



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005*

*ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

**ÉRIKA RENATA BARBOSA DE MORAES**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NA EDIFICAÇÃO DO COP –  
CENTRO ONCOLÓGICO DE PALMAS NA CIDADE DE PALMAS – TO**

**Palmas**

**2017**



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005*

*ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

**ÉRIKA RENATA BARBOSA DE MORAES**

Projeto apresentado como requisito total da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA, orientado pelo professor Dr. José Geraldo Delvaux Silva.

**Palmas**

**2017**

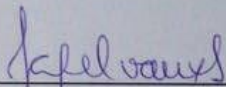
ÉRIKA RENATA BARBOSA DE MORAES

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NA EDIFICAÇÃO DO COP –  
CENTRO ONCOLÓGICO DE PALMAS NA CIDADE DE PALMAS – TO**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA, orientado pelo professor Dr. José Geraldo Delvaux Silva

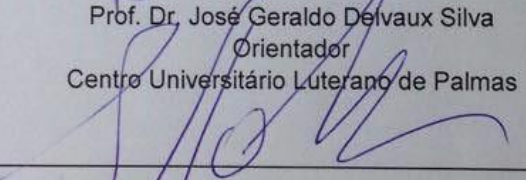
Aprovada em 06 de novembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA



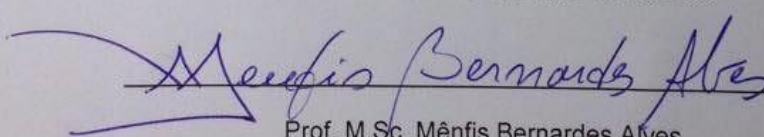
---

Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva  
Orientador  
Centro Universitário Luterano de Palmas



---

Prof. M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira  
Centro Universitário Luterano de Palmas



---

Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves  
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO  
2017

Dedico aos meus maiores incentivadores, meus amados pais, Eurico e Divina, exemplo de dedicação, fonte da minha força, perseverança e garra para sempre estar seguindo em frente.

## AGRADECIMENTO

No decorrer desse meu objetivo em tornar-me uma Engenheira Civil várias pessoas estiveram ao meu lado, algumas muito próximas e outras um pouco distantes mas ambas me motivando a conquistar o meu tão almejado sonho.

Agradeço infinitamente ao meu bom Deus, ao Pai Eterno, a Santíssima Trindade que me acolheu nos momentos difíceis, me conforta e me enche de força e proteção.

Agradeço aos meus pais, que não só neste momento, mas em toda a minha vida estiveram sempre presentes ao meu lado, com um amor infinito.

Agradeço a Nélio, meu marido pela paciência e compreensão de tantas ausências no decorrer dessa jornada.

Agradeço minha irmã, Cristiane, que neste percurso, se dispôs a cuidar de mim e juntas enfrentamos a minha maior batalha contra um recidiva de câncer. Meu muito obrigada por me acolher e cuidar. Ao meu irmão, Humberto agradeço por todo amor que sempre me dedicou. Até aqui eu cheguei, foi por você inúmeras vezes você me amparou e mesmo distante sempre foi presente em minha vida.

Agradeço em especial todos os amigos que juntos percorremos essa longa jornada de faculdade, e hoje todos engenheiros: minha querida e muito amada Thainá, Renato, Davi, Marco Túlio, Raieno, Eva, Ana Elisa, Ana Clara e ao meu anjo Gabriel que simplesmente em meu retorno após a doença não me deixou desanimar pelas dificuldades de aprendizagem e por inúmeras noite mesmo cansado se dispôs a me ajudar. Torço pelo o sucesso de um cada de vocês.

Agradeço também ao meu médico oncologista Dr. Jorge Saade, pelo o seu imenso carinho e cuidado que tem por mim, por mais uma vez ter me curado e ter me dado todo apoio juntamente com sua esposa Suzana e todos os funcionários do COP para que este meu projeto pudesse ser concluído.

A todos os mestre que me apoiaram em nome do meu orientador, Doutor José Geraldo, no qual tenho uma admiração infinita, minha eterna gratidão por todos os momentos de ensinamentos os quais levarei para a vida toda.

Agradeço a todos os meus amigos que neste semestre findam este curso de Engenharia Civil, e mais honrada eu não poderia deixar de ficar quando recebi a notícias que a XXVIII Turma de Engenharia Civil receberia o meu nome, denominando-se de Turma Érika Moraes. Minha eterna amizade a cada um de vocês que juntos trilhando esses maravilhosos anos de aprendizagem.

## RESUMO

MORAES, Érika Renata Barbosa de. **Aproveitamento de água pluvial na edificação do COP – Centro Oncológico de Palmas na cidade de Palmas – TO**. 2017, 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso – TCC. Graduação no Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2017.

O presente trabalho demonstra um estudo de sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais, na edificação do Centro Oncológico de Palmas – COP, para fins de substituição de água potável utilizada em limpezas internas e externas assim como na manutenção dos jardins.

Com a crescente preocupação com a escassez e degradação dos recursos hídricos e percebendo que os mananciais que são os principais suprimento de água doce nas áreas urbanas vem se tornando insuficientes e comprometidos pela quantidade e qualidade, por conta da ocupação do homem, identificada principalmente nas grande cidade, é o que tem tornado esse sistema sustentável um objeto de estudo e aprimoramento.

Da mesma forma em que as construções civis são impulsionadas ao desenvolvimento e expansões de nações é predominante que esse processo seja também fator de preservação do meio ambiente, limitando entulhos, reutilizando matérias e diminuindo a utilização dos mais diversos recursos naturais em especial os recursos hídricos evitando os desperdícios e gerando economias em diversos setores.

Mesmo a cidade de Palmas, no Estado do Tocantins possuindo um regime pluviométrico distinto, o estudo resultou em uma alternativa viável e eficiente, proporcionando o encaminhamento da água potável para atendimento a consumos mais nobres e necessários.

A edificação é propícia a instalação do sistema de aproveitamento de água das chuvas por se tratar de uma estrutura de cobertura primada horizontalmente no qual é uma variável essencial para determinação da área e volume de captação como no dimensionamento do reservatório. Foram descrito os componentes e variáveis fundamentais do sistema com ênfase na revisão bibliográfica e das normas brasileiras. Tendo por objetivos uma análise técnica, estratégica e econômico financeiro e os seus benefícios tanto ao empreendimento quanto para a sociedade.

Fica evidenciado nesse estudo que o consumo de água no COP é bastante acentuado em atividades sem necessidades de fins potáveis e com a utilização de um sistema de aproveitamento de água tornaria possível uma economia total do consumo atual durante todo o período de chuvas que se estende na região de outubro a maio de cada ano.

## ABSTRACT

MORAES, Érika Renata Barbosa de. **Utilization of rainwater in the construction of the COP - Palmas Oncology Center in the city of Palmas - TO.** 2017, 86 f. Course Completion Work - CBT. Graduation in the Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2017.

The present work demonstrates a study the captation system and utilization of rainwater in the edification of the Palmas Oncology Center - COP, for the purpose of replacing potable water used in internal and external cleaning as well as in the maintenance of gardens.

With growing preoccupation about the scarcity and degradation of hydric resources and perceiving that the sources that are the main supply of fresh water in urban areas are becoming insufficient and compromised by quantity and quality, on account the occupation of man, identified mainly in the great city, is what has made this sustainable system an object of study and improvement.

In the same way that civil constructions are boosting to the development and expansion of nations, it is predominant that this process is also a factor of reservation of the environment, limiting rubbles, reusing materials and reducing the use of the most diverse natural resources especially hydric resources, avoiding waste and generating economy in several sectors.

Even the city of Palmas, in the State of Tocantins, with a distinct rainfall regime, the study resulted in a viable and efficient alternative, providing the referral of fresh water to attend to more noble and necessary consumption.

The edification is propitious to the installation use of rainwater system because it is a coverage structure primately horizontally in which it is an essential variable for the determination of the area and volume of captation as in the scaling of the reservoir. The components and fundamental variables of the system were described, with emphasis on bibliographic review and Brazilian standards. having for objectives a technical analise, strategic and economic financial analysis and its benefits both to the enterprise and to society.

It is evidenced in this study that the consumption of water in the COP is very accentuated in activities without potable water needs and with the use of a system of water utilization would make possible a total economy of the current consumption during all the rainy period that extends in the region from October to May of each year.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição espacial e quantitativa da água no planeta-----	21
Figura 2 - Distribuição de água na Terra -----	22
Figura 3 - Ciclo hidrológico -----	25
Figura 4 - Abanbar, tradicional cisterna no Irã -----	29
Figura 5 - Cisterna Chultun, utilizada pela antiga civilização Maia. -----	30
Figura 6 - Desenho esquemático de cisterna implementada na zona rural. -----	33
Figura 7 - Cisternas de água ao lado da casa no agreste. -----	34
Figura 8 - Sistema de captação de água de chuva -----	36
Figura 9 - Cidade de Palmas-TO -----	39
Figura 10 - Centro Oncológico de Palmas - COP -----	40
Figura 11 - Projeto arquitetônico / Fachada frontal -----	40
Figura 12 - Layout piso superior -----	41
Figura 13 – Corte BB do COP. -----	42
Figura 14 – Balde de Limpeza-----	43
Figura 15 - Vista da Jardinagem, Limpeza Interna e Externa do COP -----	44
Figura 16 – Área Externa e Departamento Múltiplo de Limpeza – DML -----	45
Figura 17 - Telhado do Centro Oncológico de Palmas -----	46
Figura 18 - Planta de locação e cobertura -----	47
Figura 19 - Vista de calhas instaladas -----	48
Figura 20 - Área Superfície Inclinada-----	50
Figura 21 - Identificação de Sistema de Captação Pluvial – Calha Metálica -----	53
Figura 22 - Identificação de Sistema de Captação Pluvial – Tubulação Vertical -----	54
Figura 23 - Identificação de Sistema de Captação Pluvial - Caixa de Passagem Coletora Pluvial-----	54
Figura 24 - Planta de Áreas-----	60
Figura 25 - Índice pluviométrico - Ano 2016 -----	61
Figura 26 - Índice pluviométrico - Ano 2017 -----	62
Figura 27 - Reservatório Enterrado -----	63
Figura 28 - Cisterna Vertical -----	63
Figura 29 - Croqui das Calhas-----	66



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem Hídrica por região do mundo.-----	22
Tabela 2 – Proporção de população, disponibilidade de água e área nas cinco regiões do Brasil. -----	23
Tabela 3 - Abrangência da bacia hidrológica Tocantins-Araguaia-----	24
Tabela 4 - Relação de normas, descrição e utilização-----	51
Tabela 5 - Consumo de baldes de água por atividades -----	56
Tabela 6 - Tabela de Consumo -----	57
Tabela 7 - Leitura hidrômetro e cálculos de consumo diários-----	58
Tabela 8 - Vazão de torneiras existentes no COP -----	59
Tabela 9 - Tabela de áreas-----	61
Tabela 10 – Volume Total Captado -----	62
Tabela 11- Economia na Taxa de Água -----	64
Tabela 12 - Economia na Taxa de Esgoto -----	64
Tabela 13 - At por diâmetro -----	65
Tabela 14 - Quantidade de Condutores Verticais -----	67
<i>Tabela 15 - Verificação de Sistema de Calhas -----</i>	<i>68</i>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Água
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COP	Centro Oncológico de Palmas
CPATSA	Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-árido
DML	Departamento Múltiplo de Limpeza
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
SONDA	Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WWI	WorldWatch Institute

## LISTA DE SÍMBOLO

%	Porcentagem
a. C	Antes de Cristo
Hab/km <sup>2</sup>	Habitante por quilômetro quadrado
km	Quilômetro
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

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1	Problema.....	17
1.2	Objetivos.....	18
1.2.1	Objetivo geral.....	18
1.2.2	Objetivos específicos.....	18
1.3	Justificativa .....	19
1.4	Hipótese .....	20
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
2.1	Recursos hídricos mundialmente.....	21
2.2	Recursos hídricos no Brasil.....	23
2.3	Recursos hídricos no Tocantins.....	24
2.4	Ciclo hidrológico.....	25
2.5	Sustentabilidade.....	26
2.6	Inundações urbanas .....	27
2.7	Abordagem histórica – Utilização da água da chuva.....	28
2.8	Utilização racional da água .....	30
2.9	Demanda de água.....	32
2.10	No Brasil - Aproveitamento da água da chuva.....	33
2.11	Sistemas de aproveitamento de água de chuva .....	35
2.12	Centro Oncológico de Palmas.....	37
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>38</b>
3.1	Considerações iniciais .....	38
3.2	Área de estudo .....	38
3.3	Objeto do estudo.....	39
3.4	Levantamento de dados .....	42
3.4.1	Entrevista com funcionários.....	42

3.4.2	Consumo de água potável estimado por questionário .....	43
3.4.3	Dados de consumo de água .....	44
3.4.4	Vazão .....	45
3.4.5	Análise do índice pluviométrico .....	45
3.4.6	Área de captação .....	46
3.5	Finalidade da água não potável .....	47
3.6	Análise dimensionamento do sistema de captação de água .....	47
3.6.1	Sistema de calhas.....	48
3.6.2	Reservatórios.....	49
3.6.3	Cálculo do volume de água captado.....	49
3.6.4	Cálculo de economia na taxa de água .....	50
3.6.5	Cálculo de economia na taxa de esgoto.....	51
3.7	Procedimento para projeto.....	51
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
4.1	Análise do objeto de estudo .....	53
4.2	Levantamentos de dados .....	55
4.3	Análise de captação de água e dimensionamento estrutural .....	60
4.3.1	Cálculo do volume de água captado.....	60
4.3.2	Cálculo de economia na taxa de água .....	63
4.3.3	Cálculo de economia na taxa de esgoto.....	64
4.4	Verificação do sistema de captação existente .....	65
4.4.1	Análise de número e diâmetro de condutores .....	65
4.4.2	Análise das calhas.....	67
4.4.3	Resultado da verificação do sistema existente .....	69
4.5	Dimensionamento de reservatório .....	69
5	CONCLUSÃO .....	71
5.1	Conclusão geral .....	71

5.2 Sugestões para trabalhos futuros .....	72
6 REFERÊNCIAS .....	73
ANEXO .....	79

## 1 INTRODUÇÃO

A água doce é um dos recursos mais preciosos, indispensável e vitalmente insubstituível para a sobrevivência da vida terrestre. Erroneamente, o entendimento que este recurso natural seria inesgotável, propôs uma utilização de forma irracional por longas datas em diversas localidades, o que tornou preocupante a sua disponibilidade para as atuais e futuras gerações.

O crescimento da demanda afetado pelo aumento populacional exacerbado e desordenado, assim como a poluição ambiental são uns dos aspectos predominantes que interferem na demanda de consumo de água potável, fundamentalmente em grandes centros urbanos, que gradativamente vem sendo reduzido em disponibilidade e qualidade.

São esses diversos 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.

De acordo com Thomaz (2001), o volume total de água presente no planeta, sabe-se que apenas 2,5% é de água doce e que a grande parte encontra-se em difícil e dispendioso acesso, sendo grande parcela agrupadas nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas, além de águas subterrâneas.

Outra condição bastante preocupante se refere na concentração populacional, pois as regiões mais populosas são as que apresentam menos volume de água doce disponível e em contrapartida, baixa taxa populacional apresentam maior índice de água doce. (GHISI, 2006 apud MARINOSKI, 2007).

Couto (2012) afirma que no Brasil por exemplo, na região Sudeste do país, onde reside mais de 43% da população dispõe apenas 6% do total nacional de potencial hídrico e que na região Norte onde se encontra a Bacia Amazônica que dispõe de 69% de água doce para um índice populacional de apenas 8%.

Segundo Villiers (2002) o número de pessoas vivendo em situação crítica por desprovisionamento de água doce no final da década de 90 já se aproximava de 450 milhões e que até 2050 esse valor será quintuplicado. Também afirma que somente uma pequena parcela de um terço dessa água doce que emana por ano para o mar pode ser aproveitada pelo ser humano e dessa porcentagem mais do que a metade

já possui aplicação e está sendo usufruída. Sendo que, em muitos casos, essa água é identificada na natureza degradada pelo esgoto urbano, por poluição industrial, produtos químicos entre outros fatores.

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 o 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.

Resende e Pizzo (2007) salientam que qualquer forma de economia estabelecida para recurso hídrico, aproveitado similarmente incide de economia para águas de uso não nobre, visto que a não utilização de água potáveis provida pela concessionária de abastecimento para serventia não nobres. Esse recurso é mantido exclusivo para o consumo humano, o que segundo Cohim et al. (2008) demonstra que essa captação imediata de água da chuva nas construções pode gerar consideravelmente redução da demanda do sistema público diminuindo investimentos de captação dos mananciais cada vez mais afastando das centros urbano, menor aplicação do sistema de abastecimento, mostrando se eficiente inclusive em economia de energia.

Outras pontos positivos se dá pelo aproveitamento das estruturas da edificação, quase nenhum impacto ambiental, redução do volume de águas precipitadas nos sistemas de drenagem, minimizando alagamentos, inundações e enchentes, tanto nas áreas impermeabilizadas quanto de maneira articulada nas bacias hidrográficas e erosão dos leitos dos rios entre outros.



## 1.1 Problema

Tendo o Estado do Tocantins a maior bacia hidrográfica do país, a tão nova e elaborada capital Palmas deve se preocupar com os seus recursos hídricos que hoje vem sendo afetado drasticamente pelas mudanças climáticas e usos indiscriminados?

Segundo o Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais – SONDA (2017) os índices pluviométricos na cidade Palmas/TO são bastante elevados com precipitação definida. De Outubro a Abril apresenta as maiores estações chuvosas, sendo o mês de Janeiro o mais chuvoso com acúmulo mensal atingindo a média 245mm. De Maio a Setembro são os períodos mais secos tendo uma precipitação média inferior a 30mm mensais, e Julho é o período com menor índice de chuva na cidade de Palmas.

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.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Analisar a viabilidade da captação de águas pluviais em sistema de aproveitamento para fins não potáveis na edificação do COP – Centro de Oncologia de Palmas, visando medidas econômicas e sustentabilidade através de agrupamento e análise de resultados disponíveis na literatura.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Com a elaboração desse trabalho, almeja-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Estimar o consumo de água potável utilizada para limpeza das áreas internas e externas e manutenção das jardinagens;
- Levantar os consumos registrados pela empresa concessionária de água;
- Levantar dados de precipitação anual da Estação Meteorológica de Palmas/TO;
- Determinar o projeto de captação de água pluvial pelo telhado e calhas;
- Dimensionar o reservatório de água pluvial;

### 1.3 Justificativa

O elevado número de grandes cidades e regiões metropolitanas que vem sendo afetada com a deterioração e a baixa disponibilidade dos recursos hídricos propõem a adoção de programas de conservação de água doce e suas nascentes.

Entre os programas de conservação de águas ressaltam o de substituição de fontes, que basicamente consiste em utilizar novas fontes de captação de recursos hídricos em alteração às existentes, contudo que contribuam a usos menos exigentes. A água das chuvas precipitadas em edificações do meio urbano se abrange nessa categoria.

Algumas virtudes podem ser associadas ao aproveitamento de águas pluviais entre elas se destacam a redução da demanda e despesas de água potável, a diminuição de inundações provocadas pelo escoamento superficial, resultado de impermeabilizações, tais como telhados de habitações e pavimentos e preservação das fontes hídricas.

Esse aproveitamento de água embora sua prática remonte aos mais antigos assentamentos, a conjuntura atual restabelece a oportunidade dessa medida sob o amparo a sustentabilidade.

Diversos são os usos de água que não requer diretamente o fator potabilidade, relatos apresentado 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 porcentual que justifica a prática de captação de águas pluviais em nossa região devido aos altos índices pluviométricos registrados em Palmas.

#### **1.4 Hipótese**

A implantação de aproveitamento de água pluvial na edificação do COP é viável economicamente e garante minimização de impactos ambientais.

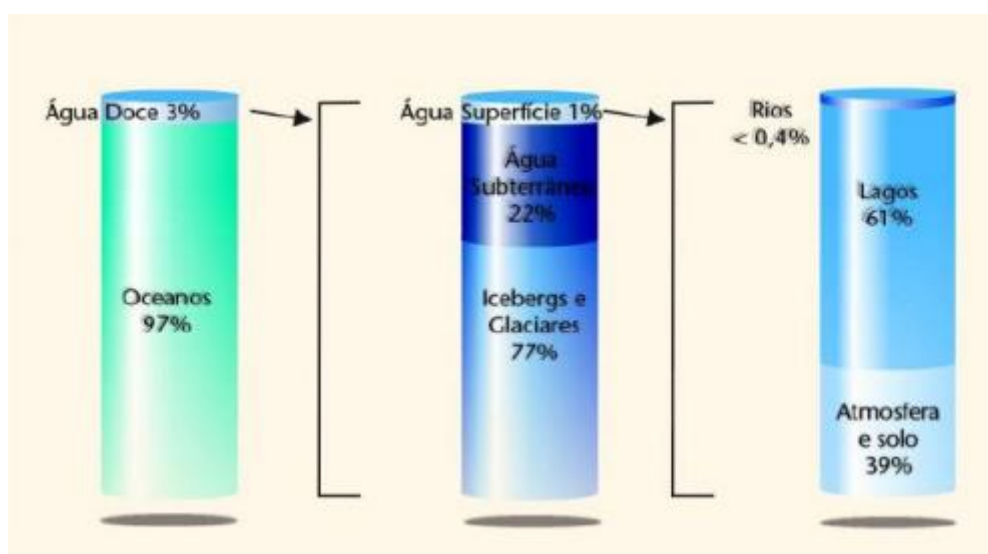
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Recursos hídricos mundialmente

Recursos hídricos englobam todas as disponibilidades de água, sendo superficiais ou subterrâneas em uma região específica ou mesmo em uma bacia hidrográfica, para todos e quaisquer usos.

Segundo Seixas (2004), a terra dispõe de 1,4 bilhão de quilômetros cúbicos de água, sendo 97,30% desse total de água salgada e apenas 2,70% de água doce, que corresponde a aproximadamente 37,8 milhões de metros cúbicos. E desses 37,8 milhões de metros cúbicos de água doce, 77,20% corresponde a geleiras e calotas polares, 22,40% corresponde a águas subterrâneas e umidade do solo, 0,35% corresponde a lagos e pântanos, 0,09% é a parcela representada pelos rios e apenas 0,04% encontra-se na atmosfera como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Distribuição espacial e quantitativa da água no planeta



FONTE: Chia-Yaw (2009).

Chia-Yaw (2009) considera que quantidade de água doce em todo o planeta terra seja em torno de 3%, majoritariamente armazenada em locais de difícil alcance e indisponíveis como em aquíferos e geleiras e que somente 0,007% desse recurso está de forma simples e viável a disposição de consumo humano sendo as águas superficiais encontradas nos lagos, rios e atmosfera de acordo com Figura 2.

Figura 2 - Distribuição de água na Terra

Reservatórios	Volume aproximado de água em Km <sup>3</sup>	Porcentagem da água total
OCEANOS	1340 000 000	96.4
GLACIARES	24 000 000	1.72
ÁGUA SUBTERRÂNEA (AQUÍFEROS)	24 000 000	1.72
HUMIDADE DO SOLO	16 500	0.001
LAGOS E PÂNTANOS	176 400	0.013
RIOS	2 120	0.00015
ATMOSFERA	13 000	0.001
ÁGUA BIOLÓGICA	1 120	0.0001
<b>Volume de água total</b>	<b>1 390 000 000</b>	<b>100%</b>

FONTE: UNESCO (1978)

No planeta, de acordo com Tomaz, (1998), a água 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)

## 2.2 Recursos hídricos no Brasil

O Brasil apresenta um cenário extremamente beneficiado quanto aos recursos hídricos em virtude à sua ampla superfície territorial, diversificada por suas diferenças climáticas e edafológica.

Marinoski (2007) afirma que analisando somente o fator hídrico fluvial, a vazão média é aproximadamente 180.000 m<sup>3</sup>/s dos rios brasileiros, o que corresponde cerca de 12% do recurso hídrico mundial. A reserva subterrânea de água doce com maior grandeza da América Latina é o aquífero Guarani, na qual o território brasileiro detém 71%, o que aproxima-se de 46.000 km<sup>3</sup> de armazenamento de excelente água potável.

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.

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).

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

<b>Região do Brasil</b>	<b>Área Territorial (%)</b>	<b>Disponibilidade de Água (%)</b>	<b>População (%)</b>
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 do Tocantins, localizado na região norte do Brasil, possui um território com cerca de 277.621 km<sup>2</sup> e uma população estimada segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE ultrapassando 1,53 milhões de habitantes (IBGE, 2016).

O Estado assenta sobre as bacias do Araguaia e Tocantins, conhecidas pela toponímia como região hidrográfica do Tocantins-Araguaia, evidenciando-se por ser a segunda maior região do país em relação a extensão e de vazão, abaixo 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: Autora (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 importante 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>.

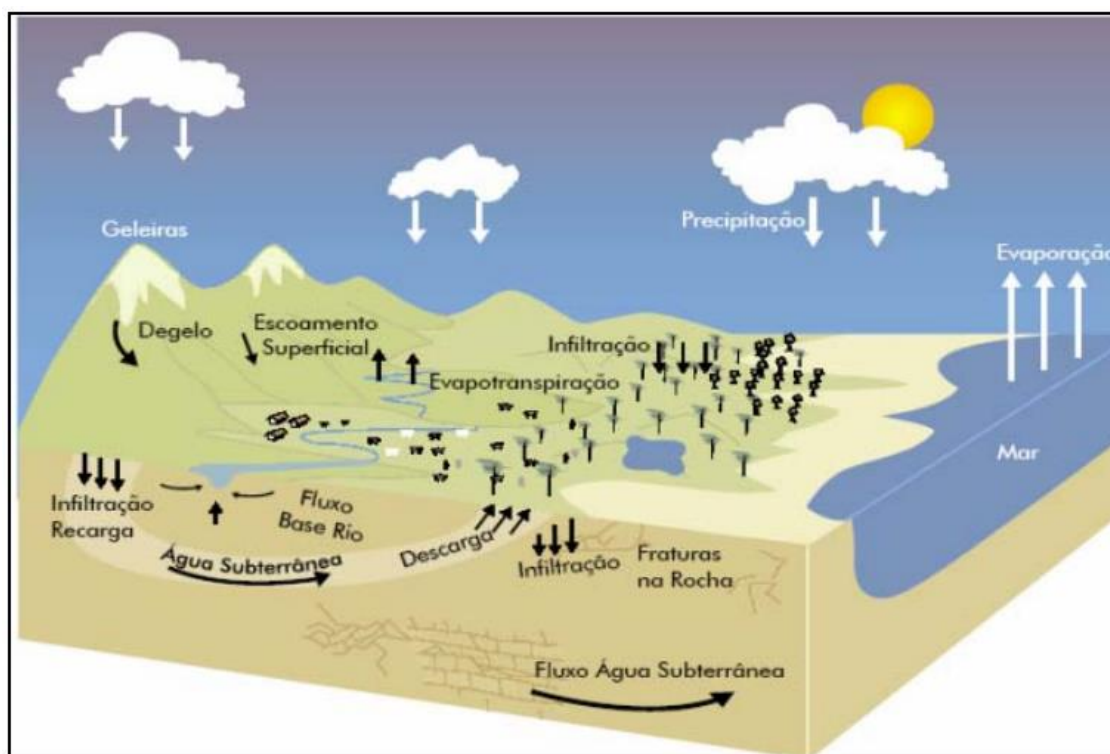


## 2.4 Ciclo hidrológico

Também conhecido como ciclo da água, o ciclo hidrológico é a maneira como a água difunde-se pelos sistemas da Terra. Villiers (2002), defini o ciclo hidrológico como um sistema físico que transporta água de um ambiente para outro mais completo, sendo inconstante porém auto ajustável. A umidade atmosférica, oceanos, lagos e rios, aquíferos subterrâneos, lençóis freáticos e calotas polares são esses os ambientes mencionados.

Fitts, (2012) afirma que por meio da radiação do sol e do metabolismo dos seres vivos ocorre a evapotranspiração, logo em seguida da energia fornecida para transportar a água da superfície terrestre para a atmosfera segue a evaporação. Juntando a esse ciclo a gravidade, ocorre a precipitação das águas nas nuvens condensadas. Já na superfície da terra transcorre a percolação dessa água reunindo-se nos córregos, rios, e chegando até aos oceanos por escoamento superficiais ou se adentra ao solo e rochas por entres as fissuras, fraturas ou simplesmente pelos poros fluindo o escoamento subterrâneo.

Figura 3 - Ciclo hidrológico



FONTE: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico> (MMA, 2017)

O volume de água e a sua velocidade de circulação pelas diversas fases do ciclo hidrológico são influenciados por elementos como temperatura ambiental, cobertura da vegetação, altitude, tipo, geologia e topografia entre outros.

## **2.5 Sustentabilidade**

Inúmeras definições formais do termo sustentabilidade são intituladas por diversos autores e instituições ligadas ao tema em todo o planeta. Segundo Andrade e Romero (2004), na década de 80 Lester Brown na WWI (Worldwatch Institute) definiu que desenvolvimento sustentável é progredir sem diminuir as perspectivas das próximas gerações.

De acordo com Cabrera(2009), Gro Harlen Brundtland, norueguesa, que foi primeira ministra de seu país, utilizou o termo sustentabilidade em seu livreto intitulado Nosso Futuro Comum ou Relatório de Brundtland. Nele afirma que: desenvolvimento sustentável significa suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1987).

A proposta não era só salvar a Terra cuidando da ecologia, mas suprir todas as necessidades de gerações sem esgotar o planeta. (CABRERA, 2009).

Brundtland (1987) frisa que o que se propõe não é a descontinuação do desenvolvimento econômico, mas a atenção em relação ao meio ambiente propondo estabelecer uma constância na criação de um paradigma econômico, social, ambiental, político e cultural.

Godoy (2011), comenta que o Relatório de Brundtland é um conjunto de elaborações que comprovam um olhar crítico de crescimento econômico incorporado pelos países industrializados e repassados para os países em desenvolvimento, evidenciando os perigos do exagero na utilização dos recursos naturais sem observar a verdadeira capacidade de sustentabilidade do próprio ecossistemas, ou seja, o antagonismo entre o desenvolvimento sustentável e os processos de produção e os de consumos.

De acordo com Baldessar (2012), com a propagação ao mundo dos princípios de desenvolvimento sustentável em 1992, e com a ajuda da Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro, pelos comitês das diversa nações, foram assinados as

seguintes declarações: a Declaração do Rio, a Declaração de Princípios para a Administração Sustentável das Florestas e a Agenda 21.

A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (MAA, 2017).

Logo em 1997, ocorreu o Protocolo de Kyoto que segundo Decicino (2007) é um acordo internacional que firma como objetivo principal o comprometimento de países mais desenvolvidos na redução da emissão de gases que intensificam o efeito estufa com intuito de diminuir os impactos causados pelo aquecimento global. Posteriormente, ocorreu a Rio +10 em Johannesburg, África do Sul, em 2002 que avaliaram os avanços da Agenda 21 e no ano de 2012 na cidade do Rio de Janeiro a Rio +20, reavivando os acordos com o desenvolvimento sustentável.

Este desenvolvimento sustentável são roteiros destinados a todos os setores da sociedade como referência para analisar a evolução proporcionando educação básica e saúde de qualidade, cultura e trabalho dignos, conservação do meio ambiente, energias limpas e renováveis, laser para todos, e mobilidade. Desta forma, devemos todos nos agregar em projetos sustentáveis que ocasione crescimento mas também alicerces estrutural para vida terrestre.

Guimarães e Feichas (2009), afirma que é indiscutivelmente umas das tarefas mais complexa que se emprega aos determinadores de decisões tanto para órgãos públicos como para empresas privadas. Neste ambiente podem ocorrer de ideias inovadoras se associarem as mais diversas irrealidades proporcionando exaltações humanitárias bondosas incorporadas a movimentos farsantes. É necessário desde já, alcançar com clareza os princípios envolvidos para evitar verdadeiras catástrofes ecológicas para um futuro próximo.

## **2.6 Inundações urbanas**

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

Tucci et al (2001) afirma que, o fluxo de água nas zonas rurais que escoam para as bacias hidrográficas são gradativamente retida pela vegetação existente, infiltrando-se no solo, e o que resta escoam a superfície de forma gradual, produzindo um hidrograma com variação lenta de vazão e picos de enchentes moderados. As enchentes 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 pelo meio urbano aumenta significativamente os escoamentos superficiais, pois elimina grande parcela da infiltração das águas do terreno natural, são substituídos pela tubulação de drenagem, além dos rios serem retificados e revestidos e dos planos de escoamento superficial diminuídos. Tucci et al. (2001), afirma que o volume que, no terreno natural, escoava lentamente pelo solo e ficava retidos 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 correção. Além disso, conforme Botelho (2011), a ocupação inadequada destes locais causa, entre outros, assoreamentos dos córregos, pelo acúmulo de material erodido dos terrenos, diminuição da água, aumentos dos efeitos da poluição dos rios.

## **2.7 Abordagem histórica – Utilização da água da chuva**

É datado a milhares de anos atrás, em diversas partes do mundo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, relatos de indícios de infraestruturas para aproveitamento de água pluvial.

Um dos primeiros registros foi verificado na pedra Moabita na remota região de Moab próximo de Israel, nos anos de 830 a.C., com especificação do Rei Mesa que fosse construídas em todas as casas uma cisterna para utilização própria (GNADLINGER, 2000)

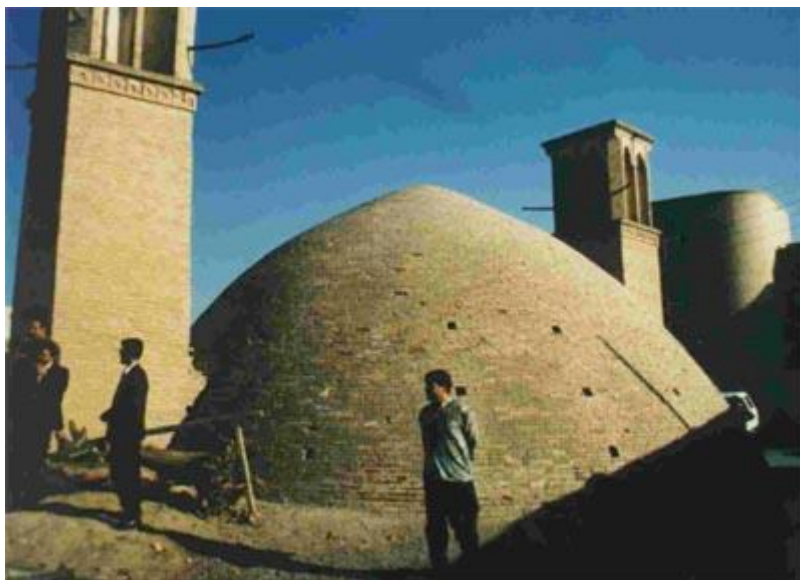
Conforme Werneck, (2006) em Istambul, na Turquia, possivelmente registra a cisterna mais antiga. Fabricada no período do Império Romano, com um volume de 80.000 m<sup>3</sup> para armazenamento de água pluvial. Já no norte do Egito, foram encontradas cisternas com capacidade de 200 a 2.000 m<sup>3</sup> de capacidade de

armazenamento no qual muitas até o presente momento se encontram em funcionamento.

A mais de dois mil anos atrás, na China, Província de Ganzu, no Planalto de Loess, foram encontradas cacimbas e cisternas subterrâneas, com argila vermelha impermeável como revestimento, sendo de supra importância neste período para a sobrevivência da população. Nesse mesmo período, no deserto de Negev, hoje território de Israel e da Jordânia, foi localizado para a agricultura um sistema incorporado para o manejo de água de chuva (WERNECK, 2006).

A Figura 4 mostra a foto do Abanbar, tradicional sistema de captação de água de chuva comunitário do Irã (GNADLINGER, 2000).

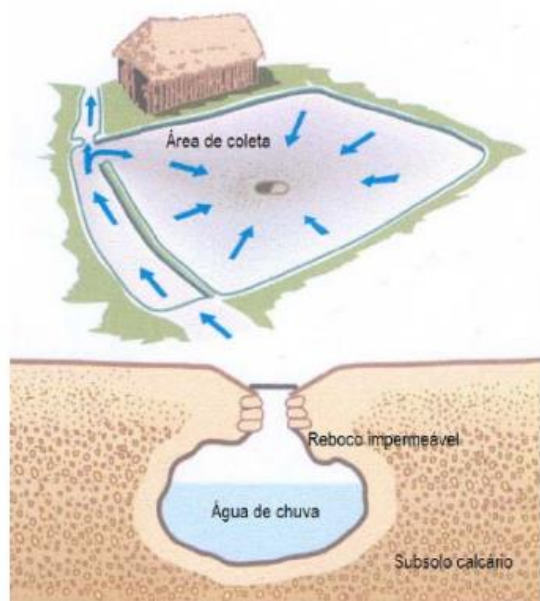
Figura 4 - Abanbar, tradicional cisterna no Irã



FONTE: Gnadlinger,2000

Os Maias e Incas também deixaram registros de aproveitamento da água de chuva em diferentes tipos de cisternas. No século X, ao sul da cidade de Oxkutzcab, a agricultura era baseada na coleta da água da chuva, sendo a água armazenada em cisternas com capacidade entre 20 a 45 m<sup>3</sup>, chamadas de Chultuns (Figura 5).

Figura 5 - Cisterna Chultun, utilizada pela antiga civilização Maia.



FONTE: Gnadlinger (2000)

As cisternas Chultuns eram escavadas no subsolo calcário e revestidas com reboco impermeável, acima delas havia uma área de coleta de 100 a 200 m<sup>2</sup>. Na cidade de Tomar, em Portugal, ainda existem cisternas construídas no ano 1160 com capacidades de até 215 m<sup>3</sup>, como a da Fortaleza dos Templários (GNADLINGER, 2000).

## 2.8 Utilização racional da água

Os problemas ambientais, tanto brasileiros como no âmbito mundial, são frutos decorrentes da má orientação quanto ao uso dos recursos naturais. Atualmente este assunto vem sendo debatido e apresentado pelos mais diversos meios de comunicação, no qual, vem procurando informar, intensificar e conscientizar a população da fundamental relevância da conservação desses vitais patrimônios e o seu não desperdício. Diante disto, fez-se necessário a substituição das práticas convencionais pela cultura de aproveitamento e reuso desses recursos naturais (TUCCI et al., 2001).

Com relação a utilização racional de água, caracteriza-se como a somatória de ações, procedimentos e incentivos para o principal fator de redução e melhoria da utilização de água, evitando perdas e desperdícios da mesma. Implantar uso e

aprimoramentos tecnológicos para redução de água além de informar e conscientizar a população usuária é papel fundamental para uma mudança sustentável (TOMAZ, 2001).

As providências referentes ao uso dos recursos hídricos serão obtidas a partir da evolução e implantação de técnicas e tecnologias que proverá em alterações de comportamento da população, por meio de educação pública, informações, campanhas, tarifas e regras serão esses os incentivos que promoverá aos usuários a adoção dessas medidas conscientes (MONTIBELLER & SCHIMIDT, 2004).

De acordo com Tomaz (2001), os parâmetros para a preservação dos recursos hídricos nos centros urbanos podem ser definidos como medidas convencionais que engloba desde a reparação no sistema das tubulações como a correção de pressão interna na rede, educação pública como o reaproveitamento de águas. Já as medidas não convencionais se refere ao aproveitamento de águas pluviais e servidas, dessalinização entre outros.

A Organização das Nações Unidas (ONU) aponta que nos próximos 25 anos, 2,7 bilhões de pessoas poderão viver em regiões de seca crônica. Quanto a atualidade, o Banco Mundial afirma que cerca de 1 bilhão de pessoas não possuem acesso à água potável e cerca de 1,7 bilhões convivem com estruturas de saneamento básico inadequadas (FAPEAM, 2010).

Um dos problemas mais sérios da escassez de água, como se não bastassem os altos índices de poluição, há também uma perceptível diminuição significativa do acesso 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 (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).

Sabe-se que o Brasil possui a maior reserva hídrica do planeta, possuindo 13% dos Recursos Hídricos de todo o mundo (5.732,4 km<sup>3</sup>/ano) (MMA, 2003). Quanto à utilização de água potável em residências, esta já foi bastante estudada em relação aos seus aspectos quantitativos de consumo por processo utilizado.

## 2.9 Demanda de água

Borsoi (1997), ressalta que a o consumo de água pelas populações está ligada diretamente aos padrões e hábitos relacionadas ao poder aquisitivo, posicionamento urbano ou rural, da presença ou não de água. Países em desenvolvimento, suas populações rurais faz uso de 30 a 90 litros de água por 3 habitantes/dia, sendo que em alguns desses países possuam populações que consuma apenas 5 litros habitantes/dia o que é extremamente abaixo da média necessária para o bem estar da vida humana.

Rebouças et al. (2015), sustenta que as populações urbanas, mesmo em países desenvolvidos, o consumo de água por habitante é consideravelmente superior. No Chile por exemplo, a média por habitante/dia é de 150 litros para uma população rural sem infraestrutura de esgoto e podendo chegar até 1.500 litros por habitante/dia para populações urbanas. No Brasil, em capitais como o Rio de Janeiro, esse consumo em zonas de favelas é de 100 litros por habitante/dia, classe de baixa renda chega 180 litros por habitante/dia e classe média e alta 300 litros por habitante/dia.

Segundo a (ANA, 2009), no Brasil considera-se que o setor urbano usufrui de 30% da água, a indústria 23% e a irrigação 47%. Observe-se que, atualmente, o percentual consumido pela irrigação deve ser bastante superior.

A atividade econômica que mais consome água é a irrigação de culturas agrícolas, graças às elevadas perdas provocadas pela evapotranspiração. Em termos mundiais, a agricultura utiliza 69% da água disponível, a indústria consome 23% e as residências 8%. O uso da água em países que estão em crescimento na agricultura alcança 80%.

Na indústria, a quantidade de água utilizada é relacionada, para cada setor, à coeficientes técnicos e das perdas além da tecnologia imposta. Existem indústrias que apresentam altas demandas consumidoras e outras baixa demanda, sendo alimentadas ou rede pública ou por poços profundos. Um exemplo são as indústrias cervejeiras, altamente consumidora de água, onde para fabricar 1m<sup>3</sup> de cerveja usufrui em média 20m<sup>3</sup>, por que além do dispêndio para a fabricação, na indústria ocorre o uso da água para o esgotamento de resíduos industriais. (BORSOI, 1997)



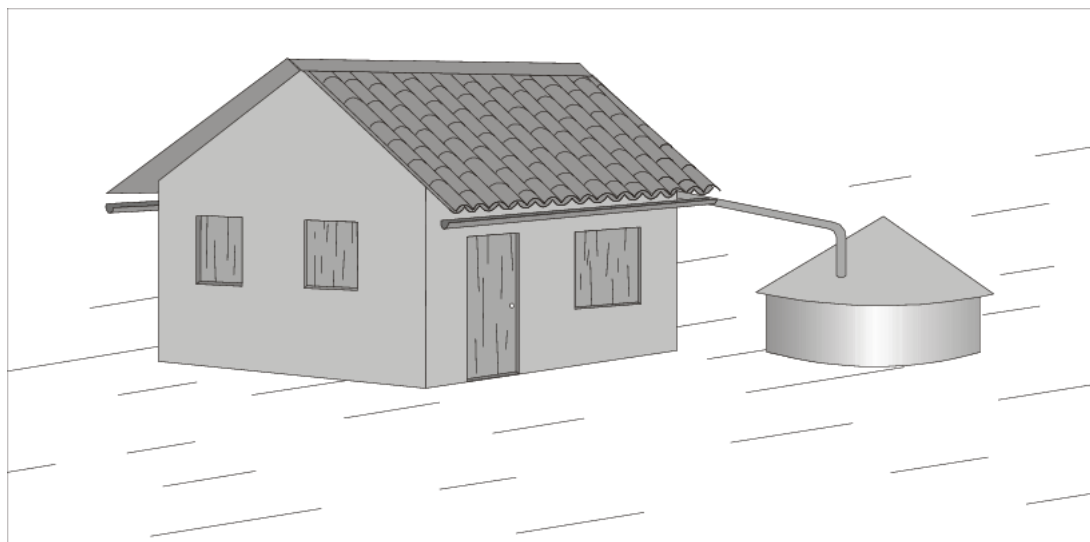
## 2.10 No Brasil - Aproveitamento da água da chuva

O primeiro sistema de aproveitamento 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. (GHANAYEM, 2001 apud PETERS, 2006).

No Brasil, uma forma muito utilizada para o aproveitamento da água da chuva é a construção de cisternas, principalmente, no Nordeste conforme desenho esquemático Figura 6.

Os programas foram criados pelo governo visando melhorar a qualidade de vida da população do semi-árido brasileiro, dentre eles a criação do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido (CPATSA) em 1975, com o objetivo de coleta da água da chuva e de construção de cisternas para armazenamento de água para consumo.

Figura 6 - Desenho esquemático de cisterna implementada na zona rural.



FONTE: Centro de Pesquisa do Trópico Semi-Árido-CPATSA (BRITO, 2017)

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 Vasconcelos (2007), 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 o aproveitamento da água da chuva. Além de residências, já existem estabelecimentos comerciais em São Paulo que há 30 anos captam, filtram e aproveitam a água da chuva em seu processo de lavagem (SICKERMANN, 2003).

A Figura 7 abaixo, demonstra um modelo de sistema de captação por calha e reservatório.

Figura 7 - Cisternas de água ao lado da casa no agreste.



FONTE: Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2017)

## 2.11 Sistemas de aproveitamento de água de chuva

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.

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:

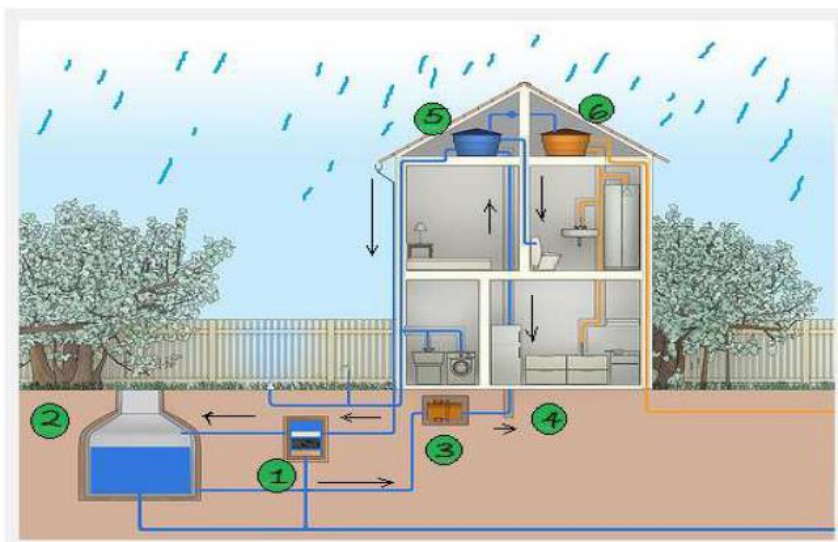
- Não necessita de maiores esforços para se obter a qualidade exigida da água;
- Sistema de captação independente;
- Construção e manutenção simples.

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 8 mostra o aproveitamento de águas pluviais através de telhados, com reservatório enterrado em uma residência.

Figura 8 - Sistema de captação de água de chuva



Fonte: Sempre sustentável

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.

Herrmann e Schmida (1999), destacam três métodos mais usuais na elaboração de sistema de aproveitamento de água da chuva, sendo elas:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

## **2.12 Centro Oncológico de Palmas**

Fundado pelo médico oncologista clínico Dr. Jorge Luiz Saade Cormane em 2004 o Centro Oncológico de Palmas iniciou suas atividades no Plano Diretor Norte na Quadra 104 Norte, Av. LO 2. Períodos após iniciou a construção no atual endereço na Quadra 501 Sul, rua NS A Conjunto 02 Lote 10, na cidade de Palmas, Tocantins.

Hoje contamos com o maior e mais moderno Centro Oncológico da Região Norte do país. Sua inauguração foi no ano 2014 tendo como lema preservar um atendimento humanizado, valorizando a autoestima e o apoio aos pacientes.

O COP possui uma equipe altamente especializada que diariamente oferece atendimentos em Oncologia Clínica, Clínica Médica, Quimioterapia, Radioterapia, Radioncologia, Nutrição, Geriatria, Ginecologia, Mastologia, Hematologia, Cirurgias Oncológicas e Cirurgia Torácica, Psicologia e Psico-oncologia.

Oferece também um projeto chamado Fala Dr. no qual são programas informativos a respeito dos mais diversos assuntos relacionados a oncologia e saúde, em geral apresentados mensalmente na internet pelo site do COP. Outro programa é o Sempre Linda, voltado especialmente para as mulheres abordam assuntos diversos sobre dicas de beleza, moda, bem estar, nutrição e outros.

No COP possui o Camarim da Beleza, um espaço dedicado exclusivamente a valorização da autoestima das pacientes oncológicas. Cientes que o período de tratamento para as mulheres em especial que se sentem fragilizadas principalmente pela perda dos cabelos, o COP promoveu um banco de acessórios com perucas, lenços e chapéus tendo um atendimento gratuito, privado e personalizado.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Considerações iniciais**

Para a análise de estudo de potencialidade de racionamento de água potável por meio de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, no COP, foi elaborado uma metodologia que apresenta as etapas: caracterização do ambiente de estudo, verificação do consumo de água potável, levantamento dos dados pluviométricos da região, sondagem da área da cobertura da edificação, dimensionamento do reservatório de água pluvial e análise da praticabilidade socioeconômica da implantação do sistema.

#### **3.2 Área de estudo**

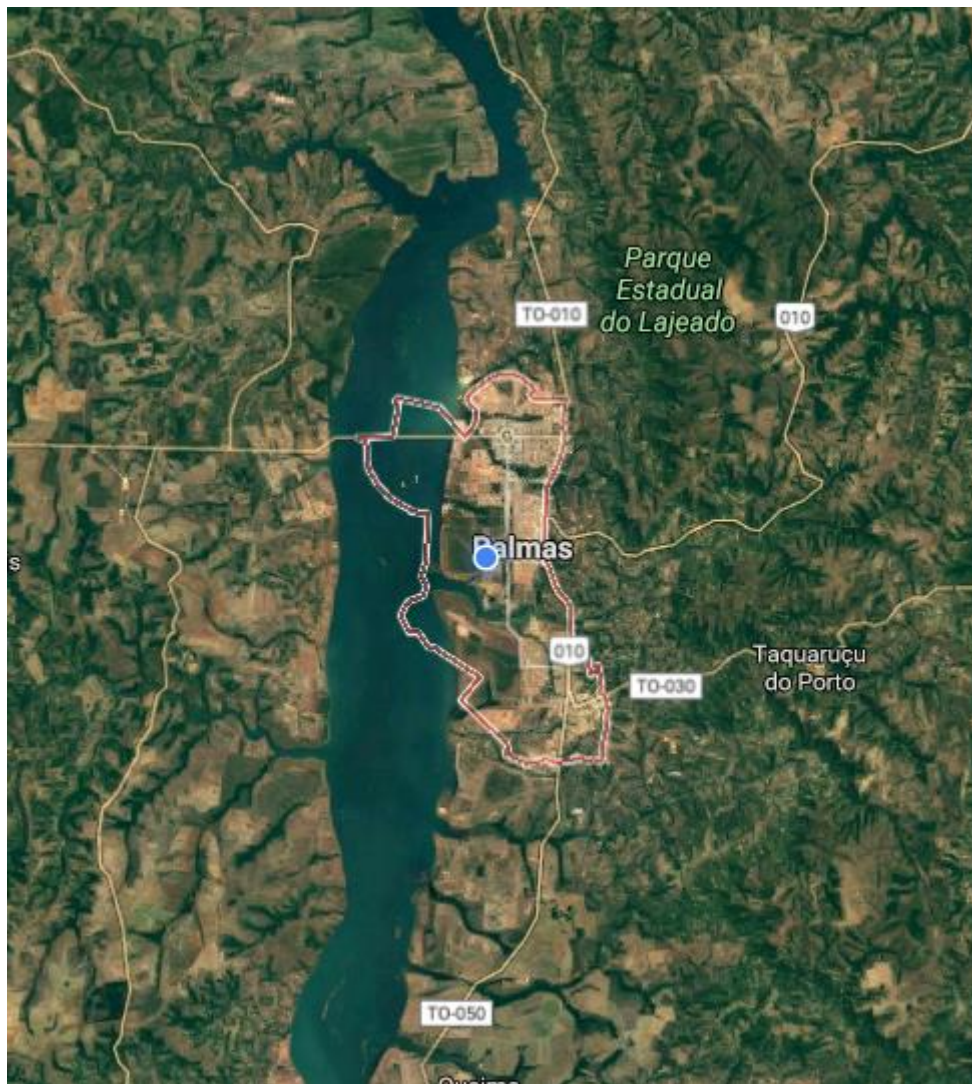
A capital do Estado do Tocantins, Palmas está localizada na região norte do Brasil, e central no Estado, situando-se próximo ao paralelo 10° 11' 04" sul e do meridiano 48° 20' 01" oeste com altitude de 260 metros acima do nível do mar e com uma área de aproximadamente 2.219 km<sup>2</sup> e é considerada como a capital mais quente do país.

Sendo a maior cidade do estado do Tocantins com uma população estimada em aproximadamente de 280 mil habitantes encontra-se entre as cidades menores de Porto Nacional, Paraíso do Tocantins e Miracema do Tocantins.

Apresenta um sitio urbano composto por uma extensão de terras com poucas declividades, predominantemente demarcado por uma distância de 15 km a margem direita do Rio Tocantins, atual lago da Usina de Lajeado e a encosta da Serra do Lajeado ambos alinhados no sentido norte-sul, desta forma impondo um plano urbanístico linear para a cidade como se observa na Figura 9.



Figura 9 - Cidade de Palmas-TO



FONTE: Google Maps - <https://www.google.com.br/maps>

### 3.3 Objeto do estudo

O COP localizado na Quadra 501 Sul, rua NS A Conjunto 02 Lote 10, na cidade de Palmas, Tocantins foi o objeto de estudo desse trabalho conforme Figura 10.

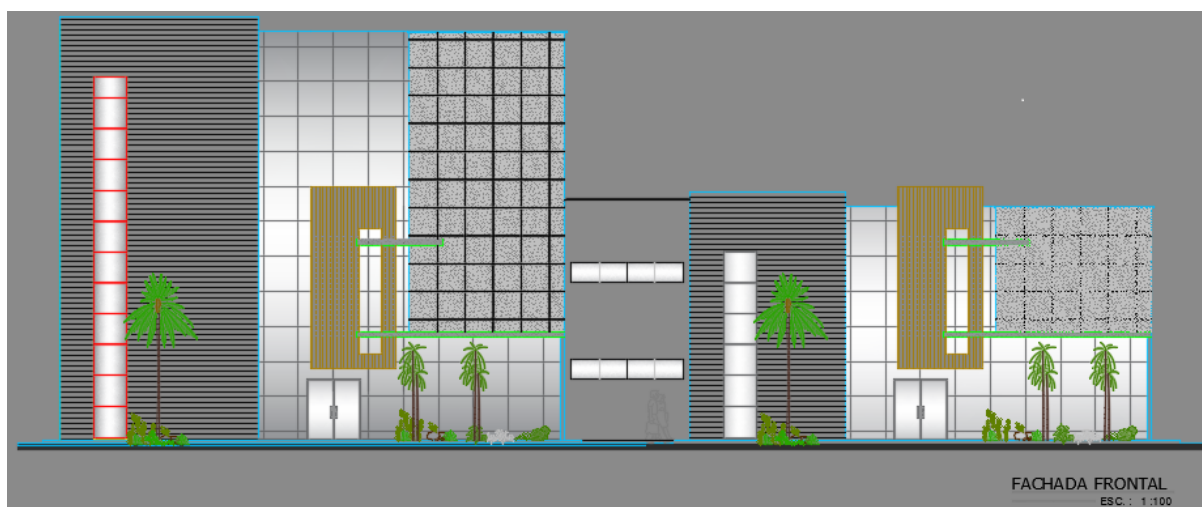
Figura 10 - Centro Oncológico de Palmas - COP



FONTE: Autora (2017)

Entre os blocos possui 3 corredores, sendo os dois das laterais para acesso a pacientes e/ou visitantes, o central exclusivo a médicos e funcionários conforme Figura 11.

Figura 11 - Projeto arquitetônico / Fachada frontal



FONTE: Arquiteto Márcio Kajima(2010).



Na parte superior são divididos em dois blocos com um corredor central de acesso restrito a funcionários e sendo de um lado do bloco alocado a Ética laboratório e do outro lado do bloco a Mastoclínica conforme Figura 12.

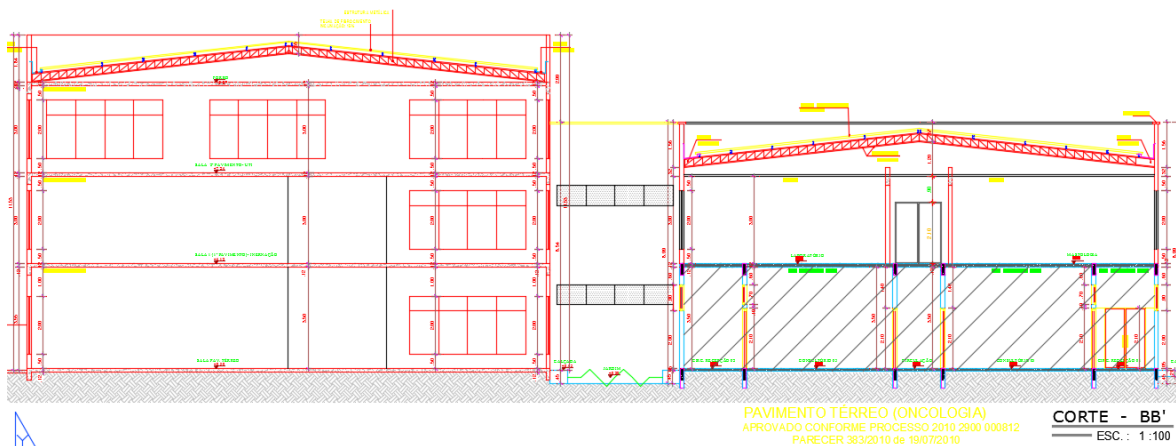
Figura 12 - Layout piso superior



FONTE: Autora (2017).

Toda a cobertura da edificação é de telhas de duas chapas de ferro galvanizado preenchido com espuma expansiva, utilizado para drenagem de água pluvial, descarregando o volume precipitado em condutos horizontais, que nesta construção foi usado calhas em zinco com seções diversas, e no que tange a condutos verticais foram observados alguns tubos de PVC com diâmetros em torno de 100 mm, estes foram objetos do trabalho visto que os mesmos conduzem o caminho das águas até os reservatórios que foram dimensionados (Figura 13).

Figura 13 – Corte BB do COP.



FONTE: Arquiteto Márcio Kajima(2010).

### 3.4 Levantamento de dados

Para a estimativa do consumo de água potável utilizado para a preservação da jardinagem e limpeza interna e externa do COP foi efetuado a realização de diversos levantamentos de dados, sendo entrevista com os funcionários de limpeza e manutenção de jardinagem, dados da conta de consumo de água potável analisado pela coleta de contas de faturamento de água gerado pela concessionária BRK Ambiental, monitoramento do hidrômetro, medições de vazões, precipitações pluviométricas, e verificação de áreas de captação.

#### 3.4.1 Entrevista com funcionários

Por meio de entrevistas aplicadas através de questionários aos funcionários responsáveis pela limpeza e manutenção de jardinagem do COP permitiu estimar a frequência e utilização de uso de água potável para o emprego das tarefas acima citadas na edificação.

Nestes questionários aos funcionários, apurou a frequência de utilização por cada atividade, quantidade de água utilizada, a frequência média de utilização de água potável para cada setor com intuito de demonstrar o tempo e quantidade de vezes que

cada aparelho são acionados e a frequência com que os serviços são efetuados diariamente.

### 3.4.2 Consumo de água potável estimado por questionário

Com o questionário realizado com todos os funcionários responsável pela limpeza e manutenção da jardinagem estimou a quantidade, a frequência e o tempo de uso de água potável utilizada para cada tipo de serviço executado tanto para a limpeza interna e externa da edificação quanto para a utilização nos jardins.

Para a limpeza interna usou-se como referência um balde de 28 litros conforme Figura 14. Com essa medida foi possível estimar a quantidade de água utilizada em relação a quantidade de metros no qual essa água foi provida para limpezas.

Figura 14 – Balde de Limpeza



FONTE: Bralimpia Equipamentos (2017)

A limpeza da parte externa da edificação que corresponde lavagem das calçadas e toda as vidraças externas e mais a manutenção da jardinagem que é efetuada por meio de uma mangueira tradicional de jardinagem.

Para a determinação da quantidade de água usada para esses procedimentos foi usado como medida o mesmo balde de água de 28 litros conforme Figura 14, no

qual foi cronometrado o tempo para que a vazão dessa mangueira preenchesse todo o balde, e com isso estimou a quantidade em relação ao tempo de uso, esse processo foi feito 3 vezes para cada tipo de torneiras e em 2 tipos de torneiras diferentes separadamente para aferimento do tempo e consumo médio de utilização de água.

### 3.4.3 Dados de consumo de água

Os dados levantados para o consumo de água para manutenção de jardinagem e limpeza interna e externa da edificação (Figura 15) foram fundamental para mensurar o volume e quantidade do reservatório para o período estimado.

Figura 15 - Vista da Jardinagem, Limpeza Interna e Externa do COP



FONTE: Autora (2017)

Estes dados foram estimados através de pesquisas realizadas com os funcionários responsáveis pela função de limpeza e manutenção na instituição. Além da averiguação através das faturas mensais de consumo medido pela BRK Ambiental de água potável e leituras diárias do hidrômetro.

O consumo das faturas mensais da empresa foram adquiridas junto a administração por um período de 1 ano, sendo de agosto/2016 a agosto/2017.

As leituras no hidrômetro foram realizadas no período de uma semana, onde foram lidos conforme recomendação da BRK Ambiental, os algarismos pretos no hidrômetro que representa o volume de água consumida por metro cúbico.

### 3.4.4 Vazão

Para a análise de vazão dos aparelhos que são torneiras alocadas na parte externa da edificação para o emprego de mangueiras de jardinagem e na parte interna, tanques em áreas específicas de limpeza denominadas DML – Departamento Múltiplo de Limpeza, conforme Figura 16, onde foram realizadas medições das vazões, ou seja, utilizou de um recipiente com volume aferido, cronometrou o tempo necessário para o enchimento do recipiente com água, e estimou assim a vazão naquele aparelho. Foi medido três vezes e dessa forma pode calcular a média do tempo que a torneira ficará acionada e da vazão de água necessária.

Figura 16 – Área Externa e Departamento Múltiplo de Limpeza – DML



FONTE: Autora (2017)

### 3.4.5 Análise do índice pluviométrico

O índice pluviométrico especifica o acúmulo de chuva por metro quadrado em um local específico, por um determinado espaço de tempo utilizando milímetro como medida.

Por meio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA) foi coletado e analisado dados da série histórica da cidade de Palmas, Tocantins, relativos à precipitação média em cada mês dos últimos 10 anos, assim como a precipitação média total foi utilizado no cálculo da viabilidade econômica do projeto implantado no COP.



### 3.4.6 Área de captação

A área de captação da água pluvial foi baseada através da área de cobertura e inclinação do telhado da edificação (Figura 17) constatada na planta de cobertura do COP.

Figura 17 - Telhado do Centro Oncológico de Palmas

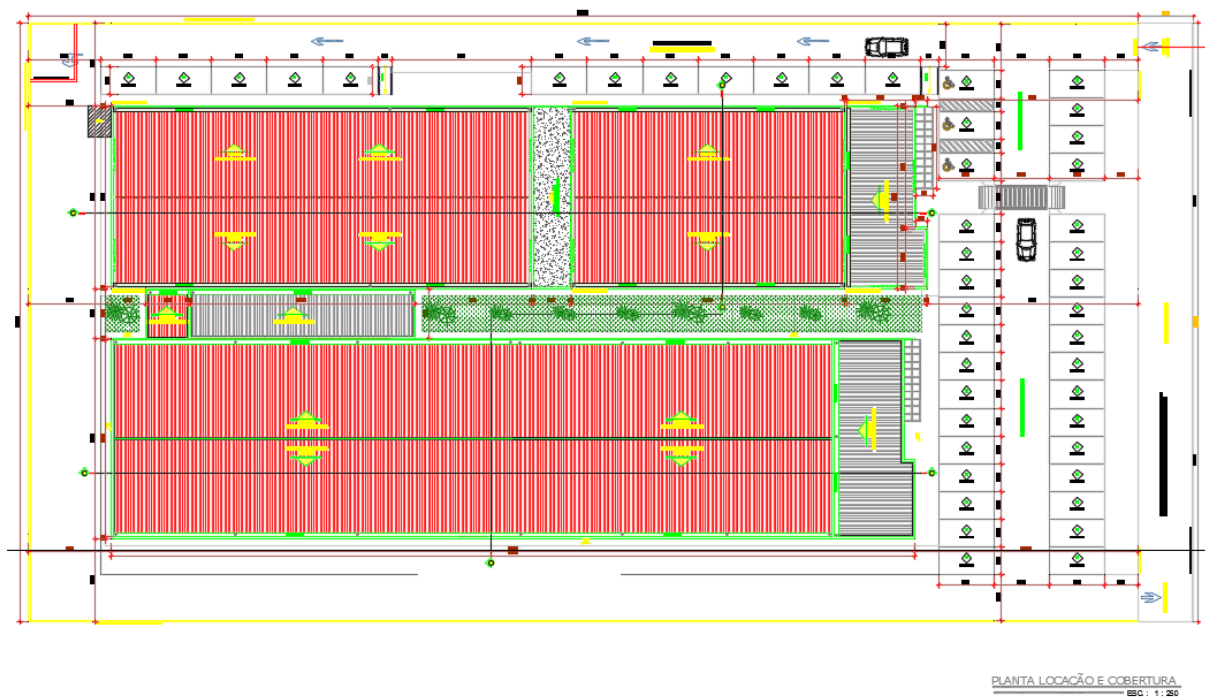


FONTE: Autora (2017)

Por meio desses dados relativos juntamente com o índice pluviométrico da cidade de Palmas-TO, estimou-se o volume de água possível de reserva.

A planta de cobertura e inclinação foi fornecida para pesquisa através da administração do COP e do arquiteto Márcio Kajima conforme Figura 18.

Figura 18 - Planta de locação e cobertura



FONTE: Arquiteto Márcio Kajima(2010).

### 3.5 Finalidade da água não potável

Foi necessário levantar as características do uso, a frequência e o tempo de utilização da água não potável. Com esta análise possibilitou mensurar o consumo médio para cada finalidade do uso para fins não potáveis o que foi inclusive determinante no possível resultado do potencial de economia gerado pelo sistema de aproveitamento de água pluvial.

Este item foi de fundamental importância para fomentar este trabalho visto que, com este dimensionamento resultou o número de pontos de consumo.

### 3.6 Análise dimensionamento do sistema de captação de água

Nas residências e edificações, necessariamente a captação de água pluvial é realizada, preferencialmente, pela superfície dos telhados, por apresentar menor

índice de impurezas, e cujas inclinação variável não influenciará na eficiência do sistema (TOMAZ, 2003).

Segundo Ubiratan Leal (2000), um sistema de aproveitamento de águas pluviais atua da seguinte forma: a água pluvial deverá ser captada de superfícies impermeáveis, usualmente, a área do telhado. Sequencialmente, está água passa por um filtro, retirando as impurezas, e acondicionada em reservatórios, que podem ser apoiados, enterrados ou elevado podendo ser produzido por inúmeros tipos de matérias como blocos de concreto, alvenaria de tijolos, concreto armado, aço, plásticos, poliéster, polietileno e outros.

### 3.6.1 Sistema de calhas

Para que haja eficiência no sistema de captação e transporte da água ao reservatório é necessário que as calhas sejam instaladas respeitando o ângulo de desnível necessário de forma que a água vinda do telhado tenha seu escoamento facilitado, além da praticidade no acesso com vistas à limpeza e manutenção da mesma.

Na Figura 19 podem ser vistas as calhas instaladas ao longo do telhado.

Figura 19 - Vista de calhas instaladas



FONTE: Autora (2017)



### 3.6.2 Reservatórios

Sendo um dos mais importantes elemento de um projeto de aproveitamento de água pluvial, este deverá ser dimensionado para atender os seguintes critérios: demanda de água pluvial, áreas de captação, precipitação pluvial, os custos totais de implantação do sistema e também a confiabilidade proposta. Destaca-se que, a parcela precipitada anual das chuvas é uma valiosa variável indispensável na mensuração do reservatório. (CASA EFICIENTE, 2012).

A quantificação do volume necessário do reservatório de água de chuva para este estudo, foi baseado na área de cobertura total da edificação, no consumo diário de água, na precipitação da região da cidade de Palmas, no coeficiente de perdas e no percentual de água potável usada para fins não potáveis que pode ser substituída por água pluvial.

Foi trabalhado tanto com reservatórios inferiores e superiores alocados na edificação. O reservatórios inferiores poderão ser implantados no parte final da edificação interligados entre si e no sistema, como controle individual de entrada e saída de água por meio de registros manuais de abertura e fechamento.

Uma bomba de recalque será utilizada visando o bombeamento para os reservatórios superiores e posterior aplicação nas atividades em que não haja necessidade de água potável.

### 3.6.3 Cálculo do volume de água captado

Para o cálculo do volume de água captada, foi multiplicado a área do telhado pela precipitação pluviométrica anual, sendo utilizada a seguinte equação:

$$V_{\text{captado}} = A_{\text{telhado}} \times P_{\text{média\_anual}} \quad (\text{Equação 1}).$$

Em que:

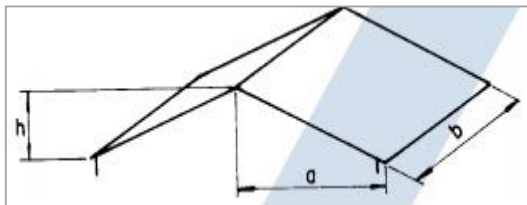
$V_{\text{captado}}$  = Volume captado (m<sup>3</sup>)

$A_{\text{telhado}}$  = Área do telhado (m<sup>2</sup>)

$P_{\text{média\_mensal}}$  = Precipitação média anual (mm).

As superfícies encontradas são do tipo inclinado conforme Figura 20 e calculada pela fórmula que segue:

Figura 20 - Área Superfície Inclinada



Fonte: ABNT NBR 10844

$$A = \left( a + \frac{h}{2} \right) \cdot b \quad (\text{Equação 2}).$$

Onde as variáveis descritas na Equação 2 são:

- A = área inclinada (m<sup>2</sup>);
- a = base (m);
- b = largura (m);
- h = altura do telhado (m).

### 3.6.4 Cálculo de economia na taxa de água

Para o cálculo da economia da taxa de água foi multiplicado o valor cobrado por m<sup>3</sup> fornecido pela concessionária de água na cidade, BRK Ambiental, e obtido o valor economizado por ano na taxa de água.

A seguinte fórmula foi utilizada:

$$E_{\text{taxa\_água}} = P_{\text{concessionária}} \times V_{\text{captado}} \quad (\text{Equação 3}).$$

Em que:

- $E_{\text{taxa\_água}}$  = Economia taxa de água (m<sup>3</sup>)
- $P_{\text{concessionária}}$  = Preço cobrado pela concessionaria em reais (R\$)
- $V_{\text{captado}}$  = Volume captado (m<sup>3</sup>)

### 3.6.5 Cálculo de economia na taxa de esgoto

Para o cálculo da economia da taxa referente ao esgoto foi multiplicado o volume captado em m<sup>3</sup> por 0,80 que corresponde ao aproveitamento da água captada sendo 80% e com os 20% sendo considerada perda. Ou seja, para cada 1 litro de água que é fornecido pela concessionária a edificação é cobrado 0,8 litro para o tratamento do esgoto. A seguinte fórmula foi utilizada:

$$E_{\text{taxa\_esgoto}} = P_{\text{concessionária}} \times V_{\text{captado}} \times 0,80 \quad (\text{Equação 4}).$$

Em que:

$$E_{\text{taxa\_esgoto}} = \text{Economia taxa de esgoto (m}^3\text{)}$$

$$P_{\text{concessionária}} = \text{Preço cobrado pela concessionaria em reais (R\$)}$$

$$V_{\text{captado}} = \text{Volume captado (m}^3\text{)}$$

### 3.7 Procedimento para projeto

Foram utilizadas as normas e suas adjacentes vigentes para nortear as premissas técnicas desse projeto, segue abaixo relação de algumas:

Tabela 4 - Relação de normas, descrição e utilização

Números	Descrição	Utilização
CONAMA 357:2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências	Efluentes
NBR 5626:1998	Instalação predial de água fria.	Água fria
NBR 6118:2014	Projeto de estrutura de concreto	Reservatórios
NBR 6120:1980	Cargas para cálculo de estrutura de edificações	Cálculo estrutura

NBR 10067:1995	Princípios gerais de representação de desenhos técnicos	Desenhos Técnicos
NBR 10844:1989	Instalações prediais de águas pluviais	Águas pluviais
NBR 15527:2007	Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos	Água de Chuva

FONTE: Autora (2017)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do estudo de viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, no COP serão apresentados. Para este estudo, fez-se uma averiguação do potencialidade de racionamento de água potável que seria capaz de ser processada através de um levantamento de usos finais de água na edificação, pode-se avaliar o volume de água necessário para suprir os consumos de água para usos não potáveis, no caso da limpeza da edificação e manutenção da jardinagem.

Após, dimensionou-se o reservatório de água pluvial, e então foi realizada a análise econômica para a determinação da viabilidade de implantação do sistema.

### 4.1 Análise do objeto de estudo

Foi analisado o objeto de estudo através de uma visita no local, onde foi feito um levantamento de todo o sistema de captação atual, que é composto por:

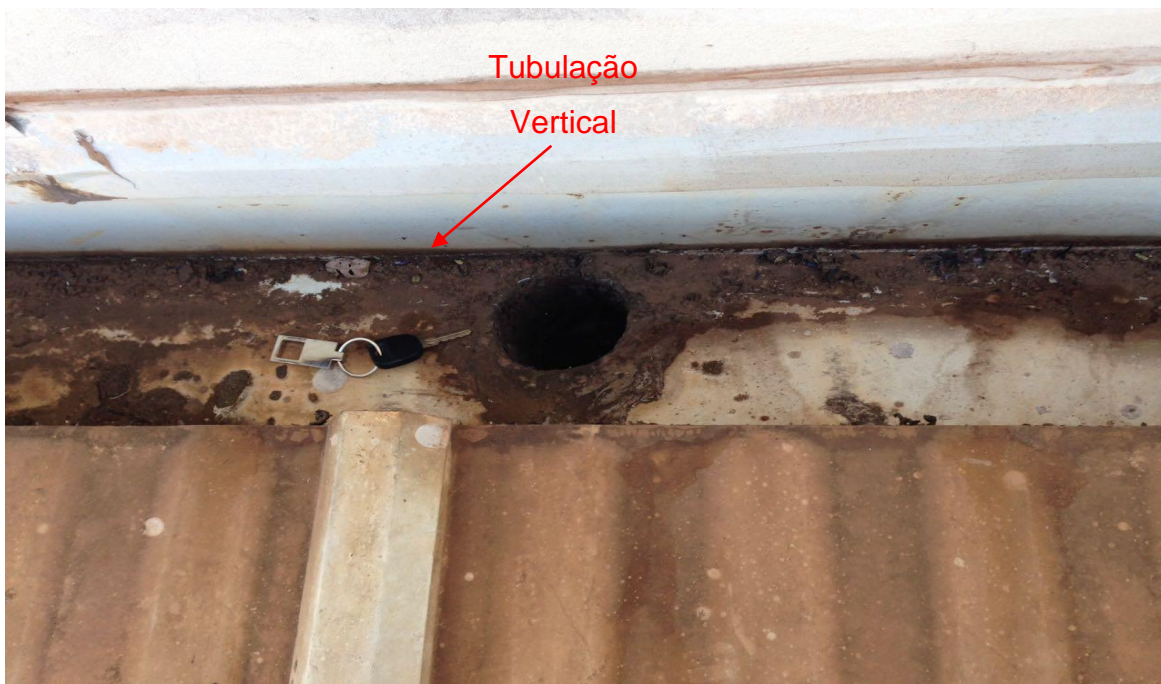
- Calhas (Figura 21);
- Tubulações verticais (Figura 22)
- Caixas de passagem (Figura 23).

Figura 21 - Identificação de Sistema de Captação Pluvial – Calha Metálica



FONTE: Autora (2017)

Figura 22 - Identificação de Sistema de Captação Pluvial – Tubulação Vertical



FONTE: Autora (2017)

Figura 23 - Identificação de Sistema de Captação Pluvial - Caixa de Passagem Coletora Pluvial



FONTE: Autora (2017)



## 4.2 Levantamentos de dados

Foram realizados diversos levantamentos de dados, entre eles: entrevistas com funcionários responsáveis pelas tarefas de limpeza e manutenção da jardinagem, 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.

### 4.2.1 Consumo de água potável estimado por entrevista aos funcionários

Atualmente, todo o quadro de funcionários da edificação destinados para limpeza tanto nas áreas internas, externas e jardinagem correspondem ao total de 11 funcionários.

Pelo questionário efetuado, resultou as seguintes atividades denominadas:

- Limpeza geral: ocorre quando é lançado água do balde referenciado no item 3.4.1 diretamente no piso interno da edificação, no qual foi calculado que para cada 30 m<sup>2</sup> utiliza um balde de água, sendo que nem toda a edificação é efetuada esse tipo de limpeza, o que mais acentua tal procedimento são nos corredores utilizados para pacientes/visitantes e de médicos/funcionários. Após análise da edificação em funcionamento, constatou que o gasto é em cerca de 15,5 baldes diários.
- Limpeza continua: ocorre quando ocorre a limpeza interna por uma vassoura de microfibra úmida sobre o piso, no qual procede a lavagem dessa vassoura diversas vezes nos baldes de água acima citado. Esse procedimento é efetuado em toda a edificação. Com o total de 11 funcionários efetuando diversas vezes essa atividade ao longo do dia esse procedimento, e cada funcionário utilizando em média duas trocas de água no balde foi estimado o total de 22 baldes diários.
- Limpeza banheiros: a edificação apresenta atualmente 28 banheiros em funcionamento tanto para o uso de pacientes/visitantes como para o uso de médicos/funcionários. Os banheiros mais utilizados são os destinados ao pacientes/visitantes nas principais recepções e os banheiros nas salas de quimioterapia totalizando 10 unidades que são em média lavados duas vezes ao dia. Os outros banheiros que são de uso interno aos funcionários, e outros que estão

dispostos dentro de alguns consultórios e são efetuadas limpezas três vezes por semana. Com isso temos a utilização média de 14 baldes dia.

- Limpeza externa: Essa limpeza é efetuada esporadicamente conforme necessidades, e ocorre utilizando de uma mangueiras tradicional de jardim desempenhando a limpeza das vidraças e calçadas em torno da edificação assim como a manutenção da jardinagem, no qual foi estimado o seu consumo mediante o de tempo de uso. Gasta-se em média 1,5 minutos para encher um balde de água de 28 litros, desta forma em 1 hora utilizando para as atividades de limpeza das vidraças, calçadas externas e mais a jardinagem do COP estimou o valor de 40 baldes de água potável.

Com a utilização do balde referenciado foi possível estimar a quantidade de água utilizada nas operações de limpeza geral, limpeza continua, limpeza de banheiros e limpeza externa, conforme segue a Tabela 5.

Tabela 5 - Consumo de baldes de água por atividades

Atividade	Qtde baldes dias	Litros (Baldes)	Qtde dias/mês	Total Litros	Total m <sup>3</sup>
Limpeza Geral	15,5	28	24	10416	10,42
Limpeza Continua	22	28	24	14784	14,78
Limpeza banheiros	14	28	24	9408	9,41
Limpeza externas	60	28	2	3360	3,36
<b>Total:</b>				<b>37968</b>	<b>37,97</b>

FONTE: Autora (2017)

Assim chegamos à conclusão que aproximadamente 38 m<sup>3</sup> são destinados mensalmente para as devidas atividades relacionadas nesse estudo.

#### 4.2.2 Contas de consumo de água

Inicialmente foram coletados todos os consumos mensal medidos e registrados por faturas de pagamentos pela concessionária de água BRK Ambiental ao COP, nos meses de Agosto/2016 a Agosto/2017.



A Tabela 6 representa o levantamento de dados que foi realizado para estimar o volume de água utilizado pelo COP para o atendimento de todos os pontos de consumo de água fria no período acima citado.

Tabela 6 - Tabela de Consumo

Referência (meses)	Qtde Dias	Consumo (m³)	Vi. Conta Água (mês)	Vi. Conta Esgoto (mês)	Vi. Total Conta	Vi. Água (m³)	Vi. Esgoto (m³)
ago/2016	30	102	1126,09	900,84	2026,93	37,54	30,03
set/2016	31	122	1350,57	1080,42	2430,99	43,57	34,85
out/2016	31	84	924,06	739,22	1663,28	29,81	23,85
nov/2016	31	92	1013,85	811,05	1824,90	32,70	26,16
dez/2016	31	112	1137,31	909,82	2047,13	36,69	29,35
jan/2017	32	121	1238,33	990,63	2228,96	38,70	30,96
fev/2017	30	114	1339,34	1071,44	2410,78	44,64	35,71
mar/2017	31	136	1260,78	1008,59	2269,37	40,67	32,54
abr/2017	29	102	1700,31	1360,15	3060,46	58,63	46,90
mai/2017	28	121	1269,94	1015,88	2285,82	45,36	36,28
jun/2017	29	126	1510,44	1208,27	2718,71	52,08	41,66
jul/2017	30	132	1573,73	1258,89	2832,62	52,46	41,96
ago/2017	31	123	1649,68	1319,65	2969,33	53,22	42,57
<b>Totais</b>		<b>1487 m³</b>	<b>R\$ 17.094,43</b>	<b>R\$ 13.674,85</b>	<b>R\$ 30.769,28</b>		

FONTE: Autora (2017)

Analisando a Tabela 6, é possível verificar por esses dados que a média de consumo de água do período de Agosto/2016 a Agosto/2017 foi de 114,38 m³. E por meio da análise realizada do item 4.2.1, pode-se notar que aproximadamente 33,3% do consumo total é utilizado na manutenção de jardins e limpeza de todos os ambientes da edificação.

#### 4.2.3 Monitoramento 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 do COP, iniciando-se por uma leitura noturna em um dia que não havia expediente, e subsequente, outras pela a parte matutina

entre o término das atividades de limpeza e o início das atividades de funcionamento do COP e outra no período já noturno ao término das atividades do COP.

Essas leituras foram realizadas durante o período do 15 a 21 de Outubro de 2017, 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 e cálculos de consumo diários

Data da leitura	Dia da leitura	Horário	Leitura (m <sup>3</sup> )	Consumo Diário (m <sup>3</sup> )
15/10/2017	Domingo	20 h	4327	-----
16/10/2017	Segunda	08 h	4327	0
16/10/2017	Segunda	19 h	4327	0
17/10/2017	Terça	08 h	4327	0
17/10/2017	Terça	19 h	4335	8
18/10/2017	Quarta	08 h	4335	8
18/10/2017	Quarta	19 h	4338	3
19/10/2017	Quinta	08 h	4342	4
19/10/2017	Quinta	19 h	4347	5
20/10/2017	Sexta	08 h	4351	4
20/10/2017	Sexta	19 h	4355	4
21/10/2017	Sábado	08 h	4355	0
<b>Consumo médio diário: 4,67 m<sup>3</sup></b>				

FONTE: Autora (2017)

O COP atualmente possui um reservatório de água potável de 75 m<sup>3</sup> divididos em 4 reservatório inferiores separadamente, que são programados aleatoriamente para bombeamento e abastecimento dos reservatórios superiores e mais uma reserva técnica de incêndio de 25 mil litros conforme determinação da Norma Técnica n° 17. Com isso, por meio da Tabela 7, percebe-se que mesmo analisando apenas o horário em que os funcionários de limpeza mantêm 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 pela utilização dos diversos banheiros em funcionamento.

Contudo pode-se perceber que durante o total da semana em operação o consumo foram de 28 m<sup>3</sup> diários que em 24 dias operando teremos o consumo mensal de 112 m<sup>3</sup> o que chegaria bem próximo aos resultados esperado com o estudo apresentado no item 4.2.2 de 114,38 m<sup>3</sup>.

Também é possível observar que nos resultados apresentados com relação ao consumo diário, tomando por medida o balde de 28 litros, que ao analisar que o consumo diário seria de 51,5 baldes e mais o valor de 120 baldes usados em apenas 2 dias de limpezas externas e estes diluído nos 24 dias que corresponderia ao mês, teríamos o valor total de baldes diários de 56,5 que totalizaria em um consumo mês de 37,97 m<sup>3</sup> que representa o valor diário de 1,58m<sup>3</sup> como sendo o valor utilizado exclusivamente para os serviços em análise, restando do total de 4,67 m<sup>3</sup> calculado mediamente o valor de 3,09m<sup>3</sup> destinados as outras atividades do COP.

#### 4.2.4 Vazões

As vazões das torneiras internas utilizadas para abastecimento dos baldes das devidas atividades de limpezas são encontradas nos DML estrategicamente alocados na edificação e para atividade de manutenção de jardinagem, essas torneiras são situadas na parte externa da edificação. Para auferir suas vazões foi utilizando um recipiente com volume conhecido e com um cronometro digital foi medido o tempo necessário para o enchimento do recipiente de água.

Estes processos foram feitos em uma amostragem de 4 torneiras de DLM distintos aleatoriamente e 2 torneiras externas ambas com características diferentes, e com isso foi possível determinar vazões média para essas torneiras.

Para minorar os valores de erros, buscou abrir todas as torneiras com o mesma abertura e mesma pressão.

Os valores das medições das torneiras analisadas encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Vazão de torneiras existentes no COP

<b>Torneiras</b>	<b>Vazão (litros/seg)</b>
Torneiras DLM	0,15
Torneiras Externas	0,12

FONTE: Autora (2017)

### 4.3 Análise de captação de água e dimensionamento estrutural

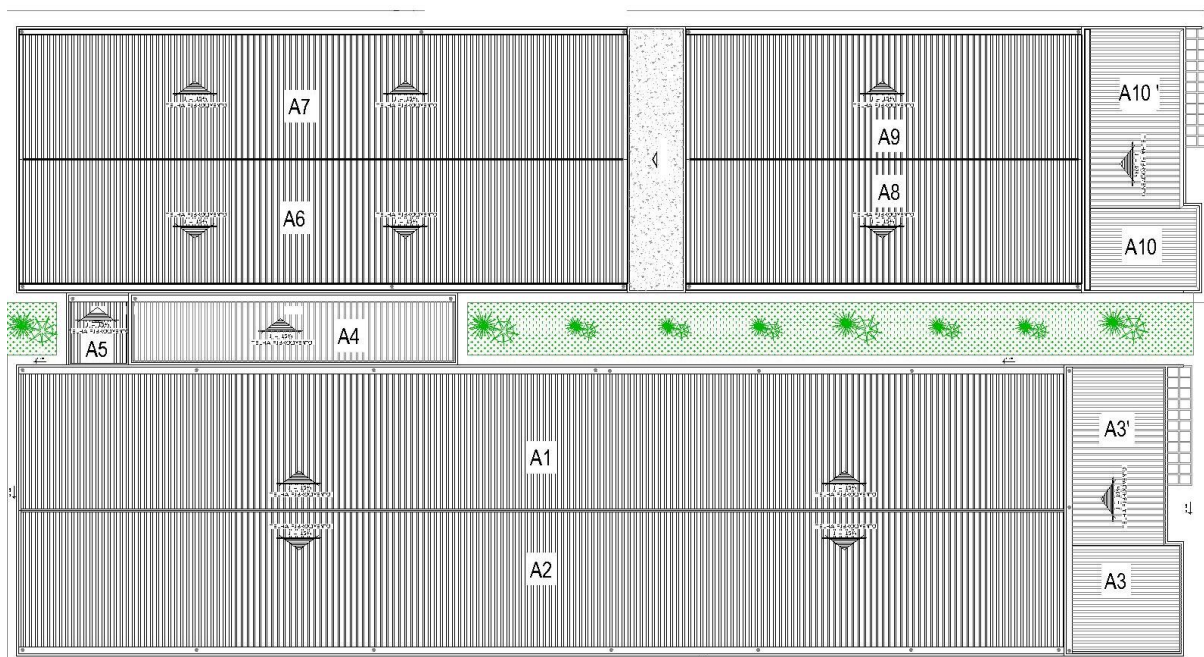
Todo o estudo com relação a captação de água e dimensionamentos foram realizados considerando a NBR 15527:2007 em que especifica as área de contribuições a serem consideradas para mensuração (telhas e/ou lajes), o clima (índice pluviométrico, período de chuva e seca), coeficiente de escoamento superficial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

#### 4.3.1 Cálculo do volume de água captado

Nesta etapa foi levantado as áreas de contribuições, conforme planta disponibilizada, citada no item 3.4.6, onde seguiu-se o método exposto no item 3.6.3. Sendo assim para obtenção do volume de água captada, foi levantado primeiramente a área da edificação, dividindo as superfícies de cobertura em 10 áreas, de acordo com a

Figura 24.

Figura 24 - Planta de Áreas



FONTE: Autora (2017)

Aplicando a Equação 2, em cada superfície foram obtidas as áreas de contribuição, conforme Tabela 9.

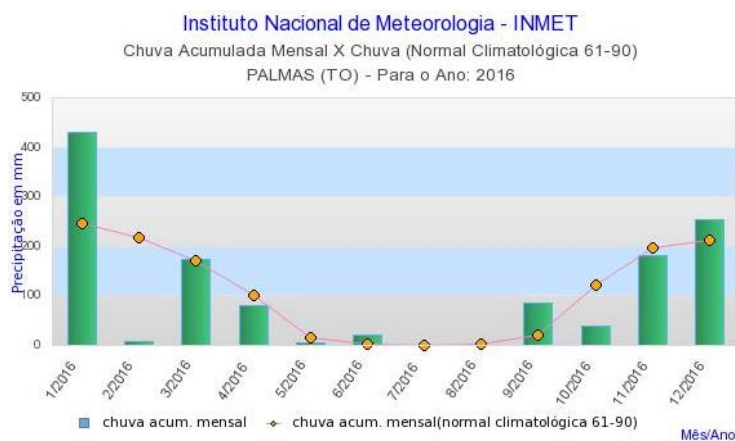
Tabela 9 - Tabela de áreas

Calha	Superfície	a (m)	b (m)	h (m)	Área (m <sup>2</sup> )
01	A1	8,47	64,78	1,27	294,91
02	A2	8,47	64,78	1,27	294,91
03	A3	6,75	6,79	0,68	48,14
	A3'	5,75	11,05	0,57	66,69
04	A4	3,75	20,10	0,56	81,00
05	A5	3,91	3,72	0,59	15,64
06	A6	7,70	37,70	1,16	312,16
07	A7	7,70	37,70	1,16	312,16
08	A8	7,70	24,55	1,16	203,27
09	A9	7,70	24,55	1,16	203,27
10	A10	6,75	5,05	0,68	35,80
	A10'	5,75	11,15	0,58	67,35
<b>Total (m<sup>2</sup>)</b>					<b>1935,30</b>

FONTE: Autora (2017)

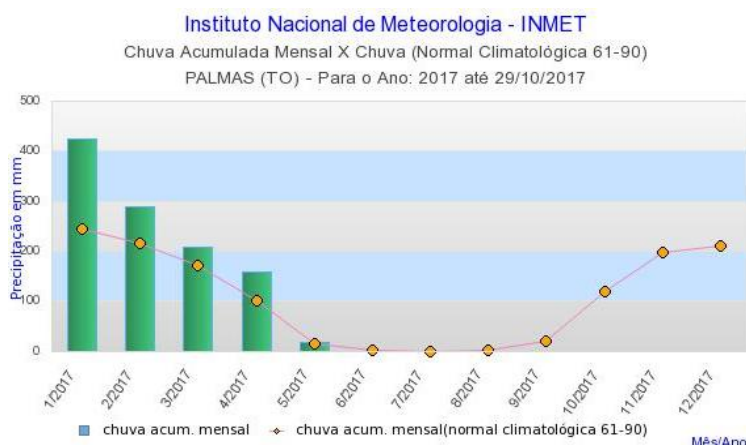
Após pesquisa no site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET obtivemos os resultados das médias pluviométricas mensais conforme demonstrado na Figura 25 - Índice pluviométrico - Ano 2016 Figura 25 do ano de 2016 e na Figura 26 do ano de 2017.

Figura 25 - Índice pluviométrico - Ano 2016



FONTE: [http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php)

Figura 26 - Índice pluviométrico - Ano 2017



FONTE: [http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php)

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 10.

Tabela 10 – Volume Total Captado

Meses	Área Contribuição (m <sup>2</sup> )	Precipitação (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
Out.	1.935,30	0,05	100,64
Nov.		0,19	367,71
Dez.		0,27	522,53
Jan.		0,41	793,47
Fev.		0,29	561,24
Mar.		0,20	387,06
Abr.		0,16	309,65
<b>Volume total (m<sup>3</sup>)</b>			<b>3042,29</b>
<b>Volume médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>			<b>434,61</b>

FONTE: Autora (2017)

O volume médio de precipitação por mês é em torno de 434,61 m<sup>3</sup>/mês, conforme demonstrado na

Tabela 10, logo fazendo a proporcionalidade de uma razão simples, obtém-se que a chuva média diária é de 14,49 m<sup>3</sup>.

Portanto é necessário a preservação da água precipitada para atender dois dias, que conforme levantamento realizado, este consumo tangencia 30m<sup>3</sup>, desta

maneira optou-se por indicar um reservatório de 30m<sup>3</sup> que neste trabalho, razões tecno-financeira, foram em duas opções: enterrado com estrutura de concreto armado, conforme Figura 27 e a outra, foi o reservatório de polietileno de acordo com a Figura 28, dispostos no nível do solo nas proximidades das edificações.

Figura 27 - Reservatório Enterrado



Fonte: Eco eficiente (2017)

Figura 28 - Cisterna Vertical



Fonte: Ecycle (2017)

#### 4.3.2 Cálculo de economia na taxa de água

De acordo com o Item 3.6.4, calculou-se as economias mensais (Tabela 11), conforme o volume captado, podendo este variar para mais ou menos, dependendo

fielmente ao volume captado. Para este cálculo, considerou que a captação ocorre em 15 dias/mês.

Tabela 11- Economia na Taxa de Água

Mês	Vlr. cobrado concess. (R\$/m <sup>3</sup> )	Vol. captado (m <sup>3</sup> )	Vlr. economia água (R\$/mês)
Out.	29,81	38	1.132,78
Nov.	32,70		1.242,60
Dez.	36,69		1.394,22
Jan.	38,70		1.470,60
Fev.	44,64		1.696,32
Mar.	40,67		1.545,46
Abril	58,63		2.227,94
<b>Total economia água:</b>			<b>10.709,92</b>

FONTE: Autora (2017)

#### 4.3.3 Cálculo de economia na taxa de esgoto

Para esta etapa, aplicou-se a Equação 4, resultando na Tabela 12, pois foi considerado o mesmo volume de captação do item anterior, porém apenas 80% deste volume será considerado, conforme está explicado no Item 3.6.5.

Tabela 12 - Economia na Taxa de Esgoto

Mês	Vlr. cobrado concess. (R\$/m <sup>3</sup> )	Vol. captado (m <sup>3</sup> )	Vlr. economia esgoto (R\$/mês)
Out.	23,85	38	906,30
Nov.	26,16		994,08
Dez.	29,35		1.115,30
Jan.	30,96		1.176,48
Fev.	35,71		1.356,98
Mar.	32,54		1.236,52
Abril	46,90		1.782,20
<b>Total economia água:</b>			<b>8.567,86</b>

FONTE: Autora (2017)



#### 4.4 Verificação do sistema de captação existente

Nessa seção a seguir, após visita in loco a todos os componentes existente e necessários para o perfeito funcionamento, sendo os principais as calhas, os condutos horizontas e verticais e suas conexões, além de outros, foram confrontadas o dimensionamento do projeto de sistema responsáveis pela captação de água pluvial com o já existente na estrutura em funcionamento, tudo sendo devidamente analisado conforme normas da ABNT já descritas.

##### 4.4.1 Análise de número e diâmetro de condutores

Para que um sistema desenvolva seu papel, de maneira íntegra, deverá estar devidamente coerente com o planejado, mediante isto, a verificação de números dos condutores verticais e diâmetros dos mesmos é fundamental para que o sistema e este estudo seja o mais próximo do real.

Portanto, foi verificado a quantidade de tubulação (condutores) verticais conforme a Equação 6 e a Tabela 13.

$$N_c = \frac{A_c}{A_t} \quad \text{Equação 6}$$

Onde as variáveis descritas na Equação 6 são:

$N_c$  = Número de condutores (unid);

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

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

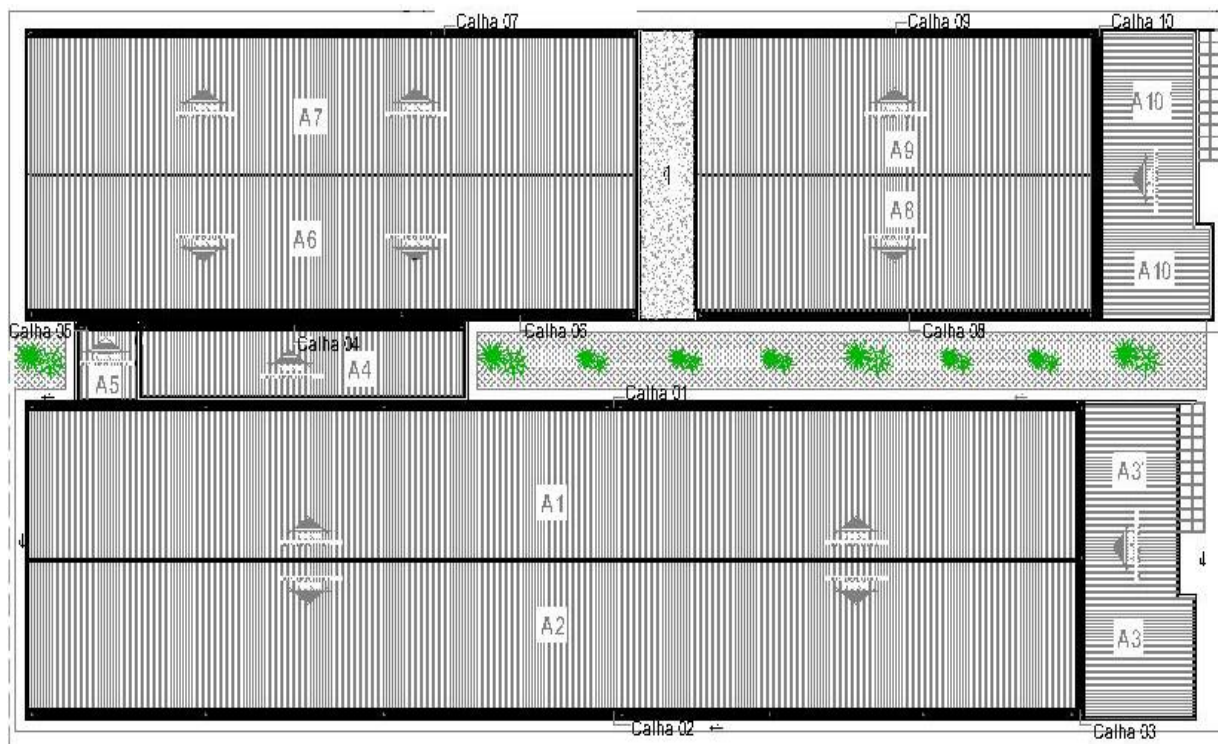
Tabela 13 -  $A_t$  por diâmetro

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

Fonte: MIPHSG

Logo, a Figura 29 demonstra o croqui das calhas.

Figura 29 - Croqui das Calhas



FONTE: Autora (2017)

A quantidade de condutores verticais por calha pode ser observada na Tabela 14 na coluna Adotado. Onde foi possível verificar a quantidade de tubulações existentes com a quantidade de tubulações calculadas.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad \text{Equação 7}$$

Onde as variáveis descritas na Equação 7 são:

Q = Vazão de projeto (L/min);

I = Intensidade pluviométrica (178,00 mm/h);

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

Sendo assim, nota-se que as tubulações presentes no local de estudo estão coerentes com a quantidade calculada, em alguns pontos excedem o mínimo calculado. Logo, o estudo adota a tubulação existente.

Tabela 14 - Quantidade de Condutores Verticais

Calha	Área (m <sup>2</sup> )	Q(L/min)	Ø 75 mm	Ø 100 mm	Ø 150 mm	Adotado
			Qty.	Qty.	Qty.	
01	294,91	874,9	8	4	2	4 x Ø100 mm
02	294,91	874,9	8	4	2	4 x Ø100 mm
03	48,14	142,82	2	1	1	2 x Ø 75 mm
	66,69	197,85	2	1	1	
04	81,00	240,3	2	1	1	2 x Ø 75 mm
05	15,64	46,4	1	1	1	1 x Ø 75 mm
06	312,16	926,07	8	4	2	4 x Ø100 mm
07	312,16	926,07	8	4	2	4 x Ø100 mm
08	203,27	603,03	5	3	1	3 x Ø100 mm
09	203,27	603,03	5	3	1	3 x Ø100 mm
10	35,80	106,21	1	1	1	2 x Ø 75 mm
	67,35	199,81	2	1	1	

FONTE: Autora (2017)

#### 4.4.2 Análise das calhas

Para verificação das calhas utilizou-se a equação de Manning-Strickler, disposta na Equação 8.

$$Q = K \cdot \left(\frac{s}{n}\right) \cdot R_n^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad \text{Equação 8}$$

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.

$$S = a \cdot b \quad \text{Equação 9}$$

Onde as variáveis descritas na Equação 9 são:

S = Área molhada (m<sup>2</sup>);

a = Altura útil da calha (m);

b = Largura da calha (m);

$$R_h = \frac{a \cdot b}{b + 2 \cdot a} \quad \text{Equação 10}$$

Onde as variáveis descritas na Equação 10 são:

R<sub>h</sub> = Raio hidráulico (m);

a = Altura útil da calha (m);

b = Largura da calha (m);

A calha foi dimensionada com altura útil de 6 cm e largura de 40cm. Os resultados podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Verificação de Sistema de Calhas

Calha	Área (m <sup>2</sup> )	Qproj (l/min)	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	R <sub>H</sub> (m)	Q (l/min)	Situação
01	294,91	874,90	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
02	294,91	874,90	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
03	48,14	142,82	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
	66,69	197,85	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
04	81,00	240,30	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
05	15,64	46,40	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
06	312,16	926,07	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
07	312,16	926,07	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
08	203,27	603,03	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
09	203,27	603,03	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
10	35,80	106,21	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!
	67,35	199,81	0,06	0,40	0,02	0,05	1191,04	Ok!

FONTE: Autora (2017)

Adotado:

$$K = 60000$$

$$n = 0,011$$

$$i = 0,005 \text{ m/m}$$

Mediante esta análise, pode-se perceber que as calhas existentes no local de estudo estão coerentes com o verificado, onde será adotado as calhas já existentes, sem quaisquer propostas de modificações e custos.

#### **4.4.3 Resultado da verificação do sistema existente**

Mediante esta análise, pode-se perceber que as calhas existentes no local de estudo estão coerentes com o verificado, onde será adotado as calhas já instaladas, sem quaisquer modificações no sistema atual. Também foi possível verificar que todos os condutos verticais e horizontais atendem perfeitamente a demanda analisada no proposto sistema.

Sendo as intervenções dar-se-ão a nível dos sistemas referidos para reservação.

#### **4.5 Dimensionamento de reservatório**

Geralmente, durante os processos de dimensionamento de reservatório para água de chuva, procura-se construir grandes reservatórios buscando com isso regularizar a vazão, ou seja, acumular água durante o período chuvoso, para ser utilizada durante a estiagem. Essa lógica aplica-se muito bem a regiões que não dispõem de outras fontes. Porém, no dimensionamento de sistemas para área urbana que, frequentemente, possui sistemas públicos de abastecimento de água e inexistência de áreas livres para instalação de grandes volumes de reserva, deve-se adotar uma outra lógica. Nestas regiões a utilização de água pluvial deve funcionar como uma fonte complementar, que será utilizada durante o período de chuvas, permitindo, porém, que este sistema seja abastecido pela rede pública durante as estiagens.

Apesar da existência de diversos reservatórios, foi proposto para este estudo o reservatório enterrado com estruturas de concreto armado no qual ficaria na parte inferior da edificação, sendo com um total volumétrico de 30 m<sup>3</sup>

#### **4.5.1 Reservatório de concreto**

O reservatório será construído em concreto armado conforme NBR 6118:2014, com dimensão de 3,5 metros de largura por 3,5 metros comprimento com altura útil de 2,5 metros, permitindo a capacidade de 30.000 litros de água de reservação.

#### **4.5.2 Viabilidade / Orçamento**

Afim 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 planilhas em Anexo I, Anexo II e Anexo III, foi o no valor de R\$ 61.615,06

Portanto o custo de implantação quando comparado com o fator de redução do valor pago a concessionaria de água, é satisfatório, pois de forma simples prevê-se que o retorno do montante aplicado seja garantido em lapso temporal de 5 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.

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 Conclusão geral

O estudo apresentado analisou a potencialidade de aproveitamento de água pluvial, de modo igual, a potencialidade de economia da água doce potável. Foi identificado como resultado uma notável precipitação de chuva na região de Palmas, no qual proporciona o favorecimento a exploração desse sistema nas mais diversas edificações, utilizando da água pluvial para fins não potáveis, neste estudo, sendo para o propósito de limpezas interna, externas e manutenção de jardins, no Centro Oncológico de Palmas – COP, onde pode-se evidenciar a viabilidade da sustentabilidade hídrica e econômica.

Notou-se que esta possibilidade que está sendo bem sondada nos dias atuais de utilização da água da chuva, surge como uma opção de desenvolvimento sustentável de múltiplas vantagens, permitindo não só a redução do consumo de água potável (com conseqüente benefício para os sistemas de abastecimento público, já sobrecarregados face ao crescimento acelerado da população), mas também a redução do caudal de cheia e do risco de inundações e a preservação dos lençóis freáticos, além de outras vantagens econômicas do ponto de vista dos consumidores, peculiares ao aproveitamento da água da chuva, como na redução das faturas mensais de consumo de água e esgoto.

No que se refere ao potencial de aproveitamento de águas pluviais, quanto aos índices pluviométricos e as elevadas dimensões de áreas de contribuição que foi levantada no Centro Oncológico de Palmas - COP, constatou com real capacidade e propício para usufruir da água da chuva como possibilidade alternativa de substituição de água potável para a utilização nas atividades no qual não há necessidades de águas tão nobres tais como as de limpezas internas e externas da edificação assim como na manutenção da jardinagem conforme foi o objetivo desta trabalho.

A determinação do consumo de água potável no COP não foi possível delimitar precisamente devidos a quantidade de reservatórios já em funcionamento na edificação que equivale a 100 mil litros sendo 75 mil para a operação total da edificação e 25 mil litros para reserva técnica. Porém os valores estimados tanto no monitoramento semanal do hidrômetro como nas entrevistas aos funcionários

corresponderam valores bem aproximados o que acarretou uma estimativa ponderada.

Procurou-se apresentar critérios e metodologias de forma pormenorizada de todos os componentes da implantação do sistema, desde o telhado que procede inicialmente a captação da água da chuva, seus condutores verticais e horizontais assim como o reservatório para armazenamento dessa água, seus custos, retornos de investimentos além das manutenções necessários para o perfeito funcionamento futuro.

E, por fim, a viabilidade econômico-financeira é a que causa o maior impacto na decisão de implantar ou não o projeto. Buscou-se diminuir ao máximo os custos com os componentes. Logo, alguns componentes que já existiam no sistema atual e que estão em conformidade com os critérios exigidos por norma, como as calhas, foram utilizados.

Com os estudos apresentados foi possível notar que a economia apresentou porcentagens superiores a 100% no sistema atual, possibilitando uma excelente alternativa sustentável na região para os recursos hídricos.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestões para outros trabalhos, tem-se:

- 1) Estudo da utilização do sistema de aproveitamento da água de chuva para utilização em banheiros;
- 2) Estudo sistema de bombeamento para reservatórios superiores e projeto de redistribuição para os pontos de água fria necessário.
- 3) Estudo detalhado de viabilidade financeira do aproveitamento de água pluvial para toda a edificação do COP, utilizando em pontos que não exista a necessidade de águas potável.



## 6 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626 - Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, Nbr 5626, 1998.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118 - Projeto de Estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro: Nbr 6118, 2014.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6120 - Cargas para o Cálculo de estruturas de edificações.** Rio de Janeiro: Nbr 6120, 1980.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10067 - Princípios gerais de representação em desenho técnico - Procedimento.** Rio de Janeiro, Nbr 10067:1995.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, Nbr 10844:1988.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527 - Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas Para Fins Não Potáveis.** Rio de Janeiro, Nbr 15527, 2007.

AGRA, Sidnei Gusmão. **Estudo Experimental de microreservatórios para controle do escoamento superficial.** 2001. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

AMBIENTE, Ministério do Meio. **Protocolo de Kyoto.** 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-kioto>>. Acesso em: 28 fev. 2017.

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. 256 p. Disponível em: <[http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20100121000000\\_201001210000\\_20100121000000\\_201001](http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20100121000000_201001210000_20100121000000_201001)>. Acesso em: 04 mar. 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). (Org.). **Planos de Recursos.** 2017. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/planoderecursos/Tocantins-Araguaia.aspx>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

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. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/estudos/Geo-Brasil-Recursos-Hidricos-Resumo-Executivo.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2017.

ANDRADE, Liza Maria Souza de; ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Desenho de assentamentos urbanos sustentáveis:** proposta metodológica. 2004. 16 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

BALDESSAR, Sílvia Maria Nogueira. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BORSOI, Zilda; TORRES, Solange. A Política de Recursos Hídricos no Brasil. **Revista do Bndes**, Revista, v. 1, n. 8, p.01-15, dez. 1997.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de Chuvas: Engenharia das águas pluviais nas cidades**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BRASIL. **Ministério da Integração Nacional**. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

BRESSAN, D. L.; MARTINI, M. **Avaliação do potencial de economia de água tratada no setor residencial da região sudeste através do aproveitamento de água pluvial**. 2005. 117 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

BRITO, Luiza Teixeira de Lima; SILVA, Aderaldo de Souza; PORTO, Everaldo Rocha. **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**: Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36533/1/OPB1514.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

BRUNDTLAND, Gro Harlem (Ed.). **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CABRERA, Luiz Carlos (Org.). **Afinal, o que é sustentabilidade?** 2009. Disponível em: <[http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo\\_474382.shtml](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_474382.shtml)>. Acesso em: 05 mar. 2017.

**CASA EFICIENTE: sistema de aproveitamento de águas pluviais**. Região Sul; Sc, Rs e Pr: Eletrosul, v. 1, n. 1, 2012. Mensal. Disponível em: <<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=51>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

CHIA-YAU, Professor Doutor Cheng (Org.). **Disponibilidade de água doce no planeta**. 2009. Disponível em: <[http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd\\_2009\\_10/relatorios/R209.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2009_10/relatorios/R209.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2017.

COHIM, Eduardo et al. Consumo de água em residências de baixa renda - estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA, 25. 2008, Salvador. **Artigo**. Salvador: Abes – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2008. p. 1 - 9.

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

COUTO, Vanessa Bacca. **Projeto de aproveitamento da água da chuva para o ginásio de esportes da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC)**. 2012. 205 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil – Dec, Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc, Joinville – Sc, 2012.

DECICINO, Ronaldo. **Protocolo de Kyoto: Países se comprometeram a reduzir emissão de gases**. 2007. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/protocolo-de-kyoto-paises-se-comprometeram-a-reduz>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

FAPEAM. FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA AMAZONAS. **Desperdício de água é tema de pesquisa do PCE**. 2010. Disponível em: <<http://www.fapeam.am.gov.br/desperdicio-de-agua-e-tema-de-pesquisa-do-pce/>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

FITTS, Charles R. **Águas Subterrâneas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 569 p. Tradução Daniel Vieira.

GHISI, Enedir. **Aproveitamento e uso racional de água e tratamento de efluentes: especialização em arquitetura sustentável e bioclimática**. Rio de Janeiro: Nota de Aula, 2006.

GNADLINGER, João. Colheita de água da chuva em áreas rurais. In: FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, 2, 2000, Juazeiro. **Anais**. Haia - Holanda: Ircsa, 2000. v. 1, p. 1 - 4. Disponível em: <<http://www.irpaa.org/colheita/indexb.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

GODOY, Amália Maria Goldberg. **Economia e Meio Ambiente**. 2011. Disponível em: <<http://amaliagodoy.blogspot.com.br/2008/08/relatori-brundtland.html>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

GOOGLE. Google Maps (Org.). **Google Maps**. Disponível em: <[https://www.google.com.br/maps/place/Centro+Oncológico+de+Palmas/@-10.2153396,-48.3358043,153m/data=!3m1!1e3!4m8!1m2!2m1!1s501+sul+!3m4!1s0x0:0x485125690a3f4bd!8m2!3d-10.2152787!4d-48.3352867!6m1!1e1?rapsrc=lu\\_categorical\\_full\\_list&hl=pt-BR](https://www.google.com.br/maps/place/Centro+Oncológico+de+Palmas/@-10.2153396,-48.3358043,153m/data=!3m1!1e3!4m8!1m2!2m1!1s501+sul+!3m4!1s0x0:0x485125690a3f4bd!8m2!3d-10.2152787!4d-48.3352867!6m1!1e1?rapsrc=lu_categorical_full_list&hl=pt-BR)>. Acesso em: 01 abr. 2017.

GUIMARÃES, Roberto Pereira; FEICHAS, Susana Arcangela Quacchia. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. n. 2, p.307-323, jul. 2009. Semestral.

HERRMANN, Thilo; SCHMIDA, Uwe. Rainwater Utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. **Urban Water**, Germany, v. 1, n. p.307-316, 12 Nov. 1999.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (Org.) **Estados @**. 2016. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla="](http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla=)>. Acesso em: 02 fev. 2017.

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>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

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.

MARENGO, 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.

MARIA QUITERIA CASTRO DE OLIVEIRA. **Impacto de mudanças no uso do solo nas características hidrossedimentológicas da bacia hidrográfica do rio Joanes e sua repercussão na zona costeira**. 1999. Disponível em: <[http://www.geocities.ws/hidrologia2000/MQC\\_6.htm](http://www.geocities.ws/hidrologia2000/MQC_6.htm)>. Acesso em: 16 mar. 2017.

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.

MENEZES, André Vaz. **Estudo do impacto da inclusão de sistemas de conservação de água na qualidade do investimento para edifícios residenciais na cidade de São Paulo**. 2006. 1 v. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Educação Continuada em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MMA, Ministério do Meio Ambiente -. **Agenda 21 Brasileira**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-brasileira>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). **Água: Um recurso cada vez mais ameaçado**. 2003. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur\\_publicacao/140\\_publicacao09062009025910.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). **Ciclo Hidrológico**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

MONTIBELLER, Andreza; SCHIMIDT, Richard Williann. **Análise do potencial de economia de água tratada através da utilização de água pluvial em Santa Catarina**. 2004. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - Ufsc, Florianópolis, 2004.

OLIVEIRA; GIRON; SCHIMIDT. **Cisterna para captação e armazenamento da água da chuva**. 2009. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/578661/4/CUsersPiazzonDocumentsCartilhaDia.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2017.

PETERS, M R. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) -

Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Água doces no Brasil - capital ecológica, uso e conservação**. 4. ed. São Paulo: Escrituras, 2015. 748 p.

RESENDE, R.; PIZZO, H. S. Estimativa de suficiência de água de chuva para fins não nobres em residência unifamiliar na cidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. 007, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: Abes, 2007. p. 1 - 24.

SEEGER, Lília Mayumi Kaneda. **Eficiência dos sistemas de aproveitamento das águas pluviais na região central do rio grande do sul**. 2014. 212 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Cap. 111.

SEEGER, Lília Mayumi Kaneda; SARI, Vanessa; PAIVA, Eloiza Maria Cauduro Dias de. Análise comparativa do aproveitamento da água da chuva na lavagem de veículos em duas cidades da Região Sul e Centro-Oeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17. 2007, São Paulo. **Artigo**. São Paulo: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007. v. 1, p. 1 - 13.

SEIXAS, Bráulio Luiz Sampaio. **Água: usos, características e potencialidades**. Cruz Das Almas, Ba: Nova Civilização, 2004. 367 p.

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. p. 1 - 7. Disponível em: <[http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/4simp\\_jack\\_gerenciamentodaaguadechuva.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/4simp_jack_gerenciamentodaaguadechuva.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2017.

SONDA. SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS. **Instituto de pesquisas espaciais**. 2017. Disponível em: <<http://sonda.ccst.inpe.br>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

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/>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

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

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; C.NETTO, O. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. 156 p.

TUCCI, Carlo S E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p.5-27, jan. 2002. Bimestral. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/>>

Sumarios/6137a1ef8fc1c04f81a9a6b46a3093dd\_c80b83451c8ed0911a8>. Acesso em: 05 mar. 2017.

UBIRATAN LEAL. **Ciclo da água na edificação**. 2000. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/48/artigo285178-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

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

VASCONCELOS, Leonardo Ferreira de. **Captação de água de chuva para uso domiciliar**: estudo de caso. 2007. 20 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2007.

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.

WERNECK, Guilherme Augusto Miguel. **Sistemas de utilização da água da chuva na edificações**: O estudo de caso da aplicação em Escola de Barra do Piraí. 2006. 316 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Departamento de Programa de Pós-graduação em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

**ANEXO**

ANEXO I - Memória de Cálculo .....	80
ANEXO II - Planilha Orçamentária .....	83
ANEXO III - Cronograma Físico – Financeiro .....	86





01.04.001	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 10 VEZES.	12,25	m <sup>2</sup>																				
<table> <tr> <td><b>Local</b></td> <td><b>Quantidade</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reservatório</td> <td>12,25</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><u>12,25</u></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>12,25</td> <td>m<sup>2</sup></td> <td></td> </tr> </table>				<b>Local</b>	<b>Quantidade</b>			Reservatório	12,25				<u>12,25</u>				12,25	m <sup>2</sup>					
<b>Local</b>	<b>Quantidade</b>																						
Reservatório	12,25																						
	<u>12,25</u>																						
	12,25	m <sup>2</sup>																					
02.00.000	<b>INFRA ESTRUTURA</b>																						
02.01.000	<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>																						
02.01.001	ESCAVACAO MECANICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01 ATE 4,00 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZACAO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA	39,81	m <sup>3</sup>																				
<table> <tr> <td><b>C (m)</b></td> <td><b>L(m)</b></td> <td><b>H(m)</b></td> <td><b>Vol (m<sup>3</sup>)</b></td> <td><b>Emp. (%)</b></td> <td><b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b></td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>3,5</td> <td>2,5</td> <td>30,625</td> <td>1,3</td> <td>39,813 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>				<b>C (m)</b>	<b>L(m)</b>	<b>H(m)</b>	<b>Vol (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Emp. (%)</b>	<b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b>	3,5	3,5	2,5	30,625	1,3	39,813 m <sup>3</sup>								
<b>C (m)</b>	<b>L(m)</b>	<b>H(m)</b>	<b>Vol (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Emp. (%)</b>	<b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b>																		
3,5	3,5	2,5	30,625	1,3	39,813 m <sup>3</sup>																		
02.01.002	REATERRO INTERNO (EDIFICACOES) COMPACTADO MANUALMENTE	2,21	m <sup>3</sup>																				
<table> <tr> <td><b>A(m)</b></td> <td><b>H(m)</b></td> <td><b>Emp. (%)</b></td> <td><b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b></td> </tr> <tr> <td>12,25</td> <td>0,15</td> <td>1,2</td> <td>2,205 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>				<b>A(m)</b>	<b>H(m)</b>	<b>Emp. (%)</b>	<b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b>	12,25	0,15	1,2	2,205 m <sup>3</sup>												
<b>A(m)</b>	<b>H(m)</b>	<b>Emp. (%)</b>	<b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b>																				
12,25	0,15	1,2	2,205 m <sup>3</sup>																				
02.02.000	<b>ESTRUTURAS</b>																						
02.02.001	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	1,23	m <sup>3</sup>																				
<table> <tr> <td><b>C (m)</b></td> <td><b>L(m)</b></td> <td><b>H(m)</b></td> <td><b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b></td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>3,5</td> <td>0,1</td> <td>1,23 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>				<b>C (m)</b>	<b>L(m)</b>	<b>H(m)</b>	<b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b>	3,5	3,5	0,1	1,23 m <sup>3</sup>												
<b>C (m)</b>	<b>L(m)</b>	<b>H(m)</b>	<b>Vi. Total (m<sup>3</sup>)</b>																				
3,5	3,5	0,1	1,23 m <sup>3</sup>																				
02.02.002	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA	94,50	m <sup>2</sup>																				
<table> <tr> <td><b>C (m)</b></td> <td><b>L(m)</b></td> <td><b>qtde</b></td> <td><b>Vi. Total</b></td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>2,5</td> <td>4,00</td> <td>35,00 interna</td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>2,5</td> <td>4,00</td> <td>35,00 externa</td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>3,5</td> <td>2,00</td> <td><u>24,50</u> tampa</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>95,50</td> </tr> </table>				<b>C (m)</b>	<b>L(m)</b>	<b>qtde</b>	<b>Vi. Total</b>	3,5	2,5	4,00	35,00 interna	3,5	2,5	4,00	35,00 externa	3,5	3,5	2,00	<u>24,50</u> tampa				95,50
<b>C (m)</b>	<b>L(m)</b>	<b>qtde</b>	<b>Vi. Total</b>																				
3,5	2,5	4,00	35,00 interna																				
3,5	2,5	4,00	35,00 externa																				
3,5	3,5	2,00	<u>24,50</u> tampa																				
			95,50																				
02.02.003	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARÉS, LAJES E FUNDAÇÕES PROFUNDAS (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	42,00	kg																				
42 Kg - vide projeto																							
02.02.004	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARÉS, LAJES E FUNDAÇÕES PROFUNDAS (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	277,00	kg																				
277 Kg - vide projeto																							

02.02.005	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES PROFUNDAS (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	923,00	kg																				
923 Kg - vide projeto																							
02.02.006	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES PROFUNDAS (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	174,00	kg																				
174 Kg - vide projeto																							
02.02.007	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	12,23	m³																				
12,23 m³ - vide concretagem																							
02.02.008	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015	12,23	m³																				
12,23 m³ - vide concretagem																							
02.02.009	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM MANTA ASFALTICA (COM POLIMEROS TIPO APP), E=3 MM	106,75	kg																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">C (m)</th> <th style="text-align: left;">L(m)</th> <th style="text-align: left;">qtde</th> <th style="text-align: right;">VI. Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,5</td> <td>2,5</td> <td>4,00</td> <td style="text-align: right;">35,00 interna</td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>2,5</td> <td>4,00</td> <td style="text-align: right;">35,00 externa</td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>3,5</td> <td>3,00</td> <td style="text-align: right;">36,75 tampa</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">106,75</td> </tr> </tbody> </table>				C (m)	L(m)	qtde	VI. Total	3,5	2,5	4,00	35,00 interna	3,5	2,5	4,00	35,00 externa	3,5	3,5	3,00	36,75 tampa				106,75
C (m)	L(m)	qtde	VI. Total																				
3,5	2,5	4,00	35,00 interna																				
3,5	2,5	4,00	35,00 externa																				
3,5	3,5	3,00	36,75 tampa																				
			106,75																				
03.00.000	<b>ESTRUTURAS METALICAS</b>																						
03.01.000	<b>CHUMBADORES</b>																						
03.01.001	SISTEMA DE BOMBEAMENTO	11,40	m																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">C (m)</th> <th style="text-align: left;">Qtde</th> <th style="text-align: left;">CT(m)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,9</td> <td>X 6</td> <td>11,40 m</td> <td>- instalação de cantoneira 3" x 3/8</td> </tr> </tbody> </table>				C (m)	Qtde	CT(m)		1,9	X 6	11,40 m	- instalação de cantoneira 3" x 3/8												
C (m)	Qtde	CT(m)																					
1,9	X 6	11,40 m	- instalação de cantoneira 3" x 3/8																				
04.00.000	<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>																						
04.01.000	<b>LIMPEZA</b>																						
04.01.001	LIMPEZA FINAL DA OBRA	112,25	m²																				
12,25 m³ - Quantitativo levantado no item locação da obra																							

## ANEXO II

## PLANILHA ORÇAMENTARIA

<b>OBRA:</b>	RESERVATÓRIO ENTERRADO PARA PLUVIAL	<b>PRAZO EXECUÇÃO: 6 MESES</b> SINAPI - JUL/2017, SEM DESENORAÇÃO BDI = 25,00% (A DEFINIR)
<b>LOCAL:</b>	ACSU SO 50 (501 S) RUA NS-A CONJUNTO 02 LOTE 10, PALMAS TO	
<b>PROPRIETÁRIO:</b>	COP - CENTRO ONCOLOGICO DE PALMAS LTDA	
<b>ÁREA TERRENO:</b>	A definir.	
<b>ÁREA CONSTRUIDA:</b>		

ITEM	COD. SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID.	QTDE.	PREÇO UNITARIO	PREÇO TOTAL S/ BDI
<b>01.00.000</b>		<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
<b>01.01.000</b>		<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>				
01.01.001	73847/1	ALUGUEL CONTAINER/ESCRIT INCL INST ELET LARG=2,20 COMP=6,20M ALT=2,50M CHAPA ACO C/NERV TRAPEZ FORRO C/ISOL TERMO/ACUSTICO CHASSIS REFORC PISO COMPENS NAVAL EXC TRANSP/CARGA/DESCARGA	mês	1,00	402,34	402,34
01.01.002	74209/1	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO	m²	3,75	306,01	1.147,53
01.01.003	93212	EXECUÇÃO DE SANITÁRIO E VESTIÁRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO. AF_02/2016	m²	2,25	564,62	1.270,39
		<b>SUB TOTAL:</b>				<b>2.820,26</b>
<b>01.02.000</b>		<b>LIGAÇÕES PROVISÓRIAS</b>				
01.02.001	41598	GRUPO GERADOR 12KVA À GASOLINA (INCLUSO COMBUSTIVEL)	mês	1,00	1.879,60	1.879,60
		<b>SUB TOTAL:</b>				<b>1.879,60</b>
<b>01.03.000</b>		<b>TERRAPLANAGEM</b>				
01.03.001	73948/16	LIMPEZA MANUAL DO TERRENO (C/ RASPAGEM SUPERFICIAL)	m²	12,25	3,25	39,81
		<b>SUB TOTAL:</b>				<b>39,81</b>
<b>01.04.000</b>		<b>LOCAÇÃO DE OBRAS</b>				

01.04.001	74077/2	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 10 VEZES.	m²	12,25	3,85	47,16
		<b>SUB TOTAL:</b>				<b>47,16</b>
<b>02.00.000</b>		<b>INFRA ESTRUTURA</b>				<b>R\$ 30.380,22</b>
<b>02.01.000</b>		<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>				
02.01.001	72917	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL 2a. CATEGORIA DE 2,01 ATE 4,00 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZAÇÃO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA	m³	39,81	10,21	406,49
02.01.002	55835	REATERRO INTERNO (EDIFICAÇÕES) COMPACTADO MANUALMENTE	m³	2,21	45,50	100,33
		<b>SUB TOTAL:</b>				<b>506,81</b>
<b>02.02.000</b>		<b>ESTRUTURAS</b>				
02.02.001	94962	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	1,23	255,27	312,71
02.02.002	96536	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	m²	94,50	43,86	4.144,77
02.02.003	92915	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES PROFUNDAS (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	Kg	42,00	12,29	516,18
02.02.004	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES PROFUNDAS (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	Kg	277,00	10,76	2.980,52
02.02.005	92919	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES PROFUNDAS (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	Kg	923,00	8,73	8.057,79

02.02.006	92921	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES PROFUNDAS (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	Kg	174,00	7,26	1.263,24
02.02.007	94966	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	12,23	335,45	4.102,55
02.02.008	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015	m³	12,23	141,18	1.726,63
02.02.009	83737	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM MANTA ASFALTICA (COM POLIMEROS TIPO APP), E=3 MM	m²	106,75	63,41	6.769,02
		<b>SUB TOTAL:</b>				<b>29.873,41</b>
<b>03.00.000</b>		<b>ESTRUTURAS METALICAS</b>				<b>R\$ 14.100,00</b>
<b>03.01.000</b>		<b>CHUMBADORES</b>				-
03.01.001		SISTEMA DE BOMBEAMENTO	vb	1,00	14.100,00	14.100,00
03.02.002		MANUTENÇÃO SISTEMA PLUVIAL EXISTENTE	vb	1,00	3.200,00	3.200,00
		<b>SUB TOTAL:</b>				<b>14.100,00</b>
<b>04.00.000</b>		<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>				<b>R\$ 24,99</b>
<b>04.01.000</b>		<b>LIMPEZA</b>				
04.01.001	9537	LIMPEZA FINAL DA OBRA	m²	12,25	2,04	24,99
		<b>SUB TOTAL:</b>				<b>24,99</b>
<b>SUB TOTAL GERAL:</b>						<b>R\$ 44.020,57</b>
<b>BDI (20% - A DEFINIR):</b>						<b>R\$ 11.005,14</b>
<b>TOTAL GERAL:</b>						<b>R\$ 55.025,71</b>

## ANEXO III

## CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

<b>OBRA:</b>	RESERVATÓRIO ENTERRADO PARA PLUVIAL				
<b>LOCAL:</b>	ACSU SO 50 (501 S) RUA NS-A CONJUNTO 02 LOTE 10, PALMAS TO		BDI = 25,00% (A DEFINIR)		
<b>PROPRIETÁRIO:</b>	COP - CENTRO ONCOLOGICO DE PALMAS LTDA				
ITEM	ETAPAS / DESCRIÇÃO	FÍSICO/ FINANCEIRO (C/ BDI)	TOTAL ETAPAS	1 MÊS	2 MÊS
01.00.000	SERVIÇOS PRELIMINARES	9,71%	100,00%	75,00%	25,00%
		5.983,54	5983,54	4.487,66	1.495,89
02.00.000	INFRA ESTRUTURA	61,63%	75,00%	50,00%	25,00%
		37.975,28	28.481,46	18.987,64	9.493,82
03.00.000	ESTRUTURAS METALICAS	28,61%	100,00%	20,00%	80,00%
		17.625,00	17.625,00	3.525,00	14.100,00
04.00.000	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	0,05%	100,00%		100,00%
		31,24	31,24		31,24
<b>TOTAL:</b>		<b>100,00%</b>	<b>84,59%</b>	<b>43,82%</b>	<b>40,77%</b>
		<b>61.615,06</b>	<b>52.121,24</b>	<b>27.000,30</b>	<b>25.120,04</b>