



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

---

*COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005*

**WILLAMY FRANCISCO PEREIRA**

## **READEQUAÇÃO DO PROJETO DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS (CASO SIC E TERRAPALMAS)**

**PALMAS - TO  
2016**



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005*

**WILLAMY FRANCISCO PEREIRA**

## **READEQUAÇÃO DO PROJETO DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS (CASO SIC E TERRAPALMAS)**

Projeto apresentado como requisito para aprovação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA, orientado pelo professor, MSc Carlos Spartacus.

**PALMAS - TO  
2016**



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

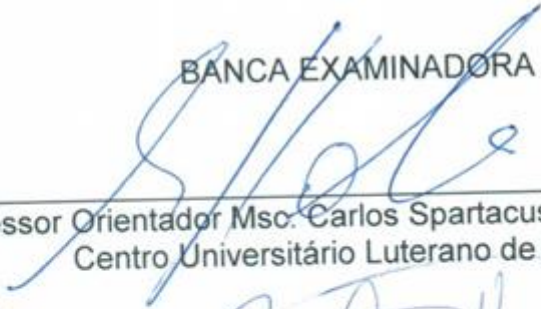
**WILLAMY FRANCISCO PEREIRA**


## **READEQUAÇÃO DO PROJETO DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO PARA APROVEITAMENTO DE AGUAS PLUVIAIS (CASO SIC E TERRAPALMAS)**

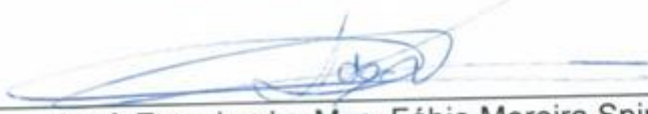
Projeto apresentado como requisito para aprovação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA, orientado pelo professor, MSc Carlos Spartacus.

Aprovado em 08 de junho de 2016.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Professor Orientador Msc. Carlos Spartacus Da Silva Oliveira  
Centro Universitário Luterano de Palmas

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Examinador Msc. Daniel Iglesias de Carvalho  
Centro Universitário Luterano de Palmas

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Examinador Msc. Fábio Moreira Spinola de Castro  
Centro Universitário Luterano de Palmas

**PALMAS - TO  
2016**

### ***Dedicatória***

*À minha família, em especial a minha esposa por todo incentivo e compreensão pelas horas ausentes, aos meus filhos, e a todos que me ajudaram nessa nova conquista.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela proteção e pelo força a cada dia, à minha família, pela presença e auxílio em todos os momentos desta jornada.

Aos amigos por me encorajarem a seguir em frente. Em especial ao grande amigo Humberto.

A minha esposa, pelo incentivo e compreensão dedicados ao longo desta caminhada e principalmente, por tolerar minhas ausências.

Aos Professores do CEULP/ULBRA pelo carinho, dedicação e entusiasmo demonstrado ao longo do curso, especialmente, ao meu **Orientador Prof. MSc. Carlos Spartacus**, pelo incentivo, simpatia e presteza no auxílio às atividades, discussões e normatização desta monografia de conclusão de curso.

Ao Ser Supremo pela oportunidade e privilégio que me foi dado em compartilhar tamanha experiência, por me dar coragem e perseverança para concluir este trabalho.

*“Concentre-se nos pontos fortes, reconheça as fraquezas, agarre as oportunidades e proteja-se contra as ameaças”*

*Sun Tzu*

## RESUMO

Este estudo teve por objetivo propor a adequação de uma edificação já existente e localizada em Palmas, Tocantins, com a finalidade de captar e armazenar a água da chuva, para posterior utilização. Para tanto foi realizada uma pesquisa bibliográfica, de campo e consulta a registros históricos dos índices pluviométricos da região dessa capital, pesquisado os tipos e quantitativos de materiais necessários para fiel conclusão desse trabalho. Os dados encontrados estão registrados no escopo deste trabalho, apresentando as informações necessárias para o bom cumprimento de tal atividade.

**Palavras-chave:** Água, Chuva, Captação, Armazenagem.

## ***ABSTRACT***

This study aimed to propose the adaptation of an existing building and located in Palmas, Tocantins, in order to capture and store rainwater for later use. Therefore we carried out a literature search, field and refers to historical records of rainfall in the region this capital, researched the types and quantity of materials required for faithful completion of this work. The findings are recorded in the scope of this work, with the necessary information for the proper performance of such activity.

**Keywords:** Water, Rain, Capture, Storage.



## Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa da Bacia Araguaia/Tocantins.....	30
Figura 2 – Mapa da precipitação média do Tocantins.....	35
Figura 3 – Locação do Reservatório.....	37
Figura 4 – Filtro de passagem para água Pluvial.....	38
Figura 5 – Filtro de Areia.....	38

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Vazão das bacias do Brasil e América do Sul.....	29
Tabela 2 – Precipitação média 1961 a 2014.....	36
Tabela 3 – Demonstrativo de consumo e custo da água.....	39
Tabela 4 – Demonstrativo de previsão de captação, consumo e economia....	40

## Lista de Gráficos

Grafico 1 – Distribuição do consumo de água .....	.....32
---	---------

## Lista de Plantas

Planta 1 – Projeto Atual da Secretaria.....	40
Planta 2 – Projeto do Reservatório na Edificação.....	42
Planta 3 – Projeto do Reservatório com os corte AA e BB.....	43

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

**FAO**- Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

**pH** – Potencial Hidrogeniônico

**SIC**– Secretaria da Indústria e Comércio

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**PROSAB** – Pesquisas em Saneamento Básico

**EMBRAPA**- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**NBR** – Normas Brasileiras

**ANA** – Agência Nacional das Águas.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS .....	17
2.1. OBJETIVO GERAL .....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1. CONCEITO DE ÁGUA DA CHUVA .....	19
3.2. OS TIPOS DE NUVENS .....	20
3.3. A CHUVA ÁCIDA.....	21
3.4. ÁGUA POTÁVEL .....	22
3.5. CONCEITO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA ..	22
3.6. O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA .....	24
3.7. MODELOS DE SISTEMAS.....	25
4. METODOLOGIA .....	33
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO PROJETO.....	33
4.2. ANÁLISE DOS DADOS .....	34
4.3. Dimensionamento do reservatório .....	34
5. RESULTADOS E DISCURSÕES.....	38
6. REFERÊNCIAS.....	44
7. ANEXOS .....	48

## 1. INTRODUÇÃO

As modificações feitas pelo homem na natureza, principalmente nos grandes centros urbanos com as pavimentações de ruas, construção de calçadas, telhados ocasionam uma mudança regional no ciclo hidrológico (ZAIKEN, et al 1999). Dessa forma a água que cai no solo em forma de precipitação tem sua taxa de infiltração exageradamente reduzida, pela ausência ou redução dos vazios do solo, aumentando a vazão, o escoamento superficial e contribuindo para o efeito de inundações que podem trazer efeitos catastróficos nas estruturas urbanas (GOONETILLEKE, 2005).

A utilização da água de chuva pode substituir alguns usos da água menos nobres, como: descargas sanitárias, lavagem de carros e pisos, irrigação de jardins e até consumo nobre. Segundo (TOMAZ, 2005) vários países do mundo (Japão, Alemanha, Estados Unidos, Austrália, Singapura) já estão comprometidos com o aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis. Segundo Villareal; Dixon (2004) uma importante porcentagem das áreas impermeáveis urbanas é representada por telhados, o que oferece um grande potencial hídrico ao implantarem-se sistemas de aproveitamento de água de chuva. Considerando que o local de execução desse projeto possui uma grande área coberta, um bem dimensionado e construído sistema de drenagem da água pluvial, estima-se que não será muito custoso e dificultoso a implantação e execução deste plano.

Para implantação desse projeto foi efetuada uma readequação de algumas partes do projeto. Readequar é promover pequenas alterações nas instalações existentes sem que seja alterada a finalidade final ou objeto do edifício. Toda alteração efetuada foi observado o projeto original afim de não se comprometer a estrutura existente, não demolir partes estruturais, não instalar equipamentos que possam sobrecarregar a rede elétrica projetada e instalada e não aplicar cargas excessivas a edificação existente.

A readequação foi executada no edifício sede da TerraPalmas e da Secretaria da Indústria e Comercio (SIC), o local em questão é um edifício público, ou seja é sede de uma unidade do Governo do Estado, ambas as unidades administrativas instaladas nesse endereço são voltadas para atendimento ao público, sendo a TerraPalmas, empresa voltada para administrar o patrimônio

imobiliário do Estado, e promover a comercialização via licitação pública de bens imobiliários voltados para habitação ou comerciais, e a Secretaria da Indústria e Comercio, ente da administração direta, possui a missão de promover políticas voltadas para o desenvolvimento da Indústria e do Comercio no Estado do Tocantins.

A premissa principal desse projeto é o aproveitamento da água da chuva, basicamente essa ação é a coleta da água precipitada, seu armazenamento em recipientes adequados, e posteriormente disponibilizá-la para utilização conforme a demanda prevista. Quando do pleno funcionamento deste projeto, o mesmo auxiliará, mesmo em pequena escala na diminuição de enxurradas e na diminuição do consumo de água tratada.

Este trabalho apresenta propostas de adequação de um prédio público Edifício Sede da Secretária estadual da Indústria e comercio e TerraPalmas para o aproveitamento da água de chuva.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Readequar o projeto do prédio da Secretaria Estadual da Indústria e Comercio e TerraPalmas, na cidade de Palmas-TO, para aproveitamento de água da chuva.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Readequar o sistema de captação de águas pluviais já existentes, a fim de possibilitar a captação e armazenagem da água;
- Calcular e dimensionar o reservatório utilizando o método de Azevedo Neto;
- Projetar o reservatório, bem como o sistema de captação de água da chuva;
- Determinar como será utilizada a água captada e armazenada.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão bibliográfica foi realizada através de visitas a bibliotecas, internet, consulta com profissionais da área e pesquisa da legislação referente ao tema. Observando inicialmente a Constituição Federal de 1988, no artigo 225 onde se afirma:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações”.

O CONAMA, Conselho Nacional do Meio ambiente, edita publicações que produz atos e resoluções, os quais estabelecem normas, critérios e padrões relacionados ao controle e manutenção da qualidade do ambiente, a resolução CONAMA 306/2002 em seu VI trata do Desempenho Ambiental afirmando que o mesmo são:

“resultados mensuráveis de gestão ambiental relativos ao controle de uma instalação sobre seus aspectos ambientais, com base na sua política, seus objetivos e metas ambientais. ”

E em seu anexo 1 inciso X afirma que Gestão Ambiental é:

”condução, direção e controle do uso dos recursos naturais, dos riscos ambientais e das emissões para o meio ambiente, por intermédio da implementação do sistema de gestão ambiental. ”

O governo Federal baixou em 19 de janeiro de 2010 a instrução normativa nº 01, que dispõe quanto a critérios de sustentabilidade no âmbito da administração pública federal, em seu artigo 4º, parágrafo VII determina:

“aproveitamento da água da chuva, agregando ao sistema hidráulico elementos que possibilitem a captação, transporte, armazenamento e seu aproveitamento.”

Considerando apenas a legislação e os artigos que tratam da exploração e conservação dos recursos hídricos temos muita literatura a pesquisar, a investigar, o tema é muito debatido e está sempre em evidencia. O PROSAB em seu livro *Uso Racional da Água em Edificações* a página 78, diz:

“A água da chuva faz parte atualmente da gestão dos recursos hídricos. Vários países da Europa, Ásia, Oceania e da América utilizam água da chuva em residências, indústrias, comércios e irrigação de agricultura. A literatura técnica internacional tem mostrado a ênfase de muitos países desenvolvidos em programas e pesquisas visando o melhor aproveitamento da água da chuva”

A poluição generalizada provocada pelo homem vem ao longo do tempo comprometendo a qualidade da água disponível no planeta. Aliado a devastação florestal, que provoca o assoreamento dos reservatórios de água e leito dos rios, o acesso à água com a mínima qualidade para consumo humano vem escasseando ano a ano. Captar água da chuva também é uma forma de preservação, economia de recursos naturais, pois diminui a exploração dos reservatórios de água.

### **3.1. CONCEITO DE ÁGUA DA CHUVA**

A chuva é uma manifestação meteorológica, cuja reação é a precipitação da água geralmente em forma líquida, em algumas regiões do mundo em forma de neve, e ocorre também em forma sólida a chamada chuva de granizo

A formação da chuva começa a ocorrer quando acontece à evaporação da água, estando em forma de vapor a água sobe, e ao encontrar uma temperatura mais fria na altitude, à medida que o vapor vai se agregando as moléculas de ar já saturadas ou quando sua temperatura diminui acontece à condensação, e então

surgem as nuvens. A formação das precipitações atmosféricas ocorre através do ar quente e úmido que, elevando-se por expansão adiabática, se resfria até obter seu ponto de saturação. Uma parte deste vapor se condensa em aerossóis de gotículas de água formando as nuvens, essas gotículas são mantidas em suspensão pelo efeito da turbulência ou de correntes de ar ascendentes. “Quando elas atingem tamanho necessário (gota) para vencer a resistência do ar, deslocam-se em direção do solo formando as precipitações” (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 40 – 41).

O processo de elevação do ar é a chave da formação das nuvens, que podem ser produzidas por converção, por convergência do ar ou por elevação topográfica. As nuvens são formadas pelo processo de resfriamento do ar rico em umidade, ou pela expansão do ar quando o mesmo atinge altitudes onde a pressão atmosférica é menor e se expande então sua energia que está em forma de calor é absorvida, diminuindo sua temperatura, cujo processo leva o nome de resfriamento adiabático. “As precipitações ciclônicas tanto frontais quanto não frontais espalham-se por grandes áreas, pois são consideradas de longa duração e de intensidade baixa à moderada” (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 41 – 42).

A presença de nuvens carregadas não necessariamente obriga-se que haja precipitação, fatores como massas de ar quente, direção e velocidade dos ventos, altitude e outros fenômenos influenciam diretamente na quantidade de chuva que precipita em cada região do globo, mesmo assim nem toda chuva chega a atingir a superfície, algumas vezes a mesma se evapora enquanto ainda está em queda, esse processo recebe o nome de virga e ocorre em locais onde há períodos de ar muito seco. É correto afirmar que a chuva é ator importante no ciclo das águas, possuindo o poder de alterar a sensação térmica do meio ambiente.

### **3.2. OS TIPOS DE NUVENS**

Existem cinco denominações para os tipos de nuvens que são:

- *Cumulus* – São nuvens isoladas, que possuem contorno bem definido, tem coloração branca quando na presença da luz solar, provoca chuva em pancadas, que podem conter cristais de gelo;

- *Stratocumulus* – São nuvens acinzentadas ou esbranquiçadas, é formada por gotas de água e é associada a chuvas fracas;
  
- *Nimbostratus* – Nuvens que apresentam grande extensão, sua base é difusa, em sua formação pode conter gotas de chuva, cristais ou flocos de neve, sua coloração é bem escura;
  
- *Cirrus*–Possuem apresentação brilhosa, sua aparência é sedosa, são isoladas, formadas por cristais de gelo;
  
- *Altostratus* – Se assemelhar a um lençol cinza mesclando com o azulado permite em suas partes a visão da luz do sol, é formada por gotas ou cristais de gelo.

As nuvens aparecem em altitudes que variam de 2 a 18 km, conforme a região geográfica de sua ocorrência.

### **3.3. A CHUVA ÁCIDA**

A ocorrência da chuva ácida é um processo que sempre esteve presente na atmosfera, pois ações naturais como erupções vulcânicas e a decomposição de matérias produz compostos que reagem com a atmosfera, contaminando a água e tornando-a ácida. O climatologista inglês Robert Angus Smith, foi o primeiro a utilizar o termo “chuva ácida”. Ao observar a precipitação em Manchester, logo após a revolução industrial, o mesmo percebeu que o pH da água estava alterando, sendo que a mesma apresentava um índice de acidez acima do normal (pH 7), daí surgiu evidências de que a ação do homem vem modificando o ambiente poluindo até mesmo a então considerada potável água da chuva. Com índice de pH abaixo de 5,6 a acidez da água é considerada excessivamente ácida, sendo imprópria para consumo humano, animal e agricultura. O dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) são os principais responsáveis pelas chuvas ácidas, esses elementos podem reagir com elementos na atmosfera e se transformar em ácidos bastante nocivos, e então precipitando junto com a chuva ou neve.

A chuva ácida é prejudicial a todo tipo de vegetação, provoca perdas na agricultura e torna o solo impróprio para produções agrícolas.

### **3.4. ÁGUA POTÁVEL**

Água potável é toda água disponível no meio ambiente, e que seja própria para o consumo, totalmente isenta de materiais e substâncias que venham a apresentar algum risco aos seres vivos. O ideal é que a água esteja em estado líquido, no inverno deve apresentar uma temperatura acima da do ar e no verão abaixo. Para ser considerada potável a água deve ser inodora, incolor, encontrar-se em estado líquido, nessas condições a água encontra-se em temperatura e pressões ideais.

Da água existente no planeta cerca de 97,61% constitui-se de água salgada, calotas polares e grandes geleiras possuem 2,08%, água subterrânea 0,29%, água doce de lagos 0,009%, água salgada de lagos 0,008%, água misturada ao solo 0,005%, rios 0,00009% e vapor d'água na atmosfera representa 0,0009%. Assim observa-se que apenas 2,4% da água na natureza é doce e desse total apenas a pequena quantia de 0,02% encontra-se em rios e lagos que são responsáveis pelo abastecimento de grande parte das populações do mundo. Devemos considerar ainda que dessa pequena parte disponível de água uma boa parte está poluída e imprópria para o consumo, tornando a demanda por água potável uma crescente constante.

Previsões da Organização das Nações Unidas, estimam que até 2050, cerca de 45% da população mundial não terá acesso a quantidade mínima de água potável.

### **3.5. CONCEITO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA**

O crescimento populacional, a expansão da agropecuária, vem ao longo dos tempos avançando em áreas antes exclusivamente rurais. Essa ação vem causando um estrago muito grande nos mananciais de água. No avanço das cidades construções são edificadas sob nascentes, leitos de lagos e margens de rios são

desmatados e aterrados, áreas pantanosas são drenadas. O esgoto e toneladas de lixo são depositados em locais inadequados, sendo que na maioria das vezes o esgoto é lançado diretamente nos leitos dos rios e lagos. Então a quantidade de água disponível vem diminuindo a cada dia, demandando a construção de pontos de captação cada vez maiores e em muitos casos mais distantes das cidades, o que encarece cada vez mais o tratamento desse precioso líquido. Na Europa algumas nações já estão tratando a água de esgoto para consumo, e o custo para isso é altíssimo. COHIM e KIPERSTOCK, 2008, afirmam que: “O atual modelo de saneamento caracteriza-se pelo uso perdulário dos recursos água e energia, levando à escassez de água e poluição dos recursos hídricos, o que representa um problema de saúde pública, limitando o desenvolvimento econômico e os recursos naturais”.

Grandes mananciais já não estão mais conseguindo suprir a demanda, obrigando a exploração da água subterrânea ou mesmo o tratamento de água do mar, na Austrália recentemente foi construída a maior usina de dessalinização de água pelo processo de osmose reversa do mundo. Mas essa água se torna cara e grandes e onerosas obras devem ser construídas para tal intento. As áreas urbanas ainda contribuem para a escassez de água uma vez que grandes partes de solo são impermeabilizadas, “Com isso, grande parte da água que, em condições naturais, infiltrava recarregando os aquíferos, e ficava retida pelas plantas, é encaminhada ao sistema de esgotamento pluvial destas áreas (TUCCI e GENZ, 1995)”, provocando enchentes e deslizamentos de terra.

Com a conscientização ambiental cada vez mais presente na sociedade algumas cidades do Brasil já criaram mecanismos por meio de Leis que obrigam as construções a disporem de meios para reter a água da chuva, como exemplo o município de Santo Andar criou a Lei nº 7606/97 de dezembro que institui a cobrança de taxa referente ao volume de água lançado na rede de coleta pluvial do município, e em São Paulo a Lei nº 13276/02 de janeiro, torna obrigatória a execução de reservatório para as águas da chuva nos lotes que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup>.

Muitos cuidados devem ser tomados para que a água da chuva possa ser utilizada com relativa segurança, a mesma deve ser coletada antes de entrar em contato com qualquer contaminante, para então ser armazenada e posteriormente consumida. O excedente da captação pode ser descartado em momento oportuno

quando não estiver ocorrendo precipitações, diminuindo os alagamentos. Sua utilização carece de estudos para se ter noção da viabilidade e da eficiência quanto ao atendimento dos usos desejados. Devem-se considerar riscos quanto a sanidade, o dimensionamento e a adequação das instalações hidráulicas das edificações, a armazenagem deve ser dimensionada observando a capacidade de captação. Na implantação de sistemas de captação de água pluvial, a construção do reservatório é a parte mais custosa do projeto, para se evitar custos desnecessários ou inviáveis o mesmo deve ser dimensionado com muito critério, pois isso vai influir diretamente na viabilidade do projeto.

O dimensionamento do reservatório estará ligado diretamente ao fator regime de chuvas. O estudo da média anual, e a sua distribuição da mesma durante o ano e sua variação ano a ano serão fatores decisivos na decisão de suas dimensões. Ainda tem-se que considerar que a quantidade de água que será captada, tem ligação direta com a área disponível para captação, e vários fatores precisam ser observados, tais como população, hábitos e necessidades de usos e para qual fim será destinada a água captada.

### **3.6. O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA**

A água coletada da chuva pode ser utilizada sem tratamento prévio para muitas necessidades humanas, a limpeza de ambientes, lavagem de roupas, irrigação de jardins, descargas sanitárias, são atividades onde se pode utilizar a água pluvial. Para consumo humano deve-se passar por algum tipo de tratamento, no Amazonas os habitantes da reserva Mamirauá, coletam a água da chuva, armazenam em garrafas PET, e depois deixam expostas ao sol, então as mesmas são armazenadas para serem posteriormente consumidas.

Em todas as experiências conhecidas a captação de água da chuva tem se mostrado uma alternativa eficaz de se dispor de água “potável” com relativa qualidade várias regiões do planeta, no nordeste brasileiro já é fato a utilização de cisternas instaladas nas residências, cuja finalidade é garantir um suprimento regular de água para as necessidades essenciais, basta uma volta pelas rodovias que cortam o semi-árido brasileiro para se perceber o quanto esse método está disseminado pela região.



A captação de água da chuva é algo novo no Brasil, mas em nações como Austrália e Alemanha, é algo bem avançado, essas nações possuem sistemas bem desenvolvidos para tal ação, onde busca captar água de boa qualidade com índice de potabilidade o mais elevado possível, minimizando custos de tratamento. Nos Estados Unidos, Alemanha e Japão a captação de água pluvial inicialmente visava o controle de enchentes urbanas, pois a água de origem pluvial era retida evitando o escoamento sem controle pelas vias.

Com a expansão urbana e a redução de reservatórios essa água passou a ser considerada reserva útil e desde então começaram a utilizar até para consumo humano. Também a China, tem um avançado projeto de captação e armazenamento de água pluvial, a tempos os chineses constroem tanques para armazená-la, e quando necessário a utilizam para irrigar lavouras. Na Austrália o serviço governamental de saúde pública, fez uma pesquisa e constatou que em populações onde é servida com água pluvial os índices de diarreia em crianças é menor do que naqueles onde se utilizam água tratada com cloro.

### **3.7. MODELOS DE SISTEMAS**

A captação de água das chuvas pode ser efetuada por vários meios, desde a simples captação de água precipitada sob os telhados por meio da confecção de calhas, instalação de tubos e a utilização de vasilhames de plástico para armazenamento, ou, até a construção de represas para captar volumes maiores. Os modelos mais simples em sua maioria apenas captam e reserva à água, a mesma não passa por nenhum processo de purificação mais apurado, sendo apenas em muitos casos passada por uma peneira para remover sólidos de maior volume, e então é reservada para atividades que não seja para consumo humano ou animal, já modelos mais sofisticados dispõem de sistemas que seleciona as amostras de água eliminando as primeiras águas, e com modernos equipamentos de filtragem e tratamento, com objetivo de dispor a água captada para o pleno consumo humano, o que não se aplicará nesse caso, pois a captação aqui em um primeiro momento será para emprego da mesma em atividades não nobres.

Os modelos de captação e estocagem de água pluvial devem ser dimensionados de forma a atenderem plenamente a demanda existente, uma vez

que a necessidade de água não pode ser adiada, ou se tem no momento certo ou as perdas podem ser grandes. Os modelos de instalação de sistemas são diversos, e deve-se se ater a um modelo que não gere problemas futuros, pois segundo Crook, 1993, “os maiores problemas decorrentes do reuso da água são a tubercularização, a corrosão e entupimentos devidos à proliferação biótica, nesse caso recomenda-se a utilização de filtros e limpeza do mesmo periodicamente”.

Os procedimentos para a instalação dos sistemas de captação devem ser acompanhados por pessoal qualificado, pois será necessária uma intervenção no sistema hidráulico e elétrico existentes, a instalação de calhas, filtros, bombas, caixas d'água, reservatórios externos, sistemas de descarte, um freio d'água deverá ser instalado para reduzir o turbilhonamento no reservatório, e meios para se evitar a entrada de insetos e ou pequenos animais, como aves e roedores, nesse trabalho em questão a interferência na rede hidráulica existente será de pequena monta, pois a rede atual é bem dimensionada e distribuída, permitindo que pelas guias por onde passam os tubos atuais, possa se lançar novas tubulações sem ser necessárias demolições de partes grandes, apenas pontual.

A instalação do sistema de captação de água deve atender a NBR 5626/98 (Instalação predial de água fria), e a NBR 15527/2007 (Aproveitamento água das chuvas para fins não potáveis), sendo que a tubulação da água captada deve possuir uma diferenciação para não ser confundida com as instalações de água potável, evitando assim a conexão cruzada, pois caso se conecte ocorrerá a contaminação da água servida pela empresa de saneamento, causando desperdícios.

Decidido o modelo e a forma da instalação segue-se o dimensionamento dos meios para estocagem da água captada. Pode-se optar pelo modelo de cisterna, a mesma pode ser instalada sob o solo, ou enterrada, o certo é que deve oferecer proteção contra a luz solar, o calor e demais agentes do ambiente, a utilização da água pode ser feita *in loco* ou bombeada para os mais diversos fins, a captação mais recomendada é a efetuada em telhados e coberturas, sendo que nesses locais a presença de contaminantes tende a ser menor.

Em construções já existentes muitas vezes é preciso fazer grandes intervenções para se adequar ao uso da água coletada, mas no caso desse trabalho, a intervenção nas instalações já existentes não sofreu grandes modificações, sendo

que já existem no edifício dois grandes reservatórios e um dos dois será remodelado para atender ao modelo de utilização da água captada, a área construída do telhado, no caso em questão apresenta uma boa dimensão, o mesmo possui uma boa altura, é confeccionado em material metálico, e não possui qualquer tipo de vegetação avançando sob si.

Considerando a área, AGUAPARÁ, 2005, diz que: “um telhado, com área de 200 m<sup>2</sup> pode captar aproximadamente 250.000 litros de água por ano”. Observando que no caso em questão a área disponível para captação é bem maior que 200m<sup>2</sup> o que possibilita a captação de uma grande quantidade de água, fato que será visualizado na segunda fase desse projeto onde será feito um estudo mais aprofundado do regime pluviométrico na região e a real capacidade de captação da água pluvial.

Conforme regulamentado na norma NBR 15527/2007, foi utilizado o método prático Azevedo Neto para se dimensionar o sistema. Esse modelo apresenta a seguinte fórmula:  $V_{an} = 0,0042 \times P_a \times A \times T$ , onde  $P_a$  é a precipitação média anual (mm),  $A$  é a área de coleta (m<sup>2</sup>),  $V_{an}$  o volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, e  $T$  o número de meses de pouca chuva.

Á água é um bem natural e indispensável para vida na terra, nos dias atuais são amplos os noticiários que anunciam mudanças climáticas no planeta, onde a distribuição dos ciclos de chuva fica desregulada, provocando secas em alguns locais e cheias em outros. No Brasil o caso mais recente está ocorrendo em São Paulo, onde o crescimento urbano desordenado, a falta de planejamento e execução, e as variações climáticas, estão castigando a população com uma falta incidente de água, e segundo especialistas é possível que o problema veio para ficar.

Propõe-se neste trabalho o aproveitamento da água da chuva para consumo humano e demais necessidades de um prédio público do poder estadual do Tocantins. Onde foi efetuado o dimensionamento do reservatório, considerando a planilha de consumo de água anual do prédio da Secretaria Estadual da Indústria e Comércio e TerraPalmas, segue abaixo o relatório de consumo;

No Brasil a qualidade da água para consumo humano é regulamentada pela portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério Brasileiro da Saúde.

Esta norma apresenta parâmetros de armazenagem e tratamento para que a água seja considerada potável. Esta norma estabelece vários parâmetros para tal, como:

I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem.

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;

O tratamento da água são ações que podem ser físicas, químicas ou a combinação de ambas, esse processo deve livrar a água de qualquer contaminação que venha a ser prejudicial à saúde humana, eliminando o risco de transmissão de doenças ou contaminações, nesse sentido o ministério da saúde determina que:

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;

### **3.8. A DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL**

No Brasil os recursos hídricos possuem uma disponibilidade aproximada de 35732 m<sup>3</sup> por habitante ano, sendo classificado como uma nação rica em recursos hidráulicos. Comparado ao potencial mundial o Brasil possui 12% da água doce disponível no mundo (TOMAZ, 2001). Observando apenas o vizinho sul americano, a vazão média de água no Brasil tem posição de destaque contando com uma vazão média 177.900 km<sup>3</sup>/ano de água, o que representa o total de 53% de toda a vazão média da América do Sul. As principais bacias hidrográficas do Brasil são do Rio Amazonas, do Tocantins, Araguaia, do São Francisco, do Atlântico Norte Nordeste, do Uruguai, do Atlântico Leste, do Atlântico Sul e Sudeste, dos Rios Paraná e Paraguai (ANEEL, 2007). A Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, a mesma ocupa uma área de 6.112.000 Km<sup>2</sup>, e ocupa um total de aproximadamente 42% da área do território brasileiro, e se projeta em terras da Venezuela até a Bolívia (ANEEL, 2007). Contando com grande disponibilidade de

recursos hídricos o Brasil, o mesmo não está uniformemente distribuído em seu território, sendo grande a desigualdade entre a oferta e a demanda observada nos diversos cenários nacional. Observam-se no Brasil que as regiões mais densamente povoadas são as que possuem menores índices de recursos hídricos disponíveis, para efeito de informação podemos citar a região sudeste do Brasil que responde por 43% da população nacional e conta com apenas 6% de disponibilidade hídrica. Enquanto a bacia amazônica sendo a maior do mundo, apresenta apenas 8% da população nacional. (GHISI, 2006). O quadro abaixo apresenta a vazão média do Brasil comparada com as demais nações sul americanas.

<b>AMERICA DO SUL</b>	<b>Vazão (Km³/ano)</b>	<b>Percentagem %</b>
BRASIL	177.900	53
Outros países	165.100	47
<b>TOTAL</b>	<b>343.000</b>	<b>100</b>

Tabela 1: Vazão das bacias do Brasil e América do Sul

Fonte: TOMAZ, 2001

### **3.9. RECURSOS HIDRICOS NO ESTADO DO TOCANTINS**

A bacia hidrográfica Tocantins/Araguaia, está entre as doze regiões hidrográficas brasileiras, é quase toda situada entre os paralelos 2° S e 18°s, e entre os meridianos 46° O e 56° O. Os principais rios de sua bacia são os rios Tocantins e Araguaia. Com uma extensão aproximada de 2500 km, banha os estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Pará e Maranhão e ainda o Distrito Federal, é a maior bacia totalmente nacional. Os Rios Tocantins e Araguaia se unem na região conhecida por Bico do Papagaio nas divisas dos Estados do Tocantins, Maranhão e Pará. O Rio Tocantins por sua vez desemboca no Rio Pará. Essa bacia possui um grande potencial de produção de energia, sendo a segunda em produção no Brasil, sua área de drenagem é de 767.000 km<sup>2</sup>, ou seja, 7,5% do território nacional. A figura abaixo apresenta a distribuição da Bacia Araguaia/Tocantins, no território tocantinense:

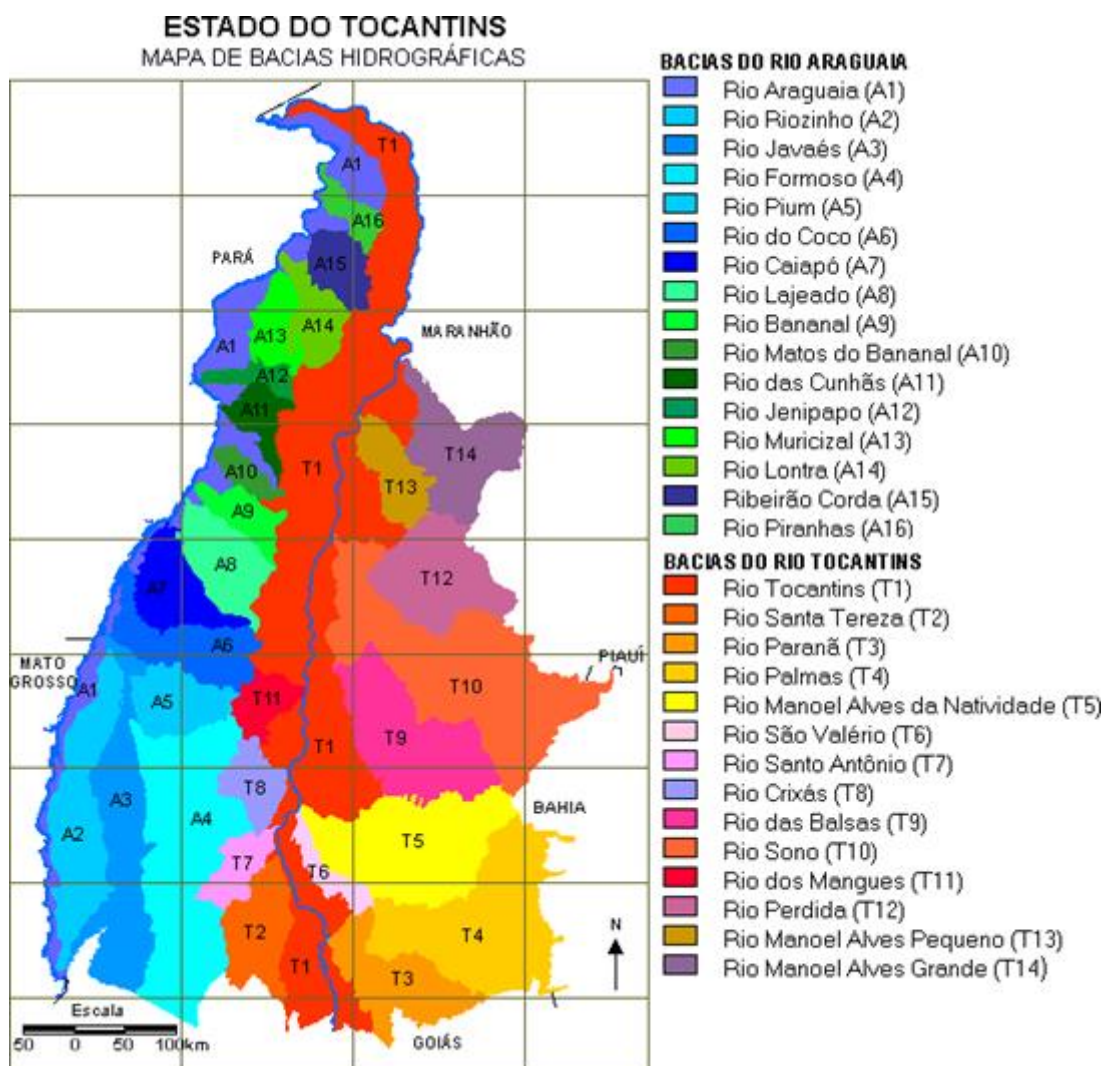


Figura 1 – Mapa de Bacias Hidrográficas

Fonte: <http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br/baci.html>

Acesso dia 27 de fevereiro de 2016 as 16:21.

### 3.10. CONSERVAÇÃO DA ÁGUA NO MEIO URBANO

Desde os primórdios a ação dos seres vivos na terra influi diretamente no ambiente, sendo os seres humanos os que mais modificam e afetam a natureza. O crescimento da população, acompanhado pelos processos de urbanização afeta substancialmente os ciclos naturais da água. A água é necessária praticamente em quase todas as atividades humanas, Para beber, produzir alimentos, higienização, manufatura indústria, produção agrícola, manter jardins, enfim uma série de atividades que tornaria a vida impossível se não houvesse a presença de água. A ação do homem vem alterando sistematicamente o ciclo das águas, uma vez que as

construções efetuadas pelo mesmo alteram os regimes de evaporação, infiltração, escoamento e armazenagem da água no meio ambiente. A coleta direta de água nos rios, lagos, lagoas ou lençóis subterrâneos diminuem a quantidade e em muitos casos a qualidade da água disponível, o lançamento de resíduos (esgotos), de origens diversas nos leitos de água, provoca seu empobrecimento, seja por contaminação química ou biológica. Essas ações vêm tornando cada vez mais escasso os recursos hídricos e ainda encarecem o seu tratamento, que cada vez mais necessita de processos refinados para sua purificação. As críticas quanto a capacidade dos sistemas de abastecimento e coleta de esgotos são imensas, principalmente na questão do esgotamento, que nem sempre é efetuado de forma equilibrada e necessária. Já existe a Lei 9433/97 que implantou a Política Nacional de Recursos Hídricos, o que se torna necessário agora é sua implementação real, para que em um futuro não muito distante tenhamos falta de água até mesmo para beber. A ocupação urbana tem-se mostrado o meio mais adequado para acomodação humana, mas sua forma de implantação é bastante conflitante com o meio natural, principalmente os recursos hídricos que são ignorados nos projetos urbanos.

### **3.11. CONSUMO DE ÁGUA**

Segundo a Agência Nacional de Água (ANA, 2008), com dados de 2003, no Brasil 56% da água disponível era utilizada na agricultura, 21% para fins urbanos, 12% para indústria, 6% consumo rural e 6% para lida com animais.

O consumo doméstico ou residencial constitui uma fatia superior a metade do consumo total de água nas regiões urbanas. São Paulo em sua região metropolitana consome-se 84,4% do total da água disponível somente os consumidores residenciais, já na grande Vitória esse consumo sobe para 85% (RODRIGUES, 2005, apud PROSAB, 2006). O gráfico 1 apresenta o mapa de consumo de água nas residências brasileiras:

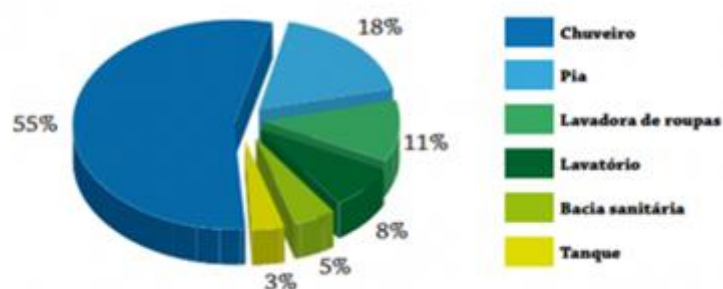


Gráfico 1 – Distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar

Fonte: Rocha et. Al. 1999

Conforme observado no gráfico acima, percebe-se que em uma residência 68% do consumo de água ocorre durante o banho ou em ações sanitárias, tendo conhecimento desses hábitos de consumo, torna-se mais fácil decidir como será o aproveitamento da água captada das chuvas.

No consumo industrial a água é utilizada como solvente, Higienizante, fluidificante ou para obtenção de hidrogênio. Também é utilizada em caldeiras para obtenção de energia elétrica, aquecimento ou para vaporização, ou utilizada fria para refrigeração ou resfriamento de partes. A água para utilização industrial dependendo de sua aplicação requer certos graus de pureza, sendo que para ser, por exemplo, utilizada em caldeiras, lavagens ou em resfriamento a água da chuva pode suprir essa demanda totalmente quando estocada de maneira ideal. Já para produção de medicamentos, alimentos ou produtos de segurança, essa deverá passar por um tratamento mais refinado.



## **4. METODOLOGIA**

O presente trabalho foi realizado observando a metodologia de estudo de caso, onde foi estudado a viabilidade técnica da readequação de um sistema de captação de água das chuvas no prédio sede da TerraPalmas e da Secretaria Estadual da Indústria e Comércio, objetivando uma redução do consumo de água tratada e dar uma visão mais ecológica ao empreendimento em questão.

Para embasar este estudo foi realizado uma pesquisa e o estudo bibliográfico pertinente ao assunto aqui tratado, buscando embasamento teórico em livros, teses, dissertações e demais publicações que vierem a ser encontradas pertinentes ao assunto, tendo para tanto efetuada visitas à bibliotecas, pesquisa de artigos publicados, e visitas técnicas a profissionais que trabalham no setor, foram também observadas as normas pertinentes durante a execução deste trabalho.

Identificado o referencial bibliográfico, tendo feito o estudo do projeto da Secretaria, apontando suas características e as alterações que se pode efetuar, havendo necessidade, para implantação desse projeto.

Foi elaborado o projeto de readequação, tendo apresentado as adaptações necessárias ao implemento fruto deste trabalho, foi utilizado o software auto cad, e foi apresentada planta baixa dos equipamentos instalados e das demais alterações que foram efetuadas. No decorrer das atividades foi elaborado um gráfico em forma de planilha apresentando o consumo mensal de água e o volume de água captada e estocada, todas as atividades foram desenvolvidas observando a NBR 15527/2007 (Aproveitamento água das chuvas para fins não potáveis).

Nesse âmbito o presente trabalho apresentou propostas para readequação do projeto, calculando assim um reservatório para um prédio público de Palmas para utilização da água de chuva para fins não nobres dentro das especificações técnicas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

### **4.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO PROJETO**

O prédio escolhido para este estudo encontra-se situado a Esplanada das Secretarias, Praça dos Girassóis, Av. NS 2 s/n, Palmas/TO.

## 4.2. ANÁLISE DOS DADOS

Por meio de pesquisas bibliográficas, visita ao local alvo desse trabalho, a elaboração do projeto foi executada utilizando o software AutoCAD, todos os dados encontrados foram analisados para fiel execução desse projeto. Foi observada a norma NBR 15527/2007, que é a norma que norteia o aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para captação de água das chuvas. Apesar de não ter norma que regulamente a captação de água pluvial para consumo humano, foi sugerido, que caso o órgão queira aproveitar a água para consumo nobre, seja seguido o determinado na Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

Através dos dados conseguidos foi possível observar os resultados que nortearão o andamento desta pesquisa.

## 4.3. Dimensionamento do reservatório

ABNT NBR 15527/2007 apresenta os seguintes métodos para dimensionar reservatórios de água:

- Rippl;
- Azevedo Neto;
- Prático Alemão;
- Prático Inglês;
- Prático Australiano.

O presente trabalho optou por utilizar o método de Azevedo Neto, o qual está descrito abaixo:

Obtém-se o volume do reservatório de água pluvial por meio da equação:

$$V_{an} = 0,0042 \times P_a \times A \times T$$

Onde:

$V_{an}$ : Volume do reservatório (litros)

Pa: Precipitação pluviométrica anual média (mm/ano = litros/m<sup>2</sup> por ano)

A: Área de captação (m<sup>2</sup>)

T: Número de meses de pouca chuva ou seca (adimensional)

#### 4.4. Precipitação Anual Média de Palmas – TO

A precipitação de chuva está descrita abaixo na figura.

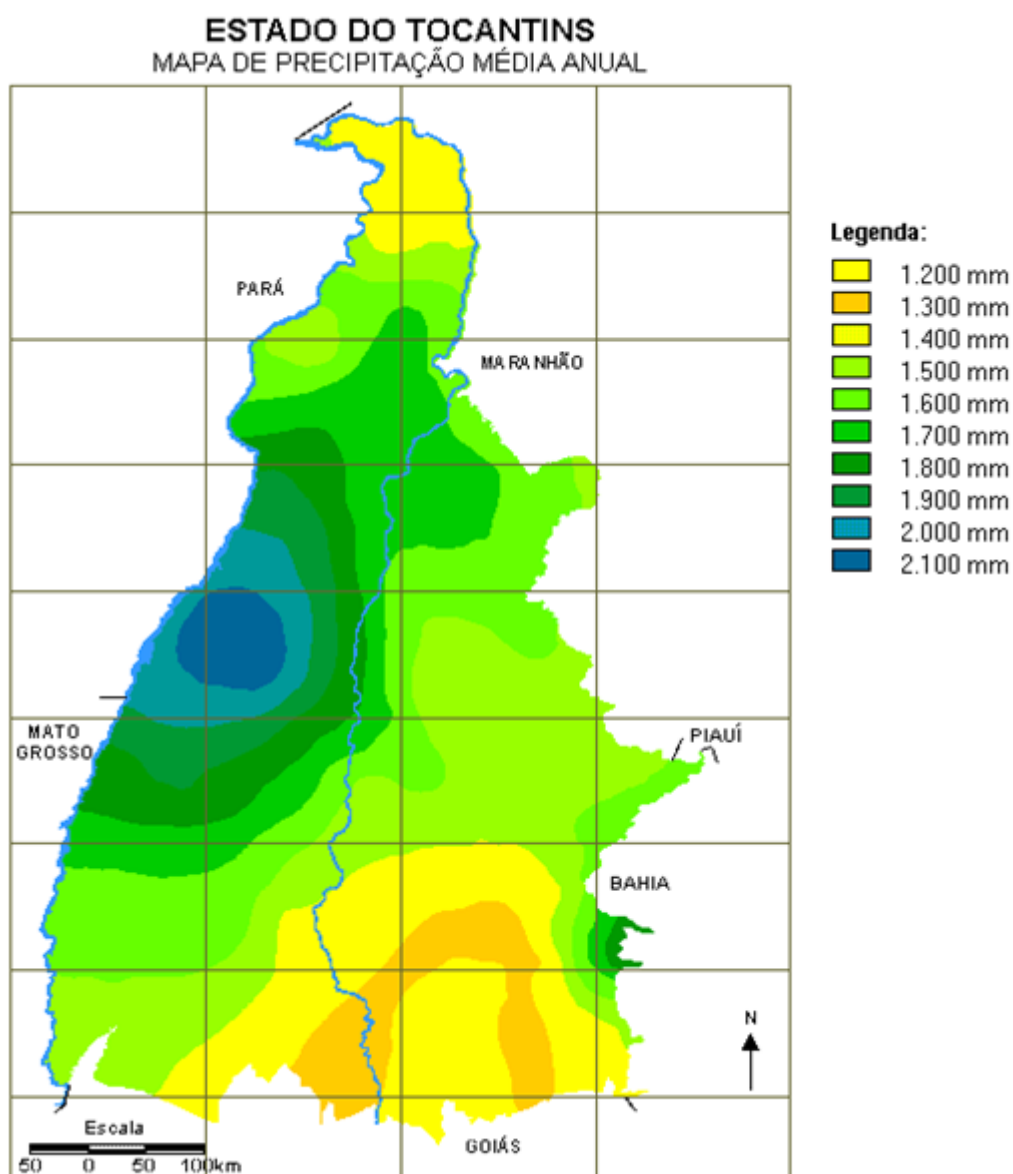


Figura 2 - Mapa de Precipitação Anual de Chuva  
Fonte: <http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br/prec.html>,  
Acesso dia 27 de fevereiro de 2016 as 16:21.

A figura 2 apresenta a média pluviométrica do Estado do Tocantins ficando Palmas dentro da faixa de 1600 mm. A tabela 2 apresenta a precipitação média mensal (mm) apurada pela FAO na região de Porto Nacional-TO, no período de 1961 a 1990, e pela estação de Porto Nacional – TO, no período de 2006 a 2014.(em mm). Os dados da FAO, referem-se a um período a cada 30 anos que esse organismo emite um boletim de média pluviométrica de várias regiões do mundo, o próximo boletim está previsto para ser emitido em 2020. Para efeitos de se possuir informações mais recentes pegou-se o dados da estação meteorológica de Porto Nacional, cuja medição iniciou-se no ano de 2006, esta regional abrange todas a adjacências do município de Porto Nacional-TO, e é estação oficial da Agência Nacional das Águas (ANA).

ESTAÇÃO	PERÍODO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>FAO-56</b>	1961-1990	240	267	272	148	37	7	5	7	52	183	219	230
<b>PORTO NACIONAL</b>	2006-2014	220	209	195	111	33	3	0	4	18	92	172	187

Tabela 2 – Precipitação média 1961 a 2014 em mm.  
Fonte FAO- ANA (FoodAndAgricultureOrganization).

## 7.5. ÁREA DE CAPTAÇÃO

A área de captação foi calculada considerando o projeto da Secretaria Estadual da Indústria e Comércio e TerraPalmas, utilizando o software auto cad onde através das ferramentas do mesmo foi descoberta a área de 1930 m<sup>2</sup> de cobertura do prédio.

## 7.6. LOCAÇÃO DO RESERVATÓRIO

O reservatório será subterrâneo necessitando então de escavação para implantação do mesmo. O projeto e detalhamento completo do reservatório estarão no apêndice deste trabalho. A figura 3 (pág.37) mostra a locação do reservatório no terreno.



Figura 1 - Localização do Reservatório no projeto, Adaptação do Autor.

Fonte: Google Maps, fevereiro de 2016.

Na edificação, cujo projeto segue anexo, já existe um sistema de captação de água das chuvas, compostos de duas calhas existentes na cobertura, seis tubos de queda de 150 mm localizados nas extremidades e no centro das calhas, os mesmos são conectados com um tubo de 150 mm instalados nas laterais do prédio, direcionando a água coletada para rede pública de captação de água pluvial instalada na parte leste da edificação. Para execução desse projeto foi realizada uma interceptação dos tubos subterrâneos de drenagem no ponto conforme marcação na figura 3, e então a água antes descartada foi direcionada ao reservatório. Segundo Bertolo, 2006, “O armazenamento da água deve ser feito por uma cisterna enterrada, para que a água não sofra influência da luz e do calor, retardando a ação das bactérias”.

## 7.7. OS MEIOS DE FILTRAGEM DA ÁGUA.

Será instalado na entrada do reservatório, um filtro de passagem, (figura 4) tendo função de remover partículas de maior volume presentes na água, não possuindo capacidade de reter partículas microscópicas, esse filtro conta com uma boia flutuante um sifão ladrão, equipamentos esses que são acionados automaticamente quando o volume de água atingir risco de transbordamento, a boia será instalada no reservatório e receberá regulagem para acionar quando o volume de água se aproximar do nível de transbordamento, e nesse momento o passagem de água para o reservatório é fechada e o sifão ladrão é acionado:



Figura 2 - Filtro para água Pluvial

Fonte: Fabricante

Com o propósito de manter a qualidade da água estocada será instalado um filtro de areia, objetivando a remoção de lodo e possíveis partículas que virem a cair no reservatório, e para purificação da água ou drenagem do reservatório quando necessário.



Figura 3 - Filtro de areia  
Fonte: Fabricante Pentair

## 5. RESULTADOS E DISCURSÕES

### 5.1. CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

$$V_{an} = 0,0042 \times P_a \times 1930 \times 6$$

Onde:

$V_{an}$ : Volume do reservatório (litros)

$P_a$ : volume de chuvas mm (mm/ano = litros/m<sup>2</sup> por ano)

$A$ : 1930 (m<sup>2</sup>) área de captação.

$T$ : número de meses (adimensional)

As dimensões do reservatório foram definidas observando o volume de precipitação do mês mais chuvoso, ou seja, o mês de janeiro onde foi registrada uma precipitação de 220 mm, e utilizando a formula de Azevedo Neto, foi encontrado o valor de 17,83m<sup>3</sup> de precipitação no período. Então o reservatório foi calculado com as seguintes dimensões: 3,0 m x 3,0 m x 3,0 m, e contando com uma inclinação no fundo de 2% no fundo, à área do mesmo ficou definida em 27,27 m<sup>3</sup>. Esse dimensionamento é suficiente para atender a demanda pluviométrica atual e conta com uma capacitada excedente, considerando que possa a vir a ocorrer precipitações acima dos índices históricos registrados, evitando o transbordamento do mesmo. O reservatório de água pluvial, dependendo das características locais e especificidades de uso, pode estar localizado elevado ou enterrado no solo, ou ainda sobre o solo. Nesse caso considerando a rede de escoamento de água pluvial já existente optou-se em construir o reservatório enterrado no solo, junto ao último ponto de passagem da água quando escoada.

## 5.2. CONSUMO MENSAL DE ÁGUA.

<b>DEMONSTRATIVO DE DESPESAS COM ÁGUA - 2015/2016</b>						
<b>ANO</b>	<b>2015</b>					
<b>MESES</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>
<b>QTDE M<sup>3</sup></b>	<b>89</b>	<b>99</b>	<b>101</b>	<b>103</b>	<b>97</b>	<b>66</b>
<b>VALOR R\$</b>	<b>1.116,95</b>	<b>1.249,38</b>	<b>1.265,27</b>	<b>1.315,31</b>	<b>1.248,97</b>	<b>835,31</b>
<b>ANO</b>	<b>2016</b>					
<b>MESES</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>
<b>QTDE M<sup>3</sup></b>	<b>71</b>	<b>76</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>80</b>	<b>93</b>
<b>VALOR R\$</b>	<b>906,67</b>	<b>970,52</b>	<b>939</b>	<b>964,62</b>	<b>1.021,60</b>	<b>1.164,36</b>

Tabela 3: Demonstrativo de Despesas de Julho 2014 a Junho de 2015  
Fonte: SEPLAN, 2016.

A tabela nº 3 apresenta o consumo mensal, onde podemos observar que o pico de consumo aconteceu no mês de outubro, também traz o impacto financeiro gerado. Os dados para elaboração desta tabela foram conseguidos na secretaria onde será executado esse projeto.

### 5.2.1. UTILIZAÇÃO DA ÁGUA CAPTADA

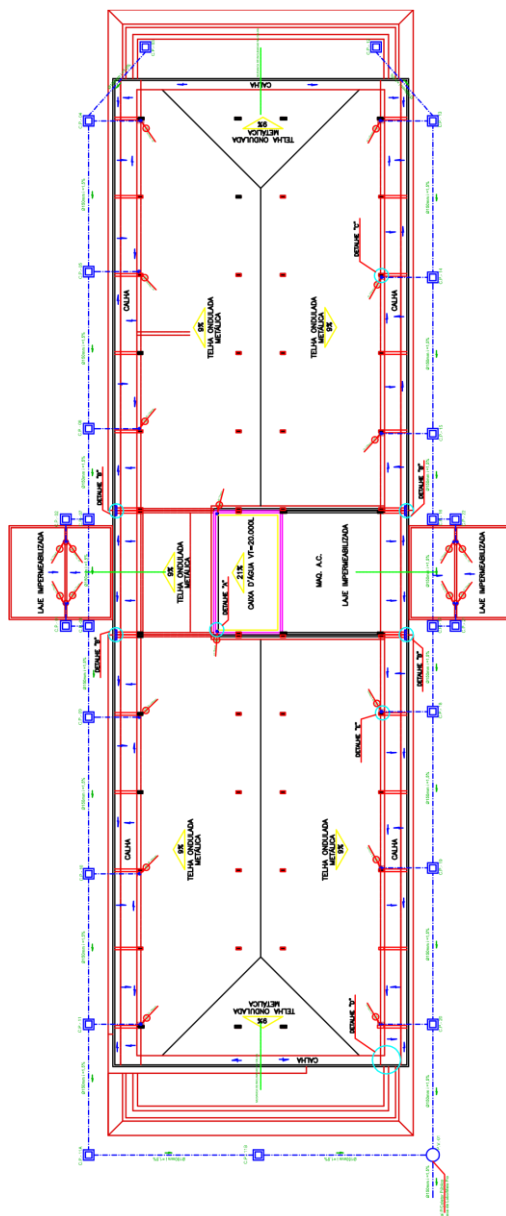
<b>Mês</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>
Captação Prevista(m³)	0	3,2	14,5	7,45	13,94	15,15
Consumo Atual(m³)	89	99	101	103	97	66
Economia gerada(m³)	<b>0</b>	<b>3,2</b>	<b>14,5</b>	<b>7,45</b>	<b>13,94</b>	<b>15,15</b>
<b>Mês</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABRI</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>
Captação Prevista(m³)	17,83	16,94	15,8	8,99	2,67	0,24
Consumo Atual(m³)	71	76	75	77	80	93
Economia gerada(m³)	<b>17,83</b>	<b>16,94</b>	<b>15,8</b>	<b>8,99</b>	<b>2,67</b>	<b>0,24</b>

Tabela 4: Demonstrativo de previsão de captação, consumo e economia gerada  
Fonte: Autor

Podemos concluir que o aproveitamento de água captada poderá abastecer o prédio da Secretaria Estadual da Indústria e Comércio e TerraPalmas, em partes e proporcionar uma pequena economia financeira nos gastos de custeio, além de ser uma ação ecologicamente correta. Os valores de captação foram encontrados utilizando-se da fórmula:  $V_{an} = 0,0042 \times P_a \times A \times T$  (item 5,1), sendo utilizado para cálculo a média de precipitação do período de 2006 a 2014, conforme tabela 2 (página 36). A conservação da água está diretamente ligada a ações que visem a evitar o desperdício e o consumo exagerado desse recurso, ainda considerando as estiagens cada vez mais acentuadas, captar água pluvial para consumo é uma alternativa crível, Para as Secretarias impactados, apesar do baixo retorno financeiro, traz a oportunidade do pioneirismo de serem as percussoras dessa prática ecologicamente correta. Desta forma, percebe-se a necessidade da utilização de novas técnicas de aproveitamento da água. Uma alternativa que visa suprir a demanda da população em relação ao uso de água para fins não potáveis é o aproveitamento de água da chuva, um recurso natural amplamente disponível na maioria das regiões do Brasil.

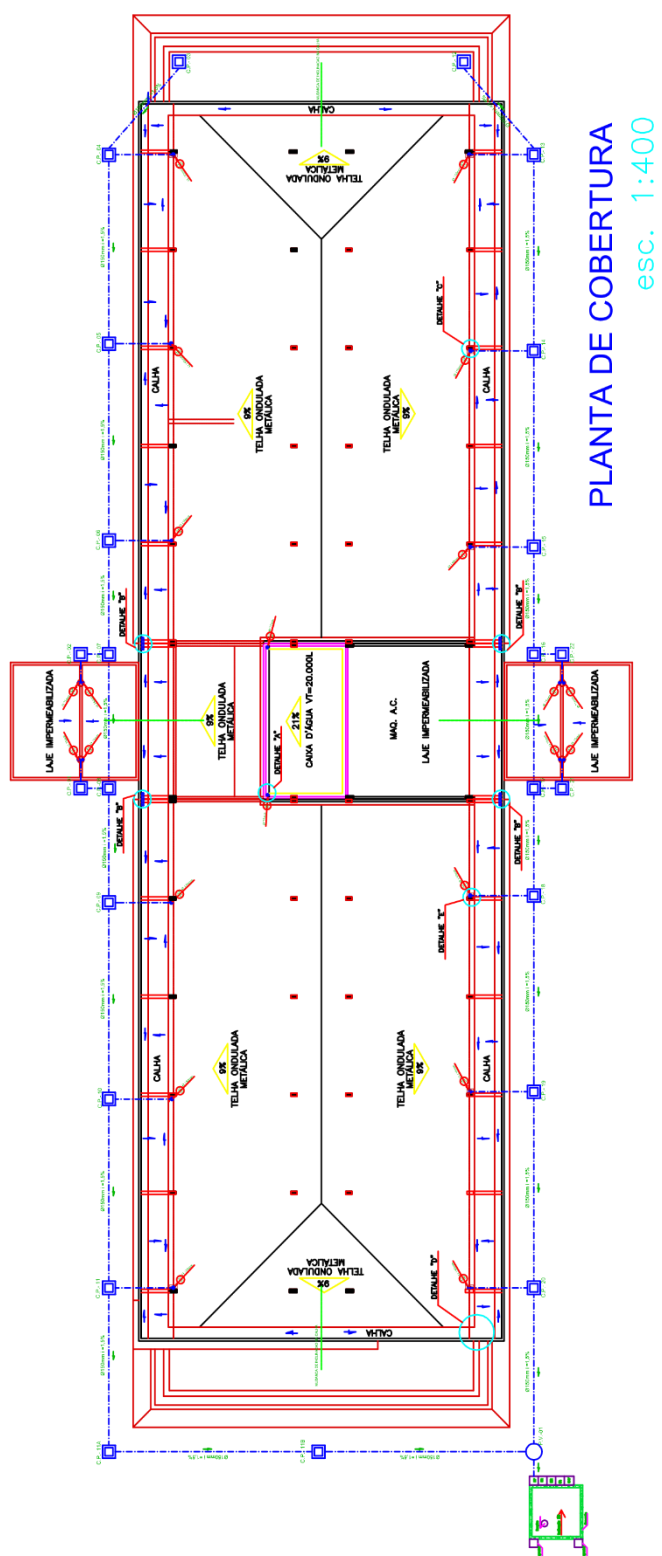


### 5.3. PROJETO ATUAL DA EDIFICAÇÃO



Planta 1 – Projeto predial original  
Fonte: Secretaria da Infraestrutura – Estado do Tocantins

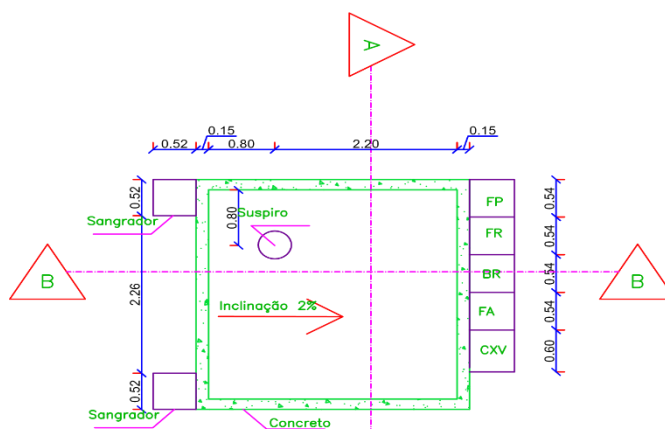
## 5.4. PROJETO DO RESERVATÓRIO LOCADO NA EDIFICAÇÃO



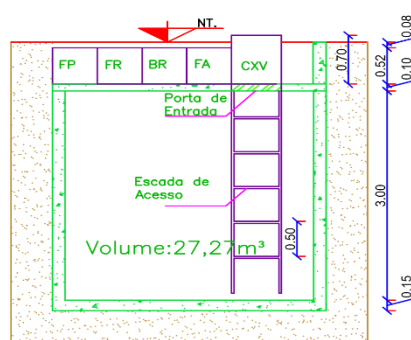
Planta 2 – Projeto predial com reservatório de água pluvial

Fonte: Autor.

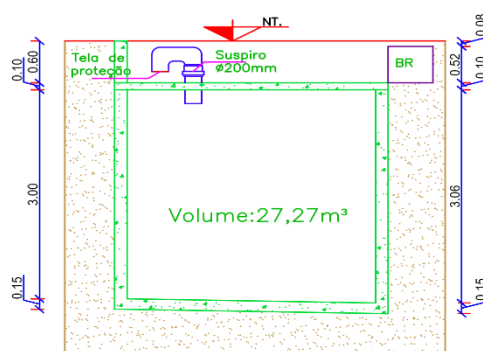
## 5.5. PROJETO DO RESERVATÓRIO COM CORTES



Planta Baixa Reservatório  
SEM ESCALA



Corte AA Reservatório  
SEM ESCALA



Corte BB Reservatório  
SEM ESCALA

Planta 3 – Projeto do reservatório e os cortes AA e BB

Fonte: Autor.

## 6. REFERÊNCIAS

CONSTITUIÇÃO FEDERAL de 1998

ABNT NBR 15527:2007

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2. Ed. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180 p.

LEI Nº 10295, DE 17 DE OUTUBRO DE 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.

DECRETO Nº 4.059, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2001 Regulamenta a Lei no 10.295.

<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/40-Declaracao-Universal-dos-Direitos--da-%C3%81gua>

[http://www.sindusconsp.com.br/downloads/eventos/2007/4sis\\_prediais/roberto\\_lamberts.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/downloads/eventos/2007/4sis_prediais/roberto_lamberts.pdf)

[https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados\\_Pre\\_BEN\\_2012.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados_Pre_BEN_2012.pdf)

Feldmann, Fábio. Sustentabilidade Planetária, onde eu entro nisso. 1ª ed. São Paulo. TERRA VIRGEM, 2011.

*FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. Curso de Direito Ambiental Brasileiro. 6º ed. ampl. São Paulo: Saraiva, 2005, p. 60.*

*LEI Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.*

ALMEIDA JR, J. M. G. *Desenvolvimento ecologicamente autossustentável: Conceitos, princípios e implicações*. In: DIAS, Genebaldo Freire. *Educação Ambiental – Princípios e Práticas*. Brasília: Ed. Humanidades, 10 (4) 1994, p.284-299.

DERISIO, José Carlos. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. São Paulo: Signus Editora, 2000.

IBGE – Coordenação de recursos naturais e estudos ambientais e Coordenação de Geografia. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2008*. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

LARANGEIRA, Rodnei. *Sustentabilidade Ambiental: Banco de ideias na CP para soluções ambientais*. São Paulo, 2009. 4 f. (Textodigitado/Sabesp).

GOONETILLEKE, A. Understanding the role of land use in urban stormwater quality management. *Journal of Environmental Management*, n. 76, p. 31-42. 2005.

LARANGEIRA, Rodnei. *Sustentabilidade Ambiental: Estruturação*. São Paulo, 2009. 4 f. (Texto digitado/Sabesp).

SACHS, Ignacy. *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*. 3ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Garamond, 2008.

SCARLATO, Francisco Capuano; PONTIN, Joel Arnaldo. cons. RODRIGUES, Sérgio de Almeida. *Do nicho ao lixo: ambiente, sociedade e educação*. São Paulo: Atual, 1992. – Série meio ambiente (p. 2-109)

SCOTTO, Gabriela; CARVALHO, Isabel C. de Moura; GUIMARÃES, Leandro Belinaso. *Desenvolvimento Sustentável*. 3ª edição. Petrópolis: Ed. Vozes, 2008.

SIMÕES, Luciana Lopes; LINO, Clayton Ferreira (Org.). *Sustentável Mata Atlântica – A exploração de seus recursos florestais*. 2ª edição. SENAC.

VEIGA, José Eli. *Desenvolvimento Sustentável: O desafio do século XXI*. 3ª edição. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

ZAIZEN, M.; URAKAWA, T.; MATSUMOTO, Y.; TAKAI, H. The collection of rainwater from dome stadiums in Japan. *UrbanWater*, 1(4), p. 356-359, 1999.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS Arthur. *Hidrologia Aplicada*. – 1. ed. – São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

FENDRICH, Roberto; OLIYNIK, Rogério. *Manual de Utilização das Águas Pluviais – 100 Maneiras Práticas*. - 1. ed. - Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F.(1995) Controle do impacto da urbanização. In: *Drenagem Urbana*. Pgs. 277-345. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS.

<http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2011/03/tres-projetos-simples-e-baratos-para-transformar-agua-suja-em-potavel.html>, acessado dia 12/05/2014 as 15:54 h.

COHIM, E; GARCIA, A. P. A; KIPERSTOK, A.(2007). Captação direta de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis. In: *Anais do 24º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24, Belo Horizonte. Rio de Janeiro: ABES, 2007. 13p.

COHIM, E.; KIPERSTOK, A.(2008) Racionalização e reuso de água intradomiciliar. Produção limpa e eco-saneamento. In: KIPERSTOK, Asher (Org.) *Prata da casa: construindo produção limpa na Bahia*. Salvador.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARÁ. *ÁGUAPARÁ - Educação Ambiental para Conservação dos Recursos Hídricos [II]: REUSO DA ÁGUA DA CHUVA*. Belém: Série Relatórios Técnicos Nº 4, 2005.

CROOK, James, apud SANTOS, Hilton Felício. Critérios de Qualidade da Água para Reuso. Revista DAE 174, Dez 1993.

PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011, MINISTERIO DA SAÚDE DO BRASIL.

RUIZ, João Álvaro. *Metodologia Científica: guia para eficiência nos estudos*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LOURENÇO, Eva; MARCONI, Maria. *Ensino Superior*. 5 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

TAFNER, Malcon Anderson; TAFNER, José; FISHER, Juliane. *Metodologia do trabalho acadêmico*. Curitiba: Juruá, 1998.

BODENHEIMER, Edgar. Crad. Enéas Marzono. *Ciência do direito: Sociologia e metodologia teórica*. Rio de Janeiro: Farence, 1996.

SANTOS FILHO, D. F. *Tecnologia de Tratamento de Água : Água para Industria*. Rio de Janeiro: Almeida Neves, 1985.

SILVA, Eduardo Rosa da. *Aproveitamento de água pluvial para consumo não potável em postos de combustíveis*. Canoas. 75 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, ULBRA, 2007.

UNIÁGUA. Universidade da água. *Água no Planeta*. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br>. Acessado em 10 de maio de 2008.

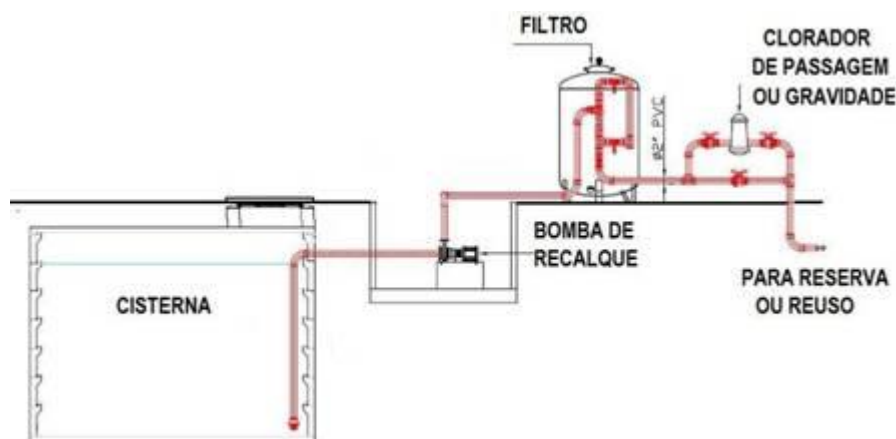
PROSAB, *Uso Racional da Água em Edificações* / Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Rio de Janeiro : ABES, 2006.

ANA – Agência Nacional de Águas. *Informações Hidrológicas*. Disponível em:<<http://www.ana.gov.br/>> acessado em 07 de março de 2016.

## 7. ANEXOS

### 7.1 PROPOSTA PARA TRATAMENTO DA ÁGUA

Caso resolva-se utilizar a água estocada para consumo humano, terá que ser instalado um processo de filtragem fina e cloração similar ao desenho abaixo. O Tratamento fino da água não foi tema principal abordado nesse trabalho, o processo abaixo é apenas uma sugestão.



Fonte: <http://www.snatural.com.br/Agua-Chuva-Captacao-Armazenamento-C.html>

Considerando que água será captada da chuva, e que a mesma escoará em uma cobertura de uma edificação pública, e que esta deverá ser estocada, e se utilizada para consumo humano deverá ser tratada para consumo humano algumas condições deverão ser observadas, e a portaria ministerial nº 2.914/2011, determina:

Art. 24. Toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração.

Parágrafo único. As águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração.