilidade de água existente no mundo. A fração restante de água doce pode ser encontrada na atmosfera na forma de vapor e na biomassa das vegetações (TOMAZ, 2003).

A escassez de água potável tornou-se um grande problema para a sociedade. O principal motivo dessa redução foi o uso não racional e de forma não sustentável da mesma, isso interferiu negativamente no ciclo hidrológico. Outros fatores que contribuíram para essa diminuição dos níveis de água potável, por necessitarem de uma maior demanda por água de qualidade foram o contínuo aumento da população e o crescimento das cidades e dos polos industriais.

No cenário mundial, a importância atribuída a água é muito preocupante, pois futuramente as potências mundiais ao invés de disputarem a hegemonia petrolífera e nuclear, disputarão quais deterão as maiores reservas hídricas do mundo e que possam atender as demandas de consumo dos seus países (GOMES, 2011).

De acordo com Hespanhol (2002), a água é extremamente importante para as atividades agrícolas, industriais e urbanas, e ela proporciona alterações na qualidade de vida dos seres humanos. Logo, a utilização adequada das águas pluviais torna-se imprescindível para minimizar os problemas nas cidades e possíveis conflitos sociais por esse recurso.

Segundo Matos (2007), o Brasil tem uma disponibilidade hídrica abundante, porém a vazão apresenta grande variação espacial e temporal. A escassez de água e os problemas sociais em algumas bacias hidrográficas é normalmente atribuído a baixa disponibilidade hídrica e o elevado consumo de água na região.

O Brasil apresenta um grande mosaico de situações. As regiões centro-oeste e norte possuem abundância de água, cerca de 89% das águas superficiais do país, porém habitam nessas regiões apenas 14,5% da população e essas regiões necessitam de uma demanda hídrica de apenas 9,2%. Em contrapartida nas regiões sul, sudeste e nordeste, onde se encontram 85,5% da população e 90,8% da demanda hídrica do país, contam somente com 11% do potencial hídrico (IBAMA, 2008).

No cenário amazônico, as águas pluviais podem ser uma importante opção de abastecimento como forma de sanar o déficit que, ironicamente, ainda existe em muitos locais. De acordo com o recente levantamento da Agência Nacional das Águas – ANA, aproximadamente 60% dos municípios paraenses carecem de ampla distribuição de água potável (ANA, 2010).

A captação e armazenamento de água da chuva é uma ótima alternativa para o fornecimento de água potável durante períodos de estiagem. A tecnologia pode ser adaptada para pequena escala, os custos são acessíveis, apresenta resultados imediatos e os equipamentos são de simples manutenção. Porém para que o sistema de aproveitamento de água pluvial seja viável ele deve levar em conta fatores como: área de captação, demanda de água e precipitação. Ademais, para que o sistema funcione de forma eficaz deve-se analisar as

condições ambientais da região, clima, usos da água, aspectos econômicos, a fim de se adaptar as soluções técnicas para o local.

O aproveitamento dos recursos pluviais é muito difundido em países desenvolvidos, inclusive com uma legislação forte sobre a questão. Japão, EUA, Alemanha, Austrália são exemplos de nações que utilizam a água da chuva em diversas aplicações: desde sua ingestão para suprir necessidades potáveis até fins menos nobres em serviços de lavagens e rega de jardins (VELOSO, 2012).

No Brasil por existirem outras alternativas para o abastecimento de água os projetos relacionados a captação de água da chuva foram deixados em segundo plano. O reaproveitamento da água pluvial tem sido realizado principalmente no Nordeste, devido à escassez hídrica característica da região. Por isso, foi implantado nessa região o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido, iniciado em 2003, teve como objetivo oferecer água potável para cerca de 5 milhões de pessoas residentes no semiárido, por meio da construção de cisternas em pontos estratégicos.

Diante à problemática da baixa disponibilidade de água potável na região amazônica. Este trabalho teve como objetivo implementar um sistema de captação de água da chuva com baixo custo, no Sítio experimental de Cuilarana com o propósito de fornecer água potável aos moradores da localidade, afetados com a baixa disponibilidade de água.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A Disponibilidade Hídrica no Brasil**

O Brasil é o quinto país do mundo em extensão territorial com 8,5 milhões Km<sup>2</sup> divididos em cinco regiões geográficas, totalizando 5565 municípios e doze regiões hidrográficas. Recebe uma abundante quantidade de chuva, que varia sobre mais de 90% do seu território (ANA, 2010). O Brasil é um dos países mais ricos em recursos hídricos do planeta: 12% de água doce superficial do planeta estão em território brasileiro ao passo que em regiões da Europa, como Portugal e Espanha, além de Oriente Médio e grande parte da África, a escassez de água é crônica (CAMPOS; AZEVEDO, 2013).

Segundo Matos (2007), o Brasil é rico em disponibilidade hídrica, mas apresenta variação temporal e espacial das vazões. As Bacias hidrográficas localizadas em áreas que possuem baixa disponibilidade hídrica e grande utilização de recursos hídricos enfrentam situações de escassez e uma série de problemas sociais causados pela falta de água.

A grande extensão territorial do país permite que ocorram diferentes regimes climatológicos e hidrológicos, o que pode ser exemplificado com a abundância do rio Amazonas, o maior em descarga fluvial no mundo, em contrapartida tem-se o semi-árido nordestino, com sérios problemas de secas e estiagens.

Há uma grande diversidade de situações no Brasil. As regiões norte e centro-oeste possuem abundância de água, com 89% da potencialidade das águas superficiais do país, mas nestas regiões vivem apenas 14,5% dos brasileiros, que possuem uma demanda hídrica de 9,2% do total nacional. Enquanto isso, os restantes 11% do potencial hídrico estão espalhados

nas regiões nordeste, sul e sudeste, onde estão localizados 85,5% da população e 90,8% da demanda de água do país (IBAMA, 2002).

Além das águas superficiais, deve ser comentada a questão das águas subterrâneas, que também possuem enormes volumes e grande potencial de utilização no Brasil. As reservas permanentes de água subterrânea são de 112.000 km<sup>3</sup> (IBAMA, 2002) e estudos da UNESCO estimam a existência em território nacional de cerca de 10% dos 250 milhões de poços em operação no mundo (REBOUÇAS, 1999).

De acordo com Hespanhol (2003), a água se tornou um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola provocando alterações significativas na qualidade de vida das pessoas. Então o aproveitamento de águas pluviais torna-se viável até mesmo para minimizar os problemas urbanos e as ameaças de possíveis conflitos sociais.

## **2.2 A Captação de Águas Pluviais**

O aproveitamento de água de chuva é uma prática bem antiga. Começou no Oriente Médio, data de 850 a.C., quando o rei Mesha dos Moabitas deixa gravado na Pedra Moabita o desejo de implantação de um reservatório para o aproveitamento de água de chuva em cada casa. Ela se difundiu e ganhou força ao longo dos séculos em vários países como Estados Unidos, Japão, Alemanha e Austrália. Nesses lugares são oferecidos financiamentos para a construção de áreas de captação de água de chuva. Os Estados Unidos, por exemplo, possuem mais de 200 mil reservatórios para aproveitamento de águas pluviais. No Japão, na cidade de Sumida, a água de chuva é uma alternativa para garantir uma maior segurança no abastecimento em potenciais situações de emergência. Atualmente, esses países utilizam um sistema duplo de distribuição de água fria que geram uma economia de água superior a 30%: um para fins potáveis e outro para fins não potáveis. Estes últimos destinados principalmente às bacias sanitárias (TOMAZ, 2003).

O aproveitamento da água da chuva tem um funcionamento simples e de fácil compreensão. Em base, é um modelo alternativo de abastecimento de água que faz uso das áreas impermeáveis, entre elas: telhados, lajes, calçadas, entre outras, que visam coletar o produto das precipitações pluviométricas, em reservatório (s) próprio (s) e daí distribuída (VELOSO, 2012).

A água da chuva é uma ótima alternativa para o fornecimento de água potável durante períodos de estiagem, por ter um nível tecnológico apropriado de pequena escala, os custos são acessíveis, apresenta resultados imediatos e de simples de manutenção.

A viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema devem-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas.

Para a estrutura de um sistema de captação de água pluvial, é essencial apresentar alguns componentes como: área de captação, calhas e condutores, dispositivo de descarte da primeira água, peneiras, reservatório, e dependendo do uso dessa água captada, o tratamento.

A área de captação é constituída por coberturas que podem ser de telhas cerâmicas, onde o telhado pode estar inclinado, pouco inclinado ou plano. As coberturas podem ser planas, moderadamente inclinadas e intensamente inclinadas. As planas necessitam de drenos internos ou de calhas ao longo do perímetro, as moderadamente inclinadas escoam as águas com mais facilidade e intensamente inclinadas produzem um escoamento mais rápido. Uma cobertura com uma leve inclinação aumenta a área de captação.

As calhas e os coletores podem ser de PVC ou metálicos, dimensionados de acordo com os valores de precipitação de cada região. Estes componentes são utilizados para separar a água de chuva inicial que contém excessivas concentrações de matéria orgânica e sólidos dissolvidos, depositados pelo vento, pássaros e insetos (TOMAZ apud TORDO, 2004).

O dispositivo de descarte é necessário ficar antes do reservatório e deve ser dimensionado conforme a área de captação. Esse processo é necessário para garantir a segurança dos usuários, já que a primeira água contém uma série de microrganismos, alguns naturais, carregados pelo vento, e outros, que proliferaram no próprio meio e podem ser prejudiciais à saúde humana, como por exemplo, alguns patógenos (TORDO, 2004).

Outro componente essencial para a eficiência da coleta de água de chuva são as peneiras com tela de 0,2mm a 1,0mm utilizadas para evitar a entrada de sólidos em suspensão na caixa d' água.

O reservatório deve ser dimensionado para atender às demandas necessitadas, onde é definido pelo projetista, e o volume do reservatório dependerá dessa demanda, da área de captação e das características da chuva na região, onde necessita de estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água de chuva.

Dependendo do uso dessa água captada, é necessário o seu tratamento, onde devem ser levados em conta agentes químicos, físicos e biológicos com o objetivo de garantir a qualidade desse recurso hídrico, e a saúde e o bem-estar do consumidor final.

Alguns cuidados são necessários na hora de selecionar o local onde esse reservatório e também da área de captação devem ficar como: manter distância de possíveis agentes contaminantes (fossa séptica), de áreas com presença de aves e vegetação, fazer a limpeza dessas áreas com a retirada da folhagem do telhado e calhas, lavagem do reservatório, e em relação ao sistema de tratamento, deve-se observar a vida útil de filtros e produtos químicos.

## **2.3 A Captação de Águas Pluviais no Brasil e no Mundo**

O aproveitamento da água de chuva já é uma prática difundida em várias partes do mundo. Em algumas regiões é extremamente necessária à sua utilização, sendo uma importante forma de acesso à água. Em outros casos, o aproveitamento é usado como uma forma de preservar os mananciais e/ou economizar no consumo de água tratada.

Atualmente o aproveitamento dos recursos pluviais é muito difundido em países desenvolvidos, inclusive com uma legislação forte sobre a questão. Japão, EUA, Alemanha, Austrália são exemplos de nações que utilizam a água da chuva em diversas aplicações: desde

sua ingestão para suprir necessidades potáveis até fins menos nobres em serviços de lavagens e rega de jardins (VELOSO, 2012).

No Brasil, o primeiro relato de aproveitamento da água de chuva é provavelmente um sistema construído na Ilha Fernando de Noronha, pelo exército norte-americano em 1943 (GHANAYEM, 2001 apud PETERS, 2006).

Atualmente existem poucos relatos de captação da água da chuva para fins de reaproveitamento no Brasil, em vista da disponibilidade relativamente grande de outras fontes de abastecimento. O aproveitamento de águas pluviais tem sido praticado em maior escala principalmente na região Nordeste, devido ao problema da escassez hídrica, característico de parte da região. Em julho de 2003, teve início o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi- Árido: um Milhão de Cisternas Rurais - P1MC, com o objetivo beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas na região semi-árida, com água potável, através da construção de cisternas.

De acordo com Tassi (2014), as cidades brasileiras que passaram pelo processo de implementação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) vêm exigindo que novos empreendimentos construam um sistema para o controle do aumento das vazões gerado pela impermeabilização. Os próprios PDDrU sugerem que sejam instalados, entre outras estruturas, reservatórios para o armazenamento temporário das águas da chuva, como é o caso das cidades de São Paulo, Curitiba, Santo André, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Caxias do Sul, Salvador, Guarulhos, entre outras.

Em Brasília/DF, a Lei Distrital nº 4.181/08 que cria o Programa de Captação de Água da Chuva define que o Poder Executivo do Distrito Federal estimulara e apoiará as instalações de caixas ou reservatórios de água, com tampa parcialmente removível, coletores e armazenadores da precipitação atmosférica nas casas e prédios, públicos e particulares, com mais de 200 m<sup>2</sup> de área construída. A concessão de habite-se para as construções iniciadas após a vigência desta Lei ficam condicionada a comprovação do cumprimento das disposições desta Lei.

Em São Paulo/SP, a Lei municipal nº 12.526/07 da cidade de São Paulo torna obrigatória a execução de reservatório para armazenar as águas pluviais coletadas em coberturas e pavimentos nos lotes, edificadas ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup>.

No Rio de Janeiro/RJ, o Decreto municipal nº 23.940/04 do Rio de Janeiro torna obrigatória a construção de reservatórios para acumulação de água de chuva nos empreendimentos com área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup>.

Em Guarulhos/SP, a Lei Municipal nº 6.511/09 instituiu o Programa Municipal de Uso Racional da Água Potável, que tem como um dos objetivos é adotar medidas que disciplinem, obriguem e fiscalizem a implantação de reservatórios para a captação de águas advindas da chuva e/ou de drenagem nas novas edificações da cidade. O projeto de construção civil das novas edificações com área de cobertura ou telhado igual ou superior a 250 m<sup>2</sup> deverá

apresentar soluções técnicas a serem aplicadas nos edifícios, a fim de contemplar a instalação de reservatórios destinados a captação de águas de chuva e/ou drenagem.

Em Cascavel/PR, a Lei nº 4.631/07, do município de Cascavel no estado do Paraná instituiu o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água e Reuso em Edificações. Este programa tem por objetivo instituir medidas que induzam a conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para a captação de água e reuso nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. Como incentivo e oportunizado desconto no Imposto Territorial e Predial Urbano - IPTU, dos imóveis que se enquadram na presente Lei, com relação ao setor industrial, estes deverão obrigatoriamente adotar o reuso da água de chuvas para suas atividades.

Em Curitiba/PR, a Lei Municipal nº 10.785/03 que instituiu o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURA) tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. A legislação municipal sugere que em todas as novas edificações sejam instalados reservatórios com volume mínimo de 500 litros.

Em Porto Alegre/RS, a Lei Municipal nº 10.506/2008 - O Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas objetiva a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para a captação e o aproveitamento da água nas edificações, bem como à conscientização dos usuários sobre a sua importância para a vida. Obrigatório para edificações comerciais e industriais com área de telhado superior a 500 m<sup>2</sup>.

## **2.4 O Aproveitamento de Águas Pluviais na Região Amazônica**

Na Amazônia o aproveitamento da água da chuva é muito incipiente. A literatura científica ainda é escassa. Existem poucas experiências, com ações isoladas, que utilizam a água da chuva no abastecimento para fins potáveis e não potáveis, através de apoio de projetos institucionais ou empresariais (VELOSO, 2012).

No estado do Amazonas, uma iniciativa estatal que merece destaque é o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva – Prochuva. Foi desenvolvido inicialmente pela Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas – SDS e posteriormente em parceria com a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, o programa funciona desde 2006 e consiste na distribuição de um kit de infraestrutura contendo as partes essenciais do sistema: calha, tubulação e reservatório de água. O objetivo é, através do uso do recurso pluvial, beneficiar comunidades afetadas com a seca dos rios e que não possuem nenhum sistema de fornecimento doméstico de água, como demonstra a Figura 1 (SDS, 2007).

**Figura 1** – Moradia beneficiada pelo Prochuva.



Fonte: AMAZONAS (2007).

O Prochuva prioriza populações que vivem em Unidades de Conservação – UC's do estado do Amazonas. Comunidades localizadas nas calhas dos rios Purus, Solimões, Amazonas e Madeira, compondo o total de 15 municípios, entre eles: Maués, Parintins, Nhamundá, Borba, Novo Aripuanã, Manicoré, Beruri, Anori, Codajás, Coari, Tefé, Manaus, Iranduba e Manaquiri, são objetos dessa ação, que visa beneficiar 9.413 moradores (SDS, 2007).

Até 2007, foram implantados 1.839 sistemas domésticos, além de 108 sistemas comunitários. A coletividade amparada encontra-se espalhada em diferentes regiões, entre elas: reservas de desenvolvimento sustentável Piagaçu-Purus, do rio Madeira e do rio Uatumã, florestas estaduais de Nhamundá e Maués, localidades da sub-bacias do Baixo Amazonas e Baixo Solimões e em municípios atingidos pela grande seca de 2005 (AMAZONAS, 2007).

Ainda no Amazonas, a Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica – FUCAPI desenvolveu, em 2010, o projeto “Água limpa para pequenas comunidades da Amazônia”. A intenção foi fornecer uma alternativa para as comunidades do interior do estado que sofrem com problemas de abastecimento de água de boa qualidade durante o período de vazante dos rios, através da captação e tratamento de águas pluviais (VELOSO, 2012).

O protótipo desenvolvido (Figura 2) dispensa o uso de eletricidade. Nele, são usadas duas calhas para captar a água da chuva. Ao descer pelas calhas, a água passa por um primeiro filtro para retirar fragmentos como pedras e folhas; há uma válvula para descartar essa primeira água mais suja. Daí a água segue e passa por um filtro de pedregulho, vai para um primeiro tanque e depois passa por um filtro de areia, um de carvão ativado e outro de tela, seguindo para ser armazenada em um tanque de 500 litros, onde já pode ser utilizada.

**Figura 2** – Protótipo desenvolvido pela FUCAPI.



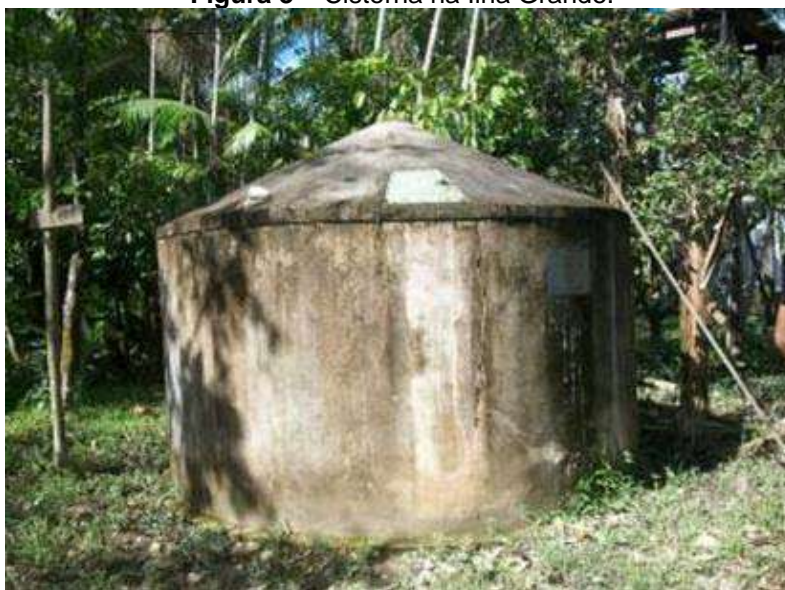


Fonte: FUCAPI (2012).

Para Veloso (2012), é notório que esta é uma iniciativa muito mais cuidadosa em termos de eficiência do sistema, uma vez que se preocupa com a qualidade da água a ser abastecida. Significando um grande avanço para o cenário amazônico, uma vez que reconhece que não basta ter água, esta precisa ser potável. É fato que ainda não alcance da potabilidade em seu tratamento, mas o caminho para tanto está traçado.

No estado do Pará, a primeira experiência registrada sobre o aproveitamento da água da chuva foi ocorreu no ano de 2004, com a implantação do projeto “Água limpa é vida”. “O sistema apresentava uma cisterna segundo os moldes das construídas na região do semiárido nordestino” (ROSA, 2011), ver Figura 3. Tratava-se de uma ação multi-institucional entre a Sociedade Bíblica do Brasil – SBB, o Ministério de Desenvolvimento Agrário – MDA, o projeto Dom Helder e a Diaconia.

**Figura 3 – Cisterna na Ilha Grande.**



Fonte: VELOSO (2012).

A cisterna, com capacidade para 16 mil litros de água, foi edificada na ilha Grande, localizada na porção sul de Belém. O sistema fora implantado para servir a comunidade em

geral e a Escola de Ensino Fundamental São José e segue o modelo das cisternas do Programa Um Milhão de Cisterna – P1MC implantado no semiárido brasileiro e está inoperante (VELOSO, 2012).

A capital paraense também possui outras experiências, principalmente em ilhas. Em 2006, também na região insular foi implantado o Projeto “Água em Casa, Limpa e Saudável”, promovido pela Cáritas Metropolitana de Belém – CAMEBE, uma associação religiosa de direito privado, sem fins econômicos, que busca promover a caridade de forma ampla e integrar e fortalecer a dignidade humana (VELOSO, 2012). Segundo a CAMEBE (2007) “o objetivo principal da iniciativa é implantar sistemas de coleta e tratamento de água da chuva para as famílias das ilhas de Belém que vivem com falta de disponibilidade de água potável.” O projeto consiste no armazenamento da água da chuva, sem descarte inicial, que através de calhas e tubos instalados nas casas é direcionada aos reservatórios, e então utilizada pelas famílias, conforme Figura 4.

**Figura 4** – Modelo de sistema de coleta de água de chuva da CAMEBE.



Fonte: SOUZA (2012).

A CAMEBE vem buscando parcerias no desenvolvimento e melhorias das atividades. Dessa forma, objetivando estudar os impactos sobre a saúde decorrentes da utilização da água da chuva, o IFPA, entre 2008 e 2011, e a Universidade da Amazônia – UNAMA, no período de 2010 e 2011, forneceram apoio científico através de eixos de pesquisas focados no desenvolvimento de tecnologias, na avaliação dos impactos sobre a saúde dos moradores, aspectos epidemiológicos, em estudos antropológicos e reflexos econômicos sobre a população. (SOUZA, 2012).

A Universidade Federal do Pará – UFPA, por meio do Grupo de Pesquisas “Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia” do Núcleo de Meio Ambiente (Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia –

PPGEDAM/NUMA) e do Instituto de Tecnologia (Programa de Engenharia Civil/ITEC), desde 2008, mantém um estudo que visa “desenvolver modelos de sistemas de abastecimento e projetos construtivos para habitações de interesse social usando como alternativa a água da chuva a fim de viabilizar o acesso de comunidades ribeirinhas amazônicas a água potável” (OLIVEIRA, 2009 apud VELOSO, 2012).

Foram financiadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará – FAPESPA e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), as pesquisas que têm atuação nas ilhas Grande, Murutucu, e em breve expandirá suas atividades para as ilhas Combú e Maracujá (Figura 5). Juntas, estas ilhas possuem área 39,6 km<sup>2</sup>, todas no rio Guamá.

**Figura 5** – Projetos do Grupo de Pesquisa Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia.



Fonte: (a) VELOSO (2012); (b) GONÇALVES (2012).

A Universidade Federal Rural da Amazônia, através do projeto “Promovendo a Sociobiodiversidade: Restauração Ambiental com Geração de Renda em Comunidades Ribeirinhas na Amazônia” foi vencedor do Prêmio ANA 2014 na categoria “ensino” e o “Projeto Melipolinicultura” vencedor no Prêmio Santander Universidade Solidária 2011, coordenado pela professora Vânia Neu (ISARH/UFRA), destacaram-se por promover mudanças significativas



na vida da comunidade ribeirinha da ilha das Onças, no município de Barcarena (UFRA Notícias Hoje, 2014).

Com o projeto já foram realizadas mudanças expressivas no dia a dia da comunidade. Entre as principais estão à implantação de banheiro ecológico; reciclagem de papel; aumento de renda via restauração ambiental (e consequente aumento de produtividade das espécies vegetais nativas, em especial do açaí), introdução da meliponicultura, com produção de mel e cisternas que captam a água da chuva, como podemos observar na figura 6 (UFRA Notícias Hoje, 2014).

**Figura 6** – Cisterna utilizada na captação de água da chuva do projeto.



Fonte: UFRA Notícias Hoje (2014).

Assim, as iniciativas de aproveitamento da água da chuva para o abastecimento partem dos mais variados atores sociais: entes públicos, organizações não governamentais, associação de moradores, instituições de ensino, pesquisa e extensão e até mesmo individualmente com o improviso de ribeirinhos.

O contexto revela que o aproveitamento da água pluvial em ilhas amazônicas, como sistema alternativo de abastecimento de água, se mostra uma estratégia inteligente de gestão local. Devido suas peculiaridades geográficas, a maioria dessas regiões não conta com um sistema próprio de abastecimento de água para os seus moradores.

Assim, com todo esse histórico na região Amazônica de implementações de projetos de captação de água da chuva, fez com que despertasse o interesse em buscar e inserir mais uma alternativa nesses sistemas dentro da região.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

O trabalho foi realizado no sítio experimental de Cuiarana (0°39'49.72"S, 47°17'03.41"O, 17 m), com área de 25,8 hectares, pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), município de Salinópolis, região nordeste do estado do Pará (Figura 1). No sítio, está localizada uma casa com aproximadamente 72 m<sup>2</sup>. O acesso a área se dá pela BR-316 e PA-124, está à 220 km de Belém, capital do estado do Pará.

**Figura 7** – Localização geográfica do sítio experimental de Cuiarana – PA.



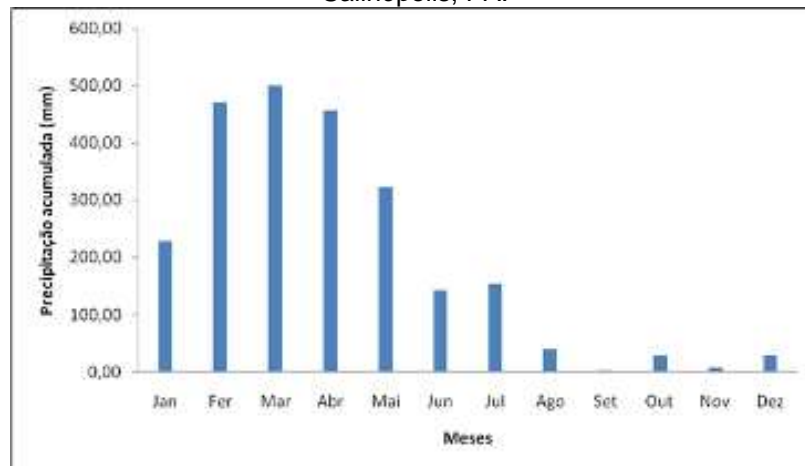
Fonte: Os autores.

#### 3.2 Dados Pluviométricos

Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático predominante na região é Aw, com baixa amplitude térmica e precipitação pluviométrica média anual de 2.100 mm, sendo que 90% dessa pluviosidade se distribui entre os meses de janeiro e junho (RODRIGUES, 2012). A

partir dos dados da estação Micrometeorológica, do Sítio Experimental de Cuiarana, pode-se observar o comportamento da precipitação ao longo dos meses por meio da média mensal entre os anos 2011 a 2014 (Figura 2).

**Figura 8** – Precipitação acumulada média mensal dos anos 2011-2014 em Cuiarana, Salinópolis, PA.



Fonte: Os autores.

A partir dos dados pluviométricos, é possível observar o comportamento da precipitação na localidade, a precipitação acumulada variou de 1550,16 mm a 3017,28 mm nos anos de 2011 a 2014. Por meio da Figura 2, é notória a sazonalidade que a região de Cuiarana apresenta, onde de janeiro a julho é considerado o período chuvoso e de agosto a dezembro o período menos chuvoso. É de grande importância conhecer o comportamento da pluviosidade na região para que embase projetos dessa natureza.

### 3.3 Materiais Utilizados para a Implantação da Cisterna

Os materiais utilizados para a construção do projeto de captação de água da chuva e o custo total da implementação do sistema de captação pode ser observado na Tabela 1. As despesas com materiais estão calculadas com base nos preços que vigoravam no mercado de Salinópolis, em 2015. Como forma de replicação do sistema de captação e armazenamento de água da chuva, esses valores devem ser atualizados conforme os preços do mercado local.

**Tabela 1** – Listagem com os materiais e o custo para a construção do projeto

Item	Quantidade	Unidade	Materiais	Preço Unid. (R\$)	Preço Total (R\$)
1	1	L	Caixa D'água de polietileno de 500	200,00	200,00
2	30	m	Ripas e Compensados de madeira	50,00	250,00
3	2	Kg	Pregos	7,50	15,00
4	12	m	Tubo de PVC 150 mm	160,00	320,00
5	2	Unid.	Cap de PVC 150 mm	34,00	68,00
6	5	m	Tela de proteção 0,5 mm	3,00	15,00

<b>7</b>	18	m	Tubo de PVC 75 mm	66,00	198,00
<b>8</b>	1	Unid.	Cap de PVC 75 mm	16,00	16,00
<b>9</b>	11	Unid.	TE de PVC 75 mm	8,90	98,00
<b>10</b>	4	Unid.	Joelho 90° de 75 mm	5,50	22,00
<b>11</b>	12	m	Tubo de PVC 25 mm	13,00	26,00
<b>12</b>	1	Unid.	TE de PVC 25 mm	1,10	1,10
<b>13</b>	4	Unid.	Joelho 90° de PVC 25 mm	1,05	4,20
<b>14</b>	1	Unid.	Registro esfera de PVC 25 mm	11,20	11,20
<b>15</b>	3	Unid.	Adesivo para tubo (45g)	8,33	25,00
<b>16</b>	1	Unid.	Reservatório de Água com filtro (6 L)	69,00	69,00
<b>17</b>	1	Unid.	Filtro de carvão ativado e prata coloidal	11,90	11,90
<b>Total</b>					<b>1350,40</b>

### 3.4 A Implementação do Sistema de Captação de Água da Chuva

#### 3.4.1 Área de Captação

A residência possui uma área de captação de 72 m<sup>2</sup>, mas a área utilizada para coleta de água foi de 36 m<sup>2</sup>, que são cobertas por telhas de cerâmica. Foi observado, que entorno da residência existe a presença de vegetação de grande porte, fazendo com que haja a maior necessidade de cuidado com a limpeza do telhado.

#### 3.4.2 Transporte e Distribuição da Água

Para o transporte e distribuição da água pluvial capturada, foi produzido um sistema de calhas de PVC de 150 mm, juntamente com peneiras de telas de 0,5 mm utilizadas para reter sólidos em suspensão presentes (Figura 3). Principalmente, com o intuito de reter as folhas que poderiam entrar no sistema.

**Figura 9** – Sistema de calhas e peneira.



Fonte: Os autores.

### 3.4.3 Sistema de Descarte

Segundo Andrade Neto (2004), outros aspectos podem aumentar o risco de contaminação de águas de chuva armazenadas em cisternas, tais como: condições de uso, nível de exposição a contaminantes, condições epidemiológicas da região e manutenção do sistema. Por isso, os dispositivos de desvio das primeiras águas de chuva são de extrema importância, pois se destinam a garantir que a água que chega no reservatório de armazenamento esteja livre de parte das impurezas que tenham sido incorporadas durante todo o percurso (SILVA et al., 2017).

No projeto, foi implantado o dispositivo de descarte DESVIUFPE (UFPE, 2014). Este dispositivo conta com um conjunto de conexões e canos de PVC que tem como função receber os primeiros litros de água que estão impuros devido ao acúmulo de poeira e partículas no telhado da casa.

A construção do DESVIUFPE é simples de ser realizado, com base na área de captação das águas pluviais é feito o cálculo para a construção do dispositivo de descarte. Assim, o dimensionamento do sistema de descarte é realizado na proporção de 1 m<sup>2</sup> para o descarte de 1 L de água.

Assim, para cada 1 m<sup>2</sup> de área de captação é necessário descartar 1 L de água da chuva, portanto para o nosso estudo, foi necessário descartar 36 L de água. Para a construção do sistema é necessário calcular a quantidade de tubos e conexões que serão necessárias para suprir o volume de água a ser descartado, e isso irá depender das dimensões do tubo que irá ser trabalhado. No caso do presente estudo foram utilizados tubos de PVC de 75 mm.

Logo, foi observado que cada tubo de PVC de 75 mm com 150 cm de altura, possui um volume de aproximadamente 6,62 litros. Com esse dado, foi possível calcular quantos tubos foram necessários para a construção do sistema DESVIUFPE para o descarte de 36 litros de água, que foram 6 tubos. Com essa quantidade, também conseguimos dimensionar as conexões que foram empregadas no sistema, no caso os Joelhos de 90° de 75 mm e TE de 75 mm, pois variam de acordo com o número de tubos. No estudo foram utilizados, para a construção sistema, 4 Joelhos de 90° de 75 mm e 11 TE's de 75 mm.



Como produto final, obtemos a estrutura de descarte DESVIUFPE, que foi empregado no sistema de desvio acoplado ao sistema de captação de águas pluviais na residência do Sítio Experimental de Cuiarana, Salinópolis-PA (Figura 4).

**Figura 10** – Estrutura de descarte DESVIUFPE do Sítio Experimental de Cuiarana, Salinópolis-PA.



Fonte: Os autores.

Após cada evento chuvoso, o mesmo deve ser esvaziado, através de uma tubulação de descarga, a qual deve ser novamente fechada permitindo o funcionamento do desvio automático das primeiras águas do próximo evento. No estudo, a água capturada no sistema de descarte foi utilizada para usos não potáveis como a lavagem de calçada, ferramentas, irrigação e etc.

#### **3.4.4 Reservatório de Armazenamento**

De acordo com May (2004), a viabilidade do sistema depende basicamente de três fatores: precipitação, área de coleta e 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.

Para Villela et al (2008), cada pessoa deve beber em torno de 1,5 a 2 litros de água por dia para suprir suas demandas nutricionais. Para abastecer os 6 moradores da residência do sítio experimental de Cuiarana, no qual demandam de aproximadamente 360 litros de água para consumo ao mês, foi utilizada uma cisterna de polietileno com capacidade de 500 Litros afim de mais do que suprir as necessidades de seus moradores.

O reservatório possui superfícies internas lisas que facilitam a limpeza e dispensa parafusos e amarras na instalação, assim garantindo ainda mais vedação e a conservação da água. Dentro do reservatório, a distribuição da água captada por meio do cano de PVC de 75 mm possui um redutor de turbulência, foi construída com o objetivo de evitar a turbulência na cisterna, pois poderá causar o revolvimento de toda a sujeira sedimentada no fundo, assim causando impactos na qualidade da água, onde é possível observar na Figura 5.

**Figura 11** – Reservatório com redutor de turbulência.



Fonte: Os autores.

#### **3.4.5 Tratamento da Água Captada**

Após todas essas etapas, a água captada pelo sistema é direcionada para dentro da residência, onde a água é acondicionada em um reservatório com filtro de carvão ativado e prata coloidal (Figura 6), com aproximadamente 6 litros, para que ocorra o tratamento dessa água. A vela filtrante apresenta uma tripla ação, filtra e reduz odores, sabores e o teor de cloro, além de reduzir as bactérias presentes na água. Esse equipamento tem essas funções pois a sua estrutura contém prata coloidal e carvão ativado na parte interna. A prata da parte interna da vela penetra pelos poros, preservando sua propriedade esterilizante e decolorante (STÉFANI, 2010).

**Figura 12** – Estrutura de Tratamento da água da chuva.



Fonte: Os autores.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na residência do Sítio Experimental de Cuilarana, Salinópolis-PA, levando-se em consideração a precipitação da região e toda a estrutura de implantação, a construção do projeto resultou em um sistema de captação de águas pluviais com um sistema de descarte autolimpante e com o tratamento de água através do filtro de carvão ativado e prata coloidal (Figura 7).

É importante ressaltar que o principal objetivo para a instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva é englobar os aspectos sociais, econômicos e ambientais, pois no período chuvoso, as águas captadas pelo telhado que seriam desperdiçadas, podem ser armazenadas e utilizadas nos meses de estiagem da região.

**Figura 13** – Sistema de captação de águas pluviais em residência na vila de Cuilarana, Salinópolis-PA.



Fonte: Os autores.

A preocupação com o custo e implementação do projeto foi de grande importância na elaboração, pois o estudo objetivou a implementação de uma tecnologia social, que no caso é o sistema de captação de água da chuva de simples execução, sem a necessidade de bombas hidráulicas e o uso de energia elétrica, assim visando o baixo custo, que foi de R\$ 1350,40, comparado a outros sistemas como o de Figueiredo (2014), Lima e Machado (2008) e Teston (2012), que custaram respectivamente R\$ 7.117,00, R\$ 8.224,00 e R\$ 2.997,21, e a sua aplicabilidade em diferentes cenários para diversas regiões.

O projeto de captação de água da chuva implementado, visa contribuir, ainda mais, para os estudos na área, a fim de disponibilizar soluções para regiões carentes de abastecimento de água, como pode ser observado nos trabalhos de Hagemann (2009), Souza et al (2012) e Gonçalves (2012).

#### 5. CONCLUSÃO

O estudo teve por objetivo realizar o aproveitamento da água da chuva, na residência, do Sítio Experimental de Cuilarana, através da implementação de um sistema de captação de

água da chuva, de forma a fornecer uma alternativa para a comunidade a respeito aos problemas de abastecimento de água potável, através da captação e tratamento dessa água.

Foi possível observar, que por se tratar de uma tecnologia social, a preocupação com o custo do projeto e a viabilidade de implantação foi algo de grande relevância na sua elaboração, o sistema de captação precisou somente de artifícios hidráulicos para o seu funcionamento, sem a utilização de bombas hidráulicas que tem alto custo de compra e manutenção, e ainda precisam de energia elétrica para o seu funcionamento, o projeto buscou técnicas simples e viáveis para os diversos ambientes que ele podia estar inserido, a fim de ter um baixo custo comparado a outros sistemas de captação.

Assim, a busca e implementação de práticas sustentáveis na região amazônica e a ampliação para as demais regiões, por meio de tecnologias sociais como a apresentada no estudo, visam melhorar a qualidade de vida para comunidades carentes que não tem acesso a uma água de qualidade. Portanto, o sistema de captação de água da chuva, pode funcionar como um novo instrumento para suprir a necessidade de famílias que sofrem da escassez de água com qualidade.

## REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional das Águas (Brasil). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. ANA: Engecorps/Cobrape, Brasília, v.2, 2010. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/AtlasBrasil-AbastecimentoUrbanodeAgua-PanoramaNacionalv1.pdf>>. Acesso em: 04 de julho de 2017.

ANDRADE NETO, C. O. Proteção Sanitária das Cisternas Rurais. In: XI Simpósio lusobrasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Natal. **Anais**. Natal: ABES/APESB/APRH, 2004.

FIGUEIREDO, L. H. S. **Aproveitamento de Água de Chuva para Fins Não Potáveis, Análise em Residência Unifamiliar em Macaúbas-Ba**. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2014.

GOMES, M. A. F. Água: **sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. [S. l.] Embrapa, 2011. Disponível em: <[http://www.cnpma.embrapa.br/down\\_hp/464.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf)>. Acesso em: 04 de julho de 2017.

GONÇALVES, C. C. **Aproveitamento de águas pluviais para abastecimento em área rural na Amazônia. Estudo de caso: ilhas Grande e Murutucú, Belém-PA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da Qualidade da água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso**. Dissertação de mestrado (Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), p.141, 2009.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Bahia análise & dados**. Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 411-437, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Histórico 2008**. Disponível em<<http://www.ibama.gov.br/patrimonio/>>. Acesso em: 04 de julho de 2017.

LIMA, R. P.; MACHADO, T. G. **Aproveitamento de Água Pluvial: Análise do Custo de Implantação Do Sistema Em Edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2008.

MATOS, B. A. et al. Disponibilidade e demandas de recurso hídricos nas 12 regiões hidrográficas do Brasil. SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., São Paulo, 2007. **Anais do XVII Simpósio de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2004. 159 p.

RODRIGUES, J. C. **Balanço de energia e comportamento fenológico em pomares de mangueira no Nordeste Paraense**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2012.

SILVA, S. T. B.; ARAÚJO, L. F.; ALMEIDA, A. J. G. A.; GAVAZZA, S.; SANTOS, S. M. Comportamento de dispositivos de desvio das primeiras águas de chuva como barreiras sanitárias para proteção de cisternas. **Águas Subterrâneas**, v. 31, p. 1-11, 2017.

SOUZA, R. O. R. M.; SCARAMUSSA, P. H. M.; AMARAL, M. A. C. M.; PEREIRA NETO, J. A.; PANTOJA, A. V.; SADECK, L. W. R.. Equações de chuvas intensas para o Estado do Pará. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 9, p. 999-1005, 2012.

STÉFANI. **Vela esterilizante**. Disponível em: <<http://www.ceramicastefani.com.br/acessorio-stefani/acessorio/3/vela-esterilizante>>. Acesso em: 04 de julho de 2017.

TESTON, A. **Aproveitamento de Água da Chuva: Um Estudo Qualitativo entre os Principais Sistemas**. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar Editora, p. 180, 2003.

UFPE. **DESVIUFPE**. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/lea/index.php?option=com\\_content&view=article&id=309:baixe-aqui-os-videos-sobre-o-desviufpe&catid=2:curso&Itemid=122](https://www.ufpe.br/lea/index.php?option=com_content&view=article&id=309:baixe-aqui-os-videos-sobre-o-desviufpe&catid=2:curso&Itemid=122)>. Acesso em: 04 de julho de 2017.

VELOSO, N.S.L. **Água da chuva e desenvolvimento local; o caso do abastecimento das ilhas de Belém**. Dissertação (Mestrado em gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia), Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

VILLELA, N.B.; ROCHA, R. **Manual básico para atendimento ambulatorial em nutrição**. 2ª edição. Salvador: EDUFBA, 2008, 120 p.