



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

Jaqueline Dias Xavier

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS DE AZEVEDO NETO E O
PRÁTICO INGLÊS PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO: um caso de
reuso em Palmas, TO

Palmas – TO

2018



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

Jaqueline Dias Xavier

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS DE AZEVEDO NETO E O PRÁTICO INGLÊS PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO: um caso de reuso em Palmas, TO

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

Orientador: Prof. MSc. Denis Cardoso Parente.

Palmas – TO

2018

Jaqueline Dias Xavier

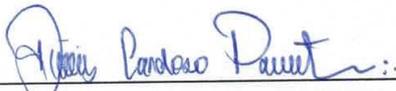
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS DE AZEVEDO NETO E O
PRÁTICO INGLÊS PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO: um caso de
reuso em Palmas, TO

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

Orientador: Prof. MSc. Denis Cardoso Parente.

Aprovado em: 16/11/2018

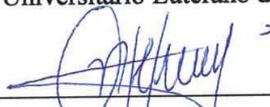
BANCA EXAMINADORA



Prof. MSc. Denis Cardoso Parente

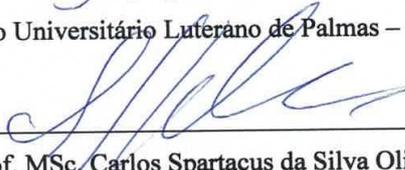
Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Dra. Ângela Ruriko Sakamoto

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

Dedico este trabalho à minha mãe Antonia Maria Dias Xavier, ao meu pai José Arnoldo Lopes Xavier, aos meus irmãos Geovane, Gean e Jaciaria Dias Xavier, aos meus avós paternos e maternos, ao meu noivo Josiel Vidal, ao meu orientador Msc. Denis Parente e à família e amigos, pelo incentivo, paciência, amizade, companheirismo e pelas palavras de força para prosseguir até o final.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar força e saúde para enfrentar tão árdua jornada. Agradeço principalmente aos meus pais e meus irmãos, também a toda minha família por toda ajuda e incentivo, em especial aos meus tios e primos mais próximos. Agradeço aos amigos do Grupo de Jovens Kerigma. Aos amigos que adquiri durante curso que conservarei por toda minha vida, Amanda Silveira, Andresa PM, Andressa Richelly, Eduarda Martins, Érica Souza, Hingria, Jovana Lopes, Jordana Cristinna, Kayk, Leonardo Proenso, Marceley Lira, Milsa Mesquita, Murilo Sousa, Nayhara Moraes, Renata Marciel, Rheygiany de Castro, Vitória Regina, Werbet Barros. Ao meu orientador, professor, mestre, Denis Parente pela dedicação, cobrança, apoio e incentivo para a realização deste trabalho. E a todos que de certa forma, me acompanharam e incentivaram-me por toda essa jornada de estudos e que sempre acreditaram em mim.

RESUMO

XAVIER, Jaqueline Dias. **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS DE AZEVEDO NETO E O PRÁTICO INGLÊS PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO: um caso de reuso em Palmas, TO.** 2018. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), Palmas, 2018.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os volumes de águas pluviais gerados pelos telhados das edificações do CEULP/ULBRA e comparar com a demanda do local, propondo assim novas pesquisas.

Para levantamento da área foi utilizado um VANT, softwares para plano de voo e processamento de imagens. Para a realização deste trabalho foram realizadas várias pesquisas, como análise dos dados pluviométricos de Palmas, análise da demanda da instituição através de um hidrômetro de $6,0\text{m}^3/\text{h}$, sendo estes dados essenciais para o cálculo do reservatório. O volume do reservatório foi pré-dimensionado através dos métodos Azevedo Neto e método Prático Inglês, sendo alguns dos mais conhecidos métodos para dimensionamento de reservatórios.

Palavras Chaves: Águas Pluviais. Azevedo Neto. Prático Inglês. Pré-dimensionamento. Veículo Aéreo não Tripulado (VANT).

ABSTRACT

XAVIER, Jaqueline Dias. COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE METHODS OF AZEVEDO NETO AND THE ENGLISH PRACTICE FOR RESIZER SIZE: a case of reuse in Palmas, TO. 2018. 42 f. TCC (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas (CEULP / ULBRA), Palmas, 2018.

The present work has the objective of evaluating the volumes of rainwater generated by the roofs of the CEULP / ULBRA buildings and compare it with the local demand, thus proposing new research.

A mapping and image processing software was used to survey the area. To make a draw of the bank, make an analysis of the pluviometric data of Palmas, analyzing the data of the inventory of 6.0m³ / h, while these data are important for the calculation of the reservoir. The reservoir volume was pre-dimensioned using the Azevedo Neto and Prático methods, being some of the best known methods for reservoir design.

Keywords: Rainwater. Azevedo Neto. Practical English. Pre-dimensioning. Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Histograma dos totais médios mensais da precipitação pluviométrica de 43 estações pluviométricas espalhadas no estado do Tocantins, referente ao período de 30 anos (1977 a 2006).	16
Figura 2 - Chuva média do período seco.....	17
Figura 3- Chuva média do período úmido.....	18
Figura 4 - Chuva total do período seco.....	19
Figura 5 - Chuva total do período úmido.	20
Figura 6 - Área de estudo (CEULP/ULBRA)	26
Figura 7 - VANT modelo eBee	27
Figura 8 - Hidrômetro de 6,0m ³ /h e materiais utilizados para instalação.	28
Figura 9 - Sobreposição longitudinal e lateral de imagens.....	29
Figura 10 - Ortomosaico gerado por imagens fotográficas tiradas pelo VANT.	30
Figura 11 - Cálculo de área.	32
Figura 12 - Delimitação das áreas de contribuição.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	Associação Brasileira de Aerodelismo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MDS	Modelo Digital de Superfície
OMS	Organização Mundial da Saúde
SCAAC	Sistema de Captação e Aproveitamento de Água da Chuva
UFT	Universidade Federal do Tocantins
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
VANT	Veículo Aéreo não Tripulado
WWC	<i>World Water Council</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área de coleta de água de chuva
m ²	Metros quadrados
m ³ /h	Metros Cubico por hora
mm	Milímetros
P	Precipitação
T	Número de meses de pouca chuva
V	Volume de água no reservatório
%	Porcentagem
n°	Número

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Áreas referentes à figura 12.....	34
Tabela 2 - Variações de comprimentos e larguras.....	34
Tabela 3 - Consumo mensal de água da área estudada.....	35
Tabela 4 - Precipitações.....	36
Tabela 5 - Precipitação sem o período de pouca chuva ou seca.....	36
Tabela 6 - Resultados conforme Azevedo Neto.	37
Tabela 7- Resultados conforme Azevedo Neto	38
Tabela 8 - Resultados conforme método prático inglês.	39
Tabela 9 - Resultados conforme método prático inglês.	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
1.2	OBJETIVOS.....	11
1.2.1	Objetivo Geral	11
1.2.2	Objetivos Específicos.....	12
1.3	JUSTIFICATIVA.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA	13
2.2	GESTÃO DE ÁGUA NO BRASIL	14
2.3	VOLUME PLUVIOMÉTRICO DO TOCANTINS.....	16
2.4	APROVEITAMENTOS DE AGUA DA CHUVA.....	20
2.5	MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO.....	23
2.5.1	Método Azevedo Neto(ABNT, 2007).....	23
2.5.2	Método Prático Inglês.....	23
2.6	VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANT)	24
2.6.1	Tipos de VANT	24
2.6.2	Composição do (VANT).....	24
2.6.3	Planejamento de voo	25
3	METODOLOGIA	26
3.1	ÁREA DE ESTUDOS.....	26
3.2	MATERIAIS	27
3.2.1	VANT eBee e Softwares de Processamento de Imagens.....	27
3.2.2	Câmera	28
3.2.3	Hidrômetro	28
3.3	MÉTODOS.....	29
3.3.1	Planejamento de Voo e Aquisição das Imagens.....	29
3.3.2	Levantamento das Áreas de Contribuição.....	29
3.3.3	Consumo de Água Mensal	31
3.3.4	Precipitação.....	31
3.3.5	Cálculo Preliminar da Capacidade do Reservatório	31
4.	RESULTADOS E DISCUÇÕES.....	32
4.1	DELIMITAÇÃO DA ÁREA E QUALIDADE DO ORTOMOSAICO GERADO.....	32
4.2	QUANTO À PRECISÃO.....	34

4.3	QUANTO À DETERMINAÇÃO DE CONSUMO.....	35
4.4	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	35
4.5	PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA DA CHUVA	36
4.5.1	Método Azevedo Neto	37
4.5.2	Método Prático Inglês	38
4.5.3	Comparação dos resultados dos métodos	40
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Ouriques *et al* (2005), em decorrência do aumento expressivo da perda da qualidade da água, a captação da água de chuva em ambientes urbanos é uma alternativa em constante crescimento e um assunto de interesse cada vez maior diante das múltiplas vantagens de sua adoção.

Segundo Dornelles (2012), atualmente existem muitas campanhas sobre a necessidade de conscientização para o uso racional dos recursos hídricos, minimizando a degradação qualitativa e quantitativa dos corpos d'água.

Pode-se sugerir a captação de águas pluviais como alternativa eficiente em relação à economia de água. Para que essa água seja aproveitada, a mesma precisa ser armazenada em um reservatório, depois distribuída aos pontos de consumos.

A água de chuva serve principalmente para usos não potáveis, pois para assegurar sua potabilidade, é recomendável um tratamento, sendo uma alternativa viável apenas onde não há a possibilidade de abastecimento com água tratada. Pode-se substituir a água tratada potável em diversas aplicações, tais como vaso sanitário, máquina de lavar, irrigação de jardins, lavagem de carro, limpeza de pisos e piscinas (OURIQUES *et al.*, 2005).

Ainda segundo Dornelles (2012), países desenvolvidos já utilizam SCAAC (Sistema de Captação e Aproveitamento de Água da Chuva) para fins não potáveis há vários anos, a Alemanha, por exemplo, é um pioneiro neste sentido; somente no ano de 2005, 35% dos edifícios construídos foram equipados com SCAAC.

Segundo com Jorge e Inamasu (2014), “os primeiros relatos de VANTS no Brasil, ocorreram na década de 80, quando o Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA) desenvolveu o projeto Acauã”. Um VANT, equipado com câmeras digitais ou um sistema LiDAR, pode fornecer informação imediata visual sobre a superfície da terra de forma rápida e com baixo custo de quase qualquer ponto de vista.

O uso de tecnologias como informações geográficas e imageamento aéreo, tem despontado como ferramenta auxiliar para fins civis e científicos. Segundo Silva *et al.* (2015), os veículos aéreos não tripulados (VANTS) apresentam-se como uma alternativa potencial no processo de obtenção de imagens que auxiliam na identificação e caracterização de superfícies, cobertura e uso do solo.

VANTS também são às vezes referidos como sistemas aéreos não tripulados ou mesmo sistemas aéreos pilotados remotamente, capazes de transportar diferentes dispositivos de medição, podendo ser controlados manualmente, por uma pessoa treinada no solo, ou autonomamente, de acordo com um plano de voo pré-programado (GAGO *et al.* 2015).

O dimensionamento da capacidade do reservatório para armazenamento de água pluvial é de grande importância, pois o correto dimensionamento do reservatório pode evitar gastos desnecessários quando o reservatório é superdimensionado; ou baixa eficiência, quando o reservatório é subdimensionado. Segundo Rupp (2011), o dimensionamento da capacidade do reservatório para armazenamento de água pluvial é o principal fator a influenciar na confiabilidade do sistema, ou seja, desempenha um papel importante em evitar ocorrências em que a quantidade de água no reservatório é insuficiente para atender à demanda.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou em 2007 a NBR 15527, que trata do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em áreas urbanas (ABNT, 2007). A NBR 15527 foi publicada pela ABNT em 2007 e é intitulada “Água de chuva – aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos”. Esta norma apresenta em seu anexo seis métodos para o dimensionamento do volume do reservatório de armazenamento da água de chuva: Método de Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano.

Portando, a escolha do método a ser utilizado fica a critério do projetista, para que seja escolhido o método de mais atenda as suas condições e necessidades.

O presente estudo é de grande importância acadêmica e social, tendo em vista que um dos grandes problemas que afeta a sociedade nos últimos anos é a falta da água em função do consumo desregrado pelo contingente populacional e principalmente, devido ao desperdício.

Neste contexto a presente pesquisa busca viabilizar o aproveitamento da água da chuva no Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), para o próprio consumo, tornando-o um processo sustentável.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais as vantagens e as potencialidades do aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no CEULP/ULBRA?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar os métodos de Azevedo Neto e o Prático Inglês para dimensionar um possível reservatório no CEULP/ULBRA.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Obter áreas de contribuição das edificações do campus por meio de imageamento aéreo
- Obter consumo de água dos blocos em estudo por meio de medidor instalado;
- Tratar os dados pluviométricos para gerar cenários comparativos das duas técnicas.

1.3 JUSTIFICATIVA

O estudo do potencial de acúmulo de água de chuva gerado no campus permitirá uma amostra das vantagens e dos desafios de um sistema de reuso de águas por meio de um sistema de captação e reservação.

Propõe-se um estudo do consumo de água utilizada no campus, visto que o mesmo não possui esses dados. Para que se possa avaliar a relevância da implantação do reservatório para o aproveitamento das águas pluviais.

Segundo Vaz (2015), a importância da sustentabilidade principalmente quando se refere ao uso dos recursos hídricos tem sido alvo de preocupação constante nas últimas décadas, devido ao uso indiscriminado da água e consequente desperdício. Neste sentido, o surgimento de técnicas que possibilitem o reaproveitamento da água pluvial em edificações permite um uso racional para fins não potáveis como a irrigação de jardins, lavagem de áreas externas ou de veículos.

Diante do exposto, justifica-se a elaboração desta pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA

O uso desordenado de água pode levar a sua escassez, com isso surge à demanda de alternativas para um uso sustentável. Hoje existem discussões, em todo o mundo, que buscam o uso sustentável da água podendo se destacar o FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA.

O Fórum Mundial da Água (World Water Forum) é um evento internacional, organizado a cada três anos pelo Conselho Mundial da Água, em colaboração com autoridades do país e da cidade-sede (no caso da 8ª edição, o Brasil e sua capital, Brasília).

Em parâmetros internacionais existe o Conselho Mundial da Água (World Water Council, WWC) que é uma associação internacional com sede na França cuja missão é aumentar a conscientização acerca de questões hídricas críticas, gerar decisões e ações e criar comprometimento político por um mundo onde a água esteja disponível à população em quantidade e qualidade satisfatórias a fim de garantir o desenvolvimento sustentável da humanidade.

No Brasil existe Agência Nacional de Águas (ANA) criada pela lei nº 9.984 de 2000, é a agência reguladora vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) dedicada a fazer cumprir as objetivas e diretrizes da Lei das Águas do Brasil, a lei nº 9.433 de 1997. Para isso ela segue basicamente quatro linhas de ação.

Para que possa ter uma sociedade sustentável, será necessária uma educação ambiental e uma grande mudança nos conceitos e hábitos de toda a população.

De acordo com Cardoso (2010), uma das tentativas para a solução do problema da água é a reformulação do sistema de abastecimento de água atual, que utiliza água potável para todos os fins, tanto para higiene pessoal quanto para lavar calçada e para carrear dejetos.

Existem opções sustentáveis para o uso de água, com fins não potáveis, e de fácil adequação da sociedade, entre elas pode-se destacar o reuso da água e o aproveitamento de água da chuva.

De um modo geral, a água pode ser reutilizada de formas diversas, de forma direta ou indireta, para fins potáveis e não potáveis e até mesmo em ações planejadas ou não planejadas (MORUZZI, 2008).

Segundo Moruzzi (2008), a Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou no ano de 1973 um documento que foram classificados os tipos de reuso em diferentes modalidades, de acordo com suas finalidades e uso.

Classificações dos tipos de reuso:

- Reuso potável direto: quando a água do esgoto é recuperada por meio de tratamento avançado, e reutilizado de modo direto no sistema de água potável.
- Reuso direto: é o uso planejado de esgotos tratados com destino a certas finalidades, bem como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável.
- Reciclagem interna: é o reuso da água internamente as instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.
- Reuso potável indireto: onde o esgoto, depois do tratamento, é colocado na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável.
- Reuso não potável para fins na agricultura: apesar de quando se pratica esta modalidade de reuso via de regra haja, como sub produto, recarga do lençol subterrâneo, o objetivo essencial desta prática é a irrigação de plantas alimentícias, por exemplo árvores frutíferas, cereais, etc, e de plantas não alimentícias tais como pastagens e forrações.
- Reuso não potável para fins industriais: abrangem os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras, limpeza etc. Pode-se considerar alguns usos comerciais tais como a lavagem de veículos;
- Reuso não potável para fins recreativos: reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques, gramados e bem como para enchimento de lagoas ornamentais, recreativas e etc.
- Reuso não potável para fins domésticos: são considerados aqui os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes.

2.2 GESTÃO DE ÁGUA NO BRASIL

A água é o recurso natural mais precioso, tendo um valor inapreciável, a água é sinal de vida, pois possui grande relevância para os ciclos biológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os biosistemas.

Segundo Silva (2016), o Brasil é um país rico em água, contamos com cerca de 14% deste benefício em nossos rios e bacias, porém a sua distribuição não é igualitária, por exemplo, a região Amazônica, onde se encontra o maior rio do mundo, conta com 80% da água brasileira, mas, abastece apenas 5% da população do nosso país.

De acordo com Campos (2010), o modelo de gestão das águas no Brasil, em vigor atualmente, é fruto de um processo que, em linhas gerais, se iniciou na passagem dos anos 1970 para os 1980. Era um momento no qual a crença no modelo de gestão baseado no “comando e controle” e numa análise tradicional de custo e benefício.

Ainda segundo Campos (2010), a gestão das águas é uma atividade complexa que inclui os seguintes componentes: a política de águas; o plano de uso, controle e proteção das águas; o gerenciamento e o monitoramento dos usos da água.

As políticas públicas das águas, de grosso modo, envolvem três fatores importantes:

- A organização político-administrativa de um determinado território – poder centralizado ou descentralizado;
- O papel definido para o estado nas diferentes etapas do processo - definição de prioridades, proposição, implantação, gestão, fiscalização, monitoramento e avaliação de políticas públicas -, bem como o nível de abertura do processo democrático para que seja possível negociar no interior dos espaços públicos e elaborar políticas que considerem os princípios de equidade, justiça social e sustentabilidade ecológica, além da própria eficiência econômica perseguida há algum tempo;
- A abordagem adotada para tratar da questão hídrica, intrinsecamente ligada à organização político-administrativa, responsável pela definição das prioridades de uma determinada política e dos instrumentos e mecanismos a serem utilizados, bem como pela definição da unidade territorial a ser objeto da gestão e do planejamento.

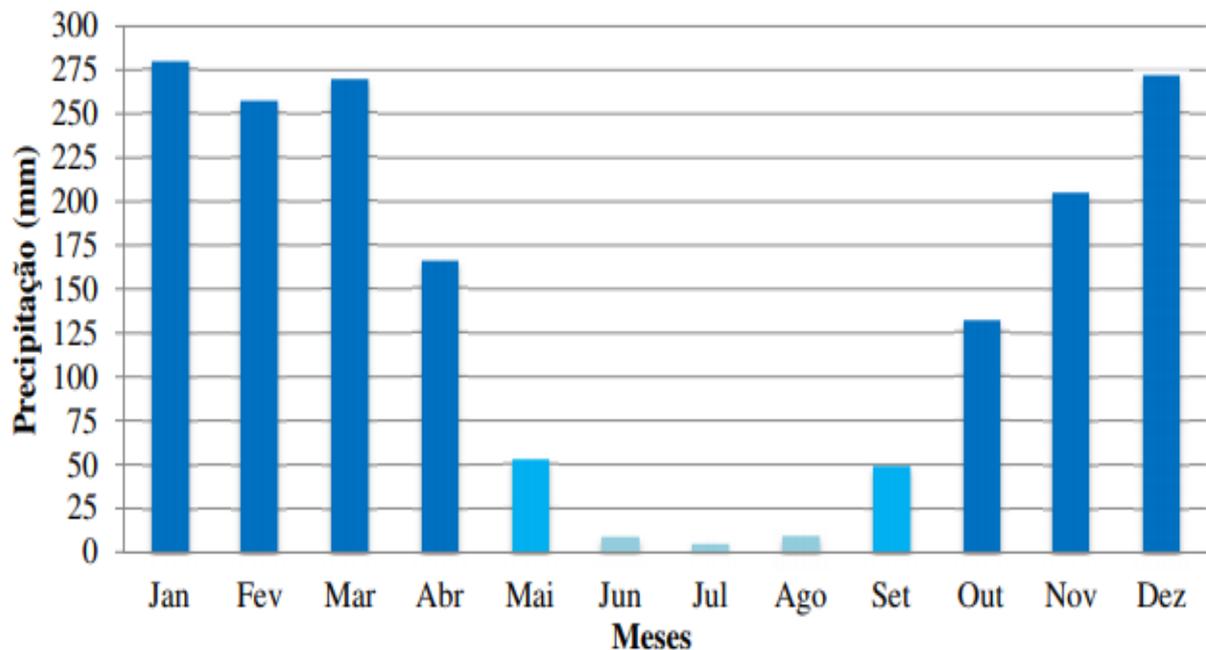
Segundo Tundisi (2008), “ economias regionais e nacionais dependem da disponibilidade adequada de água para geração de energia, abastecimento público, irrigação e produção de alimentos (agricultura, aquicultura e pesca, por exemplo)”.

2.3 VOLUME PLUVIOMÉTRICO DO TOCANTINS

As variações volumétricas da precipitação pluvial anual, em cada região, são resultantes da variabilidade climática típica do local, onde devem ser aprofundados os estudos tanto qualitativamente como quantitativamente.

Segundo Marcuzzo, Goularte (2012, p. 95), observados os dados da Figura 1, o mês mais chuvoso no estado do Tocantins é janeiro, com cerca de 280 mm de precipitação pluviométrica média em 30 anos de dados estudados. O mês mais seco foi julho, com, aproximadamente, 5 mm de precipitação pluviométrica média para o período histórico estudado, de 1977 a 2006.

Figura 1- Histograma dos totais médios mensais da precipitação pluviométrica de 43 estações pluviométricas espalhadas no estado do Tocantins, referente ao período de 30 anos (1977 a 2006).



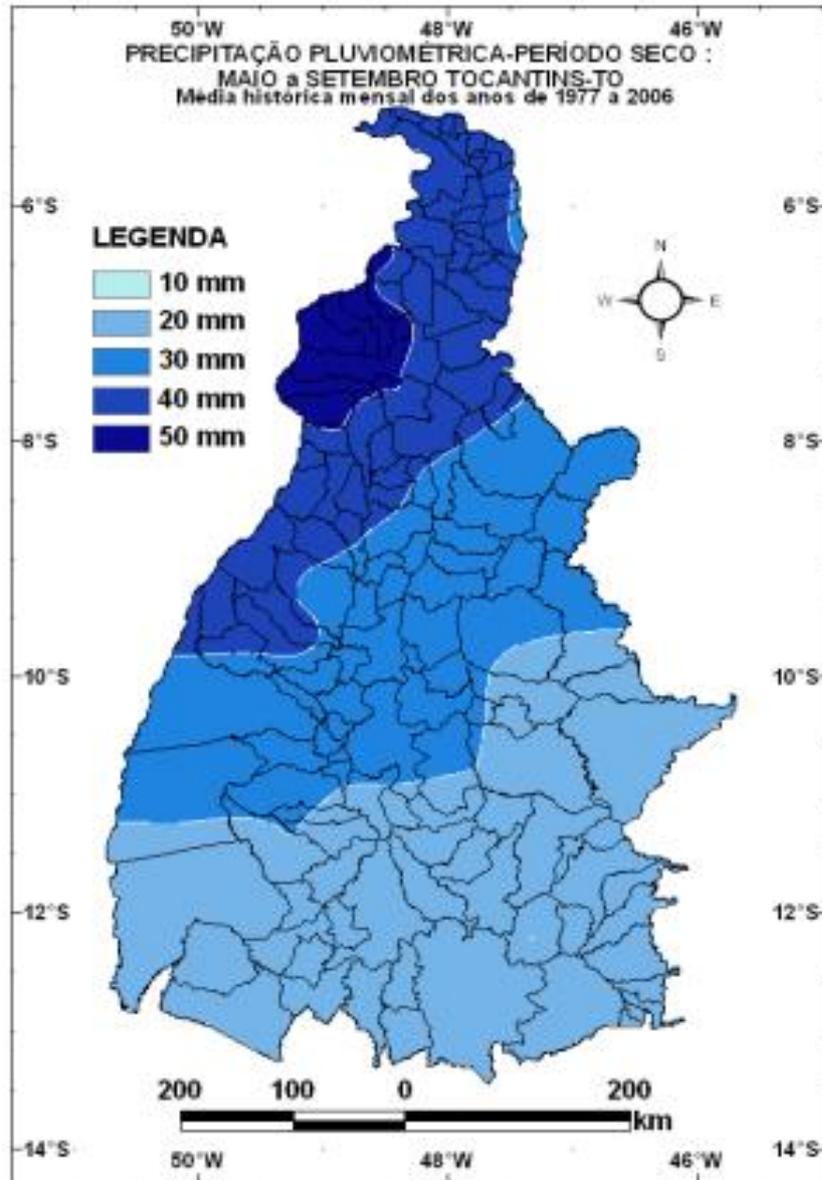
Fonte: Artigo, Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, N. 01 (2013) 091-099

Ainda de acordo com Marcuzzo, Goularte (2012, p. 97), o ano hidrológico do estado do Tocantins começa em outubro, que é o primeiro mês chuvoso após um período seco. O período úmido, que perdura sete meses, vai de outubro a abril. O período seco, de cinco meses, perdura de maio a setembro.

Segundo Marcuzzo, Goularte (2012, p. 97), o estudo da distribuição sazonal das chuvas no estado mostra que o período chuvoso, que se estende de outubro a abril, possui, aproximadamente, 90% de toda a precipitação do ano hidrológico de Tocantins.

Como pode ser observado os índices de precipitações na figura 2 no período de seca no estado do Tocantins, que são considerados os meses de maio a setembro, a cidade de Palmas-TO teve uma média histórica mensal 30mm.

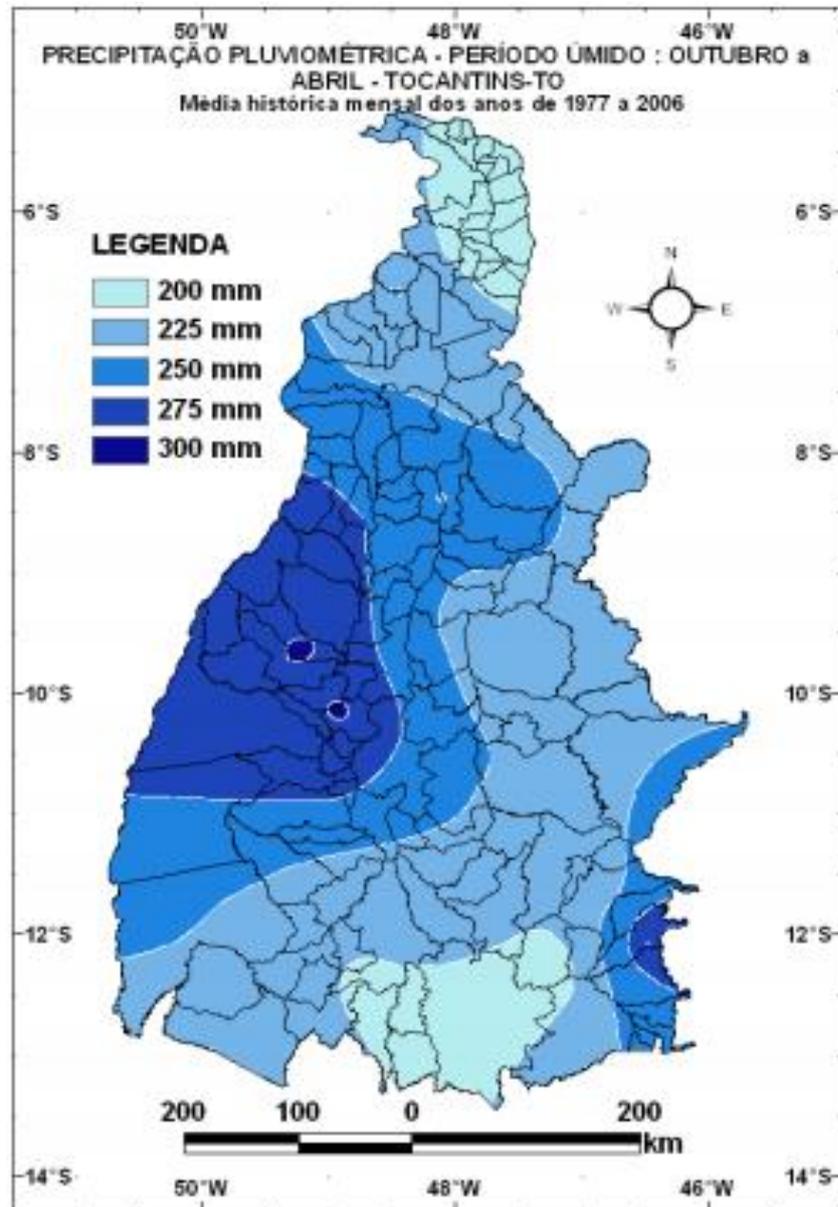
Figura 2 - Chuva média do período seco.



Fonte: Artigo, Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, N. 01 (2013) 091-099

Como pode ser observado os índices de precipitações na figura 3 no período úmido no estado do Tocantins, que são considerados os meses de outubro a abril, a cidade de Palmas-TO teve uma média histórica mensal 250mm.

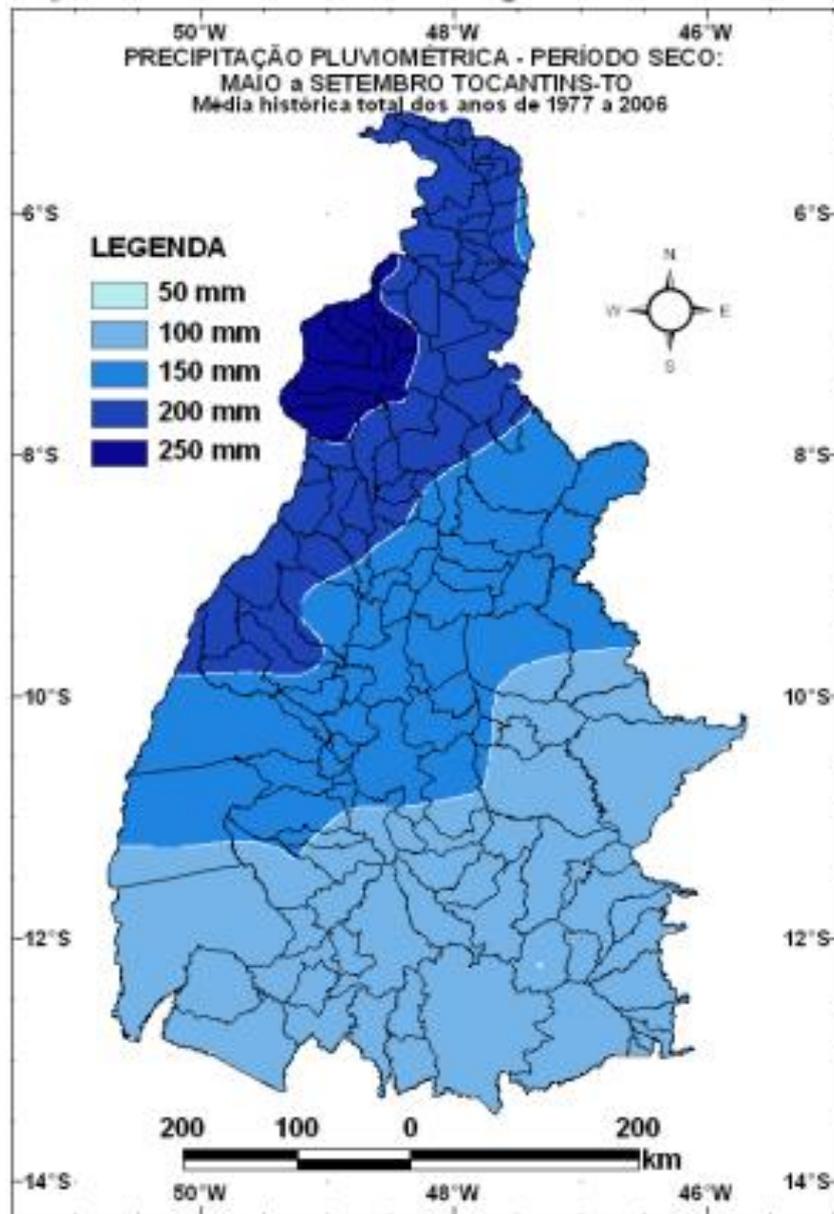
Figura 3- Chuva média do período úmido.



Fonte: Artigo, Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, N. 01 (2013) 091-099

Como pode ser observado os índices de precipitações na figura 3 no período seco no estado do Tocantins, que são considerados os meses de maio a setembro, a cidade de Palmas-TO teve uma média histórica total de 150mm.

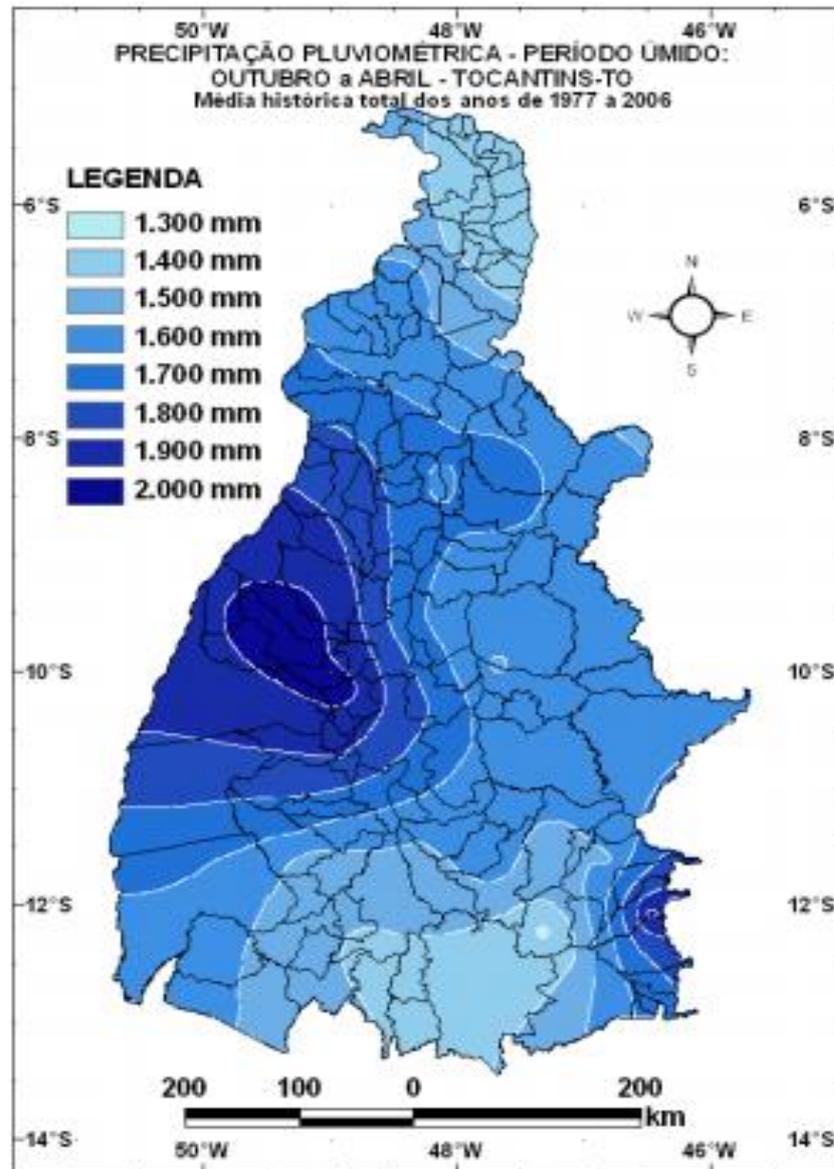
Figura 4 - Chuva total do período seco.



Fonte: Artigo, Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, N. 01 (2013) 091-099

Como pode ser observado os índices de precipitações na figura 5 no período úmido no estado do Tocantins, que são considerados os meses de outubro a abril, a cidade de Palmas-TO teve uma média histórica total 1700mm.

Figura 5 - Chuva total do período úmido.



Fonte: Artigo, Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, N. 01 (2013) 091-099

2.4 Aproveitamentos de água da chuva

No Brasil não é muito comum o uso de água pluvial em áreas urbanas, sendo tratado como algo novo e revolucionário, entretanto, o uso de cisternas para captar e armazenar água de chuva é praticado há milênios em diversas regiões do mundo, sendo bastante usado no Brasil.

De acordo com Neto (2013), no Brasil, o uso de água de chuva captada e armazenada em cisternas domésticas ocorre há séculos, mas a captação imediata de água de chuva no meio urbano, visando ao aproveitamento em usos diversos, ainda é insipiente.

A captação de água da chuva para fins não potáveis é uma grande alternativa para quem almeja uma grande economia, pois é de fácil implantação e tem um bom custo benefício.

Segundo Bezerra (2010), a água de chuva nos centros urbanos pode ser usada em atividades que não precisam de água potável, como, por exemplo, na irrigação de jardins, na descarga de bacias sanitária e na limpeza de pisos, equipamentos e carros.

Podem-se destacar algumas das vantagens da captação de águas pluviais, tais como:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma.
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos.
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados.
- Ecologicamente e financeiramente não desperdiça um recurso natural.
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios.
- Reserva de água para eventuais incêndios Em áreas rurais, além dos mesmos fins do ambiente urbano, destinasse a irrigação de plantações, lavagem de criatórios de animais e bebedouro.

De acordo com Dornelles (2010), muitas iniciativas em utilizar as águas pluviais para os consumos não potáveis da população estão em andamento no país. Leis, decretos, planos diretores de drenagem urbana e normas técnicas apontam para que, cada vez mais, o aproveitamento de água da chuva seja adotado. No entanto, as atuais recomendações técnicas para tais medidas são um tanto divergentes, no que diz respeito ao dimensionamento do reservatório para armazenamento da água coletada.

O sistema para aproveitamento de água de chuva pode não suprir totalmente a demanda e necessitar de maior ou menor complementação com algum outro tipo de fornecimento de água.

Ainda segundo Bezerra (2010), a utilização de um sistema de captação de água pluvial deve ser baseada em análise da demanda a que será destinada, dos possíveis riscos sanitários, da adequação dos sistemas prediais e do correto dimensionamento do reservatório, para se evitar a implantação de projetos inadequados, que comprometam os aspectos positivos dessa fonte alternativa de água.

A fim de regular a captação de água da chuva e alocar estudos e políticas para o assunto, o Brasil criou a (ABCMAC) Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva, que é responsável por divulgar estudos e pesquisas, reunir equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto.

O site AquaStok relatou alguns passos a serem seguidos para o aproveitamento de água da chuva, os quais são:

Primeiro: Dimensionamento do Sistema:

O primeiro passo para o aproveitamento eficaz da água da chuva é o dimensionamento do reservatório ideal para cada caso, a partir das necessidades e propósitos do usuário, da área de captação e das características da construção.

Segundo: Modelo do Sistema:

O segundo passo é definir o modelo do método de reciclagem, que pode ser feito de várias modelos diferentes, dependendo da empresa contratada. Eles podem variar desde linhas que utilizam reservatórios e filtros subterrâneos.

Terceiro: Fornecimento de Componentes:

De acordo com o dimensionamento, definição dos objetivos e características do sistema a ser implantado, o fornecedor especifica, integra e fornece os diversos componentes necessários. O principal componente a ser especificado nesta etapa será o filtro por onde a água passará antes de ir para o reservatório.

Quarto: Instalação do Sistema:

A instalação fica por conta do fornecedor, que deve dispor de mão de obra especializado para realizar a instalação de todas as peças hidráulica e também elétrica (no caso de utilização de bombas) dos sistemas.

De acordo com Cardoso (2010), a definição do tamanho e localização do reservatório é particularmente importante, pois este é o item mais oneroso do projeto e sua especificação

correta pode representar uma importante economia. É necessária a coleta de informações por meio de entrevista com o cliente e levantamentos no local.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) definiu métodos de dimensionamento de reservatórios apresentados na NBR 15527:2007, referente à captação de águas pluviais, dos quais se tem entre eles os métodos “AZEVEDO NETO” e “PRÁTICO INGLÊS”.

2.5 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO

A fim de analisar o melhor método para o dimensionamento do reservatório, podemos citar duas opções, sendo os métodos; AZEVEDO NETO também conhecido como método prático brasileiro e o PRÁTICO INGLÊS.

2.5.1 Método Azevedo Neto(ABNT, 2007).

Trata-se de um método prático que visa obter o volume de reservação diretamente de uma equação, onde apenas 3 parâmetros são necessários (ABNT, 2007).

$$V = 0,042 \cdot P \cdot A \cdot T$$

Onde:

V = volume de água no reservatório (litro)

P = precipitação (mm)

A = área de coleta de água de chuva (m²)

T = n° de meses secos por ano.

2.5.2 Método Prático Inglês.

Para o dimensionamento do reservatório de água pluvial pelo método Prático Inglês, segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007) deve-se utilizar a equação:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

P = precipitação média anual em (mm)

A = área de captação em (m²)

V = volume do reservatório (litro).

2.6 VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANT)

Segundo Jorge e Inamasu (2014), o termo “Veicula Aéreo Não Tripulado” é mundialmente reconhecido e inclui uma grande gama de aeronaves que são autônomas, semiautônomas ou remotamente operadas. Segundo a ABA - (Associação Brasileira de Aeromodelismo), a definição para Veiculo Aéreo Não Tripulado (VANT) é: “um veículo capaz de voar na atmosfera, fora do efeito de solo, que foi projetado ou modificado para não receber um piloto humano e que é operado por controle remoto ou autônomo”.

Além da aeronave, o VANT é composto de uma estação de controle em solo, o (Ground Control Station) GCS através da qual é possível planejar a missão a ser executada e acompanhar todo o trabalho realizado remotamente. Em geral possibilita visualizar o mapa do local a ser monitorado, com a referência da posição do VANT (JORGE; INAMASU, 2014).

2.6.1 Tipos de VANT

De acordo com Medeiros (2007), “os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) são pequenas aeronaves, sem qualquer tipo de contato físico direto, capazes de executar diversas tarefas, tais como monitoramento, reconhecimento tático, vigilância e mapeamento entre outras”.

Ainda de acordo com Jorge e Inamasu (2014), de uma forma geral os VANTs são classificados segundo sua categoria funcional como alvos, sistemas de reconhecimento ou monitoramento, combate e logística.

2.6.2 Composição do (VANT)

Conforme Vidal (2013), os VANT'S são constituídos pelo veículo com sistema de georreferenciamento composto por uma câmara fotográfica, sistema de posicionamento global (GPS) e um sistema inercial, sensores climáticos ou laser de varreduras, e por uma estação base com software próprio e um controle remoto.

- a) Estação base ou “Ground Control Station”: é um computador com o software de controle capaz de enviar os dados para controle do VANT. É na estação que é definida a altitude de voo, a cobertura longitudinal e transversal bem como as coordenadas para todas as exposições
- b) Sistema de navegação: é constituído geralmente por um GPS e uma unidade de navegação inercial. Enquanto o GPS dá continuamente informação de posição, cabe ao sistema inercial fornecer continuamente informação das rotações da câmara em torno do sistema de coordenadas de navegação.

- c) Câmeras: a aquisição de dados é feita através do uso de câmeras que podem ser digitais, térmicas, câmeras de vídeo ou outro tipo.
- d) Sensores climáticos e laser de varreduras: determinação da altura de pontos na superfície usando pulsos laser que são disparados na direção da mesma.
- e) Controle remoto: é o equipamento responsável pelo controle do veículo à distância quando necessário, usando uma determinada faixa de frequência ou por uma interface Bluetooth.

2.6.3 Planejamento de voo

Segundo Jorge e Inamasu (2014), o planejamento de voo compreende a escolha da altitude e velocidade de voo, resolução das imagens e do pixel nas unidades de terreno, e das normas e regulamentos de voo. Além disso, de acordo com a resolução da câmera, deve ser calculada a altitude de voo observando a resolução em solo desejada.

3 METODOLOGIA

Tendo em vista os objetivos acima se fez necessário conhecimento amplo na área de atuação desejada, por tanto, para tal estudo foi designado pontos de apoio descritos abaixo:

3.1 ÁREA DE ESTUDOS

A área de estudos abrangida incluiu os prédios 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e cantina, do Campus CEULP/ULBRA, como mostra a figura 6, pois, por meio das áreas de contribuição (telhados) foi obtido o volume de água a ser transferido para o reservatório, e posteriormente serem utilizados nos destinos finais.

Os prédios foram escolhidos devido serem os pontos de maior área em projeção de telhado. A área de cada edificação foi definida pelo mosaico gerado pelo VANT eBee, com ajuda do ARCGIS.

O abastecimento do CEULP/ULBRA ocorre por um sistema indireto de distribuição de água, onde existe o reservatório principal que é abastecido por uma fonte de captação própria e depois essa água é distribuída para os demais reservatórios existente no campus.

Figura 6 - Área de estudo (CEULP/ULBRA)



Fonte: Própria

3.2 MATERIAIS

3.2.1 VANT eBee e Softwares de Processamento de Imagens

Para a coleta das imagens foi utilizado o veículo aéreo modelo eBee (Figura 7). Compreende uma plataforma aérea com sensores específicos acoplados que permitem a obtenção de imagens fotográficas e vídeos. A aeronave traz incorporados sensores que possibilitam a estabilidade do equipamento em missão, bem como a transmissão de dados que garantem o acompanhamento direto da execução do voo.

Figura 7 - VANT modelo eBee



Fonte: Própria

O planejamento de voo foi elaborado por meio da estação base com o seguinte conjunto: o software eMotion 2, responsável pela programação do voo e execução do trajeto da aeronave, rádio transmissor, que permite o acompanhamento em tempo real do sobrevoo, bem como o envio de comandos de pouso, mudanças de direção ou tomada de imagens. A interface do programa mostra informações importantes sobre o nível de bateria, temperatura ambiente, altitude, posição, duração e velocidade do voo, velocidade do vento, resolução e sobreposição longitudinal e latitudinal da área sobrevoada, altitude e link do rádio.

Para processamento das imagens e geração dos mosaicos ortorretificados, a aeronave também dispõe de software específico, o Terra 3D. Nesse processo os pontos capturados pelo GPS da aeronave são associados a cada uma das imagens.

3.2.2 Câmera

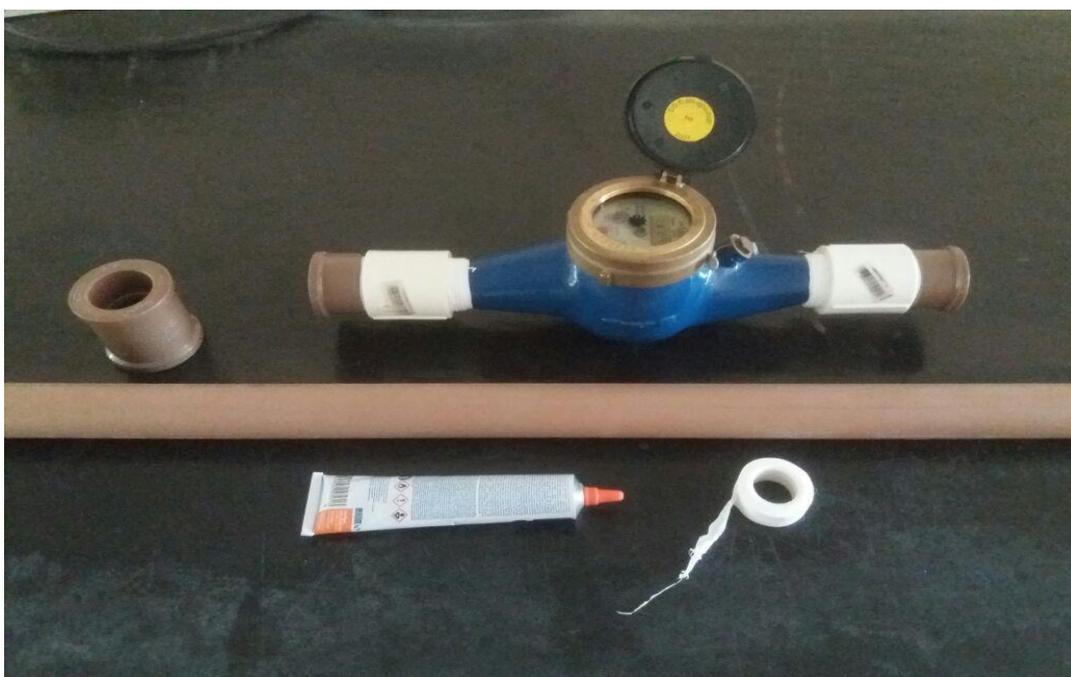
A câmera utilizada na captura das imagens reuniu características adequadas e compatíveis com o sistema eBee e o aplicativo de formação de ortomosaico, o modelo S110 RGB, adaptada de forma a ser controlada pelo piloto automático da aeronave. A câmera RGB obtém dados de imagem no espectrovisível que consiste na possibilidade de reproduzir qualquer cor, a partir de uma mistura de apenas três cores primárias juntamente com a luz: azul, verde e vermelho.

3.2.3 Hidrômetro

Foi utilizado um hidrômetro de $6,0\text{m}^3/\text{h}$ como mostra a figura 8, para aferição da quantidade de água usada mensalmente na área de estudo apresentada, onde o mesmo foi instalado na entrada do reservatório que abastece os blocos do campus CEULP/ULBRA,

O hidrômetro foi instalado no reservatório principal, onde foi aferido as medições do mês de fevereiro de 2018 ao mês de agosto de 2018 .

Figura 8 - Hidrômetro de $6,0\text{m}^3/\text{h}$ e materiais utilizados para instalação.



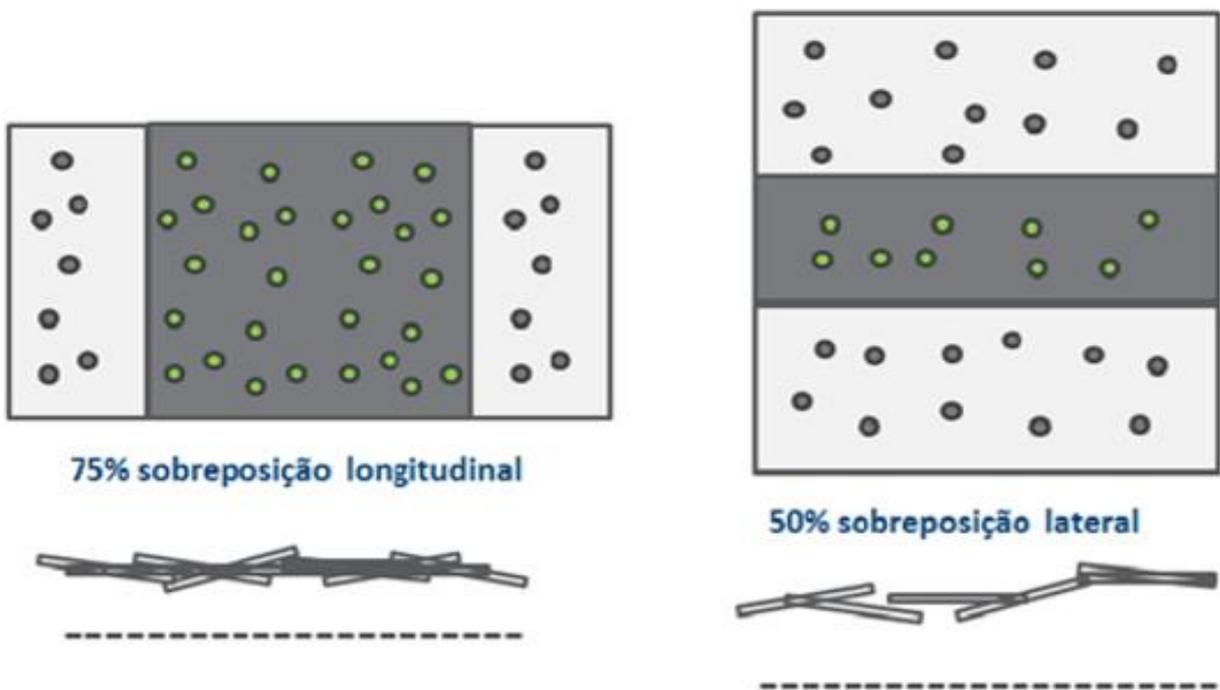
Fonte: Própria

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Planejamento de Voo e Aquisição das Imagens

Uma vez selecionada a área de voo e o tamanho do pixel, o software disponibilizou automaticamente a área, tempo estimado de voo, altitude, espaçamentos entre linhas de trajeto e distância a ser percorrida. O plano estabelecido para a pesquisa visou a identificação das áreas dos telhados do campus CEULP/ULBRA, por meio de um único arranjo de sobreposições de voo e utilização de dois tipos de sensores na captura das imagens. A Figura 9 traz detalhado o processo de sobreposição de imagens.

Figura 9 - Sobreposição longitudinal e lateral de imagens.

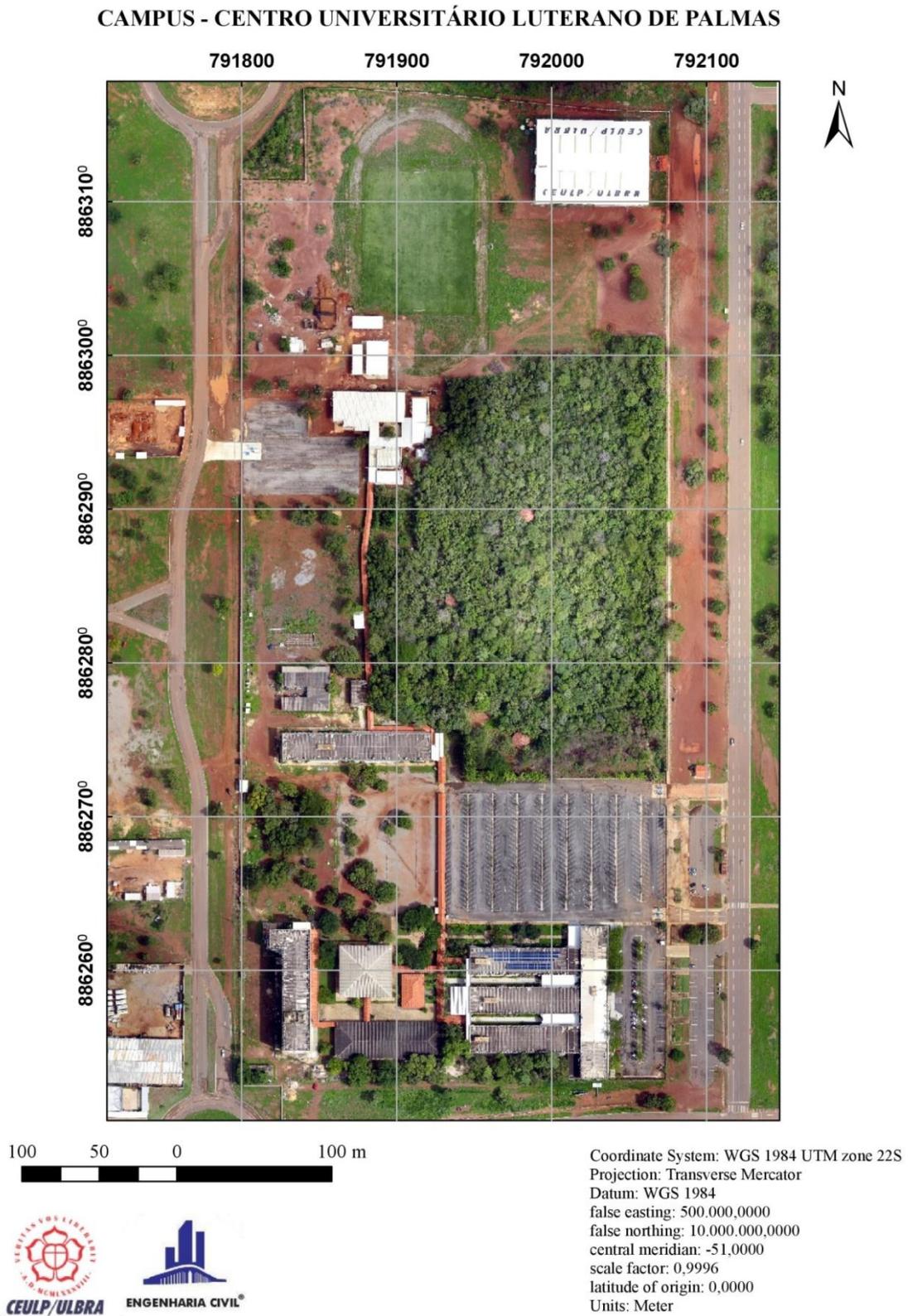


Fonte: PARENTE, D. C. *et al*; Utilização de veículo aéreo não tripulado (VANT) na identificação de patologia superficial em pavimento asfáltico.

3.3.2 Levantamento das Áreas de Contribuição

As áreas de contribuições da cobertura dos prédios foram obtidas com o uso do software ARCGIS, por meio do ortomosaico gerado por imagens fotográficas tiradas pelo VANT. A figura 10 mostra o ortomosaico gerado pelas imagens.

Figura 10 - Ortomosaico gerado por imagens fotográficas tiradas pelo VANT.



Fonte: Própria.

3.3.3 Consumo de Água Mensal

O consumo de água mensal foi quantificada pelo hidrômetro de 6,0m³/h que foi instalado na entrada do reservatório principal que abastece os blocos do campus CEULP/ULBRA. Onde foi acompanhado durante 7 meses, obtendo-se os resultados apresentados na tabela 3.

3.3.4 Precipitação

Os índices de precipitação foram obtidos pela estação meteorológica da Universidade Federal do Tocantins (UFT), onde foram coletados dados de três anos e foi feito a média anual, com resultados apresentados na tabela 4.

3.3.5 Cálculo Preliminar da Capacidade do Reservatório

O pré-dimensionamento do reservatório foi realizado pelos métodos AZEVEDO NETO e o PRÁTICO INGLÊS. Onde o cálculo proposto por Azevedo Neto, diferente dos demais, leva em conta a precipitação média anual e os meses de pouca precipitação ou seca.

Segundo Giacchini(2010), o método prático Inglês, caracteriza-se por sua origem empírica, não considera na sua formulação o período de seca. O coeficiente de segurança corresponde à fração mensal referente ao aproveitamento de 60% da precipitação anual, ou seja: $60\% \times P_{\text{anual}} / 12 \text{ meses} = 0,05 P_{\text{anual}}$.

4. RESULTADOS E DISCUÇÕES

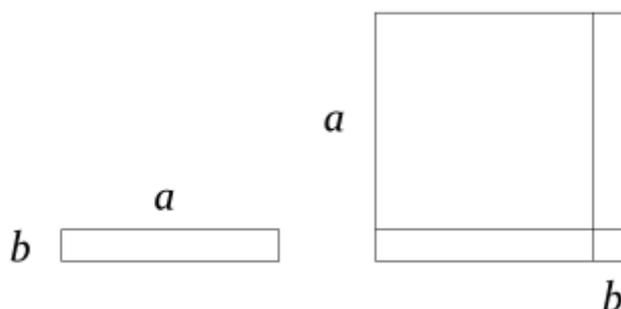
De acordo com o proposto, foram analisados dados da delimitação da área, foi avaliado a precisão das medidas geradas pelo VANT através do ortomosaico, foram coletados dados do consumo de água no CEULP/ULBRA, e foram avaliados os cálculos de reservatório de água da chuva através dos métodos Prático inglês e Azevedo Neto.

4.1 Delimitação da área e qualidade do ortomosaico gerado

De acordo com Júnior (2014), pode-se definir área como a quantidade de espaço ocupado em um plano por uma determinada região comparada com uma região definida como unidade de área.

Ainda segundo Júnior (2014), um retângulo Q de lados a e b pertencentes aos reais. Queremos demonstrar que área $AQ = ab$. Como mostra a figura 11.

Figura 11 - Cálculo de área.



Fonte: JÚNIOR, W.D (2014). Cálculo de área e volume aplicado à análise de projetos técnicos de incêndio em tanques contendo líquidos combustíveis e inamáveis.

Para o estudo de potencialidade do acúmulo de água de chuva, sobre a utilização da tecnologia VANT na elaboração do pré-dimensionamento do reservatório, foi sobrevoado o Ceulp/Ulbra para identificação de toda a área, buscando calcular as áreas de contribuição (telhados). O processamento foi realizado através da plataforma do ArcGis 10.2.2 e do ortomosaico (figura 12) obtidas no sobrevoo.

As áreas de contribuição obtidas pela projeção no ortomosaico estão especificadas na imagem a seguir, figura 12.

Figura 12 - Delimitação das áreas de contribuição.



FONTE: Própria.

O processamento para o cálculo das áreas foi realizado através da plataforma do ArcGis 10.2.2 e do ortomosaico obtidas no sobrevoo, com isso pode-se observar na tabela 1 as áreas correspondentes à figura 12.

Tabela 1 - Áreas referentes à figura 12.

LOCAL	ÁREA (m ²)
CANTINA	1145,56
PRÉDIO 1	1744,07
PRÉDIO 2	1215,14
PRÉDIO 3	1226,46
PRÉDIO 4	1247
PRÉDIO 5	1484,58
PRÉDIO 6	1690,63
PRÉDIO 7	1638,65
Total	11392,09

FONTE: Própria.

4.2 Quanto à precisão

Procurando atestar e verificar a confiabilidade do ortomosaico, foi feito um comparativo conforme a tabela 2, em que se pode verificar e comparar as medidas retiradas em campo (dados reais) com uma trena da marca ROLATEPE rt312m e as do ortomosaico medidas retiradas do Arqgis.

Na Tabela 2 são mostrados os comprimentos e larguras de alguns locais do campus CEULP/ULBRA obtidos por meio do levantamento em mosaico e em campo. Percebe-se que as variações são relativamente pequenas, como, por exemplo, no comprimento do prédio 1; a medida extraída por meio do ortomosaico foi de 99,40m, e a medida em campo, de 99,60, apresentando desvio de 20,0cm, a maior variação dentre os trechos levantados.

Tabela 2 - Variações de comprimentos e larguras.

Prédios	Largura Campo (m)	Comprimento Campo (m)	Largura Ortomosaico (m)	Comprimento Ortomosaico (m)	Varição larg.(m)	Varição comp.(m)
Prédio 1	17,4	99,6	17,3	99,4	0,1	0,2
Prédio 2/3/4	17,1	71,9	17,2	71,8	-0,1	0,1
Prédio 8	17,7	96,2	17,8	96,2	-0,1	0
Lanchonete	33,4	33,4	33,5	33,5	-0,1	-0,1

FONTE: Própria.

O prédio 1 foi o que apresentou a maior variação no comprimento, o valor do ortomosaico foi 20 cm menor que o coletado em campo, e existe algumas hipótese para ocorrência dessa variação, são elas : posição do sol durante o sobrevoo pois pode gerar

sombra e encobrir pontos e na imagem pode observar que existem várias árvores de grande porte ao longo do prédio em seu comprimento. E no prédio 8 pode se observar que no comprimento a variação foi zero e não contem nenhuma árvore de grande porte que faça sombra e traga essa possível distorção.

Com as amostras da tabela pode-se observar que a variação não passou de 1,0 % em nenhuma das situações, o que atesta o grau de confiabilidade do uso de imagens obtidas por meio de veículo aéreo não tripulado no levantamento das áreas utilizadas.

4.3 Quanto à determinação de consumo

Conforme aferido por um hidrômetro de $6,0\text{m}^3/\text{h}$, tem-se na tabela 3, com os resultados obtidos do consumo de água total da área estudada, no período de sete meses referente aos meses de fevereiro a agosto de 2018.

Tabela 3 - Consumo mensal de água da área estudada.

mês	m ³
fev	705,74
mar	819,80
abr	901,78
mai	980,20
jun	784,16
jul	166,40
ago	1058,61
Total	5416,69

FONTE: Própria.

Ao observar a tabela 3, nota-se que há uma grande variação, podendo essa ser influenciada pela temperatura local e pela ausência de atividades na instituição, como ocorre no mês de julho.

4.4 Precipitação média anual

Foram utilizadas as precipitações dos anos 2015, 2016 e 2017, onde os dados foram fornecidos pela estação meteorológica da Universidade Federal do Tocantins (UFT), como se pode observar na tabela 4. Com os dados da precipitação total de cada ano obteve-se a precipitação média anual de 1600mm.

Tabela 4 - Precipitações.

2015		2016		2017	
Data	Precipitação total (mm)	Data	Precipitação total (mm)	Data	Precipitação total (mm)
jan/15	426,2	jan/16	429,6	jan/17	424,1
fev/15	201,3	fev/16	204,8	fev/17	288,8
mar/15	145,3	mar/16	161,7	mar/17	207,4
abr/15	308	abr/16	80,5	abr/17	163,9
mai/15	103,7	mai/16	2,6	mai/17	17,8
jun/15	0	jun/16	18,2	jun/17	0
jul/15	0	jul/16	0	jul/17	0
ago/15	0	ago/16	0	ago/17	0
set/15	97,9	set/16	100,1	set/17	0
out/15	132,9	out/16	38	out/17	21,6
nov/15	102,6	nov/16	180,9	nov/17	197,1
dez/15	149,4	dez/16	254,1	dez/17	343

FONTE: Estação meteorológica da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

Com as precipitações dos anos 2015, 2016 e 2017, foi feito um tratamento nos dados que foram fornecidos pela estação meteorológica da Universidade Federal do Tocantins (UFT), retirando assim o período de pouca chuva ou seca como se pode observar na tabela 5. Com o tratamento dos dados da precipitação de cada ano obteve-se a precipitação média anual de aproximadamente 1487mm.

Tabela 5 - Precipitação sem o período de pouca chuva ou seca

2015		2016		2017	
Data	Precipitação total (mm)	Data	Precipitação total (mm)	Data	Precipitação total (mm)
jan/15	426,2	jan/16	429,6	jan/17	424,1
fev/15	201,3	fev/16	204,8	fev/17	288,8
mar/15	145,3	mar/16	161,7	mar/17	207,4
abr/15	308	abr/16	80,5	abr/17	163,9
out/15	132,9	out/16	38	out/17	21,6
nov/15	102,6	nov/16	180,9	nov/17	197,1
dez/15	149,4	dez/16	254,1	dez/17	343

FONTE: Estação meteorológica da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

4.5 Pré-dimensionamento de reservatórios de água da chuva

O pré-dimensionamento foi feito através dos métodos Azevedo Neto e pratico inglês, conforme pode-se observar a seguir.

4.5.1 Método Azevedo Neto

O método Azevedo Neto é um método prático que visa obter o volume de reservação diretamente de uma equação (ABNT, 2007).

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

P é a precipitação média anual, em milímetros;

T é o número de meses de pouca chuva ou seca;

A é a área projetada de coleta, em metros quadrados;

V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

Com isso de acordo com o Método Azevedo Neto, tendo como P (precipitação média anual) 1600 mm, A (área projetada de coleta) descrita na tabela e T (número de meses de pouca chuva ou seca) o total de 06 meses, foi calculado o volume como se pode ver logo abaixo e Obtiveram-se os seguintes resultados, como mostra a tabela 6.

Calculo do volume do reservatório da cantina.

$$V = 0,042 \times 1600 \times 1145,56 \times 6$$

$$V = 461.889,792 \text{ litros}$$

$$V = \mathbf{461,89 \text{ m}^3}$$

Tabela 6 - Resultados conforme Azevedo Neto.

Edificação	Área (m ²)	Precipitação média anual (mm)	Meses de pouca chuva (t)	Volume(L)
CANTINA	1145,56	1600	6	461889,792
PRÉDIO 1	1744,07	1600	6	703209,024
PRÉDIO 2	1215,14	1600	6	489944,448
PRÉDIO 3	1226,46	1600	6	494508,672
PRÉDIO 4	1247	1600	6	502790,4
PRÉDIO 5	1484,58	1600	6	598582,656
PRÉDIO 6	1690,63	1600	6	681662,016
PRÉDIO 7	1638,65	1600	6	660703,68
Total	11392,09	1600	6	4593290,688

FONTE: Própria.

Com isso de acordo com o Método Azevedo Neto, tendo como P (precipitação média anual) 1487mm, A (área projetada de coleta) descrita na tabela e T (número de meses de pouca chuva ou seca) o total de 05 meses, foi calculado o volume como se pode ver logo abaixo e Obtiveram-se os seguintes resultados, como mostra a tabela 7.

Calculo do volume do reservatório da cantina.

$$V = 0,042 \times 1487 \times 1145,56 \times 6$$

$$V = 357724,02 \text{ litros}$$

$$V = \mathbf{357,72 \text{ m}^3}$$

Tabela 7- Resultados conforme Azevedo Neto

Edificação	Área (m ²)	Precipitação média anual (mm)	Meses de pouca chuva (t)	Volume(L)
CANTINA	1145,56	1487	5	357724,0212
PRÉDIO 1	1744,07	1487	5	544620,7389
PRÉDIO 2	1215,14	1487	5	379451,7678
PRÉDIO 3	1226,46	1487	5	382986,6642
PRÉDIO 4	1247	1487	5	389400,69
PRÉDIO 5	1484,58	1487	5	463589,7966
PRÉDIO 6	1690,63	1487	5	527933,0301
PRÉDIO 7	1638,65	1487	5	511701,2355
Total	11392,09	1487	5	3557407,944

FONTE: Própria.

4.5.2 Método Prático Inglês

O dimensionamento do reservatório de água pluvial pelo método Prático Inglês, segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007) deve-se utilizar a equação abaixo:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

P = precipitação média anual em (mm)

A = área de captação em (m²)

V = volume do reservatório (litro).

Com isso de acordo com o Método Prático inglês, tendo como P (precipitação média anual) 1600 mm e A (área projetada de coleta) descrita na tabela, foi calculado o volume como se pode ver logo abaixo e Obtiveram-se os seguintes resultados, como mostra a tabela 8.

Calculo do volume do reservatório da cantina.

$$V = 0,05 \times 1600 \times 1145,56$$

$$V = 91.644,80 \text{ litros}$$

$$V = \mathbf{91,644 \text{ m}^3}$$

Tabela 8 - Resultados conforme método prático inglês.

Edificação	Área (m ²)	Precipitação média anual (mm)	Volume(L)
CANTINA	1145,56	1600	91644,8
PRÉDIO 1	1744,07	1600	139525,6
PRÉDIO 2	1215,14	1600	97211,2
PRÉDIO 3	1226,46	1600	98116,8
PRÉDIO 4	1247	1600	99760
PRÉDIO 5	1484,58	1600	118766,4
PRÉDIO 6	1690,63	1600	135250,4
PRÉDIO 7	1638,65	1600	131092
Total	11392,09	1600	911367,2

FONTE: Própria

Com isso de acordo com o Método Prático inglês, tendo como P (precipitação média anual) 1487 mm e A (área projetada de coleta) descrita na tabela, foi calculado o volume como se pode ver logo abaixo e Obtiveram-se os seguintes resultados, como mostra a tabela 9.

Calculo do volume do reservatório da cantina.

$$V = 0,05 \times 1487 \times 1145,56$$

$$V = 85.172,38 \text{ litros}$$

$$V = \mathbf{85,17 \text{ m}^3}$$

Tabela 9 - Resultados conforme método prático inglês.

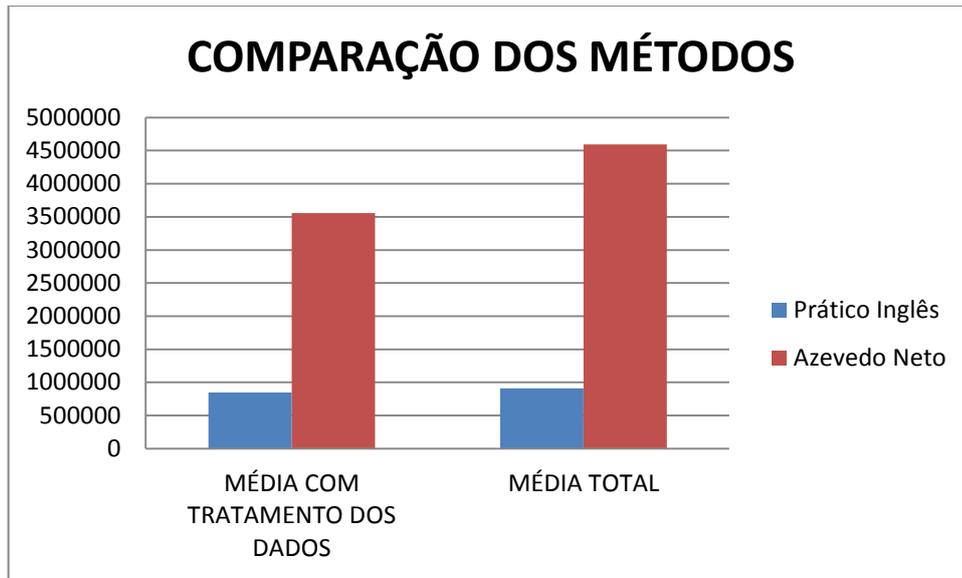
Edificação	Área (m ²)	Precipitação média anual (mm)	Volume(L)
CANTINA	1145,56	1487	85172,386
PRÉDIO 1	1744,07	1487	129671,6045
PRÉDIO 2	1215,14	1487	90345,659
PRÉDIO 3	1226,46	1487	91187,301
PRÉDIO 4	1247	1487	92714,45
PRÉDIO 5	1484,58	1487	110378,523
PRÉDIO 6	1690,63	1487	125698,3405
PRÉDIO 7	1638,65	1487	121833,6275
Total	11392,09	1487	847001,8915

FONTE: Própria

4.5.3 Comparação dos resultados dos métodos

Foram comparados dos dados do métodos Azevedo Neto e Prático Inglês, sendo mostrados as médias com tratamentos de dados e com média anual total. Como pode ser observado no gráfico 01.

Gráfico 1 – Comparação dos Metodos



FONTE: Própria

Como pode ser observado, houve uma menor diferença entre os valores dos métodos Azevedo Neto e Prático Inglês após o tratamento dos dados. Isso devido a não utilização dos meses de seca para o cálculo da precipitação anual, o que indica uma maior confiabilidade.

Segundo Rezende (2017), os métodos para dimensionamento de reservatórios de água de chuva “Azevedo Neto” e “prático Inglês” não consideram a demanda de água e por isso tem um maior volume.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar os volumes de águas pluviais gerados pelos telhados das edificações do CEULP/ULBRA, como ferramenta foi utilizado um VANT, softwares para plano de voo e processamento de imagens, mosaicos de ortofotos e Modelo Digital de Superfície (MDS) da área em estudo. O que se mostrou preciso, relatando medidas bem próximas às reais, conforme a tabela 2.

Como destaca Parente (2017), o método de obtenção de quantitativos em campo pode, frequentemente, ser vítima do erro humano inerente ao processo de levantamento. Esse erro, por sua vez, é passível de propagação por toda a análise de custos, causando, assim, o surgimento de novas falhas. No experimento utilizando o VANT, percebeu-se que os quantitativos são decorrentes diretos da realidade local e se forem realizados voos bem programados, os quantitativos resultarão exatos.

De acordo com os dados analisados, a utilização de águas pluviais mostra-se compensatória, sendo neste trabalho analisados os métodos AZEVEDO NETO e PRÁTICO INGLÊS, como pode ser observados nas tabelas 7 e 9 respectivamente.

Recomenda-se para o uso dos cálculos do reservatório, a utilização das médias com o tratamento de dados, por ter-se apresentado com uma menor diferença entre os resultados, indicando assim, uma maior confiabilidade.

Recomenda-se também, que a utilização das águas do reservatório sejam utilizados nos meses chuvosos apenas para limpeza das unidades, e nos meses de seca, sejam utilizados também para o tratamento dos jardins.

Com tudo, pode-se concluir que a utilização de águas pluviais coletadas no local indicado pode suprir a demanda das unidades. As águas pluviais coletadas só serão utilizadas para consumo não-potável. Sugerindo-se então um estudo do consumo de água não-potável para que assim seja feito um estudo de viabilidade do caso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).; **Água de chuva - Aproveitamento de m cu u u coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Primeira edição, p.07, Set – 2007.

Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA>>. Acessado março de 2018.

BEZERRA, S. M. C. *et al*; **Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 219-231, out./dez. 2010.

Conselho Mundial da Água (**World Water Forum, WWC**). Disponível em: <<http://www.worldwatercouncil.org/en/world-water-forum>>. Acessado em março de 2018.

DORNELLES, F. **Metodologia para Ajuste do Fator de Esgoto/Água para Aproveitamento de Água de Chuva**. RBRH – Revista Brasileira de recursos hídricos volume 17 n.1 - jan/mar 2012, p.111-121.

FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA (**World Water Forum**). Disponível em: <<http://www.worldwaterforum8.org/pt-br>>. Acessado em março de 2018.

GAGO, J.; DOUTHE, C.; SOOMMAN, R. E.; GALLEGO, P. P.; RIBAS-CARBO, M.; FLXAS, J.; ESCALONA, J.; MEDRANO, H. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture. **Agricultural Water Management**, 153 (2015) 9–19.

GIACCHINI, M. *et al*. **Análise comparativa de métodos de dimensionamento de reservatório de aproveitamento da água de chuva**. Revista Technoeng. 1ª Edição/Jan. p. 56. 2010.

JORGE, L. C.; INAMASU, R. Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão**. Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro técnico científico (ALICE), São Carlos. 2014

JÚNIOR, Wilian Alves Diniz, **Cálculo de área e volume aplicado à análise de projetos técnicos de incêndio em tanques contendo líquidos combustíveis e inamáveis**. Universidade Regional de Goiás, p. 28 - 2014.

MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; GOULARTE, Elvis Richard Pires. **Caracterização do Ano Hidrológico e Mapeamento Espacial das Chuvas nos Períodos Úmido e Seco do Estado do Tocantins**. Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, n. 01 (2013), p. 091-099.

MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MORUZI, R. B. **Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios.** OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII, Vol. 8, N.3, P. 271 Julho – Dezembro / 2008.

NETO, C. O. A.; **Aproveitamento imediato da água de chuva.**

Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA, v.1, n.1 – Andrade Neto, p. 073-086, 2013.

OURIQUES, R. Z. *et al*; **Aproveitamento da água de chuva em escola municipal de Santa Maria- RS. Disc. Scientia.** Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 6 , n. 1, p.1-10, 2005.

PARENTE, D. C. *et al*; **Utilização de veículo aéreo não tripulado (VANT) na identificação de patologia superficial em pavimento asfáltico.** Revista ALCONPAT, Volume 7, Número 2 (Maio – Agosto 2017): 160 – 171

_____. **Utilização de veículo aéreo não tripulado no levantamento de serviços para orçamentação de redes coletoras de esgoto e de abastecimento de água.** Revista DAE, núm. 213, vol. 66 (outubro a dezembro de 2018): p. 86.

REZENDE, J. H.; TECEDOR, N. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527** Rev. Ambient. Água vol. 12 n. 6 Taubaté – Nov. / Dec. 2017.

RUPP, R. F. *et al*. **Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial.** Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, out./dez. 2011.

SEMPRE SUSTENTÁVEL, **Aproveitamento de água de chuva de baixo custo para residências urbanas.** Disponível em:

<<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>>. Acessado em março de 2018.

SILVA, J. S.; ASSIS, H. Y. E. G.; BRITO, A. V.; ALMEIDA, N. V. **VANT como ferramenta auxiliar na análise da cobertura e uso da terra.** In: X Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2015.

SILVA, K. R. M. X.; **Sistema para aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis. estudo de caso: prédios 2, 3 e 4 do centro universitário luterano de palmas – (CEULP/ULBRA).** p.17. 2016.

TUNDISI, J. G.: **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Estudos avançados 22 (63), 2008 p. 10.** Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02>> . Acessado em abril de 2018.

VAZ, M. L. G.; **Reuso da água pluvial: uma abordagem sustentável em edificações residenciais.** p.5. 2015.

VIDAL, A. M. F.; **Extração e avaliação de geoinformação pelo uso de imagens adquiridas por veículos aéreos não tripulados.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Geográfica)- Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto,2013.