



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

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

Leandro Almeida e Silva

REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL PARA USO DE DESCARGA EM  
BACIAS SANITÁRIAS NA EDIFICAÇÃO DO COP – CENTRO ONCOLÓGICO DE  
PALMAS NA CIDADE DE PALMAS.

Palmas – TO

2018

Leandro Almeida e Silva

REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL PARA USO DE DESCARGA EM  
BACIAS SANITÁRIAS NA EDIFICAÇÃO DO COP – CENTRO ONCOLÓGICO DE  
PALMAS NA CIDADE DE PALMAS.

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

Orientador: Prof. Dra. Michele  
Ribeiro Ramos.

Co-orientador: Carlos Spartacus da  
Silva Oliveira

Palmas – TO

2018

Leandro Almeida e Silva

REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL PARA USO DE  
DESCARGA EM BACIAS SANITÁRIAS NA EDIFICAÇÃO DO COP – CENTRO  
ONCOLÓGICO DE PALMAS NA CIDADE DE PALMAS.

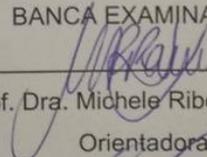
Trabalho de Conclusão de  
Curso (TCC) II elaborado e  
apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de bacharel  
em Engenharia Civil pelo Centro  
Universitário Luterano de Palmas  
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dra. Michele  
Ribeiro Ramos.

Co-orientador: Carlos  
Spartacus da Silva Oliveira

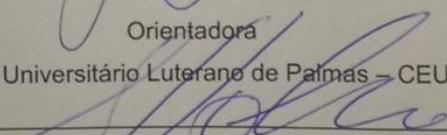
Aprovado em: 11 / 06 / 18

BANCA EXAMINADORA

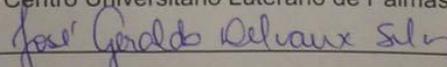
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Michele Ribeiro Ramos.

Orientadora

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

  
\_\_\_\_\_  
Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

## RESUMO

ALMEIDA, Leandro Silva. **Reaproveitamento de água não potável para uso de descarga em bacias sanitárias na edificação do COP- centro oncológico de Palmas**. 2018. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO,2018.

A escassez de água vem sendo uma problemática cada vez mais estudada, visto que na atualidade entende-se que a água é um recurso natural esgotável, busca-se novas maneiras sustentáveis de utilização. 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 no uso de bacias sanitárias. Para isso foram redimensionados os sistemas de captação de água da chuva, verificado o volume e o consumo de água nas bacias sanitárias e por fim analisado a economia de água do sistema com e sem fornecimento da concessionária. Para análise dos dados foi realizado entrevista com funcionários da edificação que forneceram a quantidade de funcionários e pacientes que possivelmente frequentam o COP. Foi considerado uma média de usuário e vezes que cada usuário poderia utilizar as bacias. Além desses dados foi estimado o índice pluviométrico no período de Setembro de 2017 a Abril de 2018, para cálculo de volume de captação de água da chuva pela superfície de cobertura. A edificação do COP conta com um reservatório de 75 m<sup>3</sup>, sendo esse capaz de suportar as necessidades diárias para utilização nas descargas, entretanto não seria suficiente para armazenar a demanda mensal de água pluvial para as descargas. Em relação a viabilidade econômica observa-se que a água potável utilizada nas descargas sanitárias é responsável pela maior parte das despesas nas contas fornecidas pela concessionária de água. Sendo assim, com a utilização do sistema de captação de água pluvial para substituição nas bacias sanitárias apresentaria uma redução de 86,82% no consumo de água potável ou de aproximadamente R\$ 20.000,00 considerando a taxa de água potável e esgoto cobrado pela concessionária. Os dados obtidos nessa pesquisa foram relacionados aos dados obtidos na pesquisa de Moraes, 2017, onde analisou a o aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis também na edificação do Centro Oncológico de Palmas, como limpeza da edificação e manutenção do jardim, essa junção trouxe uma notável economia de até R\$ 39. 000,00. Entretanto, para que o COP, possa utilizar o sistema de captação para obter essa economia é necessário

aumentar a capacidade do reservatório ou adquirir novos. Por fim, pode-se afirmar que o sistema de captação de água da chuva é um sistema viável e de extrema relevância para o aproveitamento sustentável de água.

Palavras-chave: Água. Chuva. Reuso.

## ABSTRACT

ALMEIDA, Leandro Silva. **Reaproveitamento de água não potável para uso de descarga em bacias sanitárias na edificação do COP- centro oncológico de Palmas**. 2018. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO,2018.

The scarcity of water has been an increasingly studied problem, since nowadays it is understood that water is an exhaustible natural resource, it seeks new sustainable ways of use. The present work demonstrates a study of rainwater harvesting and utilization in the construction of the Palmas Oncology Center - COP, for the purpose of replacing drinking water used in the use of sanitary basins. In order to do so, the rainwater harvesting systems were re-dimensioned, the volume and the consumption of water in the sanitary basins were verified, and finally the water saving of the system with and without the utility's supply was analyzed. To analyze the data, an interview was conducted with building officials who provided the number of employees and patients who may attend the COP. It was considered an average user and times that each user could use the basins. In addition to these data, the rainfall index was estimated from September 2017 to April 2018, in order to calculate the volume of rainwater abstraction by the coverage surface. The construction of the COP has a reservoir of 75 m<sup>3</sup>, which is able to support the daily needs for use in the discharges, however it would not be enough to store the monthly rainwater demand for the discharges. Regarding economic viability, it is observed that the drinking water used in sanitary discharges accounts for most of the expenses in the accounts provided by the water concessionaire. Therefore, with the use of the rainwater harvesting system for replacement in the sanitary basins would present a reduction of 86.82% in the consumption of drinking water or approximately R \$ 20,000.00 considering the rate of drinking water and sewage charged by the concessionaire. The data obtained in this research were related to the data obtained in the Morais survey, 2017, where it analyzed the use of rainwater for non-potable purposes also in the construction of the Oncology Center of Palmas, as cleaning of the edification and maintenance of the garden, a remarkable savings of up to R\$ 39,000.00. However, in order for the COP to be able to use the capture system to obtain this savings, it is necessary to increase the capacity of the reservoir or to acquire new ones. Finally, it can be stated that the

rainwater harvesting system is a feasible and extremely relevant system for the sustainable use of water.

Keywords: Water. Rain. Reuse.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do Ciclo Hidrológico.....	6
Figura 2 - Mapa de precipitação anual do estado do Tocantins.....	11
Figura 3 - Modelo de Cisternas .....	14
Figura 4 - Sistema de captação de água da chuva .....	15
Figura 5 - Localização por satélite da cidade de Palmas .....	19
Figura 6 - Centro Oncológico de Palmas .....	20
Figura 7 - Área de captação (telhado) do Centro Oncológico de Palmas .....	21
Figura 8 - Calhas da superfície de captação (telhado).....	23
Figura 10 - Identificação do Sistema de Captação Pluvial- Tubulação Vertical.....	27
Figura 11 - Identificação do Sistema de Captação Pluvial - Caixa de passagem coletora pluvial .....	27
Figura 12 - Volume médio de água gasto nas descargas sanitárias da edificação ...	29
Figura 13 - Planta das Áreas.....	30
Figura 15 - Índice pluviométrico em Palmas - TO- Ano 2018.....	31
Figura 16 - Precipitação média mensal e diária .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume de água utilizado por descarga nas bacias sanitárias em m <sup>3</sup> .....	28
Tabela 3 - Volume total captado.....	31
Tabela 4 - Economia média na taxa de água.....	32
Tabela 5 - Economia média na taxa de Esgoto.....	33
Tabela 6 - Comparativo na taxa de água e esgoto.....	33

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

COP	Centro Oncológico de Palmas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
L	Litros

## LISTA DE SÍMBOLOS

Cm	Centímetro
Hab/km	Habitantes por quilômetro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
Mm	Milímetro
%	Porcentagem
Km <sup>2</sup>	Quilometro quadrado

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo Geral	3
1.1.2	Objetivos Específicos	3
1.2	Justificativa	3
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>4</b>
2.1	Importância da água	4
2.2	Ciclo Hidrológico	6
2.3	Escassez da água	8
2.4	Uso Racional da Água	9
2.5	Índices Pluviométrico de Palmas – TO	10
2.6	Bacias Sanitárias	12
2.7	Aproveitamentos de Água Pluvial no Brasil	13
2.8	Sistema de aproveitamento de água da chuva	15
2.9	Reservatório de Água Pluvial	16
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>18</b>
3.1	Considerações iniciais	18
3.2	Área de estudo	18
3.3	Objeto do estudo	19
3.4	Levantamento de dados	20
3.5	Área de captação de água pluvial (cobertura)	21
3.6	Análise do índice pluviométrico	21
3.7	Dados de consumo de água	22
3.8	Finalidade da água não potável	22

3.9	Análise dimensionamento do sistema de captação de água.....	22
3.10	Sistema de calhas.....	23
3.11	Cálculo do volume de água captado pelos usuários nas descargas de bacias sanitárias do COP. ....	23
3.12	Cálculo do volume Captado .....	24
3.13	Cálculo da economia de água (m <sup>3</sup> ) .....	24
3.14	Cálculo de economia na taxa de esgoto .....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCURSÕES .....</b>	<b>26</b>
4.1	Análise do objeto de estudo .....	26
4.2	Levantamentos de dados .....	27
4.3	Consumo de água por descargas nas bacias sanitárias .....	28
4.4	Contas de consumo de água da edificação .....	28
4.5	Volume de água captado do telhado da edificação.....	30
4.6	Cálculo de economia na taxa de esgoto .....	32
4.7	Economia em m <sup>3</sup> de água potável.....	33
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial a vida, cerca de 70% da Terra é composta por esse líquido. Embora por muito tempo se mantivesse a ideia que esse bem natural não apresentasse um fim, nos tempos atuais o cenário de crescimento populacional deixa de lado essa hipótese. Com o aumento exagerado da população, cresce também a falta de respeito em relação ao ciclo natural da água, o que aumenta cada vez mais uma parcela imprópria para consumo. Com a evidencia de que esse recurso natural pode acabar, iniciou-se um processo de reconhecimento da população em relação a sua importância.

A água tornou-se um produto comercial de alto de valor, com envolvimento na política, na indústria, e na economia, o que nos leva a pensar que a escassez da água pode levar a diminuição no desenvolvimento econômico. O quadro que retrata esse cenário é a distribuição desigual da água, a maior parte, cerca de 70%, é utilizada no setor agrícola, para irrigação, em contrapartida diversas regiões apresentam escassez desse recurso. As grandes potências mundiais, como China, Rússia, França que em grande partes são responsáveis por uma grande quantidade de uso da água, já estão buscando meios de preservação.

O Brasil, também conhecido como o “país da água” é privilegiado em relação à disponibilidade de recursos hídricos, entretanto apresenta uma grande desigualdade de distribuição. O crescimento demográfico do país também influenciou para a má distribuição da água, o desenvolvimento urbano, com a implementações das ruas, estradas, estacionamentos levou a diminuição de áreas permeáveis. Outro fator que faz do Brasil um país problemático em relação ao acesso de água é a má administração desse recurso.

O assunto de reutilização da água apesar de não ser uma novidade vem ganhando novos sentidos, uma vez que não se evidencia apenas formas de reaproveitamento de água utilizada, mais também visa o não desperdício com uma utilização consciente. De acordo com a Resolução nº 54 de 28 de Novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, o reuso da água é definido pela prática de racionalização e conservação de recursos hídricos. Assim, pode-se reduzir a poluição e conservar os recursos hídricos para o abastecimento humano contribuindo para a proteção do meio ambiente e saúde pública.

Uma das principais formas de reutilização de água no Brasil é através de reservatórios de água pluvial. Lugares onde o acesso a água potável é uma realidade distante, utiliza-se dessa técnica para reduzir a escassez. Embora a utilização de água pluvial já seja utilizada em várias regiões, vale destacar que o tratamento de água da chuva não é algo tão simples, exige técnica específica para liberação do consumo, entretanto o uso para fins não potáveis por exigir menos técnica é mais utilizado.

O Tocantins estado beneficiado por seus recursos naturais demonstra preocupação com a preservação e utilização da água. Medidas como a Lei nº 3261 de 02 de Agosto de 2017 estabelecidas pelo governo do estado, busca aplicar uma política estadual de captação e aproveitamento de águas pluviais. Sendo assim, este presente trabalho busca apresentar a viabilidade do sistema de captação de água da chuva para fins não potáveis na edificação do Centro Oncológico de Palmas – TO. Apresentando uma maneira sustentável e econômica de preservação da água.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo Geral

Redimensionar e analisar a viabilidade técnica do aproveitamento de água de chuva para uso de descarga sanitária na edificação do COP – Centro de Oncologia de Palmas.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Redimensionar o uso do sistema de captação de água de chuva, visando utilizá-la no uso das descargas de bacias sanitárias;
- ✓ Verificar o volume e o consumo de água utilizado nas descargas das bacias sanitárias;
- ✓ Analisar a economia de água do sistema com e sem fornecimento da concessionária.

## 1.2 Justificativa

Devido o excessivo número de cidades e regiões metropolitanas que vêm tornando-se afetada com a deterioração e a baixa disponibilidade dos recursos hídricos é recomendado a adoção de programas de conservação de água e suas nascentes.

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

Algumas características podem ser associadas ao aproveitamento de águas pluviais entre elas se sobressaem 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.

O aproveitamento de água, apesar de sua prática remontar aos mais antigos assentamentos, na conjuntura atual reconstitui a oportunidade dessa medida sob o suporte a sustentabilidade.

Inúmeros são os usos de água que não requisita diretamente o fator potabilidade, relatos apontados 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. Isto é, um percentual que pondera a prática de captação de águas pluviais em nossa região devido aos altos índices pluviométricos apontados em Palmas.

Ao longo do ciclo hidrológico, a água sofre mudanças na sua qualidade, isso ocorre nas naturais circunstâncias em razão das relações do meio ambiente com os recursos hídricos, mas as variações mais intensas acontecem do uso da água para abastecimento das demandas dos núcleos urbanos, da agricultura, nas indústrias e das alterações do solo, urbano e rural (BARTH, 1987).

Na atualidade a escassez da água para o consumo humano, tem se tornado preocupante. O aumento da população mundial e de alguns fatores como o crescimento das cidades dos centros industriais é responsável pelo crescimento da procura por água de qualidade, em compensação, a utilização irracional e insustentável da mesma tem causado a sua escassez, visto que, afeta de maneira negativa o seu ciclo hidrológico (FERNANDES, 2007).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância da água

O estudo da biologia nos ensina que não existe vida sem água. Todo ser vivo contém água na sua composição. Nosso corpo possui cerca de 70% de água, assim como alguns animais e alguns alimentos (BRUNI, 1994).

A água é o elemento indispensável e essencial à vida tanto por suas características peculiares como por estar presente de forma direta e indireta em todo processo metabólico. É um dos componentes de maior distribuição e importância na terra, cobrindo cerca de 70% da mesma. Sendo assim, é fundamental que a presença

no meio ambiente seja em qualidade e quantidade adequada para sua utilização (REBOUÇAS, 2002).

Um ponto importante para defender a importância da água é ressaltando a sua significativa distribuição sobre a superfície da Terra. Onde 97,5% representam a água do mar, imprópria para consumo. Sendo que a quantidade de água doce no mundo representa os 2,5% restante, dentro deste 0,3% representa fonte renovável através do ciclo hidrológico (NOGUEIRA, UNIAGUA, 2006).

Moraes e Jordão (2002) destacam que ambientes aquáticos estão presentes em todo o mundo exibindo diversas finalidades, como por exemplo, no abastecimento de água (industrial e doméstico), na produção de energia, na irrigação, na navegação, pesca, na aquicultura, na harmonia paisagística, manutenção da fauna e da flora, criação e reprodução de espécies, meio de locomoção de transporte.

A utilização da água pelo homem tem sido não apenas para suas necessidades corporais (higiene, alimentação, funcionamento adequado do corpo), mas principalmente como mecanismo de desenvolvimento socioeconômico. Sendo a água substancia essencial a vida, tanto pelas suas diversas formas de utilidade como para a interação de todos os sistemas ambientais, esta pode ter valor de serviço ambiental (TOMASONI, 2009).

O Brasil é enriquecido com uma das maiores e mais extensas redes hidrográficas do mundo. Esse recurso pode ser considerado como um imenso capital ecológico de grande importância, ainda mais aliado a fatores de desenvolvimento socioeconômico sustentado (FERREIRA, 2003).

Atualmente em nossa sociedade, a água tem sido vista como recurso hídrico e não mais como um bem natural, acessível para a humanidade e as demais espécies. Utilizamos sem distinção, descobrindo novos usos, sem pensar nos impactos ambientais relacionados à quantidade e qualidade da água (BACCI, 2008).

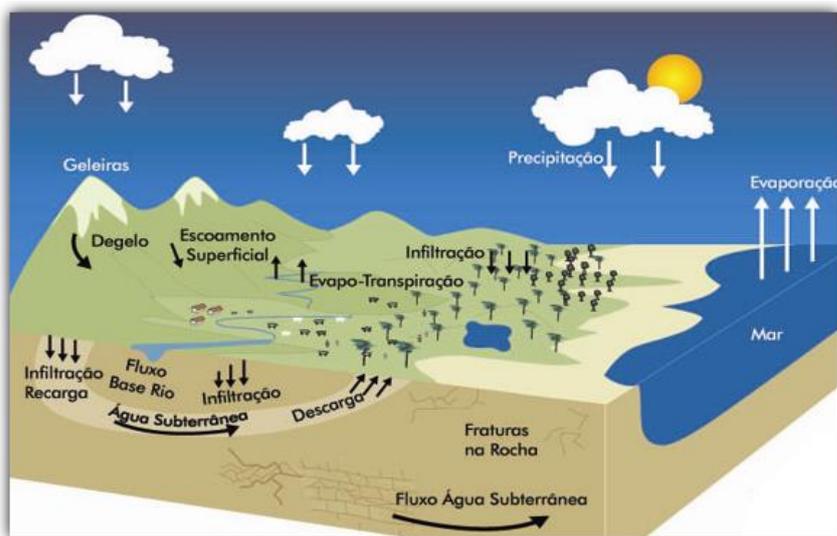
Embora o consumo de água seja uma pequena parcela da proporção deste recurso hídrico, esse valor é cada vez mais crescente, e sua distribuição é bastante desigual entre as regiões e nações, o que adicionado a precária administração ambiental e o desperdício no uso, tem levado a maior escassez até em áreas bem providas de água doce. Um assunto que parecia longe de ser discutido já recebe atenção, pois nesse século a água é reconhecida como um recurso vulnerável, finito e já escasso em quantidade e qualidade (PEIXOTO FILHO; BONDAROVSKY, 2000).

## 2.2 Ciclo Hidrológico

O tema principal da hidrologia é o ciclo hidrológico e abrange diversos processos, elementos que têm influência ao longo das bacias hidrográficas, em exclusivo a função da vegetação, de que forma ela intervém na ação das bacias hidrográficas e qual é o seu valor para a conservação destas, via procedimentos de interceptação sendo condensação, precipitação, evapotranspiração, infiltração e percolação, exemplos de processos verticais, e os escoamentos superficial e sub-superficial, exemplos de processos horizontais (KOBAYAMA, 1999).

Bem como, conhecido como ciclo da água, o ciclo hidrológico é o modo como a água alastra-se pelos sistemas da Terra. Villiers (2002) estabeleceu o ciclo hidrológico como um conjunto físico que conduz água de um ambiente para outro mais completo, estando variado, no entanto auto ajustável. A umidade atmosférica, oceanos, lagos e rios, aquíferos subterrâneos, lençóis freáticos e calotas polares são esses os ambientes mencionados, conforme figura 1

Figura 1 - Ilustração do Ciclo Hidrológico



Fonte: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>.

No ciclo hidrológico, o sol possui importante função, visto que por meio das radiações solares evapora a água dos rios, dos lagos, dos oceanos e de todos os seres vivos. Junto com a evaporação, formam-se nuvens, através das nuvens a água

retorna na forma de precipitação, conduzindo substâncias essenciais à vida dos seres vivos (MAY, 2004).

Ao longo do o ciclo hidrológico, a água sofre mudanças na sua qualidade, isso ocorre nas naturais circunstâncias, em razão das relações do meio ambiente com os recursos hídricos, mas as variações mais intensas acontecem do uso da água para abastecimento das demandas dos núcleos urbanos, da agricultura, das indústrias e das alterações do solo, urbano e rural (BARTH, 1987).

Fitts, (2012) declara que por intermédio da radiação do sol e do metabolismo dos seres vivos acontece a evapotranspiração, logo após a energia fornecida conduzir a água da superfície terrestre com destino a atmosfera segue a evaporação. Adicionando a esse ciclo a gravidade, sucede a precipitação das águas nas nuvens condensadas. Logo na superfície da terra ocorre a percolação dessa água juntando-se nos córregos, rios, e chegando até aos oceanos por escoamento superficiais ou se penetra ao solo e rochas por entres as fissuras, fraturas ou simplesmente pelos poros fluindo o escoamento subterrâneo.

O vapor d'água ao elevar-se na atmosfera condensa em consequência a diminuição da temperatura sob o ponto de saturação, gerando desse modo, nuvens, retornando a superfície por meio de precipitação, sob forma de chuva, neve, granizo ou orvalho. Enquanto na precipitação, parcela da água sofre evaporação de imediato (AYOADE, 2010).

No entanto, previamente ao atingir a superfície, uma parte pode ser retirada pela vegetação (interceptação), podendo passar pelo processo de evaporação ou alcançar o solo, através do escoamento do tronco ou queda das copas das árvores (NETO, 1995). Ao tocar a superfície, uma parcela se infiltra, abastecendo os lençóis freáticos e aquíferos, e outra fração escoar pela superfície a começar da rede de drenagem. Sem dúvidas, é importante ressaltar, que os rios que são abastecidos pelo escoamento superficial ocasionado a ocorrência de chuvas são chamados de efêmeros e os abastecidos pelas águas superficiais e subsuperficiais, ganham nome de perene quando escoamento é contínuo ao longo do ano, ou descontínuo que no período de estiagem, tem-se o lençol freático rebaixado e a falta de chuva torna-se seco (BIGARELLA, 1990).

O ciclo apresentado acontece em condições naturais, sabendo que atuações antrópicas em alguns estágios do ciclo podem alterá-lo profundamente. Segundo, Botelho e Silva (2010), essas alterações são percebidas em áreas rurais e urbanas.

## 2.3 Escassez da água

Na atualidade a escassez da água para o consumo humano, tem se tornado preocupante. O aumento da população mundial e de alguns fatores como o crescimento das cidades dos centros industriais é responsável pelo crescimento da procura por água de qualidade, em compensação, a utilização irracional e sustentável da mesma tem causado a sua escassez, visto que, afeta de maneira negativa o seu ciclo hidrológico (FERNANDES, 2007).

Antigamente a escassez de água era uma realidade restrita a algumas regiões e atualmente é uma questão de grande relevância em todo mundo. Com o entendimento de que a água é recurso natural limitado, e que é sinônimo de desenvolvimento no cenário atual começa-se a pensar que provavelmente será o grande limitador do crescimento humano (ANDREOLI, 2000).

A escassez de água em debate pela Comunidade Internacional afirma, que as estatísticas internacionais confirmam as dificuldades que vários países têm em propagar o ingresso da água com qualidade apropriada e quantidade suficiente às suas populações locais (BORN, 2000).

Uns dos fatores que influenciam a escassez de água é a utilização inadequada no processo de produção animal. Dentro desta produção existe uma relação direta entre a disponibilidade de recursos hídricos e o custo de produção. Onde estes recursos estão sendo utilizado muitas vezes de maneira inadequada, o que leva à busca de novas formas de produção que sejam mais sustentáveis para garantir uma água de qualidade e em quantidade (OLIVEIRA, 2010).

Outro fator seria o setor agrícola que é maior consumidor de água a nível mundial, a agricultura consome 69% de toda água fornecida pelas fontes (lagos, rios e aquíferos subterrâneos) e os outros 31% são utilizados pela indústria e uso doméstico. Porém, apesar do grande consumo de água na produção alimentícia a irrigação ainda apresenta a forma mais eficiente de produzir uma quantidade maior de alimentos (PAZ, 2000).

Além disso, existem os problemas de poluição, onde os mais sérios referem-se aos efluentes das indústrias, que devido à grande diversidade de atividades desenvolvidas podem apresentar vários tipos de substâncias em suas composições,

onde muitas são extremamente tóxicas e podem levar a efeitos adversos sobre os seres vivos caso cheguem aos recursos hídricos (MIERZWA, 2002).

Outro fator importante é o desequilíbrio entre oferta de água e demanda ocasionada pela má distribuição da água pelo mundo. No Brasil, por exemplo, a região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta cerca de 70% da água brasileira, e a população naquela região representa apenas 8% da população nacional. Entretanto, a região Sudeste abriga 43% da população, e apresenta apenas 6% da água disponível no país (GHISI, 2006).

Uma avaliação realizada pela Organização das Nações Unidas indicou que a demanda de água no mundo é cada vez maior e cresce em velocidade duas vezes maior do que o crescimento da população. Enfatiza-se, que a falta de água será considerada como um dos motivos que levará países a guerras (CHENG, 2000).

## 2.4 Uso Racional da Água

Em relação com o uso racional de água, caracteriza-se o resultado de ações, métodos e vantagens para o fundamental fator de redução e evolução do uso da água, evadindo danos e desperdícios da mesma. Estabelecer uso e aperfeiçoamento tecnológicos para atenuação de água além de instruir e conscientizar a população usuária é função fundamental para uma mudança sustentável (TOMAZ, 2000).

As diferenças ambientais, tanto brasileiras como no âmbito mundial, são consequência da indevida orientação quanto à utilização dos recursos naturais. Este assunto tem sido discutido atualmente e apresentado por diversos meios de comunicação, que busca informar, impulsionar a população da fundamental importância da preservação desses patrimônios. Sendo assim, tornou-se indispensável à modificação dos costumes padronizados pela cultura da utilização e reuso desses recursos naturais (TUCCI, 2003).

De acordo com Camargo (2012) se faz necessário ter em vista que muitas consequências negativas que surgem poderão ser reduzidas se houverem mudanças comportamentais e se a sociedade adotar novas tecnologias mais eficientes, possíveis de poupar água nos setores mais sensíveis à sua oferta (CAMARGO, 2012).

Para que a população adote medidas conscientes em relação ao aproveitamento de águas pluviais é importante e preciso a criação de meios técnicos

e tecnológicos como incentivos que levarão a mudança e conscientização da população (MONTEBELLER, 2004).

Para Villiers (2002), de acordo com o crescimento da população, a utilização sustentável da água depende principalmente da adequação dos seres humanos ao ciclo da água. É necessário o homem aprimorar conhecimentos, procedimentos, habilidades e instituições que possam gerenciar o uso da água de forma completa, conservando a qualidade e a quantidade de água. E assim como ressalta Tomaz (2000), as medidas que poderão levar a conservação dos recursos hídricos nas grandes cidades são medidas que podem ser comuns, como restauração dos sistemas de tubulação, corrigir a pressão interna da água e educar a população em relação ao aproveitamento de água. E medidas mais complexas relacionadas ao aproveitamento da água da chuva, do mar e outros.

Embora o Brasil seja um dos países que possua um dos maiores patrimônios hídrico do planeta, a reutilização de águas tem se tornado indispensável, principalmente nos grandes centros urbanos, onde que a demanda é limitada pela poluição. A busca pela sustentabilidade procura a interação entre o ser humano e o meio ambiente, assim o resultado será uma considerável diminuição na degradação de ambos (SEMARH, 2012).

## 2.5 Índices Pluviométrico de Palmas – TO

Para que haja um melhor aproveitamento dos recursos naturais, criar estratégias em busca por um desenvolvimento sustentável é necessário conhecer as condições climáticas de uma determinada região (SOUSA et al., 2010). Entretanto quando se tratando da caracterização pluviométrica no Brasil, encontra-se dificuldade para aprofundamento de estudo devido à falta de dados ou sua indisponibilidade em algumas áreas do país (MELLO, 2001).

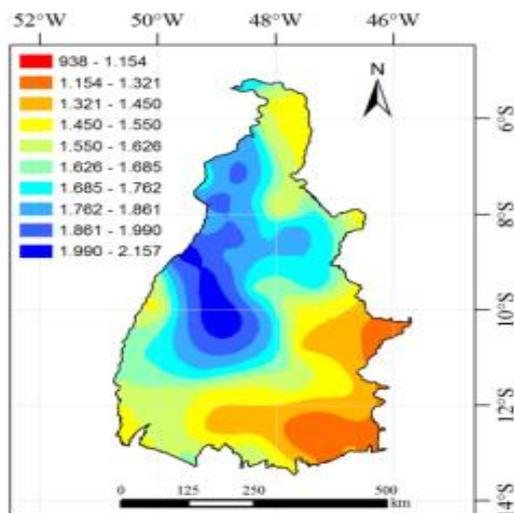
O cálculo do balanço hídrico torna-se um indicador climatológico da disponibilidade hídrica em uma região (PEREIRA, 1997). Em estudo sobre a pluviometria do estado do Tocantins mostra que o período mais chuvoso aparece entre os meses de outubro e março, com o maior volume ocorrendo geralmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, que chega a representar 90% da precipitação média anual, enquadrando-se em um regime de chuva tropical. De uma forma geral,

pode-se observar que em toda a bacia ocorre um trimestre com baixas precipitações nos meses de junho, julho e agosto, onde o volume não totaliza 10,0 mm, contribuindo com pouco menos de 1% para o total anual (SILVA, 2016).

Baseado no método de Thornthwaite a classificação climática para Palmas – TO é a do tipo C2 (Subúmido –  $IM = 0,994$ ), apresentando uma moderada deficiência de água no inverno ( $w - IA = 30,7$ ), megatérmico ( $A'$  - volume anual do índice térmico ( $ETP = 1706,4$  mm) é maior que 1.140 mm), a' ou seja, a evapotranspiração potencial analisada durante a estação do verão representa menos de 48% do total anual. Assim o clima de Palmas – TO pode ser definido pela fórmula: C2wA'a'. Resumidamente o clima pode ser descrito: Clima Subúmido, apresentando apenas duas estações bem definidas (uma chuvosa e a outra seca), onde durante a estação seca (inverno) possui moderada deficiência hídrica, megatérmico com altos valores anuais de evapotranspiração potencial (SOUSA, 2010).

Em estudo realizado por Marcuzzo et al. (2011), sobre mapeamento de chuvas no bioma Cerrado do estado de Tocantins, dentre os anos de 1977 a 2006, pode-se verificar que houve uma maior percentagem de anos secos, 37,6%, do que de anos úmidos, 62,4%. Já em outro estudo também realizado por Marcuzzo et al. (2011) detectaram uma tendência de diminuição nos valores pluviométricos médios, para a região Centro-Oeste e estado do Tocantins, na ordem de -6,5%. Apenas os meses de março e abril apresentaram elevação da precipitação pluviométrica (MARCUIZZO, 2011). A Figura a seguir mostra a média anual de precipitação em milímetros.

Figura 2 - Mapa de precipitação anual do estado do Tocantins



## 2.6 Bacias Sanitárias

A composição do sistema de bacia sanitária se dá basicamente com a bacia em si, o mecanismo de descarga e pelo ramal de descarga. Existem diferentes mecanismos de descarga e conseqüentemente diferentes sistemas de bacia sanitária, que por sua vez podem variar de acordo com o formato da bacia e com a forma de conexão entre a bacia e o ramal de descarga. A bacia também cumpre a função de desconector do sistema de esgoto, onde o seu fecho hídrico veda a passagem dos gases para o ambiente (ROCHA, 1990).

Já o sistema de descarga é composto pela bacia sanitária e pelo aparelho hidráulico de descarga, que é utilizado para liberar a água para a limpeza dos dejetos na bacia. Pode ser variada em válvula de descarga, caixa suspensa ou caixa acoplada. A bacia sanitária que possui válvula de descarga apresenta como principal característica a presença de vazão instantânea necessária para a limpeza da bacia sanitária, onde o tempo de uso é determinado pelo tempo que o usuário aciona a válvula. Sua instalação ocupa menos espaço interno, já que a bacia chega a ser de 10 a 15 cm menor do que uma bacia com caixa acoplada, e ainda ela é mais indicada para uso público em prol da sua inviolabilidade e maior vida útil dos seus componentes. Já a bacia com caixa acoplada ou com caixa suspensa tem como principal característica a simplicidade. Possuem equipamentos e materiais constituintes do sistema hidro sanitário de instalação e a utilização de tubos com diâmetros menores, sendo que o tempo de uso é dado pelo preenchimento da caixa acoplada, e depende diretamente da pressão de instalação, pois quanto menor a pressão, maior será o tempo de enchimento da caixa. Pode também ser encontrada a caixa acoplada com dois tipos de acionamento: um para líquidos e outro, para sólidos com maior volume de água (FIGUEIREDO, 2007).

De acordo com a antiga norma de aparelhos sanitários de material cerâmico, a NBR 6452 (ABNT, 1997), as bacias sanitárias são classificadas, em função do volume de descarga, sendo: bacia sanitária com volume de descarga reduzido (VDR) de até 6 litros; bacia sanitária de baixo consumo de 6 a 9 litros e bacia sanitária convencional de 9 a 12 litros.

Porém esta norma foi substituída pela NBR 15097 (ABNT, 2004), onde está diferenciada das bacias sanitárias de acordo com seu volume de descarga não

existe. Segundo está com esta norma, todas as bacias sanitárias devem apresentar volume de descarga de 6,8 litros. Quanto à diferenciação do sistema de descarga, as bacias podem ser de ação sifônica, que é a mais predominante no Brasil, ou por arraste. De qualquer forma, independente das possíveis variações, o sistema bacia sanitária deve atender às necessidades do usuário.

No Brasil as bacias mais utilizadas têm seu acionamento por gravidade. Existem diversos dispositivos de acionamento, como por exemplo, a válvula de descarga e a caixa de descarga convencional ou acoplada. A válvula com duplo acionamento proporciona uma descarga com três litros de água para retirar resíduos líquidos e seis litros para retirar e excluir resíduos sólidos (LOMBARDI, 2012)

Para Hafner (2007) a partir de 2003 as bacias sanitárias projetadas no Brasil, passaram a gastar no máximo, 6,8 litros de água por descarga em comparação as bacias mais antigas consomem 12 ou até 20 litros. Com a utilização de uma bacia convencional por uma com volume reduzido, a economia de água poderá chegar a 50%. Com o uso da válvula de descarga com duplo acionamento a economia de água mantém-se na média entre 50% e 75% comparado com a descarga convencional.

As bacias sanitárias são frequentemente apontadas como as responsáveis pelo maior índice de consumo de água em edifícios, com valores variando de 32% a 40% (GRIGSS 1994).

## 2.7 Aproveitamentos de Água Pluvial no Brasil

Com a dificuldade de encontrar água em algumas regiões, seja para uso doméstico ou para o consumo, a população acaba tendo acesso a uma pouca quantidade que muitas vezes tem origem duvidosa, o que pode acabar disseminando doenças. Para Vasconcelos (2007), uma forma de amenizar esse conflito é utilizando de algo fácil e que se realizado adequadamente pode ser utilizado até para o consumo humano, captação de água de chuva. Essa técnica já vem sendo utilizada em algumas metrópoles brasileira, como em São Paulo e no Rio de Janeiro. Algumas empresas já estão sendo obrigadas a possuir o sistema de reaproveitamento a fim de evitar futuras enchentes. Além disso algumas residências também utilizam do processo (NETO, 1995).

O aproveitamento de água pluvial pode ser considerado uma prática milenar, já empregado em todo o mundo e dependendo da região, apresenta bons resultados de economia de água potável (TOMAZ, 2003). O primeiro contato da população com o sistema de reaproveitamento de água, foi criado pelo exército dos Estados Unidos em 1994, em território brasileiro de Fernando de Noronha. O sistema consistia em captar a água da chuva e direcionava para reservatórios que depois era utilizada para o consumo humano em diversas atividades diárias. Ainda na atualidade o sistema continua sendo utilizado pela população local (GHANAYEN 2001).

Essa tecnologia vem inserindo e oferecendo ênfase à conservação de água. Além de assegurar economia de água potável, coopera para a precaução de enchentes causadas por excessivas chuvas em grandes cidades. (TOMAZ, 2010). Gonçalves (2006) destaca que, embora aponte um impacto significativo na redução de consumo de água (em média 15% a 30%), a reutilização de águas requer um investimento significativo nas edificações, tanto na fase de projeto como na reforma para implementação, o que representa um baixo custo-benefício.

A construção de cisternas é a forma mais utilizada para o aproveitamento de águas pluviais no Brasil principalmente no Nordeste, conforme a Figura 3 abaixo:

Figura 3 - Modelo de Cisternas



Fonte: <https://sites.google.com/site/jpasouza2/ats/new/cister>

Este e outros programas como o Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semiárido criado em 1975, que também buscava aproveitamento da água da

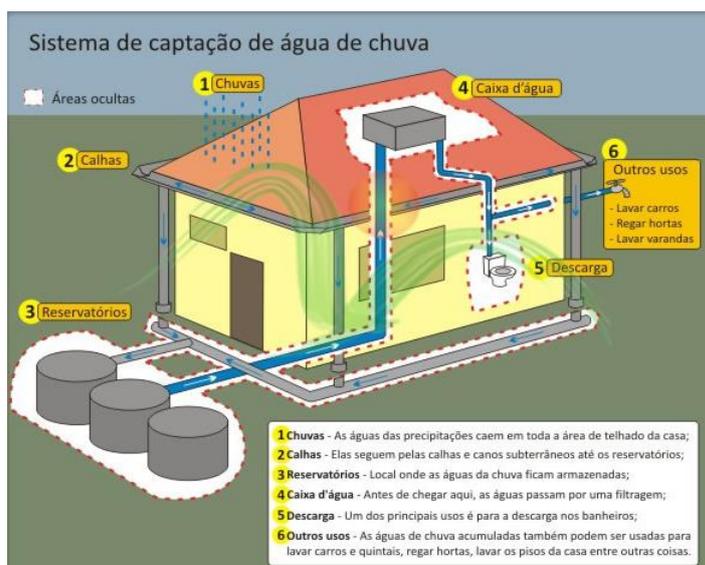
chuva para fins não potáveis, foram criados com o intuito de promover a qualidade de vida daquela população (ANNECCHINI, 2005).

A captação de água da chuva, além de colaborar para a utilização racional da água diminui o impacto das precipitações pluviais, podendo assim, em regiões de maior impermeabilização dos solos, estar incluída no conceito de parâmetro não estrutural da drenagem urbana de Canholi (1995), de que modo expõe tal medida como toda e alguma ação que busca diminuir os danos ou decorrências das inundações não por procedimentos constituídas por obras, mas principalmente pela introdução de normas, regulamentos e programas que pretendam, por exemplo, o disciplinamento da utilização e a apropriação do solo, a realização dos sistemas de apoio à compreensão da população à manutenção dos diferentes componentes do sistema de drenagem e outros (NETO, 1995).

## 2.8 Sistema de aproveitamento de água da chuva

Segundo Tomaz (2003) os principais itens do sistema de aproveitamento da água da chuva são: a superfície de coleta, calhas e condutores, peneira, reservatório e extravasor. Os telhados da edificação são as áreas mais comumente usadas como superfície de captação das águas pluviais, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Sistema de captação de água da chuva



As calhas e condutores têm como destino a condução da água captada até o reservatório de limpeza. A peneira serve para reter os materiais em suspensão. O reservatório pode ser de diversos tipos de materiais, estando ele apoiado ou enterrado. Além do mais, nele deve conter um extravasor com dispositivo para evadir a entrada de pequenos animais. Devido à água do reservatório ficar em constante procedimento de sedimentação, sugere-se que a todo momento use água da parte superior do reservatório (MENEZES, 2012).

Menezes (2012) afirma que a eficácia do sistema e a demanda essencial definirão o uso da água pluvial coletada. O limitador do sistema constituirá o volume fornecido de água, a superfície de captação e o índice pluviométrico da região. Deve-se salientar que o aproveitamento deste sistema deve ser utilizado para descarga de vasos sanitários, irrigação do jardim e lavagem de áreas da casa e veículos, usualmente é mais rentável em residências uni familiares. E conforme a região da edificação, como por exemplo, onde não há problemas de poluição e/ou chuva ácida, a água pluvial captada será capaz de ser utilizada em todos os pontos de consumo de água da edificação.

Para Campos (2004), a implantação de um sistema de aproveitamento de água, como as cisternas pode diminuir o impacto ambiental causado muitas vezes por iniciativa do poder público na construção de barragens que buscam suprir a demanda crescente de água. Goldenfum (2006) foi mais detalhista quando acrescentou que a utilização da água de chuva pode ser mais atrativa em áreas com maior índice de escassez e em locais de difícil extração de água subterrânea do que em regiões onde há um baixo custo desse recurso para uso residencial, sendo neste caso interessante apenas para a indústria que possui maior demanda de água.

## 2.9 Reservatório de Água Pluvial

O reservatório é um dos componentes mais importantes do sistema de reaproveitamento de água. É responsável pelo armazenamento da água da chuva captada, por contribuir com aproximadamente 50 a 60% do custo do sistema, dependendo do material, da geometria e posicionamento de cada reservatório, o que também pode influenciar na qualidade da água armazenada (PAULA, 2005).

De acordo com Tomaz (2003), os reservatórios podem variar de acordo com a posição, podendo ser apoiado, enterrado ou elevado, além disso, podem diferenciar-se de acordo com o material utilizado em sua construção, como concreto armado, alvenaria de tijolos comuns, alvenaria de bloco armado, plástico, poliéster, etc.

Os reservatórios enterrados conseguem manter uma temperatura constante da água armazenada, independente da temperatura ambiente, porém esses reservatórios apresentam uma maior dificuldade na hora da limpeza e manutenção do recipiente. Ao contrário dos enterrados os reservatórios apoiados permitem sua inspeção e manutenção de uma forma mais fácil. A localização dos reservatórios nas áreas externas da residência possibilita uma melhor manutenção por apresentar tubulação aparente e ainda conseguir garantir a temperatura da água constante, dependendo do material e do ambiente que for construído (WERNECK, 2006).

Para impedir o transbordamento do reservatório, estes devem possuir um dispositivo chamado extravasor (ladrão), que quando a água for em excesso ela possa vazar por este local (TOMAZ, 2003) e ainda irá evitar possíveis falhas no sistema devido a periodicidade e irregularidade das chuvas, é importante a instalação de um dispositivo que permita a entrada da água potável fornecida pela rede pública (ANNECCHINI, 2005).

Existem alguns cuidados com os reservatórios que devem ser tomados a fim de conservar a garantia e qualidade da água. E são eles: (ANNECCHINI, 2005).

- A cobertura deve ser impermeável;
- Para evitar o desenvolvimento de algas, fungos ou bactérias deve-se evitar a entrada de luz no reservatório;
- A fim de evitar a entrada de insetos e pequenos animais nos reservatórios à entrada da água e o extravasador devem ser protegidos por telas;
- Para inspeção e limpeza o reservatório deve ser dotado de uma abertura, também chamada de visita;
- Para evitar que o lodo depositado no fundo do recipiente suspenda a água deve entrar no reservatório de forma que não provoque turbulência;
- Pelo menos uma vez ao ano o reservatório deve ser limpo uma vez por ano, para a retirada do lodo depositado no fundo do mesmo;
- Deve-se utilizar preferencialmente torneira ou bomba para retirar a água do reservatório.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Considerações iniciais**

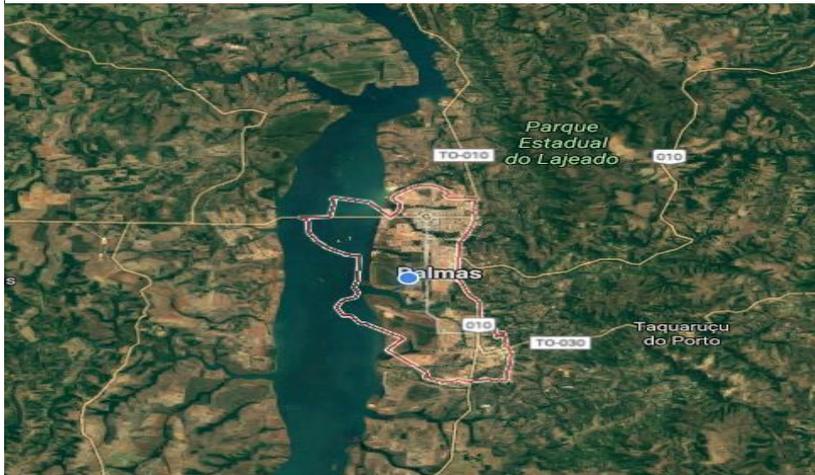
Para realização da pesquisa que analisou o aproveitamento de água de chuva no uso de descargas sanitárias no Hospital Oncológico de Palmas (COP) foram realizadas as seguintes etapas: a descrição e análise do local de pesquisa (COP), verificação do consumo de água potável de forma geral e nas bacias sanitárias, descrição dos dados pluviométricos da região, análise da área de cobertura da edificação, verificação da capacidade do reservatório de água pluvial e análise da viabilidade socioeconômica da implantação do sistema.

#### **3.2 Área de estudo**

Palmas, capital do Estado do Tocantins está localizada na região central do Brasil, possuindo área de 2.219 km<sup>2</sup>, com estimativa de mais de 257 mil habitantes e ainda considerada como uma das capitais mais quentes do país. É considerada a última cidade brasileira planejada do século 20, possui uma arquitetura moderna, com avenidas largas, compondo um completo trabalho paisagístico e separações urbanísticas caracterizadas por grandes quadras comerciais e residenciais. Esta montagem se ancora em um projeto de desenvolvimento sustentável onde o meio ambiente e homem são centro de estudo. Possui um ecossistema de grande beleza cênica com parques urbanos, jardins e áreas verdes estrategicamente projetadas.

Além de sua arquitetura arrojada, Palmas conta com um lago formado pela Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, com 8 Km de largura, onde podem ser vivenciados diversos momentos de lazer (PREFEITURA DE PALMAS, 2017), conforme a Figura 5:

Figura 5 - Localização por satélite da cidade de Palmas



Fonte: Google Maps

### 3.3 Objeto do estudo

O Centro Oncológico de Palmas (COP), referência em oncologia no estado do Tocantins, foi fundado em 2004. Possui instalações avançadas em relação aos padrões convencionais, visando o melhor conforto dos pacientes durante os tratamentos. Está localizado na Quadra 501 Sul, rua NS A Conjunto 02 Lote 10, na cidade de Palmas.

O edifício está locado em um terreno de 1350 m<sup>2</sup> e possui 2 pavimentos, onde na parte inferior da edificação possui uma espaçosa recepção no qual divide-se em dois blocos de salas onde ficam localizados os consultórios médicos, possui ainda mais duas outras recepções menores, salas de quimioterapia, farmácia, triagem, salas de reunião e outras. Entre os blocos encontra-se 3 corredores, sendo os dois das laterais para acesso a pacientes e/ou visitantes, o central exclusivo a médicos e funcionários.

A parte superior é dividida em dois blocos com um corredor central de acesso restrito a funcionários, sendo de um lado do bloco localizada a Ética laboratório e do outro lado do bloco a Mastoclínica. Conforme a figura 6:

Figura 6 - Centro Oncológico de Palmas



Fonte: Autor (2017)

Toda a cobertura da estrutura é revestida por telhas de duas chapas de ferro galvanizado preenchidos com espuma expansiva, utilizada para drenagem de água pluvial onde descarrega o volume precipitado em condutos horizontais, que nesta construção foi usado calhas em zinco com seções diversas, e no que se refere a condutos verticais foram observados alguns tubos de PVC com diâmetros em torno de 100 mm, estes serão objetos do trabalho visto que os mesmos deverão dar caminhamento das águas até os reservatórios que serão dimensionados.

### 3.4 Levantamento de dados

A fim de analisar a quantidade de água utilizada para a descarga de bacia sanitária, foi efetuado um cálculo estimativo com o número de usuários (máximo e mínimo) e o volume de água gasto em cada descarga, onde será utilizada uma taxa em L/descarga, para o cálculo gasto em cada descarga, segundo Hafner (2007, p.55). O resultado foi comparado com o volume de água aproveitado pelo sistema de captação de água da chuva.

### 3.5 Área de captação de água pluvial (cobertura)

Os dados da área de captação pluvial foram obtidos através da pesquisa realizada por Moraes (2017), que analisou o aproveitamento de água pluvial na edificação do COP e que baseou-se na medida da área de cobertura e a inclinação do telhado, conforme a figura 7. Através desses dados juntamente com o índice pluviométrico da cidade foram estimados o volume e a quantidade de água possível nos reservatórios de reserva. A planta de cobertura e inclinação telhado foi fornecida para através da administração do COP.

Figura 7 - Área de captação (telhado) do Centro Oncológico de Palmas



Fonte: Autor (2017)

### 3.6 Análise do índice pluviométrico

O índice pluviométrico serve para analisar o acúmulo de água da chuva por metro quadrado em um local específico e em um determinado espaço de tempo utilizando milímetro como medida.

Foram analisados os dados históricos da cidade Palmas, Tocantins, relacionados à precipitação média de água pluvial de cada mês dos últimos 10 anos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA) assim como a precipitação média total que será utilizada no cálculo da viabilidade econômica do projeto implantado no COP.

### 3.7 Dados de consumo de água

O detalhamento de cálculo para estimar o consumo de água pelas descargas das bacias sanitárias foi de suma importância para mensurar o volume de água gasto nos banheiros da edificação.

Estes dados serão obtidos através da média de usuários que frequentam o COP, o volume de água gasta por descarga nas bacias sanitárias e a frequência de uso por dia por usuário.

Além disso, foram coletados também da pesquisa de Moraes, (2017) o volume captado através do telhado da edificação do COP.

### 3.8 Finalidade da água não potável

O sistema de captação de água pluvial servirá para substituir o uso de água própria para consumo gasto usualmente nas descargas de bacia sanitária no Hospital Oncológico de Palmas. Buscando-se assim uma alternativa sustentável e econômica de utilização de água potável.

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

A captação de água pluvial é preferencialmente realizada nas edificações e residências através da superfície dos telhados, pois assim apresentam menor índice de impurezas, e suas inclinações variáveis não influenciam na eficiência do sistema (TOMAZ, 2003).

Para Ubiratan Leal (2000), um sistema de aproveitamento de águas pluviais deve acontecer da seguinte forma: a água da chuva deverá ser colhida de superfícies impermeáveis, geralmente, a área do telhado. Em seguida, a água passa por um filtro, que irá retirar as impurezas, e será acondicionada em reservatórios, que podem ser enterrados, apoiados ou elevados, e podem ser produzidos por vários tipos de matérias como blocos de concreto, alvenaria de tijolos, concreto armado, aço, plásticos, poliéster, polietileno e outros.

### 3.10 Sistema de calhas

Para que o sistema de captação de água ao reservatório seja eficiente é necessária à adequada instalação das calhas, mantendo o ângulo de desnível necessário de forma que a água captada no telhado tenha seu escoamento facilitado, melhorando também a praticidade no acesso para limpeza e manutenção da mesma. Na Figura 8, podem ser vistas as calhas instaladas ao longo do telhado.

Figura 8 - Calhas da superfície de captação (telhado)



FONTE: Autor (2017)

### 3.11 Cálculo do volume de água captado pelos usuários nas descargas de bacias sanitárias do COP.

Cálculo para análise do volume médio de água anual utilizado pelos usuários nas descargas de bacias sanitárias foi realizado através da média de usuários que frequentam mensalmente o COP, retirado a média esse valor foi multiplicado pelo volume de água gasto por descarga, e em seguida multiplicado pela frequência e quantidades de dias, dividido por 1000 litros, por fim, multiplica pela quantidade de meses.

Formada pela seguinte fórmula:

$V_{\text{utilizado}} = (N^{\circ} \text{usuários}) \times (V_{\text{descarga}}) \times (\text{Frequência} \times \text{Dias}) / (1000 \text{ l}) \times (\text{Qtd. de meses})$ . (Equação 2)

Em que:

$V_{\text{captado}} \text{ (mensal)} = \text{volume de água captado (m}^3\text{)}$

$N^{\circ} \text{usuários} = \text{número de usuários (und.)}$

$V_{\text{descarga}} = \text{Volume de água gasto por descargas (m}^3\text{)}$

$\text{Frequência} = \text{quantidade de vezes que foi frequentado (und.)}$

$\text{Dias} = \text{quantidade de dias (und.)}$

$\text{Qtd. dias} = \text{quantidade de dias}$

$1000 = \text{litros}$

### 3.12 Cálculo do volume Captado

Cálculo para análise do volume de água captada, será multiplicada a área do telhado pela precipitação pluviométrica anual, sendo utilizada a seguinte equação:

$V_{\text{captado}} = (\text{Atelhado}) \times (\text{P}_{\text{média\_mensal}})$ . (Equação 1)

Em que:

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

$\text{Atelhado} = \text{Área do telhado (m}^2\text{)}$

$\text{P}_{\text{média\_mensal}} = \text{Precipitação média mensal (mm)}$

### 3.13 Cálculo da economia de água (m<sup>3</sup>)

Cálculo para análise do volume de economia de água foi utilizado o volume cobrado pela concessionária R\$/m<sup>3</sup>, multiplicado pelo volume captado utilizado nas descargas das bacias sanitárias, que obterá a quantidade de economia anual.

$V_{\text{economizado}} = (V_{\text{concessionária}} \times V_{\text{utilizado}})$ . (Equação 3)

Em que:

V.economizado (mensal) = volume de água economizado (m<sup>3</sup>)

V.concessionária = Volume cobrado pela concessionária (R\$/m<sup>3</sup>)

V.utilizado = volume de água utilizado (m<sup>3</sup>)

### 3.14 Cálculo de economia na taxa de esgoto

Já para o cálculo de análise da economia da taxa referente ao esgoto anual foi através do preço cobrado pela concessionária, multiplicado pelo volume economizado, multiplica por 0,80 que corresponde ao aproveitamento da água captada, sendo 80% e os 20% sendo considerada perda. Ou seja, para cada 1 litro de água que é fornecido pela concessionária para edificação será cobrado 0,8 para o tratamento do esgoto e por fim, multiplica pela quantidade de meses, obterá o valor em reais.

A seguinte formula será utilizada:

$E_{\text{taxa\_esgoto}} = P_{\text{concessionária}} \times V_{\text{captado}}$ . (Equação 5)

Em que:

$E_{\text{taxa\_esgoto}}$  = Economia taxa de esgoto (m<sup>3</sup>)

P.concessionária = Preço cobrado pela concessionária em reais (R\$)

V.captado (mensal) = volume de água captado (m<sup>3</sup>)

## 4 RESULTADOS E DISCURSÕES

Para os resultados desta pesquisa, primeiramente foi analisado o consumo de água potável gasto por descarga sanitária, em seguida foi realizado o levantamento do consumo de água potável fornecido pela concessionária. Para análise da quantidade de água pluvial dos reservatórios foi coletado o volume de água pluvial captado no telhado da edificação. Após a obtenção desses dados foram realizados os cálculos de economia de água com o volume de água utilizado nas descargas das bacias sanitárias com a média de pessoas que frequentam o COP, assim como o cálculo de economia na taxa de água e esgoto.

### 4.1 Análise do objeto de estudo

O objeto de estudo foi analisado através de visitas in loco, onde foram realizadas entrevistas, levantamentos do número de pacientes, visitantes e funcionários. Foram coletados e analisados através da pesquisa de Moraes (2017) os sistemas de calhas, tubulações e caixas de passagem, conforme as figuras abaixo:

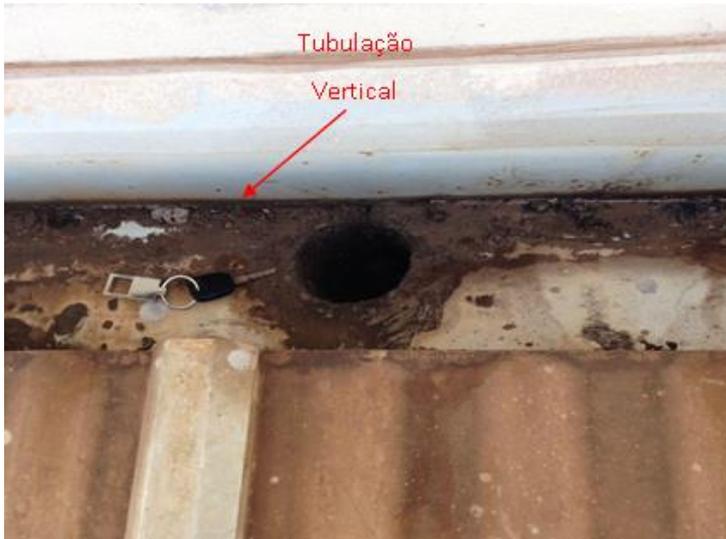
- Calhas (Figura 09);
- Tubulações verticais (Figura 10);
- Caixas de passagem (Figura 11);
- Banheiros (Figura 12)

Figura 9 - Identificação do Sistema de Captação Pluvial- Calha Metálica



FONTE: Moraes, 2017.

Figura 10 - Identificação do Sistema de Captação Pluvial- Tubulação Vertical



FONTE: Moraes, 2017.

Figura 11 - Identificação do Sistema de Captação Pluvial - Caixa de passagem coletora pluvial



FONTE: (MORAES, 2017).

#### 4.2 Levantamentos de dados

Foram realizadas entrevistas com funcionários responsáveis pelos cadastros de pacientes e visitantes, análise de vazões por descarga, precipitações pluviométricas e verificação de áreas de captação.

#### 4.3 Consumo de água por descargas nas bacias sanitárias

Atualmente, o corpo técnico da edificação é composto por 52 pessoas. Através de entrevistas feitas com funcionários foi apurado uma média de pessoas que possivelmente podem ser recebidas na edificação.

O volume considerado por cada descarga é de 6,8 litros de acordo com Hafner (2007). Feito a entrevista com funcionários da edificação resultou-se nos seguintes dados:

- Entrevista: são recebidas no COP em média 180 pessoas, incluindo todos os funcionários.
- Estimativa do uso das bacias sanitárias: estima-se que em média 180 pessoas utilizam as bacias sanitárias no mínimo 3 vezes ao dia.

Com isso, foi possível estimar a quantidade de água utilizada nas bacias sanitárias com uso da descarga, conforme a equação 01 de acordo com a Tabela 01.

Tabela 1 - Volume de água utilizado por descarga nas bacias sanitárias em m<sup>3</sup>

Atividade	Número de Usuários	Volume de água por descarga	Frequência x Dias	QTD de meses	Total Litros	Total m <sup>3</sup>
Uso médio mensal.	180	6,8	90	1,0	110.160,00	<b>110,16</b>

FONTE: Autor (2018)

Visto isso, é possível analisar que aproximadamente 111 m<sup>3</sup> de água são utilizados no uso de descargas sanitárias. O COP possui um reservatório inferior de água potável de 75 m<sup>3</sup>, sendo assim, ressalta-se que o reservatório não tem a capacidade para suportar o volume médio mensal das descargas sanitárias. Neste caso seria necessário aumentar a capacidade do reservatório.

#### 4.4 Contas de consumo de água da edificação

Foram coletados inicialmente todos os consumos mensais medidos, registrados e faturados pela concessionária de água BRK Ambiental ao COP, nos meses de Setembro/2017 e Abril/2018.

A tabela 02 apresenta todos os levantamentos de dados realizados para estimar o volume de água gasto no COP para o atendimento de água fria para toda a edificação.

Tabela 2 - Tabela de consumo de água da edificação

Referência (meses)	Qtde Dias	Consumo (m <sup>3</sup> )	Conta Água (mês)	Conta Esgoto (mês)	Total Conta	Água (m <sup>3</sup> )	Esgoto (m <sup>3</sup> )
Set./2017	31	123	1.535,76	1.228,52	2.994,43	12,49	9,99
Out./2017	31	120	1.497,78	1.198,14	2.777,71	12,48	9,98
Nov./2017	30	108	1.345,89	1.076,64	2.496,74	12,46	9,97
Dez./2017	31	158	1.978,78	1.582,91	3.594,95	12,52	10,02
Jan./2018	31	115	1.435,50	1.147,51	2.582,01	12,48	9,98
Fev./2018	28	161	2.016,75	1.613,28	3.633,91	12,53	10,02
Mar./2018	31	111	1.383,86	1.107,01	2.563,47	12,47	9,97
Abr./2018	30	119	1.485,13	1.188,02	2.738,53	12,48	9,98
<b>Totais</b>		<b>1.015 m<sup>3</sup></b>	<b>R\$ 12.679,45</b>	<b>R\$ 10.142,03</b>	<b>R\$ 23.381,75</b>		

FONTE: Autor (2018)

Analisando a Tabela 02, foi possível verificar a média do consumo de água no período de Setembro/2017 a Abril/2018 que é de 126,87 m<sup>3</sup>. Através da análise realizada no item 8.3 é possível notar que em relação ao uso de descargas o volume médio de água utilizado em m<sup>3</sup> corresponde a 87,49 % e é importante ressaltar que apenas 12,51% restantes em relação ao volume médio é destinado a outros fins, no caso se todas as pessoas utilizarem as bacias sanitárias todos os dias. Portanto afirma-se que o gasto de água nas bacias sanitárias é responsável pelo maior volume de água gasto na edificação, conforme a figura 12.

Figura 12 - Volume médio de água gasto nas descargas sanitárias da edificação

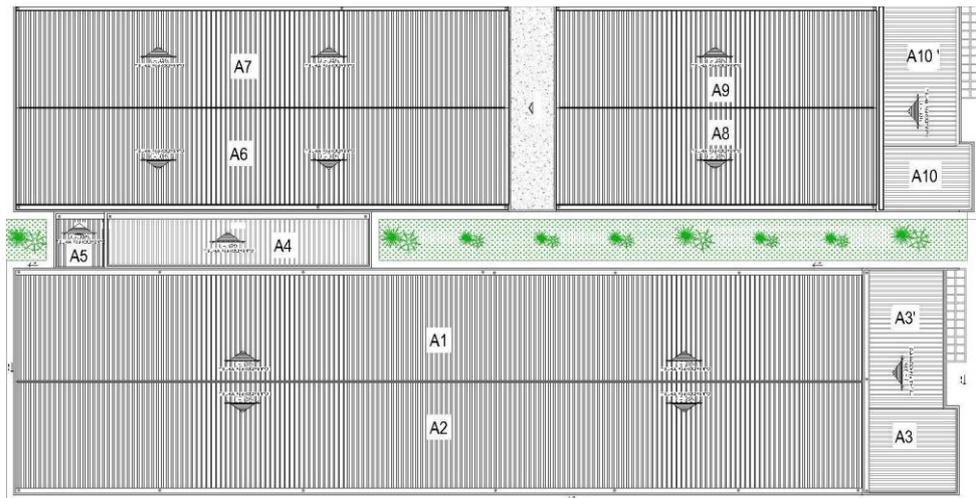


FONTE: Autor(2018)

#### 4.5 Volume de água captado do telhado da edificação

O volume de água captado foi obtido através da área do telhado da edificação de acordo com os dados de Moraes (2017), onde chegou ao valor de 1935,30 m<sup>2</sup>, verificado através da planta de cobertura da edificação que foi dividida em 10 áreas conforme a figura 12 e pode-se obter o volume de água captado.

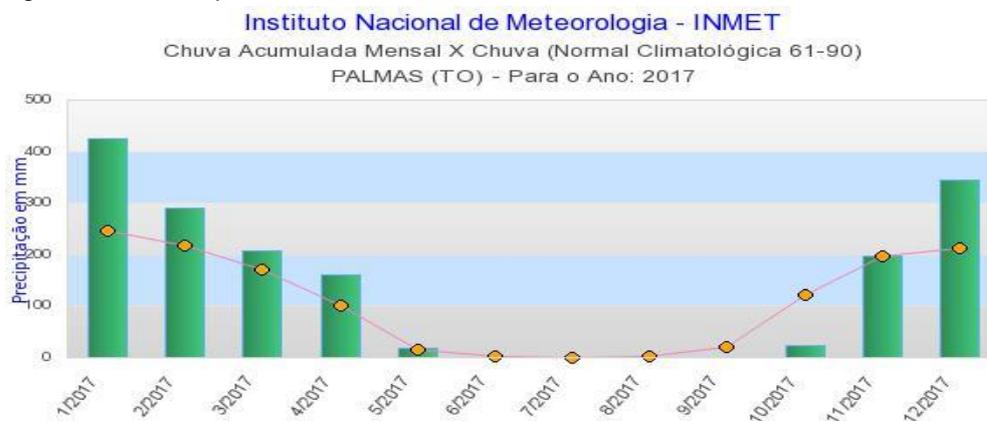
Figura 13 - Planta das Áreas



FONTE: Moraes (2017)

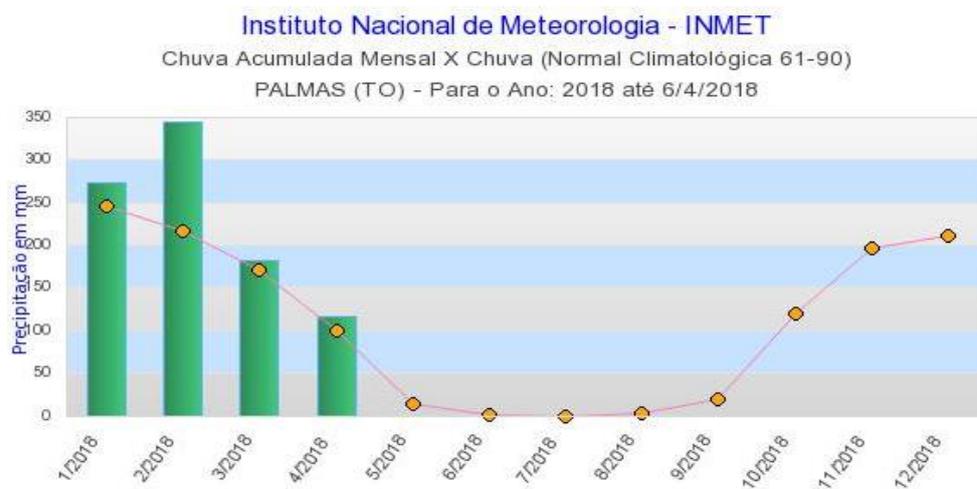
Para o cálculo do volume captado foi necessário coletar dados das médias pluviométricas mensais, através de pesquisa no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, onde obteve-se os seguintes resultados apresentado nas figuras 14 e 15.

Figura 14 - Índice pluviométrico - Ano 2017



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Disponível e  
<[http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php)> Acesso em 03 de Abril de 2018.

Figura 15 - Índice pluviométrico em Palmas - TO- Ano 2018



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Disponível em <[http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php)> Acesso em 03 de Abril de 2018.

Através dos dados da área de captação e do índice pluviométrico da cidade de Palmas-TO, foi possível calcular o volume total captado na área de cobertura aplicando a equação 02, conforme a tabela 03.

Tabela 3 - Volume total captado

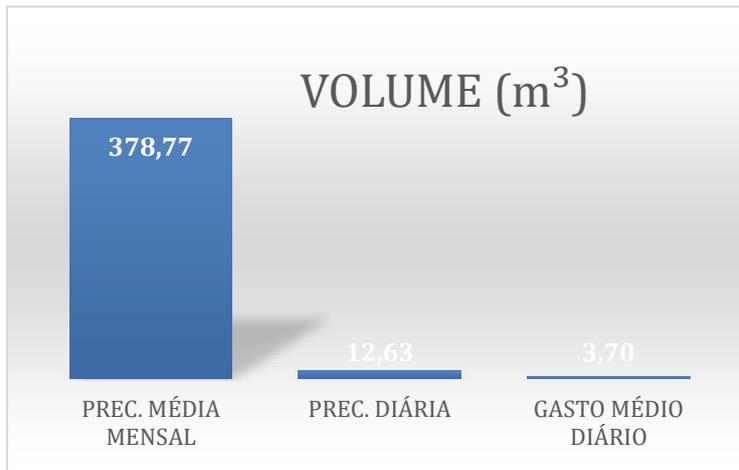
Meses	Área Contribuição (m <sup>2</sup> )	Precipitação (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
Out.	1.935,30	0,00	0,00
Nov.		0,03	58,06
Dez.		0,20	387,06
Jan.		0,35	677,35
Fev.		0,27	522,31
Mar.		0,34	658,00
Abr.		0,18	348,35
<b>Volume total (m<sup>3</sup>)</b>			<b>2.651,36</b>
<b>Volume médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>			<b>378,77</b>

FONTE: Autor (2018)

O volume médio de precipitação por mês é em torno de 378,77 m<sup>3</sup>/mês, conforme demonstrado na Tabela 04. Pode-se destacar que a precipitação diária é em média 12,63 m<sup>3</sup>, esse valor efetivamente cobriria o gasto do volume utilizado

diariamente nas descargas sanitárias, conforme a figura 16.

Figura 16 - Precipitação média mensal e diária



Fonte: Autor (2018)

Na tabela 4 a seguir pode-se verificar o valor médio da economia na taxa de água com a utilização de reservatório de água pluvial em um período de oito meses.

Tabela 4 - Economia média na taxa de água

Mês	Valor Cobrado concess. (R\$/m³)	Vol. Utilizado (Mínimo (m³))	Vlr. Economia água (R\$/mês)
Set.	12,49	110,16	1.375,90
Out.	12,48		1.374,80
Nov.	12,46		1.372,59
Dez.	12,52		1.379,20
Jan.	12,48		1.374,80
Fev.	12,53		1.380,30
Mar.	12,47		1.373,70
Abr.	12,48		1.374,80
<b>Total economia água:</b>			<b>R\$ 11.006,09</b>

Fonte: Autor (2018)

#### 4.6 Cálculo de economia na taxa de esgoto

A tabela 05 mostra a economia média na taxa de esgoto com a utilização da água pluvial dos reservatórios durante oito meses.

Tabela 5 - Economia média na taxa de Esgoto

Mês	Vlr. Cobrado concess. (R\$/m <sup>3</sup> )	Vol. utilizado (m <sup>3</sup> )	Vlr. Economia de esgoto (R\$/mês)
Set.	9,99	110,16	1.100,50
Out.	9,98		1.099,40
Nov.	9,97		1.098,30
Dez.	10,02		1.103,80
Jan.	9,98		1.099,40
Fev.	10,02		1.103,80
Mar.	9,97		1.098,30
Abr.	9,98		1.099,40
<b>Total economia água:</b>			<b>R\$ 8.802,89</b>

Fonte: Autor(2018)

Portanto, com a implantação do sistema de captação de água para uso de descargas em bacias sanitárias do COP, pode-se ter uma economia total R\$ 19.808,97 em um período de oito meses.

Somando esses resultados com o resultado da pesquisa de Moraes, 2017 onde analisou a economia obtida com a utilização da água dos reservatórios para a limpeza da edificação e manutenção de jardim temos uma economia de aproximadamente R\$ 39.086,75 e de 1306 m<sup>3</sup> no período de oito meses, conforme a tabela 06.

Tabela 6 - Comparativo na taxa de água e esgoto

Economia na taxa de água e esgoto, Autor, 2018.	Economia na taxa de água e esgoto, Moraes, 2017.	Total R\$
R\$ 19.808,97	R\$ 19.227,78	R\$ 39.086,75

Fonte: Autor (2018)

#### 4.7 Economia em m<sup>3</sup> de água potável

Em relação à economia de água potável, obteve-se um resultado de 881,28 m<sup>3</sup> em relação ao consumo total de 1.015 m<sup>3</sup> no período de 8 meses ou seja, 86,82% está relacionado ao uso de descarga nas bacias sanitárias.

## 5 CONCLUSÃO

É possível afirmar que o aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis além de ser sustentável é eficaz e viável na edificação do COP. Entretanto em relação a utilização do sistema para as descargas sanitárias é necessário o aumento da capacidade do reservatório, visto o reservatório atual não tem capacidade de armazenamento da água pluvial para demanda mensal das descargas sanitárias.

Em relação a viabilidade econômica, o gasto de água potável nas descargas sanitárias é um dos maiores meios de despesas na conta de água, a substituição pela água pluvial traria uma redução de 86,82% de consumo de água potável. Justificando esse valor na condição que cada usuário utilize as bacias sanitárias no mínimo 3 vezes ao dia.

Sendo uma medida viável à edificação, o aproveitamento da água da chuva no COP além de contribuir com o meio ambiente poderá trazer benefícios a instituição, uma vez que reduzindo os gastos poderá investir em busca de maiores melhorias. Entende-se que são necessários mais estudos com foco no aproveitamento de água no estado do Tocantins, visto que foi encontrado pouco assunto na literatura e que é de grande importância buscar novas maneiras de preservação dos bens naturais do Estado.

## 6 REFERÊNCIA

ANDREOLI C.V. et al **Limite ao desenvolvimento da região metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água**. 9<sup>o</sup>. ed. Porto Seguro. 2000.

ANNECCHINI.K.P.V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES)**. Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15097: Aparelho sanitário de material cerâmico**. Rio de Janeiro, p. 162.2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6452: Aparelho sanitário de Material Cerâmico**. Rio de Janeiro, p.102.1997.

AYOADE.J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Bertrand, Rio de Janeiro, v. I, n. 13, 2010.

BACCI, D.C; PATACA, E.M. **Educação para a água**. 1. Ed. São Paulo: o editores. 2008.

BARTH, F. T. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, São Paulo, 1987.

BEZERRA, Stella Maris da Cruz et al. **Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e o Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.10, n.4, p.219-231, out./dez. 2010.

BIGARELLA J.J. **Ambientes Fluviais**. 2<sup>a</sup>. ed. Florianópolis: UFSC, v. I, 1990.

BORN.R.H. **Seguridade hídrica, comitês de bacia hidroráficas e cidadania**. Brasília, v. I, n. 12, p. 63-70, Setembro/Dezembro 2000.

BOTELHO, R.G.M. **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica**. In: **Erosão e Conservação dos Solos – conceitos, temas e aplicações**. A.J.T. GUERRA, A.S. SILVA &R.G.M. BOTELHO (org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRUNI, J. C. **A água e a vida**. Revista Social-USP, São Paulo, v. 5, p. 53-65, Novembro 1994.

CAMARGO.A. **Sustentabilidade, Responsabilidade Social e Meio Ambiente**. 1ª. ed. São Paulo. 2012.

CAMPOS.M.A.S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. Universidade de São Carlos, São Carlos, v. I, n. 1ª, 2004.

CANHOLI, A. P. **Soluções estruturais não- convencionais em drenagem urbana**. Escola Politécnica. São Paulo, 1995.

TUCCI, C.E.M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília:Unesco. 2001.

CARNEIRO.S.D. **Distribuição espacial e temporal da precipitação pluvial e erosividade mensal e anual no estado do Tocantins**. PIBIC/CNPq, Gurupi, Novembro 2013.

CHENG.L.I. **Rainwater Use System in Building Design**. CIB Seminar, Rio de Janeiro, 2000.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos da Imnologia**. 2ª. ed. Rio de Janeiro, v. I, 1998.

EXPEDIÇÃO RIOS VOADORES. **Rios Voadores**, 2017. Disponível em: <<http://riosvoadores.com.br/educacional/importancia-da-agua/>>. Acesso em: 17 Outubro 2017.

FERNANDES M.R.D. et al. **Viabilidade econômica do uso de água da chuva : Um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN**. ENEGEP, Foz do Iguaçu, Outubro 2007.

FERREIRA, M. **Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Peixes Ornamentais**. Revista Panorama da Agricultura, v. XIII, n. 79, p. 15-17, 2003.

FIGUEIREDO.C.R. **Equipamentos Higráulicos e Sanitários**. Universidade de Brasília, Brasília, p. 90, 2007.

FILHO.P, B. **Água, bem econômico e de domínio público**. Revista C.E.L, v. XII, p. 13-16, 2000.

FITTS, C. R. **Águas subterrâneas**. 2<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

GHANAYEN.M. **Environmental considerations with respect to rainwater harvesting**. Rainwater International Systems, Germany, n. 10, 2001.

GHISI.E. **Potencial for potable water savings by using rainwater in the residencial sector of Brazil**. Building and Environment, v. 41, n. 11, p. 1544-1550, 2006.

GOLDENFUM.J.A. **Reaproveitamento de águas pluviais**. Simpósio Nacional Sobre o uso de Água na Agricultura, Passo Fundo, v. I, p. 1-14, 2006.

GONSALVES.R.F. **Uso Racional da Água em Edificações**. Revista ABES, Rio de Janeiro, 2006.

GRIGSS.J.C, et al. **Na examination of water conservation measure**. England: CIB, 1994.

HAFNER.A.V. **Conservação e reuso de água em edificações: experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro, p. 50-62, 2007.

JÚNIOR.S.C.J. **Relatório Técnico Científico**. UNITINS, Palmas, v. I, p. 3-7, Fevereiro 2016.

KOBIYAMA.M. **Manejo de bacias hidrográficas:conceitos básicos**. In curso de manejo de bacias hidrográficas sob a perspectiva florestal. Curitiba, 1999.

LIMA.W.P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Universidade de São Paulo, São Paulo, v. I, n. 2<sup>a</sup>, 2008.

LOMBARDI.L.R. **Dispositivos poupadores de água em um sistema predial: análise da viabilidade técnico-econômica de implementação no instituto de pesquisas hidráulicas**. Departamento de engenharia Civil, Porto Alegre, 2012.

MARCUZZO F.F. **Mapeamento espacial, temporal e sazonal das chuvas no bioma cerrado do estado do Tocantins**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, v. I, n. 1, p. 4594-4601, 2011.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável**. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil, São Paulo, v. I, n. 1ª, p. 159, 2004.

MELLO.C.R. **Análise de modelos matemáticos aplicados ao estudo de chuvas intensas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 693-698, 2001.

MENEZES.J.P.C. **Influência do uso e ocupação da terra na qualidade da água subterrânea e sua adequação para consumo humano e uso na agricultura**. Centro de Ciências Agrárias, Alegrete-ES, p. 83, 2012.

MIERZWA.J.C. **O uso racional e o reuso como ferramenta para o gerenciamento de águas e efluentes na industria**. Escola Politecnica da USP, São Paulo, p. 399, 2002.

MONTEBELLER.A. **Análise do potencial de economia de água tratada através da utilização de água pluvial em Santa Catarina**. UFSC, Santa Catarina, 2004.

MONTEIRO.C.A.F. **Notas para o estudo do clima centroóeste brasileiro**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. XII, n. 1, p. 3-46, 1951.

MORAIS.D.S.L. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Revista Saúde Pública, v. XXXVI, n. 3, p. 370-374, 2002.

NETO.C.A.L. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In GUERRA, A.J.T; CUNHA, S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, v. I, 1995.

NOGUEIRA.P.F. Uniagua. **Uniagua.org**, 2006. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?>>. Acesso em: 20 Outubro 2017.

NOGUEIRA.P.F. Meio Ambiente News. **meioambientenews**, 2017. Disponível em: <<http://www.meioambientenews.com.br/conteudo.ler.php?q%5B1%7Cconteudo.idcategoria%5D=27&id=1894>>. Acesso em: 18 Outubro 2017.

OLIVEIRA.M.V.A. **Recursos Hídricos e a Produção Animal Legislação e Aspectos Gerais**. EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia, v. I, n. 1ª, p. 1-4, 2010.

OURIQUES.Z.R. **Aproveitamento da água de chuva em escola municipal de Santa Maria-RS**. Revista de Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. VI, n. 1, p. 1-10, 2005.

PAULA.H.M. Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia: avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório. Escola de Engenharia Civil, Goiás, 2005.

PAZ.V.P.S. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. IV, n. 3ª, p. 465-473, Janeiro 2000.

PEREIRA .A.R.et al. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: Fealq, 1997.

REBOUÇAS A.C. **A água doce no mundo e no Brasil**. 3ª. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

ROCHA.A.L. **Estudo para identificação e avaliação de parâmetros de projeto de bacias sanitárias de ação sifônica tendo em vista a redução do consumo de água**. Escola Politécnica da USP, São Paulo, p. 182, 1990.

SEMARH. Programa de águas de usos diversos. **SEMARH (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Distrito Federal)**, 2012. Disponível em: <<http://www.semarh.df.gov.br/qualiar/Pdf/REVISTAREUSO-AGUAS.pdf>>. Acesso em: 23 Outubro 2017.

SILVA.D.F, E. A. **Escalas temporais da variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica de Rio Mundaú**. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v. 25, n. 3, Setembro 2010.

SILVA.D.F. **Escalas temporais da variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Mundaú**. Revista Brasileira de Geografia, São Paulo, v. XXV, n. 3, Setembro 2010.

SOUSA.E.L. **Balanço Hídrico e classificação climática de Thornthwaite para a cidade de Palmas- To.** Revista Brasileira de Meteorologia, Belém, v. I, n. 1<sup>a</sup>, 2010.

TOMASONI M.A. **A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil,** v. V, n. 2, p. 107-1027, 2009.

TOMAZ, P. **Revisão de consumo de água- Interfaces das instalações prediais de água e esgoto.** 1<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Navegar, v. I, 2000.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** Rio de Janeiro, 2010.

TOMAZ.P. **Aproveitamento de água da chuva:** para áreas urbanas e fins não potáveis. 2<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Navegar, v. II, 2003.

TUCCI.C.E.M. **Desenvolvimento de modelo matemático com base para gerenciamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Taquari.** IPH-UFRGS, Porto Alegre, 2003.

VASCONCELOS.F.L. et al. **Captação de água de chuva para uso domiciliar: estudo de caso.** Departamento de Engenharia, Goiânia, v. I, n. 1, Janeiro 2007.

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

WERNECK.G.A.M. **Sistemas de utilização de água da chuva nas edificações: o estudo de caso de aplicações em escolas da Barra do Pira,** RJ. Rio de Janeiro, v. I, n. 1, 2006.