



# **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

CRISTOVÃO ALENCAR TEIXEIRA

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM  
PRÉDIO COMERCIAL DA CIDADE DE PALMAS - TO

PALMAS – TO

2019



# **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

CRISTOVÃO ALENCAR TEIXEIRA

## APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM PRÉDIO COMERCIAL DA CIDADE DE PALMAS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr(a). Michele Ribeiro Ramos

PALMAS – TO

2019

CRISTOVÃO ALENCAR TEIXEIRA

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM  
PRÉDIO COMERCIAL DA CIDADE DE PALMAS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso Superior de Engenharia Civil do Centro  
Universitário Luterano de Palmas, como requisito  
parcial para aprovação na disciplina de Trabalho  
de Conclusão de Curso (TCC) II.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr(a). Michele Ribeiro Ramos

Aprovado em: 22/ 05/ 2019

BANCA EXAMINADORA



---

Prof.<sup>a</sup> Dr(a). Michele Ribeiro Ramos

Orientadora

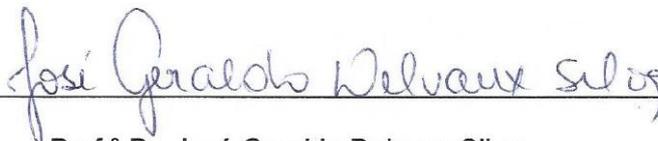
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof.<sup>a</sup> Msc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof.<sup>o</sup> Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Examinador Externo

PALMAS – TO

2019

Tenho o prazer de dedicar esse trabalho aos meus pais que se fizeram presente na longa caminhada da minha formação, o prazer de lembrar das diversas noites mal dormidas, os infinitos tipos de exercícios resolvidos e nas eternas trocas de experiências com os colegas de estudos. A realização desse sonho tem um gosto mais que especial, a guerra pela busca do conhecimento nos torna cada vez mais pessoas melhores.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus orientadores que de todas as formas, indireto e diretamente se dedicaram em prol deste trabalho, aos meus colegas de turma que sempre me apoiaram nesta caminhada e minha família que nas noites intermináveis de estudo sempre estavam ao meu lado me apoiando.

*“Quem vence alguém é vencedor,  
mas quem vence a si mesmo é invencível.”*

Morihei Ueshiba

## RESUMO

TEIXEIRA, Cristovão Alencar. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM PRÉDIO COMERCIAL DA CIDADE DE PALMAS - TO. 2019. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) – Curso de Engenharia Civil, Centro Luterano de Palmas/TO, 2019.

O presente trabalho vem em ocorrência de eventos extremos relacionados a grandes cheias, principalmente nas cidades das regiões Sul e Sudeste, e seco na Região Norte e Nordeste deixam clara a importância de soluções que venham a minimizar futuros desastres. A implantação de um sistema de aproveitamento das águas das chuvas para fins não potáveis, é uma opção que pode se mostrar muito atrativa para a minimização dos efeitos da escassez de água nos grandes centros urbanos e também dos custos, gerados pelo consumo de água obtida a partir de fontes tradicionais, os quais incidem sobre o preço final dos produtos.

Para se minimizar tais danos e utilizar de forma eficaz este bem natural que são as águas proveniente de precipitação foi proposto a disseminação desse fluido não potável em fins como: jardins, lavagem de calçadas e outros.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Recursos Hídricos no Brasil - Divisão Regional .....	14
Figura 2: Recursos Hídricos no Brasil - Regiões Hidrográficas e Principais Rios. ....	15
Figura 3: Sistema de Captação de Água Pluvial em Edifícios.....	17
Figura 4: Dimensionamento de Condutores - calha com saída em aresta viva.....	26
Figura 5: Dimensionamento de Condutores - calha com funil de saída. ....	27
Figura 6: Sistema de distribuição com bombeamento.....	28
Figura 7: Mapa localização da Obra.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local. ....	19
Tabela 2: Consumo Predial Diário.....	20
Tabela 3: Coeficientes de Rugosidade.....	25
Tabela 4: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (Q em L/min)....	27

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 .....	21
Equação 2 .....	21
Equação 3 .....	21
Equação 4 .....	21
Equação 5 .....	22
Equação 6 .....	23
Equação 7 .....	23
Equação 8 .....	24
Equação 9 .....	24
Equação 10 .....	25

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ANA</b>	Agência Nacional da Água
<b>CNA</b>	Conselho Nacional da Água
<b>FAO</b>	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>SAAP</b>	Sistema de Abastecimento de Água Pluvial
<b>SINAPI</b>	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1. OBJETIVOS .....	11
1.1.1. Objetivo Geral.....	11
1.1.2. Objetivos Específicos .....	11
1.2. JUSTIFICATIVA .....	11
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1. RECURSOS HÍDRICOS NO MUNDO – ESCASSEZ E POLUIÇÃO .....	13
2.2. RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL .....	14
2.3. RECURSOS HÍDRICOS NO TOCANTINS.....	16
2.4. APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL .....	17
2.4.1. Sistema de Captação de Águas Pluviais .....	18
2.5. DEMANDA DO USO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES PREDIAIS.....	19
2.6. DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS.....	20
2.6.1. Método de Rippl.....	20
2.6.2. Método da Simulação .....	21
2.6.3. Método Azevedo Neto .....	22
2.6.4. Método Prático Alemão .....	22
2.6.5. Método Prático Inglês .....	23
2.6.6. Método Prático Australiano .....	24
2.7. DIMENSIONAMENTO DE CALHAS E CONDUTORES .....	24
2.7.1. Dimensionamento de Calhas.....	25
2.7.2. Dimensionamento de Condutores Verticais .....	26
2.7.3. Dimensionamento de Condutores Horizontais.....	27
2.8. DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS .....	28
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	30
3.1. LOCAL DA REALIZAÇÃO DO PROJETO.....	30
3.2. CARACTERÍSTICA DO IMÓVEL .....	31
3.3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	31
<b>4. RESULTADOS E DISCURSÃO</b> .....	33
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	39
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	40

## 1. INTRODUÇÃO

No mundo, a água é o recurso mais importante em todos os aspectos da vida, e que em excesso, ela causa inundações e calamidades ambientais e sua escassez provoca fome e miséria. O manejo adequado da água pode conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos, porém seu mau uso provoca degeneração do meio físico natural (PAZ, 2000).

Observa-se que o mundo está enfrentando uma crescente redução da oferta de água doce e água potável, o que tem sido amplamente constatado por várias instituições de gerenciamento e pesquisas ligadas à questão dos recursos hídricos, bem como debatido em vários fóruns internacionais, nacionais, regionais, estaduais e municipais. Crise esta que se manifesta com características variadas quanto à intensidade, ao tempo e ao espaço geográfico (SILVA, 2003). O Brasil tem o privilégio de possuir grandes volumes de recursos hídricos, contudo, possui também pré-disposição para o desperdício. A grande crise hídrica, prevista para o ano de 2020, traz preocupação aos cientistas das mais diversas áreas no mundo inteiro, em que se mostra como o caminho que poderá ser conduzido ao caos hídrico, representando, sérios problemas à saúde pública (MORAES & JORDÃO, 2002).

A escassez da água ocorre em muitas regiões do Brasil e do mundo, proporcionando as várias comunidades à convivência diária com sua falta. O crescimento populacional, os grandes aglomerados urbanos, a industrialização, a falta de consciência ambiental, através da poluição de potenciais mananciais de captação superficial, fazem com que a água torne-se a cada dia um bem mais escasso e conseqüentemente mais precioso (JAQUES, 2005).

Com intuito de aumentar a oferta de água para as edificações, a solução em estudo, é o aproveitamento da água pluvial. Esta apresenta-se como alternativa, visto que, reduz o consumo de água potável oriundo dos mananciais, e ainda surge como uma ação no combate às enchentes, servindo como medida não-estrutural no sistema de drenagem urbana (AMORIM E PEREIRA, 2008).

Durante os estudos ou concepções de novas edificações, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais já fazem parte do projeto (em muitos municípios, por força de lei). Porém, muitas edificações existentes têm recebido adaptações em seus projetos originais, sempre com o intuito de aliar redução de custos oriundos do

fornecimento de água tratada (para situações que não exigem o uso da mesma) e preservação dos recursos hídricos existentes (LIMA, 2011).

Os sistemas de aproveitamento de água pluvial são formados basicamente pela área de captação (geralmente coberturas), os componentes de transporte (calhas e tubos de queda) e o reservatório. O tratamento necessário dependerá da utilização final que se dará a essa água. Ela poderá ser utilizada na indústria, no comércio e nas edificações residenciais em descargas de bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e piscinas, bem como em diversos processos industriais, e na construção civil (AMORIM E PEREIRA, 2008).

As mudanças de pensamento, atitudes e valores humanos são as mais desafiadoras tarefas da educação ambiental, e clamam por uma mudança urgente na metodologia de ensino. O conhecimento e as informações sobre as questões ambientais trazem o desenvolvimento natural da mentalidade eco conservacionista. Porém, é necessário desenvolver programas educacionais que examinem as causas dos dilemas ambientais, e não somente os seus sintomas (JORGE & BAUGARTEN, 2006).

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Propor um sistema que possibilite o aproveitamento de água pluvial em um prédio comercial na cidade de Palmas-TO.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Fazer o levantamento do índice pluviométrico da região de Palmas - TO.
- Determinar o consumo médio de água no prédio.
- Calcular o custo de implantação
- Avaliar a viabilidade técnica do sistema.
- Dimensionar reservatório de água pluvial
- Dimensionar o sistema de captação e distribuição de água pluvial

## 1.2. JUSTIFICATIVA

O controle de recursos naturais hídricos no uso diário é fundamental para que no futuro não haja escassez desses materiais, considerando que, o crescimento da população e conseqüentemente do consumo, torna cada vez mais difícil e oneroso o sistema de abastecimento de água das cidades. O aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, é uma atitude que auxilia na minimização do desperdício de água potável. Entretanto a viabilidade de implantação de um sistema, deve ser calculada de forma que se consiga além da economia de água potável, a redução de custos no projeto de captação e reuso da água.

A construção civil passa por um período de reestruturação, em que a tendência do mercado gira em torno de edificações autossuficientes, em que a utilização de recursos naturais estão cada vez mais em evidência nos projetos de arquitetura e engenharia. A promessa de diminuição de custos e desenvolvimento sustentável aliam-se à uma nova proposta, um conceito socioambiental, na qual, as responsabilidades de conservar o meio ambiente é também de responsabilidade de

toda a comunidade.

Tendo em vista o grande desperdício de água diariamente, e o baixo nível de água nos reservatórios, principalmente em períodos de estiagem, torna a pesquisa fundamental para o desenvolvimento urbano. A cidade de Palmas, já enfrenta problemas com a escassez de água no período de seca. Buscar soluções para evitar problemas com a falta d'água, é um dos desafios a serem enfrentados.

A comunidade técnica formada principalmente por engenheiros e arquitetos, podem influenciar esse tipo de atitude, afim de alcançar maior aceitação da população na construção de casas e prédios auto-sustentáveis, e até mesmo na implantação de sistemas de aproveitamento de água em edifícios já construídos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. RECURSOS HÍDRICOS NO MUNDO – ESCASSEZ E POLUIÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à sobrevivência do homem e demais seres vivos do Planeta. É uma substância fundamental para os ecossistemas da natureza, solvente universal e importante para a absorção de nutrientes do solo pelas plantas, e sua elevada tensão superficial possibilita a formação de franja capilar no solo, além de imprescindível às formações hídricas atmosféricas, influenciando o clima das regiões.

O planeta terra é composto por aproximadamente 70% de água, em que 97,47% é água salgada, 1,75% está contida nas geleiras, 0,75% são águas subterrâneas e apenas 0,03% são águas superficiais. A água tem papel essencial na sobrevivência humana, cuja importância é primordial para a saúde fisiológica além de ser utilizada em outros meios do setor econômico. Infelizmente o homem estabelece uma relação conflituosa com a água, de um lado querendo prover acesso à população que não dispõe de água potável e, por outro, a contaminação das bacias por meio da disposição de dejetos poluidores (MORÉS, 2006).

Em escala global, estima-se que 1,386 bilhões de km<sup>3</sup> de água estejam disponíveis, porém a parte de água doce econômica, de fácil aproveitamento para satisfazer as necessidades humanas, é de aproximadamente 14 mil km<sup>3</sup> por ano. Desde o início da humanidade a demanda de água é cada vez maior e as tendências das últimas décadas são de excepcional incremento, devido ao aumento populacional e à elevação do nível de vida (PAZ, 2000).

Em todo mundo, existem poucas regiões em que os problemas causados com a perda de fontes de água doce, não estão presentes, além da má qualidade da água e da poluição dessas nascentes, sejam superficiais ou até mesmo subterrâneas. Os problemas com maior gravidade, em que atingem diretamente a qualidade da água de rios e lagos ocorrem, conforme diferentes situações, como, o tratamento de esgoto sanitário inadequado, controles impróprios de efluentes industriais, perda e destruição das bacias de captação, o desmatamento, e as práticas agrícolas deficientes. Os ecossistemas aquáticos são perturbados, e as fontes vivas de água doce estão ameaçadas (MORAES & JORDÃO, 2002).

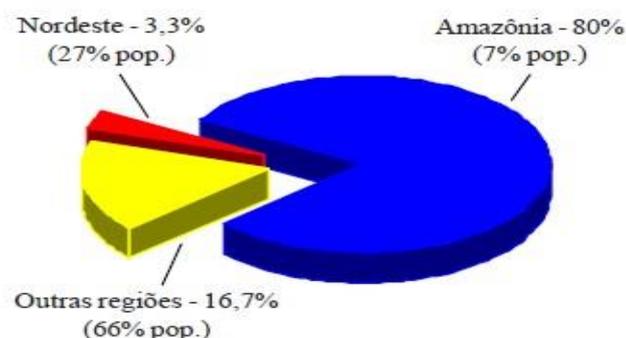
Os despejos de resíduos urbanos são, claramente, muito variados. Estima-se que as águas residuais urbanas, são compostas matéria em suspensão, com quantitativos bastante elevados, nas quais pode-se destacar, os metais pesados e, em determinadas épocas, cloro procedente da dispersão de sais nas ruas (MORAES & JORDÃO, 2002).

## 2.2. RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O Brasil é um país de grande extensão territorial, localizado na América do Sul, possui seis tipos de clima, com predominância do tropical. Suas reservas de água potável estão diminuindo devido ao crescente consumo, desperdício, poluição das águas superficiais e subterrâneas que são atingidas por esgotos domésticos, resíduos tóxicos da indústria e da agricultura. Seu vasto território está dividido em cinco regiões, definidas por critérios de semelhanças físicas, humanas, culturais e econômicas estabelecidas pelo IBGE (OLIVEIRA, 2014).

O território brasileiro é o que mais possui água potável, com 8% das reservas mundiais, concentrando 18% do potencial de água de superfície do planeta, e apesar da situação aparentemente favorável observa-se, no Brasil, uma enorme desigualdade regional na distribuição dos recursos hídricos em relação a quantidade de população atendida, conforme pode ser vista na Figura 1 abaixo (CNA, 2016)

Figura 1: Recursos Hídricos no Brasil - Divisão Regional



ANA, 2016.

Figura 2: Recursos Hídricos no Brasil - Regiões Hidrográficas e Principais Rios.



ANA, 2014.

A Figura 2 (ANA, 2014) acima, mostra a quantidade de rios e as bacias hidrográficas do país, que destaca a importância para o atendimento à população presente nas áreas com menor quantidade de recursos hídricos.

A combinação entre o crescimento populacional e desenvolvimento urbano das cidades, faz com que o consumo de água nos grandes centros aumente, de forma em que a demanda localizada gere problemas com a escassez de água. No Brasil, as regiões com maior densidade populacional já sofrem a falta de recursos hídricos, estimulado pelo aumento desordenado do processo de urbanização, industrialização e principalmente pela expansão agrícola.

De acordo com a FAO (2016), a escassez de água afetará dois terços da população mundial em 2050 devido ao uso excessivo de recursos hídricos para a produção de alimentos. Este aumento estará relacionado com o consumo não sustentável de água para a agricultura. Em 2050 serão necessários 60% a mais de alimentos para alimentar o planeta, enquanto a agricultura continuará a ser o maior consumidor de água a nível mundial. Os cenários de alterações climáticas podem também acentuar alguns dos problemas de escassez no futuro, através da sua influência sobre componentes do ciclo hidrológico, nomeadamente a temperatura, a precipitação e a evapotranspiração.

### 2.3. RECURSOS HÍDRICOS NO TOCANTINS

O Estado do Tocantins está inserido na região hidrográfica do Tocantins – Araguaia, em que as bacias são formadas principalmente pelos rios Tocantins e Araguaia, além de diversas outras sub-bacias que a compõem. A vazão média da bacia é de 13.799 m<sup>3</sup>/s, na qual representa cerca de 8% do total do país. As principais características hidrológicas do Estado do Tocantins foram definidas quantitativamente e espacialmente para os principais componentes do ciclo hidrológico: precipitação, vazão e evapotranspiração.

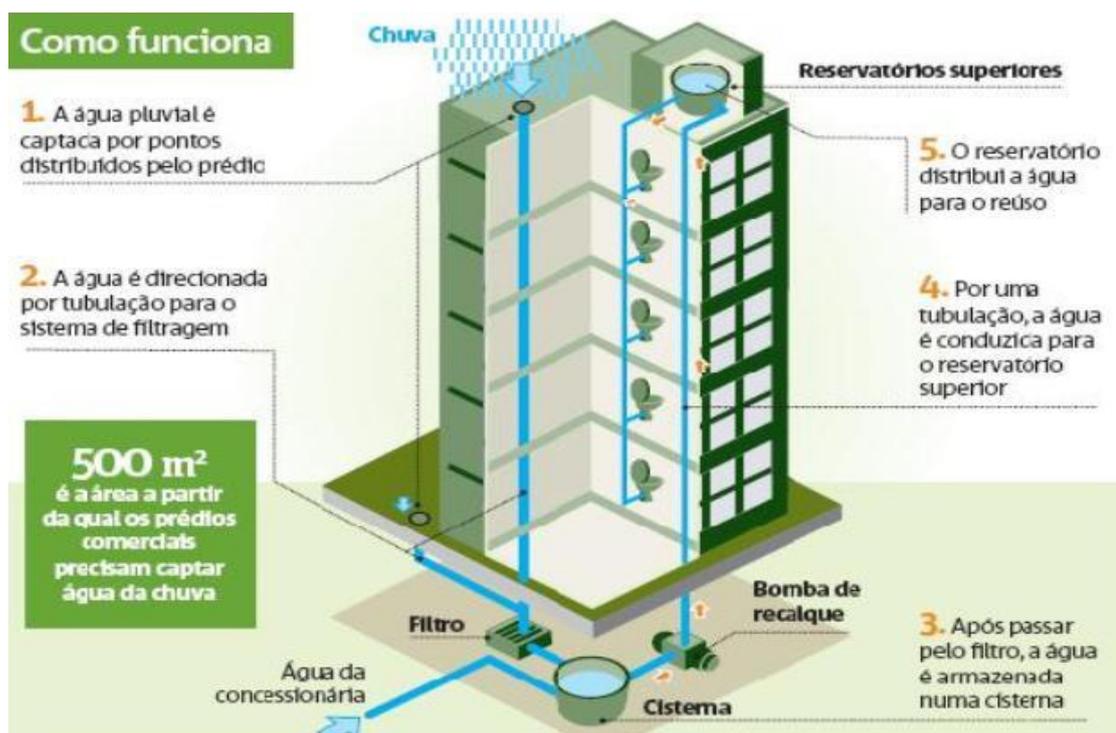
- Regime Pluviométrico: Na maior parte do estado encontram-se valores entre 1.500 mm e 1.800 mm, justificando o valor médio de precipitação anual do estado de 1.764,2 mm, cujo valor se aproxima da média de precipitação anual da Bacia do Tocantins-Araguaia.
- Regime Fluviométrico A vazão média encontrada a partir da média dos valores de vazão de 90% de todo o estado é aproximadamente 4,38 L/km<sup>2</sup>.
- Evapotranspiração Média: As regiões Sul e Sudoeste do estado apresentam a menor evapotranspiração em relação às demais, com cerca de 700 mm ao ano. A área Centro e Centro-Leste detêm as maiores médias, chegando a 1500 mm anuais. Ao norte, o valor é mediano, 1000 mm. Tal variação medida se deve a dois fatores principais: a composição geomorfológica do solo e os biomas incidentes na região.

## 2.4. APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Segundo Gnadlinger (2000) (apud Morés, 2006), existem duas situações onde é aplicada a captação de água da chuva, em contenção de cheias e nos casos de secas. Neste último caso, se procura acumular água nas épocas chuvosas para ser utilizadas no período de estiagem, visto que em regiões mais áridas as chuvas só ocorrem em um período do ano.

O aproveitamento de água pluvial apresenta vários aspectos positivos, pois possibilita a redução no consumo de água potável acarretando a diminuição do custo de água fornecido pelas companhias de abastecimento, reduz o risco de enchente e contribui para preservação do meio ambiente reduzindo a escassez de recursos hídricos. A facilidade na composição do sistema é a principal característica para o aproveitamento da água da chuva, o que implica diretamente a redução dos custos de implantação e manutenção (OLIVEIRA, CHRISTMANN, & PIEREZAN, 2014). Segue abaixo Figura 3 (SAMPAIO, 2013), que mostra o sistema de captação de água pluvial e como é o funcionamento da rede em uma residência unifamiliar.

Figura 3: Sistema de Captação de Água Pluvial em Edifícios.



SAMPAIO, 2013.

#### 2.4.1. Sistema de Captação de Águas Pluviais

A elaboração do projeto do SAAP deve atender às ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 10844, devendo estar incluso, o alcance do projeto, e a determinação da demanda. Além disso incluem-se ainda, os estudos do histórico das precipitações do local, ao qual será feito o projeto.

O sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial em edificações é formado pelos seguintes componentes:

- **Área de Coleta:** A área utilizada para coleta de água de chuva normalmente é o telhado ou a laje da edificação. Dependendo do uso final da água coletada e do tratamento a ser aplicado, a coleta de água de chuva também pode ser feita por meio de superfícies impermeabilizadas, localizadas no nível do chão tais como pátios, calçadas e estacionamentos.
- **Condutores:** São os condutores horizontais (calhas) e condutores verticais (tubos) que servem para transportar a água de chuva da área de captação até o sistema de armazenamento.
- **Armazenamento:** O armazenamento de água é feito em grandes reservatórios, podendo ser enterrado, semi-enterrado, apoiado ou suspenso.
- **Bombas e sistemas de pressurização:** Estes dispositivos são usados quando os pontos de utilização estão em cotas superiores a do nível de água no reservatório principal. Porém vale ressaltar que durante a concepção do sistema de aproveitamento de água pluvial deve-se buscar a utilização de reservatórios elevados e o encaminhamento da água coletada diretamente para este, quando possível evitando o bombeamento e aumentando assim a eficiência energética do sistema

O processo do sistema de aproveitamento de água pluvial de captação inicia-se com a coleta e destinação das águas da chuva, realizado por superfícies impermeabilizadas. Em seguida, é transportada por meio de condutores (tubulações, calhas ou dutos) e armazenada em reservatórios de acumulação, que pode ser

apoiado, enterrado ou elevado e ser construído de diferentes materiais, sendo que a água captada pode, de acordo com a configuração do sistema, sofrer algum tipo de tratamento, como filtragem ou separação de sólidos grosseiros, antes de adentrar no reservatório. Por fim a água deve ser transportada por meio de condutores para sua destinação final, onde será utilizada para necessidades que não necessitam de padrão de potabilidade (SAMPAIO, 2013).

Dessa forma, a economia em termos financeiros ao se instalar um sistema coletor de água pluvial nem sempre é significativa, pois o retorno financeiro de um projeto completo pode ser demorado. Porém, a conscientização acerca da importância de economizar água de qualidade para fins nobres, numa época em que tanto se fala em escassez de água potável, é fundamental, sendo primordial o uso de novas soluções individuais como o uso da água pluvial (JABUR, VARGAS, & MILANI, 2010).

## 2.5. DEMANDA DO USO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES PREDIAIS

A estimativa dos usos é um fator determinante no processo de elaboração de um sistema de captação de águas pluviais, de forma que seja alcançado um bom nível de atendimento às demandas e também na retenção de água que possa ser lançada na rede de drenagem pluvial. Conforme Tabelas 1 e 2 (CREDER, 2006) a seguir pode-se observar valores das taxas de ocupação e dos consumos de água por tipo de ocupação e uso da edificação respectivamente.

Tabela 1: Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.

<b>Natureza do local</b>	<b>Taxa de Ocupação</b>
Residências e Apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	Uma pessoa por 5 m <sup>2</sup> de área
Escritórios	Uma pessoa por 6 m <sup>2</sup> de área
Lojas (pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,5 m <sup>2</sup> de área
Lojas (pavimento superior)	Uma pessoa por 5 m <sup>2</sup> de área
Shopping Centers	Uma pessoa por 5 m <sup>2</sup> de área
Museus e Bibliotecas	Uma pessoa por 5,5 m <sup>2</sup> de área
Salões de Hotéis	Uma pessoa por 5,5 m <sup>2</sup> de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,4 m <sup>2</sup> de área
Teatros, Cinema e Auditórios	Uma cadeira para cada 0,7 m <sup>2</sup> de área

Fonte: CREDER, 2006.

Tabela 2: Consumo Predial Diário.

<b>Prédio</b>	<b>Consumo (Litros / Dia)</b>
Alojamento Provisório	80 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas Populares ou rurais	150 per capita
Cinemas e Teatros	2 por lugar
Edifícios Públicos ou comerciais	50 per capita
Escolas (externatos)	50 per capita
Escolas (internatos)	150 per capita
Escritórios	50 per capita
Hotéis	250 per capita
Mercados	5 por m <sup>2</sup> de área
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Restaurantes	25 por refeição
Residências	200 per capita
Jardins	1,5 por m <sup>2</sup> de área
Indústria	100 per capita

Fonte: CREDER, 2006.

## 2.6. DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS

Os métodos para dimensionamento do reservatório de água pluvial, leva em conta a demanda no período de estiagem, bem como a quantidade de água possível de ser captada. O que difere entre elas é a forma com a qual se estima a demanda (FARESIN, 2008). Serão apresentadas a seguir as diferentes metodologias propostas pela NBR 15.527/2007 para o dimensionamento de reservatórios de captação de água da Chuva.

### 2.6.1. Método de Rippl

Sendo o mais utilizado por apresentar a vantagem de ser flexível com relação aos dados de entrada para o cálculo, o método de Rippl ou método das massas foi criado em 1883 e geralmente o valor do reservatório é superdimensionado. É aconselhável usá-lo para verificar o limite superior do reservatório de acumulação de água da chuva. Esse método supõe que inicialmente

o reservatório está cheio e que a retirada de água do reservatório é supostamente constante (VERÇOSA, 2014). Nesse método é possível usar as séries históricas mensais ou diárias, conforme as Equações 1, 2 e 3.

Equação 1

$$S = D - Q$$

Equação 2

$$Q = C \times P \times A$$

Equação 3

$$V = \sum S$$

Onde:

S = Volume de água no reservatório (m<sup>3</sup>)

D = Consumo (L)

P = Precipitação (mm)

A = Área de captação (m<sup>2</sup>)

Q = Volume de chuva aproveitável (m<sup>3</sup>)

V = Volume do reservatório (m<sup>3</sup>)

C = Coeficiente de escoamento superficial

### 2.6.2. Método da Simulação

É realizado um balanço de massa pela contabilização de entradas e saídas do reservatório. Sem levar a evaporação da água da chuva em conta, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito, em um determinado mês. Aplica-se neste método a Equação 4, da continuidade a um reservatório finito, abaixo.

Equação 4

$$S = Q + S_{(t-1)} - D - E - L$$

Onde:

S = Volume de água no reservatório (m<sup>3</sup>)

S<sub>(t-1)</sub> = Volume de água no reservatório inicial (m<sup>3</sup>)

D = Consumo (L)

E = evaporação da superfície do reservatório

L = demais perdas (m)

Q = Volume de chuva aproveitável (m<sup>3</sup>)

V = Volume do reservatório (m<sup>3</sup>)

C = Coeficiente de escoamento superficial

### 2.6.3. Método Azevedo Neto

O método Azevedo Neto utiliza uma série de precipitação de forma anual relacionando com a quantidade de meses com pouca chuva ou seca. É definido como o volume ideal do reservatório, 4,2% do produto entre o volume de chuva coletada pelo telhado e o número de meses com pouca chuva ou seca. O volume de chuva é obtido pela Equação 5 a seguir.

Equação 5

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

Onde:

V = Vol. de água aproveitável e o Vol. de água do reservatório (m<sup>3</sup>)

P = Precipitação média anual (L/ano)

A = Área de coleta em projeção (m<sup>2</sup>)

T = Número de meses de pouca chuva ou seca.

### 2.6.4. Método Prático Alemão

O método em questão obtém o volume de armazenamento de água através de uma forma empírica e também muito simples. O mesmo pode ser aplicado em 24 séries, porém de forma anualizada. Esse método empírico adota como valor de

volume do reservatório o valor mínimo entre 6% do volume anual do consumo e 6% do volume anual da precipitação aproveitável, de acordo com a Equação 6 a seguir.

Equação 6

$$V_{(\text{adotado})} = \min (V, D) \times 0,06$$

Onde:

V = Volume aproveitável de água de chuva anual (m<sup>3</sup>)

D = Demanda anual da água não potável (m<sup>3</sup>/ano)

V<sub>(adotado)</sub> = Volume de água do reservatório (m<sup>3</sup>)

#### 2.6.5. Método Prático Inglês

É um dos mais simples de serem aplicados, visto que envolve apenas a precipitação anual. Seu conceito baseia-se que o volume ideal para o reservatório seja de 5% da precipitação aproveitada pela área de captação disponível. Desta forma, neste método haverá variação apenas entre as áreas das residências, sendo os valores do consumo desprezados por este método. O volume de chuva é obtido pela Equação 7 abaixo:

Equação 7

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

Onde:

V = Vol. de água aproveitável e o Vol. de água do reservatório (m<sup>3</sup>)

P = Precipitação média anual (L/ano)

A = Área de coleta em projeção (m<sup>2</sup>)

### 2.6.6. Método Prático Australiano

Trata-se de uma metodologia empírica, o mesmo não se preocupa com a eficiência do sistema, em termos de análise de aproveitamento da chuva e o consumo, sendo o volume obtido aumentado linearmente conforme a área que se tem disponível para a coleta da chuva. O volume de chuva é obtido pela Equação 8 abaixo:

Equação 8

$$Q = A \times C \times (P - I)$$

Onde:

Q = Volume mensal produzido pela chuva (m<sup>3</sup>)

A = Área de coleta (m<sup>2</sup>)

C = Coeficiente de escoamento superficial

P = Precipitação média mensal (mm/mês)

I = Interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório, conforme a Equação 9 a seguir.

Equação 9

$$V = V_{(t-1)} + Q - D$$

Onde:

V = volume de água que está no tanque no final do mês (m<sup>3</sup>)

V<sub>(t-1)</sub> = volume de água que está no tanque no início do mês (m<sup>3</sup>)

Q = volume mensal produzido pela chuva no mês (m<sup>3</sup>)

D = demanda mensal

## 2.7. DIMENSIONAMENTO DE CALHAS E CONDUTORES

O dimensionamento das calhas e condutores precisa ser realizado como em qualquer edificação, considerando a intensidade pluviométrica da região, o período

de retorno adequado, seguindo as normas da ABNT NBR 10.844/1989, que trata exatamente das exigências e critérios necessários aos projetos de instalações de drenagem e escoamento de águas pluviais.

### 2.7.1. Dimensionamento de Calhas

Para que não ocorra transbordamento de água, é necessário que seja feito o correto dimensionamento das calhas e a especificação de um número adequado de coletores verticais e horizontais, caso contrário, os usuários terão transtornos em outras partes das edificações e, além disso, a quantidade de água captada será menor que sua capacidade total.

O dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de Manning-Strickler, indicada na Equação 10 a seguir:

Equação 10

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

Onde:

Q = Vazão (m<sup>3</sup>/s)

S = Área da seção úmida (m<sup>2</sup>)

n = Coeficiente de rugosidade

R = Raio hidráulico (m)

P = Perímetro úmido

i = Declividade da calha

K = 60.000

Para o cálculo do dimensionamento, é necessário conhecer o coeficiente de rugosidade do material conforme mostra Tabela 3 a seguir:

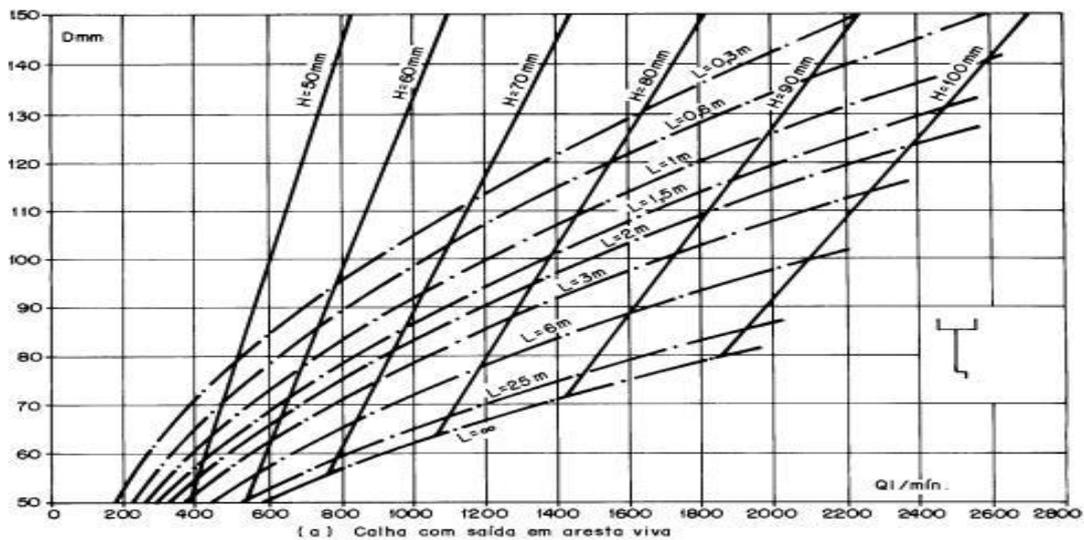
Tabela 3: Coeficientes de Rugosidade.

<b>Material</b>	<b>n</b>
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

### 2.7.2. Dimensionamento de Condutores Verticais

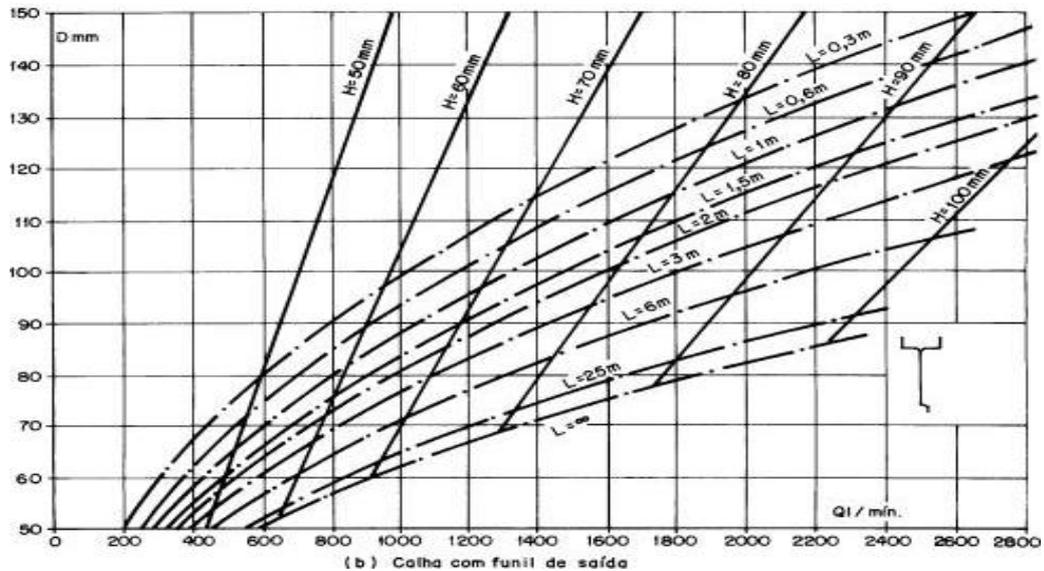
No dimensionamento dos condutores de água verticais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cobre, (ABNT NBR 10.844/1989). Para a determinação do diâmetro da tubulação, têm-se a vazão (Q), a altura da lâmina d'água na calha e o comprimento do condutor vertical, o ábaco da (ABNT NBR 10.844/1989) pode ser utilizado conforme Figura 4 e 5 a seguir:

Figura 4: Dimensionamento de Condutores - calha com saída em aresta viva.



ABNT NBR 10.844/1989.

Figura 5: Dimensionamento de Condutores - calha com funil de saída.



ABNT NBR 10.844/1989.

### 2.7.3. Dimensionamento de Condutores Horizontais

Segundo a NBR 10.844/89, os condutores de água horizontais precisam ser projetados, com valor uniforme de declividade, cujo mínimo é de 0,5%. A determinação desses componentes, de seção circular, é executado para escoamento, de altura igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo, com lâmina de água. As vazões de projeto máximas para tubos de condutores, para diferentes tipos de materiais e respectivas inclinações usuais estão indicadas na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (Q em L/min).

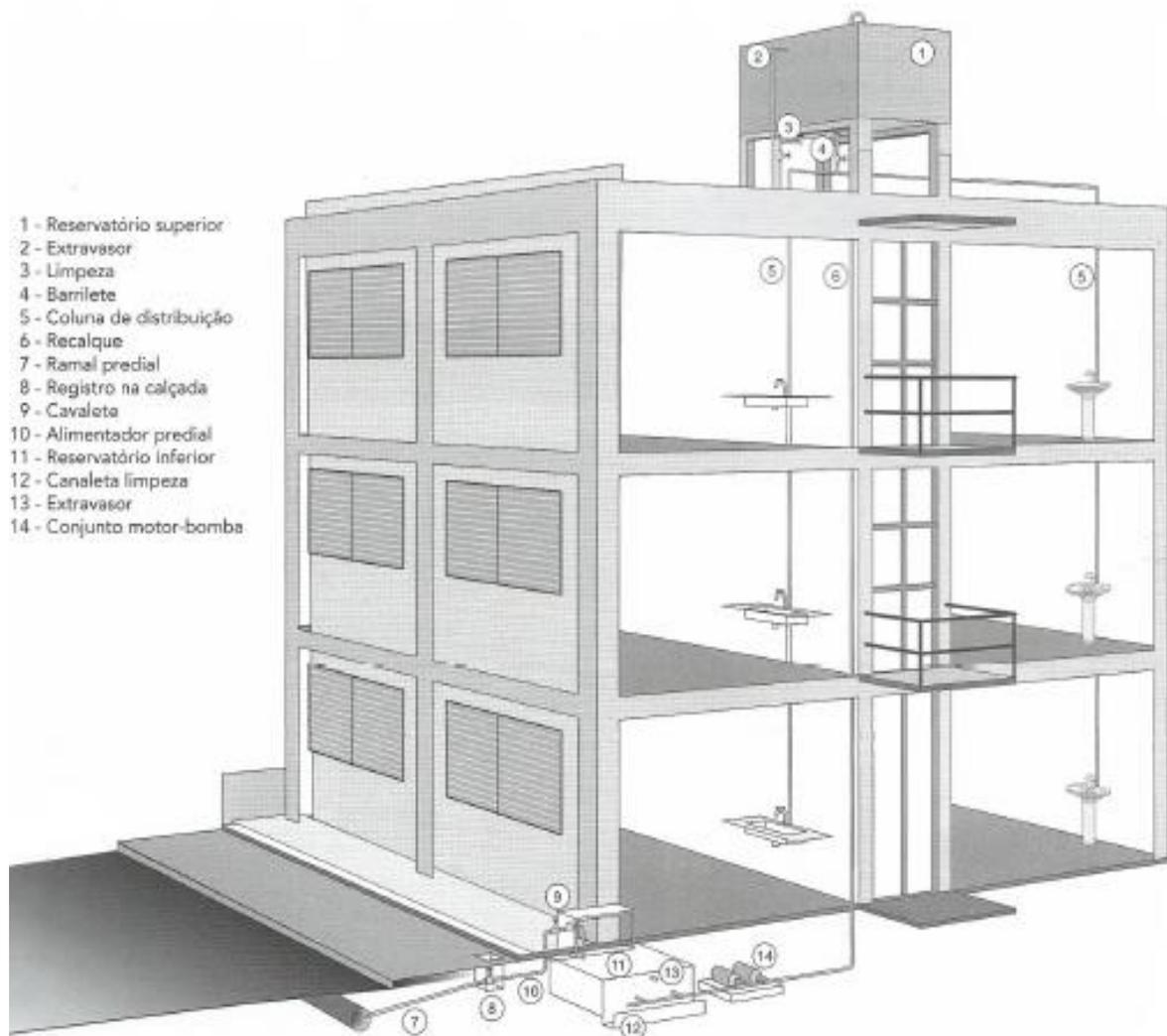
Diâmetro Interno (mm)	n= 0,011				n= 0,012				n= 0,013			
	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%
1 50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2 75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3 100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4 125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5 150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6 200	1300	1820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7 250	2350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8 300	3820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

ABNT NBR 10.844/1989.

## 2.8. DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS

O sistema de bombeamento é utilizado quando a pressão da rede pública não é suficiente para alimentar diretamente o reservatório superior - como, por exemplo, em edificações com mais de três pavimentos (acima de 9 m de altura). Neste caso, adota-se um reservatório inferior, de onde a água é bombeada até o reservatório elevado, por meio de um sistema de recalque. A alimentação da rede de distribuição predial é feita por gravidade, a partir do reservatório superior (CREDER, 2006), conforme Figura 6 abaixo.

Figura 6: Sistema de distribuição com bombeamento.



Fonte: CREDER, 2006.

A determinação das vazões de projeto do sistema de bombeamento, deve-se levar em conta as condições operacionais do sistema de abastecimento, a definição do tipo e arranjo físico da elevatória, a definição do traçado e materiais das canalizações de recalque. Além disso, a escolha do tipo e número dos conjuntos motor-bomba, e a definição do sistema operacional de acionamento, medição e controle.

As vazões a recalcar devem ser determinadas a partir da concepção básica do sistema de abastecimento, conforme prescrito na NBR 12214/92, da fixação das várias etapas para a implantação das obras e do regime de operação previsto para as elevatórias, cuja implantação, depende diretamente de fatores de posicionamento do reservatório e o tipo dos materiais dos condutores de água.

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa tem por finalidade o desenvolvimento de projeto que confirme a viabilidade técnica e econômica da aplicação de sistema de aproveitamento de águas pluviais em edifícios comerciais.

#### 3.1. LOCAL DA REALIZAÇÃO DO PROJETO

Este projeto foi desenvolvido no edifício comercial URBAN FUTURO, localizado no endereço, ACSU-SO (201 Sul), Avenida Teotônio Segurado, Lote 15, Conjunto 01, Palmas – TO. A edificação é composta por 26 pavimentos e um total de 180 unidades, divididas em salas comerciais, salas corporativas, lojas e espaço para lanchonete/restaurante, alocados em torre única, construída em uma área de 1.800 m<sup>2</sup>, conforme Figura 7 abaixo.

Figura 7: Mapa localização da Obra.



### 3.2. CARACTERÍSTICA DO IMÓVEL

O imóvel é destinado exclusivamente para uso comercial, em que a sua arquitetura moderna contemporânea com salas com floreiras e varandas, dão um tom de modernidade e elegância para a edificação, aliando-se a tendência de sustentabilidade, com a inclusão de vegetações nas fachadas, ambientes amplos, arejados e ricos em paisagismo.

As fachadas do edifício são totalmente diferentes entre si, o que revela essa construção icônica para o local, levando ao observador a impressão de não se tratar da mesma construção. A forte assimetria adotada é o que caracteriza e dá a referência do edifício no contexto em que se insere.

### 3.3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Para alcançar os objetivos traçados o decorrer da pesquisa, foi feito coletas de dados de precipitação acumulada mensalmente, no período de até 10 anos, pelo BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (INMET, 2018), onde são coletados pela estação localizada no município de Palmas – TO, para assim montar um histórico de chuvas em um período de tempo mais amplo.

Em virtude do edifício ainda não estar 100% construído, portanto o calculada taxa de ocupação usado para o dimensionamento do consumo médio, será realizado conforme projeto de construção, e o dimensionamento do consumo de água não potável será feito a partir de um ábaco estabelecido pela norma ABNT NBR 10884/89 que trata das instalações prediais de águas pluviais e também pela norma ABNT NBR 15527/07 que trata do aproveitamento de cobertura para captação de água da chuvas para fins não potáveis, onde é possível determinar a quantidade aproximada de pessoas que poderão usufruir do sistema.

Após realizada a coleta de dados pluviométricos, foi realizado o cálculo da demanda de água não potável para todo o ambiente do prédio, bem como, os cálculos para dimensionamento das estruturas e componentes do sistema de captação, armazenamento e rede de distribuição de água pluvial, que contará com o auxílio de softwares e planilhas de cálculo, além de referências bibliográficas.

O método de Azevedo Neto foi utilizado para o dimensionamento do

reservatório, em virtude de trazer um melhor resultado para o desenvolvimento da pesquisa, tendo mais flexibilidade em relação aos dados de cálculo, e também por resultar em valores de reservatório sempre superdimensionado. Com isso os projetos de captação, armazenamento e distribuição serão confeccionados através de análises, que deverão ser realizadas a partir dos projetos arquitetônicos e complementares (estrutural, hidráulico e sanitário), com intenção de compatibilizar os projetos, e manter uma boa harmonia desses componentes no prédio.

Com toda a parte de cálculos, dimensionamento e pré-disposição das estruturas finalizados, é possível realizar toda a orçamentação dos custos dos materiais e serviços a serem prestados na implantação do sistema. Serão feitos a partir do custo unitário básico e da tabela SINAPI, em que, as análises de viabilidade técnica e econômicas poderão ser verificadas a partir do levantamento do memorial descritivo de materiais e de procedimentos a serem realizados para implantação do sistema.

#### 4. DESENVOLVIMENTO

Para este estudo, fez-se uma verificação do potencial de economia de água potável que poderia ser gerada. Através de um levantamento de usos finais de água na edificação, pode-se estimar o volume de água necessário para suprir os consumos de água para usos não potáveis (lavação de automóveis, lavação de calçadas, irrigação de jardins e limpeza geral). Após, dimensionou-se o reservatório de água pluvial, e então é realizada a análise econômica para a determinação da viabilidade de implantação do sistema.

O trabalho foi desenvolvido para atender o consumo de água não potável em um edifício localizado na ASU 20, Lote 15, Conjunto 01, 201 Sul, Av Teotônio Segurado, o qual está em processo de construção.

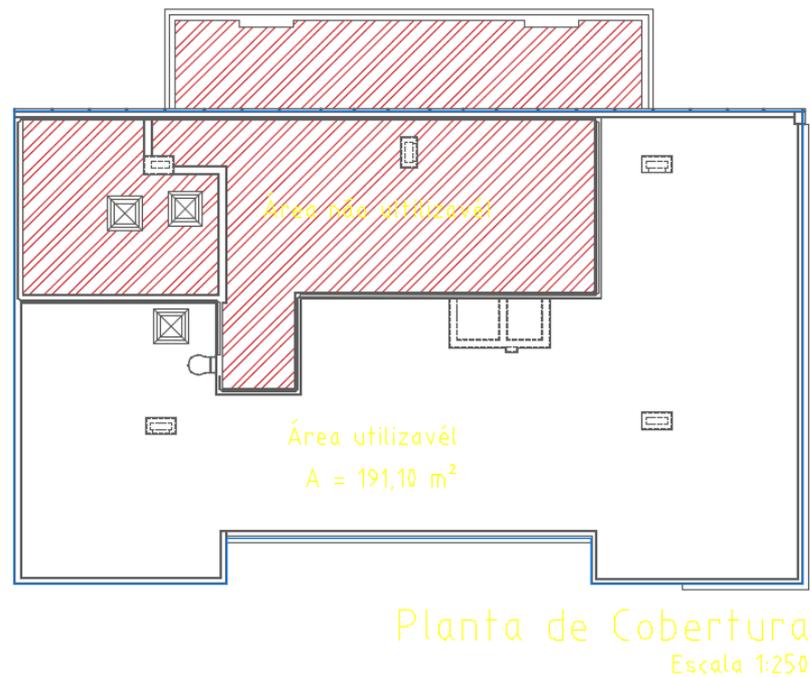
Na busca por informações disposta pela elaboração do trabalho, nos deparamos com as seguintes informações sobre o imóvel público que foi avaliado.

Urban Futuro Edifício

Área coberta = 191,10 m<sup>2</sup>

Probabilidade de Reservatório enterrado = 5 m<sup>3</sup> ou 5.000 litros

Figura 8: Planta de Cobertura



Fonte: Próprio Autor.

## PRECIPITAÇÃO ANUAL

No Município de Palmas, a precipitação média nos últimos tem uma relativa variância devida nossa capital esta localizada próximo a linha do Equador isso significa que na metade do ano tem elevados índices de chuva e na outra metade o índice chegar a zero. Segue em anexo figura 9.

Figura 9: Média Precipitação Anual dos Últimos 10 anos do Município de Palmas Tocantins.

MÉDIA PRECIPITAÇÃO ANUAL								
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PRECIPITAÇÃO	246	217	171	100	121	197	212	<b>181</b>

Fonte: climatempo.com

Para o cálculo de Captação de água pluvial de maior incidência nesse caso utilizamos  $i = 181 \text{ mm/h}$ . Aplicando na fórmula que quantifica a Vazão pluvial, NBR 10844/89, vejamos:

$$Q = (I \cdot A)/60,$$

Q: Vazão de captação (l/min);

I: Índice Pluviométrico (mm/h);

A: Área de Captação (área coberta) (m<sup>2</sup>).

$$Q = (181 \times 191,00)/60$$

$$Q = 576,18 \text{ l/min}$$

A Tabela 4 a seguir da ABNT NBR 10.844/89 fornece as vazões em litros por minuto com altura 2/3 de acordo com os diâmetros dos condutores horizontais de seção circular e da declividade.

**Tabela 4.2-Capacidade de condutores horizontais com altura da lâmina líquida igual a 2/3 do diâmetro da seção circular com vazões em litros/ minuto**

Diâmetro Interno D (mm)	n=0,011				n=0,012				n=0,013			
	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	242	343	486
125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: ABNT NBR 10.844/89

Determinado o diâmetro do condutor horizontal podemos assim determinar o tamanho do reservatório que irá armazenar o fluido. De acordo o

gráfico tem uma tubulação no diâmetro de 100 mm que irá direcionar toda água captada pela cobertura livre do edifício até seu armazenamento.

## ARMAZENAMENTO

O reservatório de acumulação da água pluvial é um dos componentes mais importantes de um sistema de aproveitamento de água pluvial, o qual deve ser dimensionado, principalmente considerando os seguintes fatores: demanda de água pluvial, áreas de captação, precipitação pluviométrica e custos totais de implantação.

O volume de reservatório inferior é um dado de entrada do programa que precisa ser adotado. O valor adotado deve ser maior que a demanda diária de água pluvial, para que supra esse consumo diário e possa manter uma reserva para épocas de baixa precipitação pluviométrica.

No presente trabalho foi adotado um reservatório semi-enterrado de 5.000 litros que através de sistema de bombeamento inteligente (bóias elétricas com acionamento automático), levará água para os pontos de distribuição e consumo.

O cálculo utilizado para dimensionar tal reservatório foi obtido da seguinte forma:

### MÉTODO AZEVEDO NETO

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

$$V = 0,042 \times 181 \times 191,10 \times 4$$

$$V = 5.811,00 \text{ L}$$

$$\mathbf{V = 6.000 \text{ L ou } 6 \text{ m}^3}$$

Observação: Lembramos que nesse caso específico não estamos levando em consideração a captação em áreas livres na mesma conta do terreno, ou seja, em calçadas, passeio ou vias para veículos.

O Método Azevedo Neto dimensiona um reservatório que fica subutilizado uma boa parte do ano, apesar de proporcionar a uma boa possibilidade de captação de água nos primeiros e nos últimos meses do ano.

O reservatório em questão terá o seguinte formato:

Largura: 2,00 (dois) Metros;

Comprimento: 2,00 (dois) Metros;

Profundidade de operação: 1,25 (um virgula vinte e cinco) Metros;

Profundidade total: 2,66 (dois virgula sessenta e seis) Metros;

Capacidade de operação: 5,0 (cinco) Metros;

Conjunto Motor Bomba: Bi-partida 0,5 Cv.

Observação: Conjunto motor-bomba determinado através do catalogo Imbil, Levando em consideração Vazão com rendimento de até 70%. Figura 10.

Figura 10: Modelo de Conjunto Motor-Bomba.



Fonte: [croospump.com.br](http://croospump.com.br)



## 5. CONCLUSÃO

Ao chegarmos ao final desta pesquisa e avaliarmos tudo o que foi dito a respeito da necessidade de se preservar a água, podemos concluir que o reaproveitamento da água, não somente a pluvial, mas também das 'águas servidas', representa uma alternativa eficiente e econômica no combate ao desperdício.

Na obtenção do índice pluviométrico da Cidade de Palmas observou-se que em um intervalo de 5 (cinco) meses a precipitação tende a zero, com isso utilizamos apenas 7 (sete) meses de maior incidência para obtermos o cálculo de precipitação média que resultou em 181 mm, aproximadamente.

Com o conhecimento da quantidade de chuva no local e sabendo o quantitativo de área coberta da instituição de ensino podemos dimensionar o sistema de captação a ponto de conciliar seu projeto arquitetônico seu projeto complementar. Temos disponível uma quantidade de 6.000 L onde serão aproveitados essa quantidade em um reservatório semi-enterrado

Com o sistema projetado podemos orçar os custos de execução e operação chegando a um valor de execução em torno de R\$ 27.000 reais. Se observamos o custo economizado por mês do sistema funcionando chegamos a um tempo de retorno desse investimento de 52 anos o que se torna viável esse projeto devido não pelo RI mais sim por preservar por mais tempo as fontes de obtenção de água potável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626: Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro. 1998.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro. 1989.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12213: Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.** Rio de Janeiro. 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro. 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.** Rio de Janeiro. 2007.

AMORIM, S. V., PEREIRA, D. J. A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.** Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. São Carlos, 2004.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória - ES.** Dissertação Mestrado. Centro Tecnológico Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Vitória. Vitória - ES, 2005.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JR., G. A. **Instalações Hidráulicas Prediais.** 3ª. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos.**XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza, 2008.

CREDER, H.**Instalações Hidráulicas e Sanitárias.** 6 ed. Rio de Janeiro: LTC – LivrosTécnicos e Científicos Editora S.A, 2006.

FARESIN, E. A. **Conservação de água em escolas com ênfase em aproveitamento de água de chuva: estudo de caso nas escolas da rede municipal de Erechim - RS.** Universidade de Passo Fundo. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Programa de Pós Graduação em Engenharia.Passo Fundo, 2008.

FONTANELA, F. **Avaliação de metodologias para dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água pluvial.** Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2010.

**INMET –Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acessado em Setembro de 2018.

**Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos /** Arnaldo Augusto Setti, Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, Adriana Goretti de Miranda Chaves, Isabella de Castro Pereira. 2ª ed. –Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. Brasília, 2000.

JAQUES, R. C.**Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sus potencialidade para o aproveitamento em edificações.**Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.Florianópolis, 2005.

JORGE, I. E. W. & BAUMGARTEN, M. G. Z. **Ações de educação ambiental numa comunidade escolar que convive com a falta de saneamento básico.** Revista Eletrônica – Cadernos de Ecologia Aquática. Vol. 1 – nº 1. Rio Grande – RS, 2006.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: um estudo de caso em Florianópolis – SC.** Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico. Florianópolis, 2007.

MIERZWA, J. C. **Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado.** Revista de Gestão de Água da América Latina. Vol. 4 - nº 1. São Paulo, 2007.

MELO, V. O.; NETTO, J. M. A. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias.** 5 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

MORAES, D. S. L. & JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana.** Revista Saúde Pública. Vol. 3. Corumbá - MS, 2002.

OLIVEIRA, E. W. N. **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico.** Dissertação Mestrado em Engenharia Urbana. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

OLIVEIRA, M. H.C. **Aproveitamento da Água de Chuva.** Monografia. Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira – PR, 2014.

OLIVEIRA, N. N. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos.** Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade de Guarulhos. Guarulhos, 2007.

OURIQUES Z. R. & SCHNEIDER, A. **Aproveitamento de água de chuva em uma escola municipal de Santa Maria – RS.** Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 6, nº. 1, p.1-10, 2005.

PINHO, L. M. C. R. C. **Sistemas de aproveitamento de Águas Pluviais: a influência da localização e da utilização tipo de um edifício.** Dissertação Mestrado em Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia. Universidade do Minho. Largo do Paço - Portugal, 2014.

**Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins.** SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL – SEMADES. Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Revisão 1. Palmas - TO, 2011.

RIBEIRO, A. K. M. **Método para avaliação do impacto ambiental da implantação de sistemas integrados de aproveitamento de água pluvial e água cinza em residências unifamiliares a partir da análise do ciclo de vida.** Dissertação de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

SANTOS, C. A. G., MAGNO, K., PALMEIRA, M., DANTAS, R., BRAGA, I. Y. L. G. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis.** Projeto de extensão – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa –PB, 2007.

SAMPAIO, F. E. O. V. **Análise da viabilidade de implantação e pré-dimensionamento de sistemas de aproveitamento de água pluvial em centros urbanos.** Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia – departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Brasília, 2013.

SILVA, O. J. **Captação de águas pluviais na cidade de Campina Grande – PB: alternativa para uma política de enfrentamento da escassez de água nas escolas públicas.** Dissertação de Mestrado Interdisciplinar em Sociedade e Cidadania. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2003.

SOUZA J.F., NETO M. R. F., SOUZA M. A. S., VENEU D. M. **Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis na Universidade Severino Sombra.** Revista Eletrônica Teccen. 2016 Jan./Jun.; 09 (1): 35-46.

TUGOZ J. E., BERTOLINI G.R. F., BRANDALISE L. T. **Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável.** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Vol. 6 – nº 1. Jan./Abr. 2017.

**URBAN INCORPORAÇÕES LTDA.** Ficha Técnica -Memorial descritivo. <http://incorporadoraurban.com.br/futuro/>. Acessado em Outubro de 2018.

VERÇOSA, D. K. S. **Análise dos métodos de dimensionamento de captação de águas pluviais em edificações no município de Niterói.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2014.



**CENTRO LUTERANO DE PALMAS - CEULP ULBRA**

OBRA:	SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	BDI:25%
TIPO	EDIFÍCIO	
ENDEREÇO	ASU 20, Lote 15, Conjunto 01, 201 Sul, Av Teotônio Segurado	
REFERÊNCIA	SINAPI 2018	

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA**

ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. C/ BDI	TOTAL
<b>1.0 SERVIÇOS INICIAIS</b>								
1.1	74209/001	SINAPI	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	M²	1.20	R\$ 236.86	R\$ 296.08	R\$ 355.30
<b>TOTAL ITEM 1</b>								<b>R\$ 355.30</b>
<b>2.0 DEMOLIÇÃO, ATERRO E ESCAVAÇÃO</b>								
<b>2.1 DEMOLIÇÃO</b>								
2.1.1	97622	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCO FURADO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO.	M²	2.00	R\$ 31.11	R\$ 38.89	R\$ 77.78
2.1.2	97628	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE LAJES, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO.	M³	0.76	R\$ 153.76	R\$ 192.20	R\$ 146.07
2.1.3	COMPOSIÇÃO	PRÓPRIA	RETIRADA E REINSTALAÇÃO DE BLOCO RETANGULAR 20X10 cm, ESPESSURA DE 6 cm, INCLUSO REAPROVEITAMENTO DO MATERIAL	M²	4.00	R\$ 25.25	R\$ 31.56	R\$ 126.24
2.1.4	97631	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE ARGAMASSAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO.	M²	2.10	R\$ 1.86	R\$ 2.33	R\$ 4.89
<b>SUB TOTAL ITEM 2.1</b>								<b>R\$ 354.99</b>
<b>2.2 ATERRO</b>								
2.2.1	96995	SINAPI	REATERRO MANUAL APOIADO COM SOQUETE.	M³	1.20	R\$ 28.25	R\$ 35.31	R\$ 42.37
<b>SUB TOTAL ITEM 2.2</b>								<b>R\$ 42.37</b>
<b>2.3 ESCAVAÇÃO</b>								
2.3.1	93358	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS. AF_03/2016	M³	7.75	R\$ 46.60	R\$ 58.25	R\$ 451.44
<b>SUB TOTAL ITEM 2.3</b>								<b>R\$ 451.44</b>
<b>TOTAL ITEM 2</b>								<b>R\$ 848.79</b>
<b>3.0 CONSTRUÇÃO DE RESERVATÓRIO SEMI-</b>								
<b>3.0.1 COMPLEMENTARES</b>								
3.0.1.1	74236/001	SINAPI	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO	UND	3.00	R\$ 128.76	R\$ 160.95	R\$ 482.85
3.0.1.2	89714	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO	M	37.00	R\$ 36.78	R\$ 45.98	R\$ 1,701.26
<b>SUB TOTAL 3.0.1</b>								<b>R\$ 2,184.11</b>
<b>3.1 ELEMENTOS ESTRUTURAIS</b>								
<b>3.1.1 FUNDAÇÃO</b>								
3.1.1.1	95240	SINAPI	LASTRO DE CONCRETO, E=3 CM, PREPARO MECÂNICO, INCLUSOS LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	M²	12.80	R\$ 12.06	R\$ 15.08	R\$ 193.02
3.1.1.3	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016	M³	1.01	R\$ 333.37	R\$ 416.71	R\$ 420.88
3.1.1.4	92777	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM.	kg	34.10	R\$ 9.02	R\$ 11.28	R\$ 384.65
3.1.1.5	92775	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM.	kg	5.21	R\$ 10.73	R\$ 13.41	R\$ 69.87

3.1.1.6	93358	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS. AF_03/2016	M³	0.49	R\$ 46.60	R\$ 58.25	R\$ 28.54
3.1.1.7	97086	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES.	M²	11.05	R\$ 68.67	R\$ 85.84	R\$ 948.53
3.1.1.8	92873	SINAPI	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS.	M³	1.01	R\$ 127.30	R\$ 159.13	R\$ 160.72
3.1.1.9	74156/003	SINAPI	ESTACA A TRADO (BROCA) DIAMETRO = 20 CM, EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, 15 MPA, SEM ARMAÇAO.	M	6.00	R\$ 37.94	R\$ 47.43	R\$ 284.58
<b>SUB TOTAL 3.1.1</b>								<b>R\$ 2,490.79</b>
<b>3.1.2</b>	<b>PILARES</b>							
3.1.2.1	97086	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES.	M²	7.57	R\$ 68.67	R\$ 85.84	R\$ 649.81
3.1.2.2	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M³	0.32	R\$ 333.37	R\$ 416.71	R\$ 133.35
3.1.2.3	92777	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM.	kg	17.18	R\$ 9.02	R\$ 11.28	R\$ 193.79
3.1.2.4	92775	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM.	kg	5.83	R\$ 10.73	R\$ 13.41	R\$ 78.18
3.1.2.5	92873	SINAPI	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS.	M³	0.32	R\$ 127.30	R\$ 159.13	R\$ 50.92
<b>SUB TOTAL 3.1.2</b>								<b>R\$ 1,106.05</b>
<b>3.1.3</b>	<b>VIGA</b>							
3.1.3.1	97086	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES.	M²	6.90	R\$ 68.67	R\$ 85.84	R\$ 592.30
3.1.3.2	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M³	0.52	R\$ 333.37	R\$ 416.71	R\$ 216.69
3.1.3.3	92777	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM.	kg	23.70	R\$ 9.02	R\$ 11.28	R\$ 267.34
3.1.3.4	92775	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM.	kg	8.10	R\$ 10.73	R\$ 13.41	R\$ 108.62
3.1.3.5	92873	SINAPI	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS.	M³	0.52	R\$ 127.30	R\$ 159.13	R\$ 82.75
<b>SUB TOTAL 3.1.3</b>								<b>R\$ 1,267.69</b>
<b>3.1.4</b>	<b>LAJE</b>							
3.1.4.1	97086	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES.	M²	14.18	R\$ 68.67	R\$ 85.84	R\$ 1,217.21
3.1.4.2	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M³	1.17	R\$ 333.37	R\$ 416.71	R\$ 487.55
3.1.4.3	92777	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM.	kg	67.71	R\$ 9.02	R\$ 11.28	R\$ 763.77

3.1.4.4	92778	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM.	kg	2.13	R\$ 7.34	R\$ 9.18	R\$ 19.55
3.1.4.5	92873	SINAPI	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS.	M³	1.17	R\$ 127.30	R\$ 159.13	R\$ 186.18
<b>SUB TOTAL 3.1.4</b>								<b>R\$ 2,674.27</b>
<b>3.1.5 APÓIO PARA CONSUNTO MOTOR-BOMBA</b>								
3.1.5.1	87471	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA.	M²	5.33	R\$ 34.86	R\$ 43.58	R\$ 232.28
<b>SUB TOTAL 3.1.5</b>								<b>R\$ 418.46</b>
<b>3.1.7 IMPERMEABILIZAÇÃO</b>								
3.1.7.1	5968	SINAPI	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA (MEDIA), TRACO 1:3, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE. E=2CM.	M²	51.51	R\$ 32.30	R\$ 40.38	R\$ 2,079.97
<b>SUB TOTAL 3.1.7</b>								<b>R\$ 2,079.97</b>
<b>TOTAL ITEM 3.0</b>								<b>R\$ 14,115.13</b>
<b>4.0 MOTOR-BOMBA</b>								
4.3	COMP.	PROPRIA	CONJUNTO MOTOR-BOMBA MONOFÁSICO BIPARTIDA POTENCIA DE 0,5 CV - FORNECIMENTO DE MÃO-DE-OBRA E INSTALAÇÃO	UND	1.00	R\$ 1,325.00	R\$ 1,656.25	R\$ 1,656.25
<b>TOTAL ITEM 4.0</b>								<b>R\$ 1,656.25</b>
<b>5.0 DIVERSOS</b>								
5.1	83449	SINAPI	CAIXA DE PASSAGEM 60X60X70 FUNDO BRITA COM TAMPA	UND	12.00	R\$ 297.00	R\$ 371.25	R\$ 4,455.00
5.2	89580	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS.	M	75.00	R\$ 41.83	R\$ 52.29	R\$ 3,921.75
5.3	73606	SINAPI	ASSENTAMENTO DE TAMPAO DE FERRO FUNDIDO 900 MM	UND	2.00	R\$ 100.56	R\$ 125.70	R\$ 251.40
	89529	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	UND	17.00	R\$ 25.28	R\$ 31.60	R\$ 537.20
<b>TOTAL ITEM 5.0</b>								<b>R\$ 9,165.35</b>
<b>6.0 FINAL DE OBRA</b>								
6.1	9537	SINAPI	LIMPEZA FINAL DA OBRA	M²	100.00	R\$ 1.79	R\$ 2.24	R\$ 224.00
6.3	COMPOSIÇÃO	PRÓPRIO	CARGA MANUAL DE ENTULHO INCLUSIVE CAÇAMBA (CONTAINER) DE 5 M3	UND	2.00	R\$ 165.34	R\$ 206.68	R\$ 413.36
6.7	94990	SINAPI	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO.	M³	0.32	R\$ 523.43	R\$ 654.29	R\$ 209.37
<b>TOTAL ITEM 6.0</b>								<b>R\$ 846.73</b>
<b>TOTAL GERAL</b>								<b>R\$ 26,987.56</b>

