



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

Jucélia Lacerda de Oliveira

ESTUDO DA VIABILIDADE DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA O  
REUSO EM UMA RESIDÊNCIA EM PALMAS- TO

Palmas – TO

2018

Jucélia Lacerda de Oliveira

ESTUDO DA VIABILIDADE DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA O  
REUSO EM UMA RESIDÊNCIA EM PALMAS- TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador Prof. M.e Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

Palmas – TO

2018



Jucélia Lacerda de Oliveira

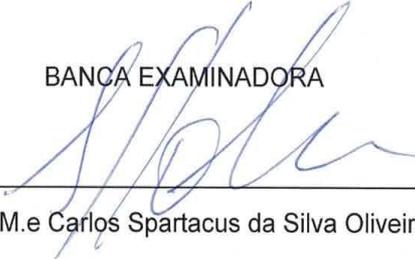
ESTUDO DA VIABILIDADE DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA O  
REUSO EM UMA RESIDÊNCIA EM PALMAS-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II  
elaborado e apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil pelo Centro Universitário  
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador Prof. M.e Carlos Spartacus da Silva  
Oliveira.

Aprovado em: 16 / 05 / 18

BANCA EXAMINADORA

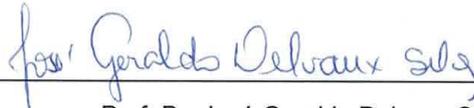


---

Prof. M.e Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

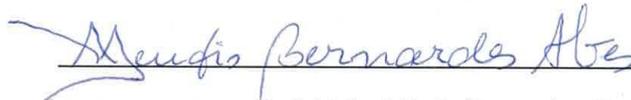


---

Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves

Avaliador Externo

Palmas – TO

2018

*Dedico esse estudo a Deus, por ter me abençoado com a família maravilhosa que tenho.*

## AGRADECIMENTOS

Eu agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado e me proporcionado força e saúde, a minha família e esposo pelo apoio e compreensão, sempre acreditando no meu potencial, nunca me deixando desistir. Aos meus amigos e colegas pelas ajudas e longos dias de estudos. A todos que contribuíram de alguma maneira para que esse dia chegasse meu muito obrigado.

## RESUMO

OLIVEIRA, Jucélia Lacerda Trabalho de conclusão de curso. 2018. Estudo da Viabilidade da Captação de águas Pluviais para o Reuso em uma Residência em Palmas Tocantins. Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas – TO. Orientador Prof. M.e. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

O presente estudo teve como finalidade apresentar a viabilidade de um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais em uma residência na cidade de Palmas – Tocantins, visando demonstrar a viabilidade financeira e socioambiental do aparato empregado, através da economia de água potável e consequentemente da redução na geração de efluentes. O modelo a ser estudado encontra-se em pleno uso numa planta residencial com área útil de 147,44 m<sup>2</sup>, que se enquadra no conceito de casa de médio porte, que se faz morada de uma família com 2 membros. A busca por meios preservacionistas e formas de economia no orçamento doméstico tornou a adoção dessa medida um elemento essencial e eficaz na busca por estes objetivos da preservação do meio ambiente em conjunto com o desenvolvimento econômico. A pesquisa na residência baseou-se na análise do sistema de reutilização das águas pluviais para o uso de máquina de lavar roupa, descargas sanitárias, limpeza da residência e calçadas e outras finalidades que necessitem de água não potável. O sistema apresentou um retorno econômico da ordem de R \$ 2.082,93, garantindo o retorno do investimento em menos de 2 anos.

Palavras Chave: Água de chuva, Aproveitamento pluvial, Consumo Humano.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Jucélia Lacerda Graduation work. 2018. Feasibility Study of Rainwater Harvesting for Reuse in a Residence in Palmas Tocantins. Course of Civil Engineering. Lutheran University Center of Palmas. Palmas - TO. Advisor Me. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

The objective of this study was to present the feasibility of a rainwater capture and storage system at a residence in the city of Palmas - Tocantins, aiming to demonstrate the financial and socio - environmental viability of the apparatus employed, through the saving of drinking water and consequently the reduction in the generation of effluents. The model to be studied is in full use in a residential plant with a living area of 147.44 m<sup>2</sup>, which fits into the concept of a medium size house, which is home to a family with 2 members. The search for preservationist means and forms of economy in the domestic budget made the adoption of this measure an essential and effective element in the search for these objectives of preserving the environment together with economic development. The research in the residence was based on the analysis of the rainwater reuse system for the use of washing machine, sanitary discharges, cleaning of the residence and sidewalks and other purposes that require non-potable water. The system presented an economic return in the order of R \$ 2,082.93, guaranteeing the return of the investment in less than 2 years.

Keywords: Rainwater, Rainfall, Human Consumption.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Pátio Victor Malzoni.....  | 17 |
| Figura 2: Cisterna no Tocantins.....   | 20 |
| Figura 3: Cisternas de água ao lado da casa no agreste.....                  | 21 |
| Figura 4: Sistema de captação de água de chuva.....                          | 24 |
| Figura 5: Corte da residência a ser estudada.....                            | 28 |
| Figura 6: Telhado da residência a ser estudada.....                          | 29 |
| Figura 7: Identificação de Sistema de Captação Pluvial – Calha Metálica..... | 35 |
| Figura 8: Identificação do reservatório.....                                 | 36 |
| Figura 9: Frente da residência.....  | 36 |
| Figura 10: Planta de Áreas.....  | 41 |
| Figura 11: Índice pluviométrico – Ano 2017.....                              | 42 |
| Figura 12: Índice pluviométrico – Ano 2018.....                              | 43 |
| Figura 13: Reservatório superior.....  | 45 |
| Figura 14: Reservatório inferior.....  | 45 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Porcentagem hídrica por região do mundo .....   | 18 |
| Tabela 2 – Proporção de população, disponibilidade de água e área nas cinco regiões do Brasil..... | 18 |
| Tabela 3 – Abrangência da bacia hidrológica Tocantins-Araguaia.....                                | 19 |
| Tabela 4 – Consumo de baldes de água por atividades.....   | 38 |
| Tabela 5 –Contas de água referente 2017.....   | 39 |
| Tabela 6 _ Contas de água referente 2018.....  | 39 |
| Tabela 7 – Leitura Hidrômetro.....   | 40 |
| Tabela 8 – Áreas .....   | 42 |
| Tabela 9 – Precipitação.....   | 43 |
| Tabela 10 – Cálculo volume de água pluvial captada pela área do telhado mensal .....               | 44 |
| Tabela 11 – AT. Por Diâmetro.....  | 47 |
| Tabela 12 – Diâmetro adotado .....   | 48 |
| Tabela 13 –Sistemas de Calhas .....  | 49 |
| Tabela 14 – Planilha Orçamento .....   | 56 |
| Tabela 15 – Orçamento Valor bomba .....  | 56 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |  |
|---------|--|
| ABNT    | Associação Brasileira de Normas Técnicas               |
| ANA     | Agência Nacional de Água                               |
| ATS     | Água para Todos  |
| CEULP   | Centro Universitário Luterano de Palmas                |
| CPATS   | Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semiárido |
| CPATSA  | Centro de Pesquisa Agropecuárias do Tropicó Semiárido  |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística        |
| INMET   | Instituto Nacional de Meteorologia                     |
| MMA     | Ministério do Meio Ambiente                            |
| NBR     | Norma Brasileira                                       |
| OMS     | Organização Mundial de Saúde                           |
| ONU     | Organização das Nações Unidas                          |
| UNEP    | Unidade de Ensino e Pesquisa Integralizada             |
| UNIFESP | Universidade Federal De São Paulo                      |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| %                    | Porcentagem                       |
| a.C                  | Antes de Cristo                   |
| Hab/km <sup>2</sup>  | Habitante por quilômetro quadrado |
| km <sup>2</sup>      | Quilômetro quadrado               |
| Km <sup>3</sup>      | Quilômetro cúbico                 |
| Km <sup>3</sup> /ano | Quilômetro cúbico por ano         |
| m <sup>2</sup>       | Metro quadrado                    |
| m <sup>3</sup>       | Metro cúbico                      |
| m <sup>3</sup> /s    | Metro cúbico por segundo          |
| Mm                   | Milímetro                         |
| X                    | Dez                               |

## LISTA DE EQUAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Equação 1 – Intensidade .....              | 29 |
| Equação 2 – Vazão do projeto.....          | 30 |
| Equação 3 – Volume de água captado.....    | 30 |
| Equação 4 – Vazão de projeto da calha..... | 31 |
| Equação 5 – Área de contribuição.....      | 32 |
| Equação 6 – Vazão.....                     | 33 |
| Equação 7 – Potência.....                  | 33 |
| Equação 8 – Número de condutores.....      | 47 |
| Equação 9 – Manning Strickler.....         | 48 |
| Equação 10 – Área molhada.....             | 48 |
| Equação 11 – Raio hidráulico.....          | 49 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                             | <b>12</b> |
| 1.1 OBJETIVOS.....                                   | 14        |
| <b>1.1.1 Objetivo Geral.....</b>                     | <b>14</b> |
| <b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>              | <b>14</b> |
| 1.2 JUSTIFICATIVA.....                               | 14        |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                    | <b>16</b> |
| 2.1 ESCASSEZ DE ÁGUA.....                            | 16        |
| 2.2 RECURSOS HÍDRICOS.....                           | 17        |
| 2.3 RECURSOS HÍDRICOS NO TOCANTINS.....              | 18        |
| 2.4 RESERVATÓRIO.....                                | 20        |
| 2.5 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA..... | 21        |
| 2.6 USO COERENTE DA ÁGUA.....                        | 26        |
| 2.7 RISCOS DE REUSO.....                             | 26        |
| 2.8 INUNDAÇÕES URBANAS.....                          | 27        |
| <b>3 METODOLOGIA.....</b>                            | <b>28</b> |
| 3.1 ÁREA A SER ESTUDADA.....                         | 28        |
| 3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS A SEREM ESTUDADOS.....     | 28        |
| 3.3 ÁREA DE COBERTURA.....                           | 28        |
| 3.4 TRATAMENTO DA ÁGUA A SER COLETADA.....           | 29        |
| 3.5 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA.....                   | 29        |
| 3.6 VAZÃO DE PROJETO.....                            | 30        |
| 3.7 RESERVATÓRIOS.....                               | 30        |
| 3.8 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR.....    | 31        |
| 3.9 DIMENSIONAMENTO DE TUBOS DE QUEDA.....           | 31        |
| 3.10 DIMENSIONAMENTO DE CALHAS.....                  | 31        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.11 DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS.....               | 32        |
| 3.12 CONDUTORES VERTICAIS.....                     | 33        |
| 3.13 CONDUTORES HORIZONTAIS.....                   | 33        |
| 3.14 DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS.....         | 33        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCURSÕES.....</b>              | <b>35</b> |
| 4.1 ANÁLISE DO ESTUDO.....                         | 35        |
| 4.2 ÁREA ESTUDADA.....                             | 36        |
| 4.3 LEVANTAMENTO DADOS.....                        | 36        |
| 4.4 ENTREVISTAS COM OS MORADORES.....              | 37        |
| 4.5 CONTAS.....                                    | 38        |
| 4.6 MONITORAMENTO HIDRÔMETRO.....                  | 40        |
| 4.7 CAPTAÇÃO DE ÁGUA E DIMENSIONAMENTO.....        | 41        |
| 4.8 CÁLCULO DO VOLUME DE ÁGUA CAPTADO.....         | 41        |
| 4.9 DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS.....                | 45        |
| 4.10 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR..... | 47        |
| 4.11 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES.....           | 47        |
| 4.12 DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS.....               | 48        |
| 4.13 VIABILIDADE/ORÇAMENTO.....                    | 49        |
| 4.14 CÁLCULO DO RETORNO DO INVESTIMENTO.....       | 50        |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>                            | <b>51</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>                            | <b>53</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                 | <b>56</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais importantes da natureza determinante para qualquer atividade econômica. Ela é responsável por movimentar indústrias, gerar energia, transportar pessoas, cargas além de ser indispensável para sobrevivência de qualquer ser vivo entre outros fins.

A água do planeta é dividida em água salgada e água doce. A água salgada é imprópria para o consumo dos seres vivos, para torná-la potável são necessários processos complexos e economicamente inviáveis até então, porém esta é 97,5% disponível no mundo e apenas 2,5% é de água doce sendo deste total apenas 0,02 % estão apropriados para o consumo.

Ela é também um dos recursos mais ameaçados que existe no mundo, devido ao crescimento da população e as atividades que envolvem seu uso, comprometendo os 0,02 % disponível para consumo (ANA) 2009.

O Brasil tem um imenso litoral, sem falar das grandes reservas de água doce disponíveis nas bacias hidrográficas incluindo também o maior rio do planeta em volume de água, o Rio Amazonas, que é um dos maiores do mundo, em extensão e em volume de água.

Conforme Villier (2002) no final da década 90, o número de pessoas vivendo em situação crítica por ausência de água, já se aproximava de 450 milhões e que até 2050 esse valor será quintuplicado.

A coleta das águas pluviais para utilização doméstica, na irrigação, na criação de animais e em outras finalidades é uma perspectiva antiga que vem crescente e sendo colocada em prática em várias localidades do mundo. O crescimento da população mundial em conjunto com os usos impróprios da água propiciou o cenário de degradação desse recurso e, nas palavras de May (2004), a propagação de notícias sobre os riscos de escassez de água tem elevado a conscientização da população. Dessa forma, sistemas que proporcionam o uso racional da água estão cada vez mais utilizados, como por exemplo os sistemas de uso de águas pluviais.

Em algumas regiões no Brasil podemos encontrar água em abundância, já em outras os recursos hídricos estão escassos. Prover a demanda de água está sendo

cada vez mais dispendioso devido ao crescimento populacional, principalmente urbano e ao desperdício desses recursos.

Muitos são os relatos pertinentes ao risco da escassez de água doce potável no planeta terra que vem gerando grande preocupação e conscientização da população e governantes em respeito à conservação dos recursos hídricos. Outros fatores como mudanças climáticas, aquecimento global, efeito estufa de certa forma também influenciam na preservação e distribuição hídrica.

Segundo Seeger et al. (2007) pela prudência gradativa com o meio ambiente e a manipulação responsável da água, percebe-se que a utilização principalmente para fins menos nobres transformou-se em inviável, e com isso, a realização de vários trabalhos relacionados com o objetivo de preconizar formas alternativas e programas para diminuição e conservação da demanda de uso de água potável configura o de substituição de fontes existentes por novas fontes de recursos hídricos. Neste contexto, estudos sobre a aplicação de águas pluviais para fins não potáveis vem sendo difundindo e impulsionado intensamente, por se tratar de um recurso natural e abundantemente encontrado na maioria das regiões brasileiras.

A maioria das cidades que se deparam em acelerado desenvolvimento, esbarram-se com os problemas desse crescimento e dificuldades ambientais. Toda edificação acrescentada em um meio afeta diretamente este espaço, de forma instantânea ou não e em questões distintas ou não. Áreas impermeáveis como telhados, avenidas e ruas, calçadas e estacionamentos afetam a propriedade de volume do ciclo hidrológico. Como consequência nota-se um elevado aumento na frequência e magnitude das enchentes nas cidades crescidas por lixo urbano e a deterioração da qualidade das águas pluviais escoadas para os rios.

A partir desse quadro nos leva a acreditar que um sistema de captação e armazenamento pluvial seria de extrema importância tanto no sentido de visar uma economia ao uso e custo das águas potáveis, quanto em relação a sustentabilidade desse recurso hídrico tão fundamental a vida terrestre.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade da captação de águas pluviais para o reuso em uma residência no município de Palmas Tocantins, com a finalidade de economizar gastos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar o índice pluviométrico na região;
- Determinar a eficiência de captação de águas pluviais;
- Identificar o dimensionamento do sistema de coleta (telhado, calhas, condutores, filtros, reservatórios de armazenamentos) e o armazenamento de água de chuva destinada a usos não potáveis;
- Analisar a viabilidade econômica do sistema de aproveitamento de água pluvial em uma residência em Palmas - TO.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Diversos são os usos de água que não requer diretamente o fator potabilidade, relatos apresentados por Tomaz (2003), na qual afirma que em torno de 50% da utilização de água em uma residência se dá para os usos não potáveis empregados na manutenção de jardins, descargas em bacias sanitárias, limpeza de áreas externas e internas, lavagem de automóveis e outros. Ou seja, um percentual que justifica a prática de captação de águas pluviais em nossa região devido aos altos índices pluviométricos registrados em Palmas.

A água tratada em um consumo consciente deveria utilizar –se somente para o consumo alimentício, já as águas pluviais seriam utilizadas para coisas do dia-a-dia, como a lavagem de calçadas, molhar o jardim, em uso para vasos sanitários, para lavar roupa, para a piscina, entre outros. Assim, a água potável ficaria somente para beber, cozinhar e tomar banho (AGUA, 2016).

Baseando-se em estudos e pesquisas sobre o aproveitamento do uso da água da chuva e com o aumento da população mundial a utilização de água limpa (potável) vem crescendo cada vez mais, sem falar que quanto mais poder aquisitivo da sociedade maior será a quantidade de água utilizada, com uso de equipamentos

como, por exemplo, máquina de lavar roupas, máquina de lavar louças, a lavagem de carro, piscina entre outros.

Observando que grandes cidades e regiões já estão sendo afetadas com a baixa disponibilidade dos recursos hídricos, inclusive o Tocantins. Por que não adotar um meio para economizar água.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ESCASSEZ DE ÁGUA

Hoje com o conceito jurídico de bem de uso comum da população, a água é um recurso de valor econômico para muitos. Com o aumento da população e desenvolvimento industrial dos países a demanda por água aumenta. No entanto o ser humano só dar valor a um bem quando esse dar trabalho para existir, no caso da água ela já se encontra pronta na natureza e é um presente de Deus para o homem e todos os seres vivos, não é propriedade particular de ninguém. (VICTORINO, 2007)

O Tocantins conta com 16 sub-bacias afluentes do rio Araguaia e 14 sub-bacias afluentes do rio Tocantins. O secretário do Planejamento e Meio Ambiente, Lívio de Carvalho (2002) destacou que é difícil para as pessoas perceber e ver que é necessário trabalhar a preservação da água, pois muitos acham que água não vai acabar.

Pensamos na água de uma maneira muito pessoal: um copo de água gelada num dia quente, um banho de cachoeira em Taquaruçu, distrito de Palmas-TO, ou na região do Jalapão-TO, um passeio de barco pelas praias do rio Araguaia, no lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães e não é bem assim. Talvez a quantidade de água não acabe, mas a água potável que nós necessitamos sim.

Nas regiões brasileiras há uma intranquilidade no que diz respeito à distribuição dos recursos hídricos. A região Sudeste, tem apenas 6% da água doce, mesmo envolvendo a maior população do país; enquanto no Norte, que possui a segunda menor população, há 68,5% da água doce disponível no país. (TOMAZ, 2003)

Estudos apontam que o consumo de água doce duplica se a cada 25 anos, e esse consumo segundo a (OMS, 1999) aumentou mais de seis meses em menos de um século, mas que o dobro do crescimento da população, e continua a crescer apesar do racionamento de água em várias regiões, ainda existe lugares onde se conserva a ilusão que a água é um bem interminável.

A coleta das águas pluviais para utilização não potável vem crescendo a cada dia mais e sendo colocada em prática em várias localidades do mundo. Exemplo

disso temos o edifício autossustentável "o Pátio Victor Malzoni, que já foi projetado para evitar o desperdício de água e revitalizar a água da chuva, esse edifício fica localizado na cidade de São Paulo, em 2012 ganhou a certificação leed core & shell prata concedida pelo green building Council. Téchne (2017) como mostrado na figura 1.

Figura 1 – Pátio Victor Malzoni



Fonte: Revista Pini Téchne

## 2.2 RECURSOS HÍDRICOS

Conforme Tomaz (1998), a água do planeta apresenta-se distribuída de forma não homogênea, de acordo com dados da Tabela 1, constata-se que na Ásia e na América do Sul sintetizam-se os maiores volumes relatados e os menores valores identificados na Oceania, Austrália e Tasmânia.

Tabela 1 – Porcentagem Hídrica por região do mundo.

| Região do Mundo      | Vazão (km <sup>3</sup> /ano) | Porcentagem (%) |
|----------------------|------------------------------|-----------------|
| Ásia                 | 458.000                      | 31,6            |
| América do Sul       | 334.000                      | 23,1            |
| América do Norte     | 260.000                      | 18              |
| África               | 145.000                      | 10              |
| Europa               | 102.000                      | 7               |
| Antártida            | 73.000                       | 5               |
| Oceania              | 65.000                       | 4,5             |
| Austrália e Tasmânia | 11.000                       | 0,8             |
| Total                | 1.448.000                    | 100             |

FONTE: Tomaz (1998)

Conforme Marengo (2008), cerca de 74% das águas de superfície do Brasil está presente na bacia hidrográfica da Amazônia, no qual corresponde a uma concentração inferior que 5% da população brasileira. Em divergência, no nordeste do país, uma região semiárida, onde apresenta população bem mais numerosa e são afetados por longos períodos de secas, gerada por inconstância das precipitações pluviais, tornando a água um produto limitado e de difícil acesso as populações locais intervindo de forma negativa na qualidade de vida e crescimento da população. Estes fatos ressaltam a necessidade urgente e a importância do correto gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis (ANA, 2007).

No entanto essa grande riqueza de água em toda extensão do território nacional, torna-se relativa, visto que se dispõem de forma desproporcional ao longo do país como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Proporção de população, disponibilidade de água e área nas cinco regiões do Brasil.

| Região do Brasil | Área Territorial (%) | Disponibilidade de Água (%) | População (%) |
|------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|
| Norte            | 45                   | 69                          | 2             |
| Nordeste         | 18                   | 3                           | 28            |
| Sudeste          | 11                   | 6                           | 43            |
| Sul              | 7                    | 6                           | 15            |
| Centro - Oeste   | 19                   | 15                          | 7             |

FONTE: GHISI (2006)

### 2.3 RECURSOS HÍDRICOS NO TOCANTINS

O Estado assenta sobre as bacias do Araguaia e Tocantins, conhecidas pela toponímia como região hidrográfica do Tocantins-Araguaia, demonstrando por ser a segunda maior região do país em relação a extensão e de vazão, inferiormente

somente a bacia do Amazonas, porém a mais extensa área de drenagem integralmente inclusa no território brasileiro possuindo uma área de 918.822 km<sup>2</sup> que de acordo com a ANA (2017), corresponde ao total de 11% do território nacional abrangendo respectivamente os Estados conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Abrangência da bacia hidrológica Tocantins-Araguaia

| <b>Estados</b>   | <b>Abrangência (%)</b> |
|------------------|------------------------|
| Tocantins        | 30                     |
| Pará             | 30                     |
| Goiás            | 21                     |
| Mato Grosso      | 15                     |
| Maranhão         | 4                      |
| Distrito Federal | 0,1                    |

FONTE: Autor (2017)

Na região hidrográfica do Tocantins-Araguaia, a floresta Amazônica que abrange 35% da região norte/nordeste e o Cerrado totalizando as demais áreas são os dois importantes biomas, apresentando uma imensa diversidade de fauna e flora nessa região (ANA, 2009).

De acordo com o IBGE (2010), no ano de 2010 aproximadamente 8,6 milhões de pessoas habitavam na região hidrográfica (4,5% da população nacional), sendo 76% em centro urbano. A densidade demográfica estimava-se em 9,3 hab./km<sup>2</sup> inferior ao geral do país de 22,4 hab./km<sup>2</sup>.

No estado do Tocantins foi desenvolvido um programa pela Água para todos (ATS), que atuam em duas frentes.

- Sistemas individuais, formados por cisternas de polietileno.
- Barragens para o acúmulo da água da chuva.

Esse programa atende os municípios do sul e do sudeste do Tocantins, tendo como objetivo amenizar os efeitos de estiagem nessas regiões e os problemas de abastecimentos de água durante a seca.

As cisternas são reservatórios com capacidade de 16 mil litros de águas, sistema de baixo custo, para fazer a captação da água da chuva de acordo a figura 2.

Figura 2: Cisterna no Tocantins



Fonte: G1 Tocantins – 24/03/2017

O governo do estado do Tocantins entregará ainda 135 pequenas barragens para acúmulo da água da chuva. Os municípios do Sudeste foram divididos em polos e até este mês, 72 pequenas barragens foram executadas, o que representa 53,3 %. Benefício a 747 famílias da zona rural.

Governo do Tocantins (2017) Conforme a engenheira ambiental da ATS, Fernanda Rêgo, enfatiza que a constituição Federal de 1988, estabelece que todo indivíduo tem direito ao meio ambiente de forma ecologicamente equilibrada e sustentável pois é um bem de uso comum da população, e essencial para a sobrevivência.

## 2.4 RESERVATÓRIO

Entre as peças o reservatório é muito importante para o projeto de aproveitamento de água pluvial. Este deverá ser dimensionado para atender os alguns critérios: área de captação, precipitação pluvial, demanda de água pluvial, os custos totais para a implantação do sistema e a credibilidade da proposta. Destaca-se que, a parcela precipitada anual das chuvas é uma valiosa variável indispensável na mensuração do reservatório. (CASA EFICIENTE, 2012) A Figura 3, abaixo demonstra um modelo de sistema de captação por calha e reservatório.

Figura 3: Cisternas de água ao lado da casa no agreste



Fonte: Ministério de Integração Nacional (Brasil, 2017)

## 2.5 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Ghanayem (2001) cita que o primeiro sistema de reuso de águas pluviais a funcionar em território brasileiro foi no território ultramarino de Fernando de Noronha, instalado no ano de 1943 pelo exército dos Estados Unidos, que captava a água da chuva e direcionava para reservatórios que era posteriormente empregada no consumo humano e demais atividades. O sistema continua sendo utilizado para o abastecimento da população da ilha.

No Brasil, uma forma muito utilizada para o aproveitamento da água da chuva é a construção de cisternas, principalmente, no Nordeste. Programas foram criados pelo governo visando melhorar a qualidade de vida da população do semiárido brasileiro, dentre eles a criação do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semiárido (CPATSA) em 1975, com o objetivo de coleta da água da chuva e de construção de cisternas para armazenamento de água para consumo, dentre outros.

Em regiões como o Nordeste brasileiro, devido à dificuldade de conseguir água, seja para o uso doméstico ou para o consumo humano, a população acaba consumindo água de qualidade duvidosa, o que vem associado a uma série de doenças.

Segundo Soares (2004), uma alternativa para esse conflito é a captação de água de chuva, algo relativamente fácil de se fazer e que com um tratamento adequado pode ser utilizada inclusive para o consumo humano. Em algumas metrópoles brasileiras, como São Paulo e Rio de Janeiro, a coleta da água da chuva tornou-se obrigatória para alguns empreendimentos, visando a redução das enchentes.

Existem também empresas especializadas que fabricam e fornecem soluções para a utilização da água da chuva. Além de residências, já existem estabelecimentos comerciais em São Paulo que há 30 anos captam, filtram e utilizam a água da chuva em seu processo de lavagem (SICKERMANN, 2003).

Segundo Tomaz (2003), os componentes principais deste sistema são: a superfície de coleta, calhas e condutores, peneira, reservatório e extravasor. Os telhados da edificação são as áreas mais comumente utilizadas como superfície de captação das águas pluviais e que as calhas e condutores têm como objetivo a condução da água captada até o reservatório de limpeza. A peneira serve para reter os materiais em suspensão.

O reservatório pode ser de vários tipos de materiais, sendo ele apoiado ou enterrado. Além disso, nele deve conter um extravasor com dispositivo para evitar a entrada de pequenos animais. Devido à água do reservatório estar em constante processo de sedimentação, sugere-se que sempre use água da parte superior do reservatório (MENEZES, 2006).

Menezes (2006) afirma que a capacidade do sistema e a demanda necessária definirão o uso da água pluvial coletada. O limitador do sistema será o volume fornecido de água, a superfície de captação e o índice pluviométrico da região. Deve-se salientar que a utilização deste sistema para descarga de vasos sanitários, irrigação do jardim e lavagem de áreas da casa e veículos, segundo Menezes (2006), geralmente é mais rentável em residências unifamiliares. E dependendo da região da edificação, como, por exemplo, onde não há problemas de poluição e/ou chuva ácida, a água pluvial captada poderá ser utilizada em todos os pontos de consumo de água da edificação.

Diante de tais informações, Bohara (1999) apud Mona (2004) pôde destacar algumas vantagens da utilização da água das chuvas:

- Não necessita de maiores esforços para se obter a qualidade exigida da água;
- Sistema de captação independente;
- Construção e manutenção simples.

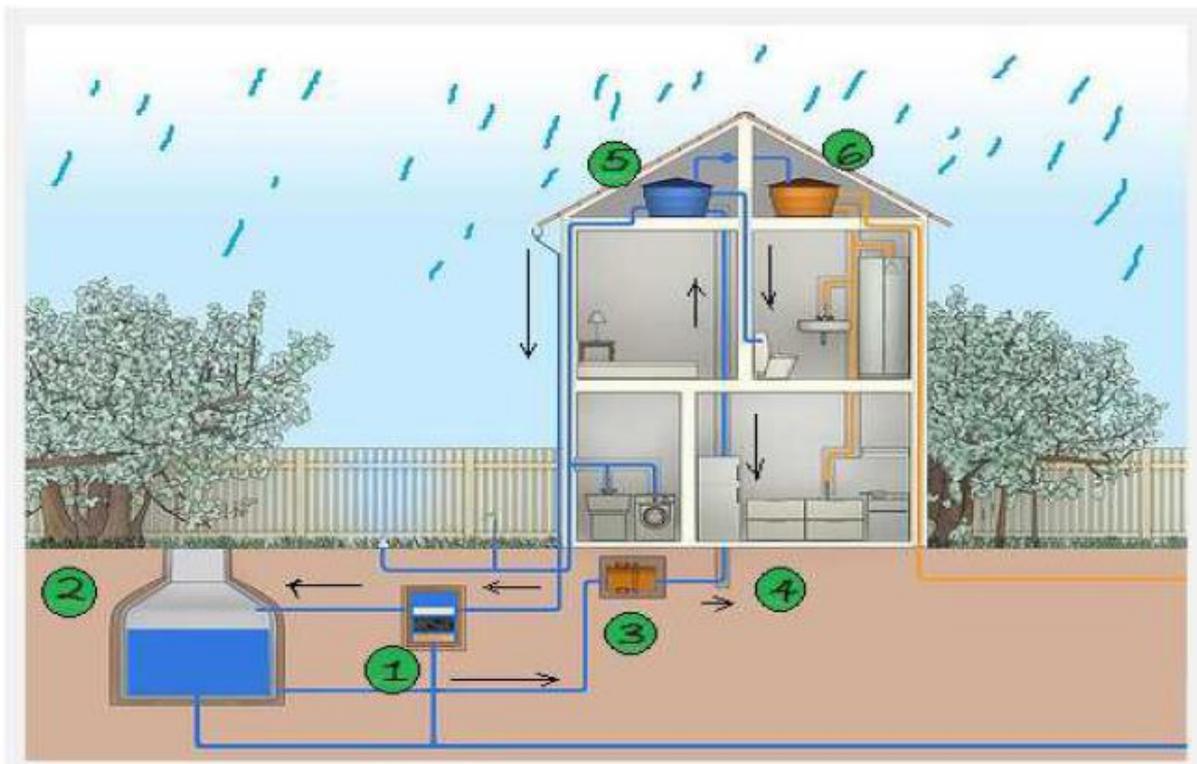
O sistema de aproveitamento da água da chuva é considerado um sistema descentralizado de suprimento de água, com objetivo de conservar os recursos hídricos, e com isso reduzindo o consumo de água potável (MARINOSKI, 2007).

As técnicas mais comuns para a coleta de águas pluviais são através da superfície dos telhados, sendo considerado o mais simples e o melhor na qualidade da coleta da água, comparando-o com outros sistemas como os que coletam águas pluviais nas superfícies do solo.

A Figura 4 mostra o aproveitamento de águas pluviais através de telhados, com reservatório enterrado em uma residência. Cada dispositivo é representado da seguinte forma:

- 1 – Filtro bruto: retém as partículas maiores.
- 2 – Reservatório
- 3 – Bomba
- 4 – Filtro fino: retém as impurezas menores
- 5 – Caixa de água para armazenamento da água pluvial
- 6 – Caixa de água para armazenamento da água da concessionária.

Figura 4 - Sistema de captação de água de chuva



Fonte: Sempre sustentável

1. Herrmann e Schmida (1999), destacam três métodos mais usuais na elaboração de sistema de aproveitamento de água da chuva, sendo elas:
2. Sistema de fluxo total – Onde toda a chuva coletada pela superfície de captação é direcionada ao reservatório de armazenamento, passando antes por um filtro ou por uma tela. A chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem.
3. Sistema com derivação – Neste sistema, uma derivação é instalada na tubulação vertical de descida da água da chuva, com o objetivo de descartar a primeira chuva, direcionando-a ao sistema de drenagem. Este sistema é também denominado de sistema autolimpante. Em alguns casos, instala-se um filtro ou uma tela na derivação. Assim como no sistema descrito anteriormente, a chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem.
4. Sistema com volume adicional de retenção – No qual, constrói-se um reservatório maior, capaz de armazenar o volume de chuva necessário para o suprimento da demanda e capaz de armazenar um volume adicional com o objetivo de evitar inundações. Neste sistema, uma válvula regula a saída de

água correspondente ao volume adicional de retenção para o sistema de drenagem.

Segundo Tomaz (2003) Há diversas evidências que o reuso de água pluvial não é recente, esses sistemas já eram utilizados por 13 civilizações antigas, em 850 a. C no oriente Médio em cada casa já havia um reservatório de captação de água pluvial, isso era escrito em Pedra Moabita. No Brasil, sistemas já estão sendo utilizadas, por exemplo no Nordeste, região que enfrente longos períodos de estiagem e escassez de água.

Devido aos grandes números de pessoas ter deixado a zona rural e buscando centros urbanos para morar, No Brasil aconteceram problemas de abastecimento e de destinação final da água.

Ghisi (2004, apud Krammers; Ghisi, 2006) concretizou uma projeção dos recursos hídricos no país, na qual avaliou o volume de água disponível por habitante por ano para as cinco regiões do Brasil, do ano 2000 até 2100. O autor constatou que nas regiões nordeste e sudeste cada habitante teria recursos hídricos abaixo de 1000 m<sup>3</sup> por ano, o que é considerado extremamente baixo em relação à média mundial, que é de 7000 m<sup>3</sup> por ano por habitante, conforme dados do United Nations Environment Programme. (UNEP, 2002)

A água é um bem essencial para a vida dos seres vivos, e, portanto, conservar esse recurso é de fundamental importância para sua manutenção, seja nas habitações, nos mananciais ou no sistema público de abastecimento. Em relação as habitações, o uso racional da água pode partir do combate ao desperdício, através da conscientização ao usuário, como também da utilização de aparelhos economizadores, do controle de vazamentos, da utilização de fontes alternativas de água, e por parte da concessionária de água, aplicando tarifas que incentivem à economia de água (SANTOS, 2002).

Nas residências a água é utilizada de diferentes formas, como na higiene pessoal, na preparação de alimentos e na limpeza em geral. Na utilização de água em vasos sanitários, lavação de roupas e regas de jardins, por exemplo, não seria necessário do uso de água potável, como acontece na maioria das residências brasileiras, podendo ser substituída por água pluvial ou por água cinza (após o

devido tratamento), o que não prejudicaria suas finalidades, condizendo a qualidade da água com o seu uso.

## 2.6 USO COERENTE DA ÁGUA

Como se não bastassem os altos índices de poluição, há também uma perceptível diminuição significativa da disponibilidade de água doce no mundo. Entre os fatores que justificam este fato estão: aumento populacional, desperdício e uso intenso da água em processos agrícolas e industriais (UNESCO-WWAP, 2003 apud MANO, 2004).

No Nordeste, o processo de irrigação consome 30 vezes mais água que o israelense, e quanto ao abastecimento pelas redes, há uma média de perda de água de 40% na distribuição (MMA, 2003).

Estudos de hidrólogos e demógrafos apontam que o consumo de água doce duplica-se a cada 25 anos. Para a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1999), o consumo mundial de água aumentou mais de seis vezes em menos de um século, mais de que o dobro das taxas de crescimento da população, e continua a crescer, embora o racionamento de água seja realidade em alguns lugares, existem locais onde se conserva a ilusão de que a água é infinita.

Segundo Mancuso et al (2007) a aceitação pública é o fator preponderante na determinação do sucesso ou do insucesso de um programa de reúso de água. A experiência internacional tem mostrado que projetos dessa natureza podem ser tecnicamente viáveis, as águas produzidas comprovadamente seguras, atestadas pelos melhores procedimentos científicos disponíveis, podem ser aceitos pelas agências oficiais de meio ambiente e de saúde pública e, ainda assim, não ser aceitos pelo público.

## 2.7 RISCOS DE REUSO

Conforme Nardocci et. al (2007) o reúso da água pluvial apresenta alguns riscos que deixam a sociedade com medo, dentre eles, os dois motivos principais são: a poluição dos recursos hídricos e as limitações das técnicas de tratamento de água que, por mais que tenhamos tido avanços nos últimos anos, eles não eliminam completamente todas as substâncias indesejadas da água.

Por causa desses fatores é importante equilibrar as relações risco/benefício e custo/eficácia das tecnologias de tratamento, pois dependendo da finalidade do reuso, o custo se torna mais elevado para tratá-la.

## 2.8 INUNDAÇÕES URBANAS

Segundo Tucci et al. (2001) as inundações urbanas é uma das semelhantes tragédias abordadas pela população brasileira. Áreas altamente urbanizadas caracteriza entre outros problemas, baixos números de infiltração de água na superfície terrestre, transformando o nível do lençol freático e as vazões em córregos.

Tucci et al (2001) garante que, o fluxo de água nas zonas rurais que escorrem para as bacias hidrográficas é gradativamente armazenado pela vegetação existente, infiltrando-se no solo, e o que resta escoar a superfície de forma gradual, produzindo um hidrograma com variação vagarosa de vazão e picos de inundações moderados. As inundações naturais extravasam sua calha menor, em média, a cada dois anos, ocupando então leito maior dos cursos d'água.

Segundo Agra (2001), a impermeabilização gerada pela população principalmente urbana meio urbano soma significativamente os escoamentos superficiais, pois suprime grande parcela da infiltração das águas do terreno natural, são trocados pela tubulação de drenagem, além dos rios serem corrigidos e revestidos e dos planos de escoamento superficial diminuídos. Tucci et al. (2001), assegura que o volume que, no terreno natural, escoava lentamente pelo solo e ficavam armazenados pelas plantas passa a correr em canais construídos, exigindo maior capacidade de escoamento das seções dos dutos.

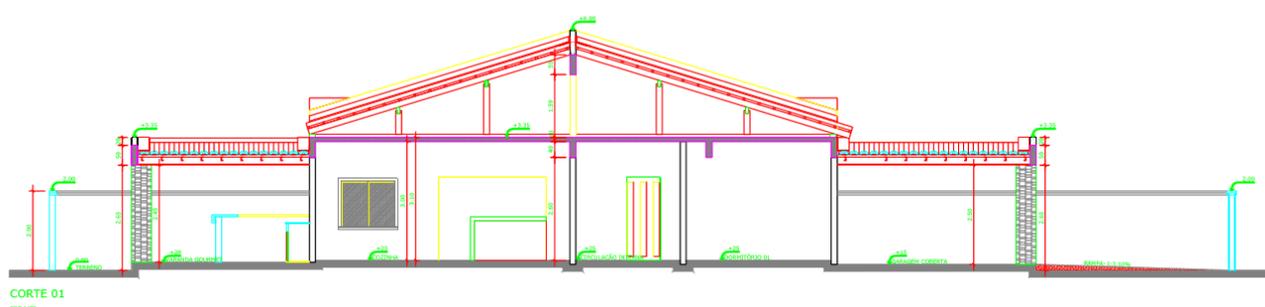
A urbanização e loteamento efetivamente retiram a vegetação pré-existente, que segura a ação erosiva das águas pluviais, alterando os escoamentos naturais e exigindo dispendiosas obras de conformidade. Além disso, conforme Botelho (2011), a ocupação imprópria destes locais causa, entre outros, obstruções dos córregos, pelo acúmulo de material erodido dos terrenos, redução da água, acréscimos dos efeitos da poluição dos rios.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA ESTUDADA

A residência a ser estudada, fica localizada na cidade de Palmas-TO, que se localiza na região Norte do Brasil, e central no Estado, Situando-se próximo ao paralelo 10° 11' 04" sul e do meridiano 48° 20' 01" oeste com altitude de 260 metros acima do nível do mar e com uma área de aproximadamente 2.219 km<sup>2</sup>, população estimada em 2017 e de 286,787. A Figura 5, abaixo mostra a residência estuda.

Figura 5: Corte da residência a ser estudada



Fonte: Autor, 2017

Nesta construção foi usado calhas em zinco com seções diversas, e em relação a condutos verticais foram observados alguns tubos de PVC com diâmetros em torno de 100 mm, estes serão objetos do trabalho visto que os mesmos deveram dar caminhamento das águas até os reservatórios que serão dimensionados.

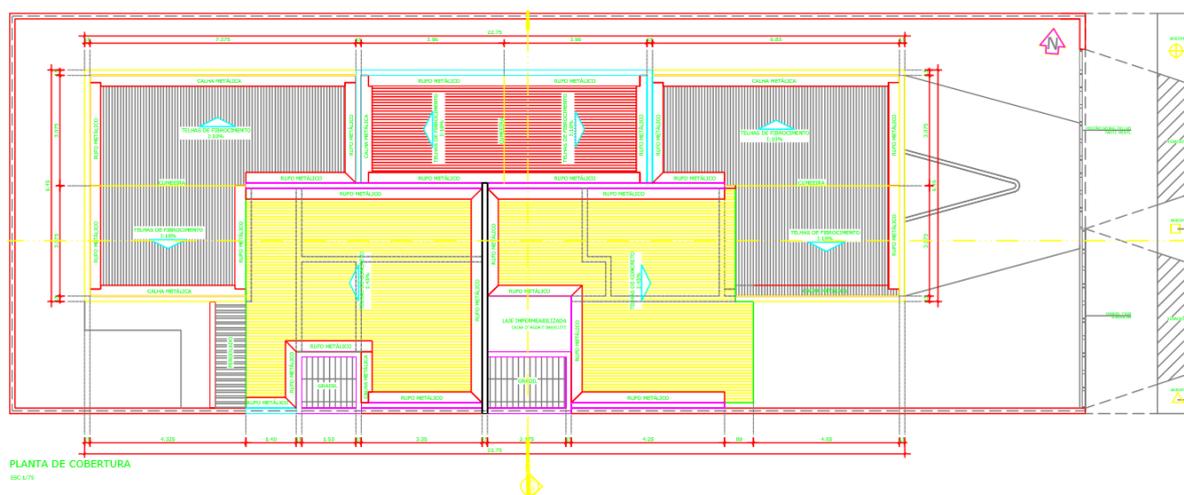
#### 3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS ESTUDADOS

Para realizar o estudo de viabilidade de reuso da água da chuva em uma residência em Palmas-TO, foi realizado um levantamento de dados pluviométricos meteorológicos e climatológicos, através do site do INMET e Buscar dados de consumo junto à concessionária de água.

#### 3.3 ÁREA DE COBERTURA

A área de captação da água pluvial foi baseado através da área e inclinação do telhado da residência constatada na planta de cobertura da mesma. Por meio desses dados relativos combinado ao índice pluviométrico da cidade estimará o volume de água possível de reserva. (Figura 6) constatada na planta de cobertura da Residência.

Figura 6: Telhado da residência a ser estudada.



Fonte: Autor (2017)

### 3.4 TRATAMENTO DA ÁGUA COLETADA

Um procedimento simples de limpeza da água da chuva muito utilizado é a remoção dos primeiros milímetros de chuva, através de um componente importante do sistema de aproveitamento que é o reservatório de eliminação da primeira chuva.

Este procedimento é também denominado de autolimpeza da água da chuva (TOMAZ, 2003).

### 3.5 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

A Intensidade pluviométrica foi determinada a partir da fixação da duração de precipitação e do período de retorno que é de 5 anos para cobertura e terraços.

Para encontrar os valores pluviométricos utilizou-se a equação das chuvas.

Equação 1: Intensidade

$$i = (k \cdot T^a) / (t + b)^c$$

Em que:

$i$  = intensidade máxima média da chuva (mm/h);

$T$  = período de retorno em anos;

$t$  = tempo de duração da chuva (min);

$k, a, b, c$  = coeficiente de ajustamento específico para cada localidade.

### 3.6 VAZÃO DO PROJETO

Após a obtenção dos índices pluviométricos será dimensionado a vazão do projeto através da equação 2:

Equação 2: Vazão do projeto

$$Q = \frac{(C \cdot i \cdot A)}{60}$$

Em que:

Q = vazão do projeto em (l/min);

C = coeficiente de escoamento superficial (considera-se C= 0,95);

i = Intensidade pluviométrica (mm/h)

A = área de contribuição (m<sup>2</sup>)

### 3.7 RESERVATÓRIOS

Para quantificar o volume necessário do reservatório para receber a água da chuva, neste estudo, foi baseado na área de cobertura total da edificação, na precipitação da região da cidade de Palmas, no consumo diário, nos coeficientes perdas e no percentual de água potável, utilizada para fins não potáveis, que poderá ser trocada por água pluvial.

Na implantação do sistema será utilizado reservatórios inferiores e superiores colocados na residência, o reservatório inferior será implantado na parte final da edificação, interligados entre si e no sistema, como domínio individual de entrada e saída de água, utilizando-se registro manuais de abertura e fechamento.

Cálculo do volume de água captado:

Equação 3: Volume de água captado

$$V_{\text{captado}} = A_{\text{telhado}} \times P_{\text{média\_anual}}$$

Em que:

V. captado = Volume captado (m<sup>3</sup>)

Atelhado = Área do telhado (m<sup>2</sup>)

P. média\_mensal = Precipitação média anual (mm).

### 3.8 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

População:

População = 2 pessoas

Consumo Per Capita = 200 l/dia

Consumo Diário = 2x200 = 400 Litros

Consumo Per Capita real = 160 l/dia

Consumo Diário real = 2x160 = 320 Litros, levando em consideração que o gasto mensal médio foi de 10 m<sup>3</sup>.

### 3.9 DIMENSIONAMENTO DE TUBOS DE QUEDA

Como todas as caídas de água do telhado possuem áreas consideradas pequenas, uma tubulação de queda de diâmetro de 100 mm é suficiente para conduzir a água captada ao reservatório. Os tubos serão de PVC com a proteção de pré-moldados faceando a alvenaria.

### 3.10 DIMENSIONAMENTO DE CALHAS

Para o dimensionamento de calhas é muito importante a escolha do material que será utilizado, pois o coeficiente de rugosidade muda conforme o material, no projeto a ser implantado será utilizado a calha de beiral com uma inclinação de no mínimo 5 por cento.

A equação utilizada será a de Manning Strickler, para o cálculo do dimensionamento de calhas.

Equação 4: Vazão de projeto da calha

$$Q = K \left( \frac{S}{n} \right) . r h^{2/3} . i^{1/2}$$

Em que:

Q = vazão de projeto da calha (l/min);

k = 60000 (NBR 10844/89);

$s$  = área de seção molhada ( $m^2$ );

$n$  = coeficiente de rugosidade;

$r_h$  = s/p raio hidráulico (m);

$i$  = declividade da calha (m/m);

No processo de reuso de água de chuva através de telhados a área de contribuição que se torna a mais importante para esse processo, ela é obtida através da equação.

Equação 5: Área de contribuição

$$AC = \left( a + \frac{h}{2} \right) b$$

Em que:

AC = área de contribuição

$a$  = largura da água plano do telhado(m)

$b$  = comprimento do telhado (m)

$h$  = altura do telhado (m)

### 3.11 DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS

Conforme Teixeira (2007) sugere, usou-se a seguinte equação para se obter a vazão a ser utilizada no cálculo de potência da bomba de sucção do sistema de captação de água da chuva implantado.

Cálculo da Vazão: Vazão = Coef. de escoamento x Intensidade x Área de Coleta, Adotou-se 0,75 para coeficiente da telha de barro, que são apresentados por Bernat et al. (1993) e 60 mm/h intensidade de precipitação de Palmas. (ANA, 2008)

Então:

Equação 6: Vazão

$$Q = 0,75x \frac{60x10^{-3}}{3600} A$$

Cálculo da Potência:

Equação 7: Potência

$$P = \frac{\textit{peso específico} \cdot \textit{vazão} \cdot \textit{altura monométrica}}{75 \cdot \textit{redimento da bomba}}$$

### 3.12 CONDUTORES VERTICAIS

Os condutores verticais que serão responsáveis pela coleta de água após a mesma passar pelas calhas, sempre que possível projetar em uma única prumada, aconselha-se serem feitas com curvas de 90° raio longo ou curvas de 45°, sem esquecer da parte da inspeção, limpeza da mesma lembrando que o diâmetro mínimo para esse determinado uso e de 70 mm. Esses diâmetros são obtidos através de ábacos (CSTC/1975- Bélgica)

Dados:

Q = vazão de projeto (l/min)

H = altura da lâmina de água na calha (mm);

L = comprimento dos condutos verticais (m)

### 3.13 CONDUTORES HORIZONTAIS

Veremos também os condutores horizontais, com desvios feitos com curvas de 90°, raio longo ou curvas de 45°, com declividade uniforme de no mínimo 0,5%, o escoamento com uma lâmina de água a uma altura  $h=2/3$ , não se pode esquecer da inspeção ou colocar caixa de areia a cada 20 m.

### 3.14 DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

Desenvolver um sistema de captação que se torne barato, e acessível para todos que queiram desenvolver o sistema de utilização de águas pluviais através dos telhados de suas residências. Para o cenário inicial de tarifas somente depois de uns cinco anos é que poderemos ser ressarcidos com valores gastos na implantação do sistema considerado de padrão popular.

Para este século, o acesso limitado à água em termos de quantidade e qualidade, poderá restringir o desenvolvimento econômico e sustentável em muitas regiões geográficas do mundo. O contínuo crescimento da população, em várias regiões do planeta, reduz gradativamente a quantidade de água disponível por pessoa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do estudo de viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, na residência localizada em Palmas – TO estão apresentados neste capítulo. Para este estudo, fez-se uma verificação do potencial de economia de água potável que poderia ser gerada.

Através de um levantamento de usos finais de água na edificação, pode-se estimar o volume de água necessário para suprir os consumos de água para usos não potáveis (descarga de vaso sanitário, lavação de calçadas, irrigação de jardins e limpeza geral). Após, dimensionou-se o reservatório de água pluvial, e então é realizada a análise econômica para a determinação da viabilidade de implantação do sistema.

### 4.1 ANÁLISE DO ESTUDO

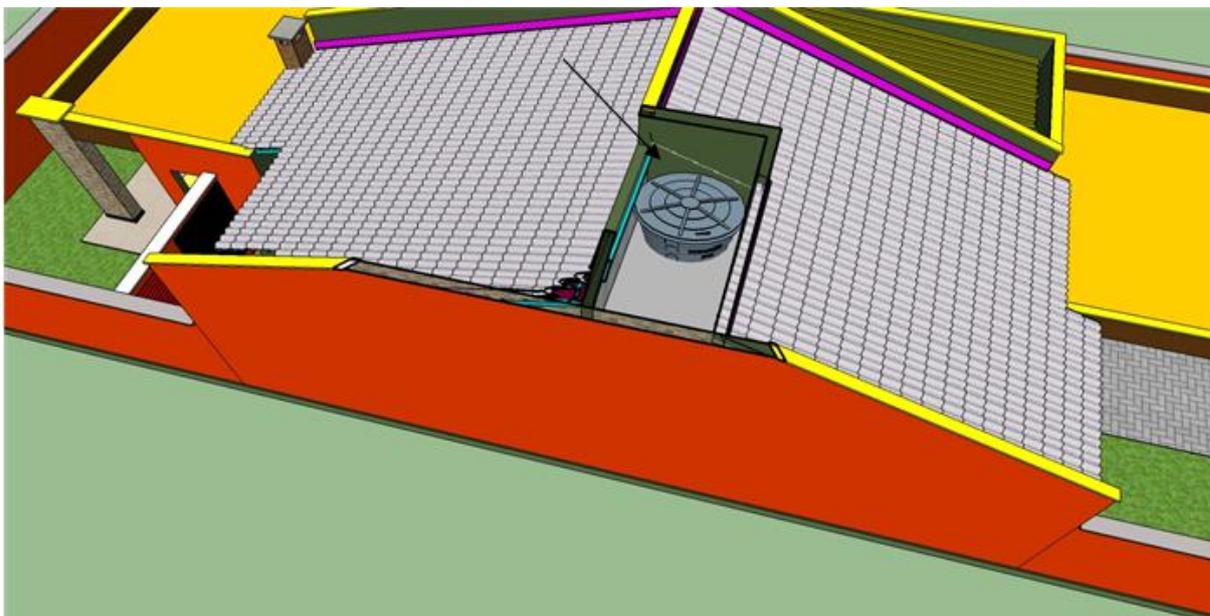
Após analisar o objeto de estudo, onde foi feito um levantamento de toda a edificação a receber o sistema de captação, foram identificadas que já existia calhas, rufos e um reservatório de 500 l na residência, podendo os mesmos já serem utilizados para o sistema de captação. Como mostra a figura 7 que indica a calha e a figura 8 mostra o reservatório.

Figura 7: Identificação de Sistema de Captação Pluvial – Calha Metálica



Fonte: Autor, 2018

Figura 8: Identificação do reservatório.



Fonte: Autor, 2018

## 4.2 ÁREA ESTUDADA

Figura 9: frente da residência



Fonte: Autor, 2018

## 4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram realizados diversos levantamentos de dados, entre eles características da residência, número de moradores área de contribuição do telhado, contas de

consumo de água, monitoramento de hidrômetro, medições de vazões, precipitações pluviométricas e verificação de áreas de captação.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos na coleta de dados.

#### 4.4 ENTREVISTAS COM OS MORADORES

Através das pesquisas realizadas com os moradores, foram identificadas as principais atividades denominadas:

➤ Lavagem de roupas: ocorre uma vez por semana com o uso da máquina de lavar roupas no qual foi calculado um total de 125 l de água por lavagem convertendo em baldas dar um total de 25 baldes (baldes de 20 l) por lavagem de roupas.

➤ Limpeza diária: ocorre uma vez por dia, quando a limpeza interna e realizada por uma vassoura, e com um rodo e pano úmido sobre o piso, no qual procede a lavagem desse pano diversas vezes nos baldes de água. Esse procedimento é efetuado em toda a edificação utilizando em média duas trocas de água no balde foi estimado o total de 4/2 baldes diários.

➤ Limpeza dos banheiros: a edificação apresenta, atualmente 2 banheiros em funcionamento sendo efetuadas limpezas a cada três dias. Com isso temos a utilização média de 6 baldes dia.

➤ Limpeza geral: Essa limpeza é efetuada uma vez por semana conforme as necessidades, para churrascos fins de semana e ocorre utilizando uma mangueira tradicional de jardim desempenhando a limpeza das vidraças e calçadas em torno da edificação assim como a manutenção dos jardins, no qual foi calculado um total de 20 baldes de água por faxina.

➤ Descarga vaso: considerando que são apenas 2 moradores na residência estudada, e ambos trabalham fora ficando em casa um pequeno horário pela manhã, horário de almoço e após as 18:00 h estima se um total de 5 descargas por pessoa totalizando 10 descargas dia de segunda a sexta. Já no final de semana esse número aumento para 8 descargas devido os moradores ficarem, mas tempo em casa, totalizando 16 descargas, levando em consideração que uma bacia sanitária com válvula acionada durante 6 segundos gasta 10 litros de água segundo a Unifesp. O gasto total mensal e de 10 litros x 10 vezes x 22 dias = 2.200,00 l/mês.

(para dia de semana) e 10 litros x 16 vezes x 8 dias = 1.280,00 l/dia totalizando um total de 3.480,00 litros mensais.

Com a utilização do balde mencionado foi possível estimar a quantidade de água utilizada nas operações de lavagem de roupas, limpeza diária, limpeza de banheiros, limpeza geral e descarga sanitárias conforme segue a tabela 4.

Tabela 4 – Consumo de baldes de água por atividades

| <b>TOTAL</b>          | <b>Qtde baldes</b> | <b>Litros (Baldes)</b> | <b>Qtde dias/mês</b> | <b>Total Litros</b> | <b>Total m<sup>3</sup></b> |
|-----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|
| Lavagem de roupas     | 25                 | 20                     | 4                    | 2000                | 2                          |
| Limpeza diária        | 04/02              | 20                     | 30                   | 1200                | 1,2                        |
| Limpeza dos banheiros | 6                  | 20                     | 10                   | 1200                | 1,2                        |
| Limpeza geral         | 20                 | 20                     | 4                    | 1.600               | 1,6                        |
| Descarga vaso         | 11,6               | 10                     | 30                   | 3.480               | 3,48                       |
|                       |                    |                        | <b>TOTAL</b>         | <b>9.480</b>        | <b>9,48</b>                |

Fonte: Autor, 2018

Assim chegamos à conclusão que aproximadamente 9,48 m<sup>3</sup> são dedicados mensalmente para o uso de águas não potáveis, com as devidas atividades relacionadas nesse estudo.

#### 4.5 CONTAS

Inicialmente foram coletados todos os consumos mensais medidos e registrados por faturas de pagamentos pela concessionária de água BRK Ambiental a residência estudada, nos meses de janeiro/2017 a março/2018.

A Tabela 5 apresenta o levantamento de dados que foi realizado para estimar o volume de água utilizado pela residência para o atendimento de todos os pontos de consumo de água fria no período citado.

Tabela 5: Contas de água referente ano 2017.

| ARRECADADOR | FATURA   | TIPO DE FATURA | VALOR     | PERÍODO | CONSUMO m <sup>3</sup> |
|-------------|----------|----------------|-----------|---------|------------------------|
| Cef         | 15889330 | Fatura Normal  | R\$104,46 | dez/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 15477777 | Fatura Normal  | R\$104,46 | nov/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 15037057 | Fatura Normal  | R\$104,46 | out/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 14695006 | Fatura Normal  | R\$104,46 | set/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 14244773 | Fatura Normal  | R\$124,78 | ago/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 13791265 | Fatura Normal  | R\$150,74 | jul/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 13386216 | Fatura Normal  | R\$114,61 | jun/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 13019626 | Fatura Normal  | R\$84,15  | mai/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 12638841 | Fatura Normal  | R\$124,78 | abr/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 12216128 | Fatura Normal  | R\$145,15 | mar/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 11809216 | Fatura Normal  | R\$122,13 | fev/17  | 10m <sup>3</sup>       |
| Cef         | 11296273 | Fatura Normal  | R\$122,13 | jan/17  | 10m <sup>3</sup>       |

Fonte: BRK, 2018

Tabela 6: Contas de água referente ano 2018.

| ARRECADADOR | FATURA   | TIPO DE FATURA | VALOR     | PERÍODO | M <sup>3</sup>   |
|-------------|----------|----------------|-----------|---------|------------------|
| Cef         | 17032878 | Fatura normal  | R\$114,61 | mar/18  | 10m <sup>3</sup> |
| Cef         | 16638161 | Fatura normal  | R\$75,71  | fev/18  | 10m <sup>3</sup> |
| Cef         | 16248821 | Fatura normal  | R\$84,15  | jan/18  | 10m <sup>3</sup> |

Fonte: BRK, 2018

Analisando a Tabela 5, é possível verificar por esses dados que a média de valor de consumo de água do período de janeiro/2017 a janeiro/2018 foi de R\$ 114,65. Pode-se notar que aproximadamente 94,8% do consumo total são utilizados

para uso não potável como na manutenção de jardins e limpeza de todos os ambientes da edificação e descargas sanitárias, levando em consideração que a residência tem um consumo mensal de 10m<sup>3</sup> obtidos nas faturas de conta com a concessionária BRK, chega se na conclusão que apenas 0,52m<sup>3</sup> são utilizados para o consumo.

#### 4.6 MONITORAMENTOS HIDRÔMETRO

Para um comparativo entre o consumo diário estimado e o consumo diário real, foi necessário efetuar um estudo dos dados de consumo de água.

Consistiu-se no monitoramento do consumo diário, por meio de duas leituras realizadas diariamente ao hidrômetro da residência, iniciando-se por uma leitura noturna e subsequente, outras pela parte matutina. Essas leituras foram realizadas durante o período de 26 abril a 04 de maio de 2018, onde na Tabela 7 demonstra os resultados obtidos no hidrômetro, com os valores de consumo do dia, assim como a média obtida por essas leituras.

Tabela 7: Leitura hidrômetro

| DATA DA LEITURA      | DIA DA LEITURA | HORÁRIO  | LEITURA | CONSUMO DIÁRIO |
|----------------------|----------------|----------|---------|----------------|
| 04/26/2018           | Sábado         | 08:00:00 | 56980   | -              |
| 04/26/2018           | Sábado         | 19:00:00 | 57060   | 80             |
| 04/27/2018           | Domingo        | 08:00:00 | 57063   | 3              |
| 04/27/2018           | Domingo        | 19:00:00 | 57135   | 72             |
| 04/28/2018           | Segunda-feira  | 08:00:00 | 57129   | 6              |
| 04/28/2018           | Segunda-feira  | 19:00:00 | 57182   | 53             |
| 05/01/2018           | Terça-feira    | 08:00:00 | 57188   | 6              |
| 05/01/2018           | Terça-feira    | 19:00:00 | 57236   | 48             |
| 05/02/2018           | Quarta-feira   | 08:00:00 | 57241   | 5              |
| 05/02/2018           | Quarta-feira   | 19:00:00 | 57296   | 55             |
| 05/03/2018           | Quinta-feira   | 08:00:00 | 57301   | 5              |
| 05/03/2018           | Quinta-feira   | 19:00:00 | 57327   | 26             |
| 05/04/2018           | Sexta-feira    | 08:00:00 | 57340   | 13             |
| consumo médio diário |                |          |         | 31             |

Fonte: Autor, 2018

A residência no momento possui um reservatório de água potável de 500L. Calhas nos telhados e rufos, facilitando e diminuindo o custo da implantação em estudo. E possível notar através da tabela 7 que o maior fluxo de utilização de água não foi possível contabilizar assertivamente a quantia exata de água utilizada, mas

nota-se que o fluxo de um dia para o outro torna o consumo acentuado, porém esse fator se deve pela utilização geral de toda a edificação, enfatizado principalmente no final de semana devido as faxinas gerais e maior número de utilização dos sanitários.

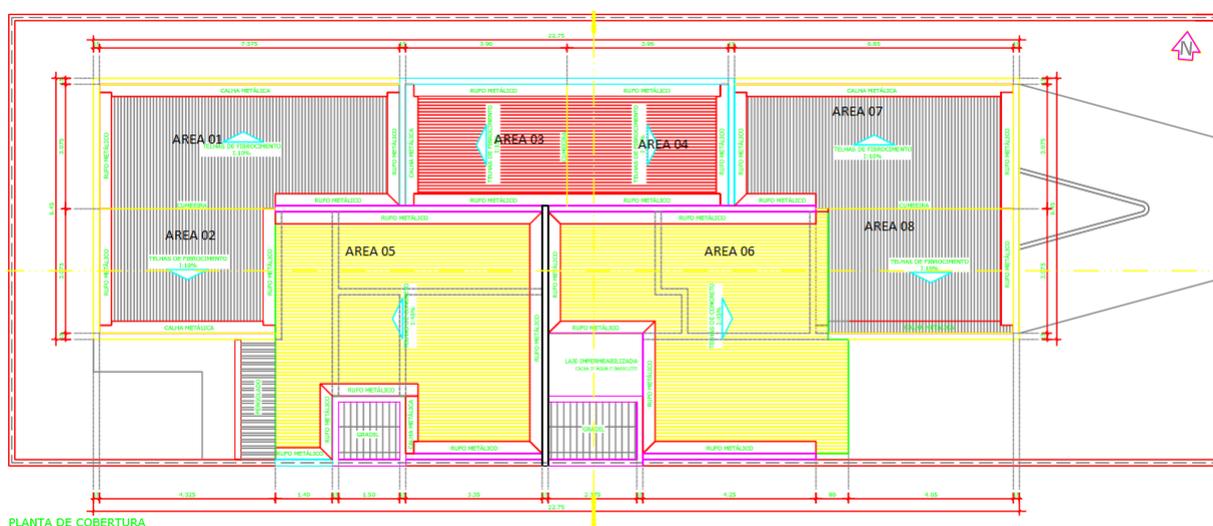
#### 4.7 CAPTAÇÃO DE ÁGUA E DIMENSIONAMENTO

Todo o estudo com relação a captação de água e dimensionamentos foram realizados considerando a NBR 15527:2007 em que especifica as áreas de contribuições a serem consideradas para mensuração (telhas e/ou lajes), o clima (índice pluviométrico, período de chuva e seca), coeficiente de escoamento superficial (coeficiente de Runoff) e a demanda de água não potável.

#### 4.8 CÁLCULO DO VOLUME DE ÁGUA CAPTADO

Nesta etapa foi levantado as áreas de contribuições, conforme planta disponibilizada, citada no item 3.3. Sendo assim para obtenção do volume de água captada, foi levantado primeiramente a área da edificação, dividindo as superfícies de cobertura em 8 áreas, de acordo com a Figura 10.

Figura 10 - Planta de Áreas



Fonte: Autor, 2018

Aplicando a Equação 5, em cada superfície foram obtidas as áreas de contribuição, conforme Tabela 8.

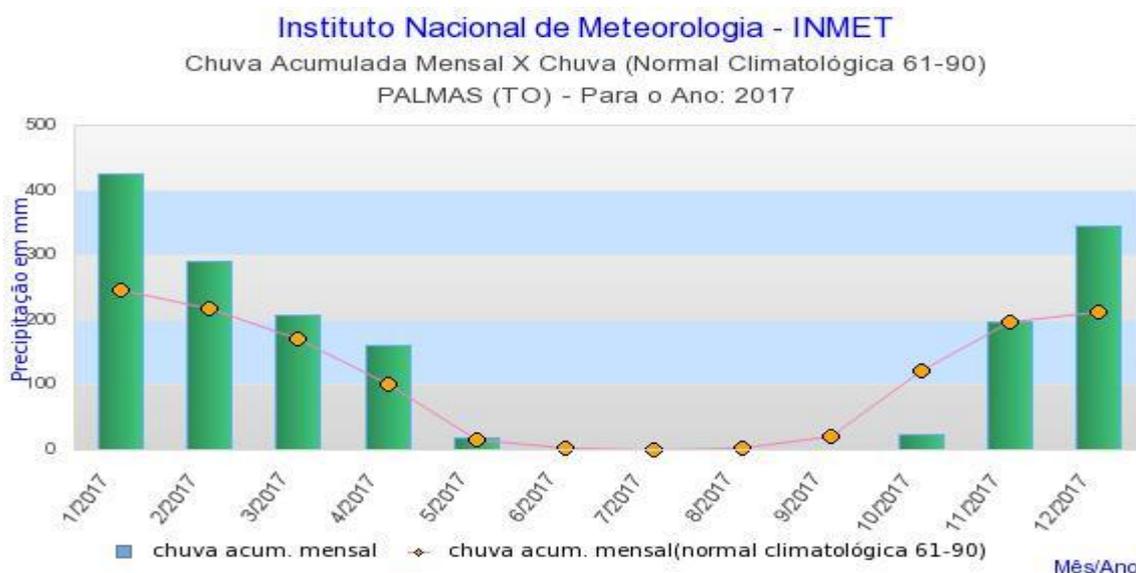
Tabela 8: Tabela de áreas

| CALHA     | SUPERFÍCIE | A (M) | B (M) | H (M) | COMP. (M) |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-----------|
| 1         | A1         | 2,78  | 6,78  | 0,3   | 19,87     |
| 2         | A2         | 2,78  | 3,73  | 0,28  | 10,89     |
| 3         | A3         | 2,4   | 3,96  | 0,4   | 10,3      |
| 4         | A4         | 2,4   | 3,96  | 0,4   | 10,3      |
| 5         | A5         | 6,55  | 13,58 | 2,09  | 51,57     |
| 6         | A6         | 6,55  | 13,58 | 2,09  | 51,57     |
| 7         | A7         | 2,78  | 6,25  | 0,28  | 18,25     |
| 8         | A8         | 3,08  | 4,25  | 0,3   | 13,73     |
| Total (m) |            |       |       |       | 186,48    |

Fonte: Autor, 2018

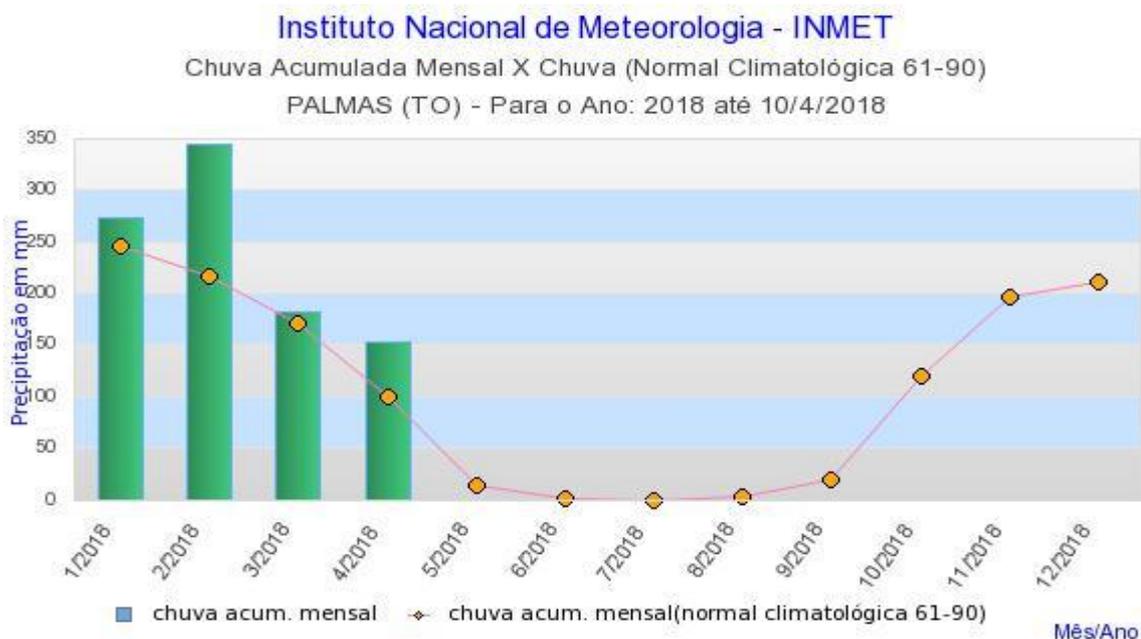
Após pesquisa no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET obtivemos os resultados das médias pluviométricas mensais conforme demonstrado na Figura 11 – Índice pluviométrico – Ano 2017 mostra na Figura 11 do ano de 2018 mostra na Figura 12 e na tabela 13 precipitações.

Figura 11 - Índice pluviométrico – Ano 2017



Fonte: INMET, 2017

Figura 12 - Índice pluviométrico – Ano 2018



Fonte: INMET, 2018

Tabela 9 – precipitação

**Posto Pluviométrico de Taquarussu do Porto****Código:1048005****Órgão: Ana- Agencia Nacional de a Aguas**

**Município: Palmas**      **Latitude :103133°00'00" S**  
**Longitude: 481625°00'00" O**

**Precipitação Média (mm) - 2005 à 2015**

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| Janeiro      | 247,90          |
| Fevereiro    | 258,90          |
| Março        | 291,90          |
| Abril        | 180,50          |
| Mai          | 63,30           |
| Junho        | 2,70            |
| Julho        | 0,20            |
| Agosto       | 1,50            |
| Setembro     | 38,00           |
| Outubro      | 140,80          |
| Novembro     | 238,60          |
| Dezembro     | 284,20          |
| <b>Anual</b> | <b>1.748,50</b> |

Fonte: Ana, 2016

Após a obtenção da área de captação, e os dados aproximados do índice Pluviométrica da cidade de Palmas – Tocantins foi possível calcular o volume, aplicando a Equação 1, que resultou nos resultados apresentados na Tabela 9.

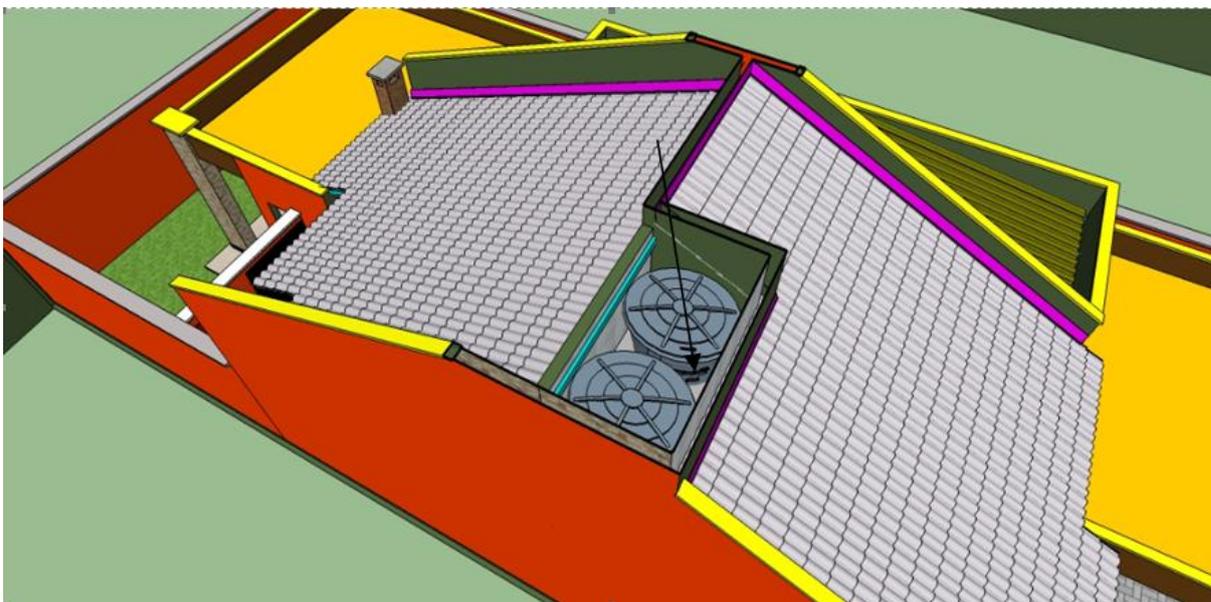
Tabela 10 – Cálculo do volume de água pluvial captada pela área do telhado mensal

| <b>CÁLCULO DO VOLUME MENSAL DE ÁGUA CAPTADA</b> |  |                                 |                                     |
|---|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| <b>MÊS</b>                                      | <b>ÁREA TOTAL DO TELHADO (m<sup>2</sup>)</b> | <b>PRECIPITAÇÃO MENSAL (mm)</b> | <b>VOLUME CAPTADO m<sup>3</sup></b> |
| JUL   | 147,44                                       | 0,20                            | 0,029                               |
| AGO   | 147,44                                       | 1,50                            | 0,22                                |
| SET   | 147,44                                       | 38,00                           | 5,60                                |
| OUT   | 147,44                                       | 140,80                          | 20,76                               |
| NOV   | 147,44                                       | 238,60                          | 35,18                               |
| DEZ   | 147,44                                       | 284,20                          | 41,90                               |
| JAN   | 147,44                                       | 247,90                          | 36,55                               |
| FEV   | 147,44                                       | 258,90                          | 38,17                               |
| MAR   | 147,44                                       | 291,90                          | 43,03                               |
| ABR   | 147,44                                       | 180,50                          | 26,61                               |
| MAI   | 147,44                                       | 63,3                            | 9,33                                |
| JUN   | 147,44                                       | 2,7                             | 0,4                                 |
| <b>V. MEDIA CAPTADO MENSAL</b>                  |  |                                 | <b>21,48 m<sup>3</sup></b>          |

Fonte: Autor, 2018

O volume médio captado por mês é em torno de 21,48 m<sup>3</sup>/mês, conforme demonstrado na Tabela 9, logo fazendo a proporcionalidade de uma razão simples, obtém-se que a chuva média diária é de 0,716 m<sup>3</sup>. Portanto é necessária a preservação da água precipitada para atender dois dias, conforme a NBR 5626:1998 que estabelece que seja adotado um reservatório com capacidade para armazenar o consumo de água por dois dias. Conforme o levantamento realizado, este consumo tangencia 1,5 m<sup>3</sup>, desta maneira optou-se por indicar um reservatório inferior de 1000 l que corresponde a 1,0 m<sup>3</sup> e um reservatório superior de 500 l que corresponde 0,5 m<sup>3</sup> totalizando 1,5 m<sup>3</sup>. Como mostra a, figura 14, reservatório superior e, figura 15, reservatório inferior.

Figura 13: reservatório superior



Fonte: Autor, 2018

Figura 14: reservatório inferior



Fonte: Autor, 2018

#### 4.9 DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS

Conforme Teixeira (2007) sugere, usou-se a equação 06 para se obter a vazão a ser utilizada no cálculo de potência da bomba de sucção do sistema de captação de água da chuva implantado. Cálculo da Vazão:  $Vazão = Coef. \text{ de escoamento} \times Intensidade \times \text{Área de Coleta}$  Adotou-se 0,75 para coeficiente da telha

de barro, que são apresentados por Bernat et al. (1993) e 60 mm/h intensidade de precipitação de Palmas. (ANA, 2008).

Então:

$$Q = 0,75 \times \frac{60 \times 10^{-3}}{3600} \times 147,44$$

$$Q = 1,84 \text{ l/s}$$

Para o cálculo da Potência, usou-se a equação 07:

$$P = \frac{\text{Peso específico} \times \text{vazão} \times \text{Altura monométrica}}{75 \times \text{Rendimento da bomba}}$$

L de recalque e sucção.

Recalque Ø25mm

Altura de recalque: 4,3 metros

Joelho 90°: 2x1,5= 3,00

Registro de gaveta: 1x0,3= 0,3

Válvula de retenção Leve: 1x3,8= 3,8

Válvula de retenção pesado: 1x5,8= 5,8

Recalque total=17,2

Sucção bomba afogada

Válvula pé de crivo: 1\*13,3=13,3

L total = 30,5 metros

Hf=0,51 Hs=0 Hr=4,3 Hm= 0+4,3+0,51= 4,81m

$$P = \frac{1000 \times \frac{1,84}{1000} \times 4,81}{75 \times 0,75}$$

$$P = 0,15 \text{ cv}$$

#### 4.10 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

População:

População = 2 pessoas

Consumo Per Capita = 200 l/dia

Consumo Diário = 2x200 = 400 Litros

Consumo Per Capita real = 160 l/dia

Consumo Diário real = 2x160 = 320 Litros,

Levando em consideração que o gasto mensal médio foi de 10 m<sup>3</sup>

#### 4.11 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Para que o sistema desenvolva seu papel, de maneira correta, com o planejado, foram calculados os números dos condutores verticais e diâmetros conforme a Tabela 11.

Equação 8: Número de condutores

$$NC = \frac{AC}{AT}$$

Onde as variáveis descritas na Equação 6 são:

Nc = Número de condutores (unid);

Ac = Área de contribuição (m<sup>2</sup>);

At = Área que um condutor atende (m<sup>2</sup>).

Tabela 11: Área que um condutor atende por diâmetro

| <b>Diâmetro</b> | <b>AT (m<sup>2</sup>)</b> |
|-----------------|---------------------------|
| Ø 75 mm         | 42                        |
| Ø 100 mm        | 91                        |
| Ø 150 mm        | 275                       |

Fonte: MIPHSG

A quantidade de condutores verticais por calha pode ser observada na Tabela 12. Onde foi possível verificar a quantidade de tubulações calculadas.

Tabela 12: Diâmetro adotado

| CALHA | CALHA COMP. | Q(l/min) | Ø 75 | Ø 100 | ADOTADO     |
|-------|-------------|----------|------|-------|-------------|
|       |             |          | QNT. | QNT.  |             |
| 1     | 19,87       | 58,94    | 2    | 1     | 1 x Ø100 mm |
| 2     | 10,89       | 32,31    | 1    | 1     | 1 x Ø100 mm |
| 3     | 10,3        | 30,56    | 1    | 1     | 1 x Ø100 mm |
| 4     | 10,3        | 30,56    | 1    | 1     | 1 x Ø100 mm |
| 5     | 51,57       | 153      | 4    | 2     | 2 x Ø100 mm |
| 6     | 51,57       | 153      | 4    | 2     | 2 x Ø100 mm |
| 7     | 18,25       | 54,14    | 2    | 1     | 1 x Ø100 mm |
| 8     | 13,73       | 40,73    | 1    | 1     | 1 x Ø100 mm |

Fonte: Autor, 2018

#### 4.12 DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS

Para o dimensionamento das calhas utilizou-se a equação de Manning-Strickler, disposta na Equação 9.

Equação 9: Manning Strickler

$$Q = K \times \frac{S}{n} \times R h^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

Q = Vazão da Calha (L/min);

S = Área molhada (m<sup>2</sup>);

Rh = Raio hidráulico (m);

i = Declividade da calha (m/m);

n = Coeficiente de rugosidade;

K = Coeficiente para transformar a vazão em m<sup>3</sup>/s para l/min.

Equação 10: Área Molhada

$$S = a \times b$$

Onde as variáveis descritas na Equação 11 são:

S = Área molhada (m<sup>2</sup>);

a = Altura útil da calha (m);

b = Largura da calha (m);

Equação 11: Raio Hidráulico

$$Rh = \frac{a \times b}{(b + 2 \times a)}$$

Onde as variáveis descritas na Equação 10 são:

Rh = Raio hidráulico (m);

a = Altura útil da calha (m);

b = Largura da calha (m);

A calha foi calculada e dimensionada com altura útil de 5 cm e largura de 40cm. Os resultados podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13: Sistema de Calhas

| CALHA | CALHA COMP | Qproj (l/min) | a (m) | b (m) | s (m) | RH (m) | Q(l/min) |
|-------|------------|---------------|-------|-------|-------|--------|----------|
| 1     | 19,87      | 58,94         | 0,05  | 0,4   | 0,02  | 0,04   | 1,041.11 |
| 2     | 10,89      | 32,31         | 0,05  | 0,4   | 0,02  | 0,04   | 1,041.11 |
| 3     | 10,3       | 30,56         | 0,05  | 0,4   | 0,02  | 0,04   | 1,041.11 |
| 4     | 10,3       | 30,56         | 0,05  | 0,4   | 0,02  | 0,04   | 1,041.11 |
| 5     | 51,57      | 153           | 0,05  | 0,4   | 0,02  | 0,04   | 1,041.11 |
| 6     | 51,57      | 153           | 0,05  | 0,4   | 0,02  | 0,04   | 1,041.11 |
| 7     | 18,25      | 54,14         | 0,05  | 0,4   | 0,02  | 0,04   | 1,041.11 |
| 8     | 13,73      | 40,73         | 0,05  | 0,4   | 0,02  | 0,04   | 1,041.11 |

Fonte: Autor, 2018

#### 4.13 VIABILIDADE / ORÇAMENTO

A fim de atender a demanda proposta por este trabalho, foi realizado uma estimativa de custo global para o sistema de captação de água pluviais. Desta maneira, foi possível compreender que o custo de implantação conforme a planilha em Anexo I, foi o no valor de R\$ 2.082,93.

Portanto o custo de implantação quando comparado com o fator de redução do valor pago a concessionária de água, é satisfatório, pois de forma simples prevê-se que o retorno do montante aplicado seja em 2 anos com a ressalva da atual situação do empreendimento, que atua com capacidade de atendimento reduzida.

O sistema proposto é de cunho não só financeiro, mas também ambiental, que não se tem parâmetros para avaliar e quantificar os valores agregados com a redução do consumo de água potável para manejo de áreas sujas e utilização das águas pluviais, mitigando a problemática da drenagem urbana.

#### 4.14 CÁLCULO DO RETORNO DO INVESTIMENTO

Considerando todo o sistema implantado com economia anual de R\$ 2.082,93 tense o retorno do investimento menos de 2 anos após o início da utilização do mesmo.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo realizado demonstra que o sistema de aproveitamento de águas pluviais implantado em uma residência na cidade de Palmas – Tocantins, com foco no uso das atividades domésticas em geral, como limpeza e higienização da residência, lavagem de roupa, irrigação de jardins, descargas de sanitários, entre outros.

Este fato associado a crescente preocupação com a escassez e poluição da água tornam obrigatórias à adoção de medidas mais conscientes por parte da sociedade, dos profissionais que atuam em setores de desenvolvimento e aplicação de tecnologias voltadas ao bem-estar humano e meio ambiente e principalmente do poder público, que é o grande responsável por fazer funcionar e tornar acessível novos mecanismos facilitadores para a vida da população como um todo.

No caso específico da Engenharia Civil, os profissionais contemporâneos devem atuar dentro de padrões de sustentabilidade e consciência ambiental, formulando projetos e construções mais sustentáveis, respeitando os ideais conservacionistas, e considerando que o acesso às fontes de água doce tem sido reduzido drasticamente devido à crescente demanda para seus usos múltiplos em face do crescimento populacional e à contínua poluição dos mananciais disponíveis, os profissionais do setor são responsáveis pela idealização de estudos com foco em sistemas alternativos visando garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social e equilíbrio entre procura e oferta de água, enquadrando nesse contexto o aproveitamento racional das águas pluviais em todos os setores de atividade humana, seja urbano ou rural.

O aproveitamento de águas pluviais em estudo consiste na análise de viabilidade técnica e financeira de um sistema implantado em uma residência de Palmas – Tocantins, que coleta a água da chuva e a conduz até um reservatório subterrâneo isolado, de fácil acesso para a realização de ações de monitoramento e tratamento da água armazenada para serem utilizadas posteriormente em fins não potáveis, tais como irrigação do jardim residencial, lavagem de veículos, garagens e quintais, descarga de vasos sanitários, entre outros.

O sistema estudado apresentou como principais benefícios diretos, a redução tarifária do fornecimento de água, com economia anual de R\$ 2.082,93 o que

garante o retorno do investimento em menos 2 anos, após o início da utilização do mesmo.

Também apresenta como benefício à redução do lançamento de efluentes pluviais, e indiretamente, a redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, o que aumenta a disponibilidade de água para usos que requerem um padrão de qualidade mais alto, e a redistribuição dos recursos hídricos através da aplicação gradual no solo.

## REFERÊNCIAS

2003.ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009, Brasília. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia: Relatório Síntese**. Brasília: Tda Comunicação, 2009.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS BRASIL. (Org.). **GEO Brasil Recursos Hídricos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2007. 60 p. Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro 1989.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Resolução Conama 357 de 2005**. São Paulo, SP.

COSTA, Cássio Giovanni de Aguiar. **Água de chuva para fins não potáveis: análise da percepção dos atores sociais de Rondonópolis em Mato Grosso**. 118f. 2007. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande, 2007.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (Org.). **Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia. A vocação agrícola do Tocantins**. 2010. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/TocantinsAraguaia.aspx>>.

MANO, Rafael Simões. **Captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto alegre: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema**. 2004. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MARENCO, José A. Água e mudanças climáticas. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 63, n. 22, p.1-96, jul. 2008.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino**. 2007. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

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

MENEZES, André Vaz. Estudo do impacto da inclusão de sistemas de conservação de água na qualidade do investimento para edifícios residenciais 48 na cidade de São Paulo. Monografia do Programa de Educação Continuada em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilization in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. *Urban Water*. v. 1, n. 4, p. 307- 316, 1999.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). **Ciclo Hidrológico**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>.

NARDOCCI, A. C. Avaliação de riscos em reuso de água. FINK, D. R; GRULL, D; SANTOS, G. J; PADULA, H.F; BLUM, J. R. C; EIGER, S; PAGANINI, W.S; HESPANHOL, I; PHILIPPI, A. J; BREGA, D. F; MANCUSO. P. C. S. Reuso de Água. São Paulo. Ed. Manole: 2007.

Organização das Nações Unidas (ONU). Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br>.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD – OMS. Guias para La calidad del agua potable. 2. Ed. Genebra: OMS, 1995. 195p. v.1.

**Referência:** VICTORINO, CÉlia Jurema Aito. **Planeta água morrendo de sede**. 2007. 101 f. Tese (Doutorado) - Curso de Edificações, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SICKERMANN, Jack M. Gerenciamento das Águas de Chuva: imprescindível para o futuro das grandes cidades do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO, 4. 2003, Juazeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Abcmac, 2003.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva:** Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2. ed. São Paulo: Navegar, 2003.

TOMAZ, Plínio. **Conservação da água.** 1998. Disponível em: <<http://pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>>.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água:** Para empresas e residências. São Paulo: Navegar, 2001.

UNESCO. **Políticas culturais para o desenvolvimento:** uma base de dados para a cultura. Brasília: Unesco Brasil, 1978.

VILLIERS, Marq de. **Água:** como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

## ANEXOS

Tabela 14: Planilha orçamento

| QUANT.             | DESCRIÇÃO                | VALOR UNIT. (R\$) | VALOR TOTAL R\$ |
|--------------------|--------------------------|-------------------|-----------------|
| 1                  | reservatório de 500l/s   | 219,89            | 219,89          |
| 1                  | reservatório subterrâneo | 287,41            | 287,41          |
| 4                  | Joelho 90 100 mm         | 6,75              | 27,00           |
| 4                  | T de 90                  | 8,00              | 32,00           |
| 2                  | joelho 90 de 25mm        | 0,75              | 1,50            |
| 2                  | tubo PVC 25mm            | 13,00             | 26,00           |
| 15                 | tubo PVC 100mm           | 27,9              | 418,50          |
| <b>VALOR TOTAL</b> |                          |                   | <b>1.012,30</b> |

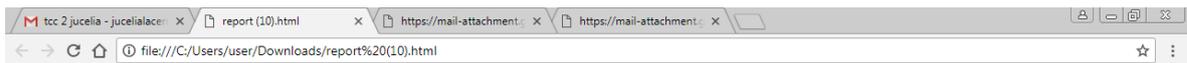
Fonte: SINAPI, 2018

Segundo SINAPI o preço da bomba motor de 1CV custa 1.070,63. Mostrado na tabela 15.

Tabela 15: Preço da Bomba

| COD   | DESCRIÇÃO  | VALOR UNITÁRIO | VALOR TOTAL |
|-------|--|----------------|-------------|
| 83486 | BOMBA CENTRIFUGA C/ MOTOR ELETRICO TRIFASICO 1CV | 1.070,63       | 1.070,63    |

Fonte: SINAPI, 2018



### Documentos candidatos

- labeee.ufsc.br/sites... [2,79%]
- periodicos.unibave.n... [2,06%]
- camarapiracicaba.sp... [0,26%]
- fdci.br/arquivos/13/... [0,22%]
- tratamentodeagua.com... [0,21%]
- trabalhosgratuitos.c... [0,14%]
- passeidireto.com/arq... [0,13%]
- femargs.com.br/uploa... [0,1%]
- ulbra-to.br/ [0,05%]
- onu.org.br/ [0,04%]

Arquivo de entrada: TCC II - Jucelia CD 04 06 18.doc (8204 termos)

| Arquivo encontrado      |                            | Total de termos | Termos comuns | Similaridade (%) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------|---------------|------------------|
| labeee.ufsc.br/sites... | <a href="#">Visualizar</a> | 19873           | 764           | 2,79             |
| periodicos.unibave.n... | <a href="#">Visualizar</a> | 3054            | 228           | 2,06             |
| camarapiracicaba.sp...  | <a href="#">Visualizar</a> | 1831            | 27            | 0,26             |
| fdci.br/arquivos/13/... | <a href="#">Visualizar</a> | 639             | 20            | 0,22             |
| tratamentodeagua.com... | <a href="#">Visualizar</a> | 295             | 18            | 0,21             |
| trabalhosgratuitos.c... | <a href="#">Visualizar</a> | 828             | 13            | 0,14             |
| passeidireto.com/arq... | <a href="#">Visualizar</a> | 1143            | 13            | 0,13             |
| femargs.com.br/uploa... | <a href="#">Visualizar</a> | 326             | 9             | 0,1              |
| ulbra-to.br/            | <a href="#">Visualizar</a> | 407             | 5             | 0,05             |
| onu.org.br/             | <a href="#">Visualizar</a> | 783             | 4             | 0,04             |

