DANIELE LIMA RIBEIRO

PABLO PERICLES CARVALHO DE FARIAS MEIRELES

ESTUDO DE CASO: APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO DE PALMAS -TO.

Palmas - TO

2021

DANIELE LIMA RIBEIRO

PABLO PERICLES CARVALHO DE FARIAS MEIRELES

ESTUDO DE CASO: APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO DE PALMAS -TO.

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado como requisito final para obtenção de título de Engenheiro Civil, pelo Centro Universitário Católica do Tocantins.

Orientador TCC2: Lucas Santos Costa.

BANCA EXAMINADORA

_____

Professor Me. Lucas Santos Costa

Palmas - TO

2021

RESUMO

Dado o grande problema de escassez de água de boa qualidade que vive o planeta, é necessário encontrar novas formas de utilizar, armazenar e captar a água da chuva, de forma a minimizar o desperdício desse bem tão precioso.

A viabilidade de captação de águas pluviais é caracterizada pela menor necessidade hídrica das empresas de coleta de esgoto, o que acarreta menores custos com água potável e redução do risco de inundações em caso de chuvas intensas. Com o uso da água da chuva, é possível proteger o meio ambiente, economizar energia e reduzir os investimentos em infraestrutura.

A má distribuição de água em nosso território é afetada principalmente quando regiões com grandes populações possuem pouca disponibilidade desse recurso. A região semi-desértica do Nordeste, tem uma luta árdua para obter e armazenar esse bem indispensável à vida humana.

Este trabalho tem como objetivo: examinar a possibilidade de implantação de sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis em uma residência, estudar a intensidade anual das chuvas na região de Palmas - TO, determinar o consumo de água não potável e dimensionamento do reservatório para o armazenamento de água não potável.

A captação e armazenamento das águas pluviais, apesar de aparentemente ser uma tarefa fácil, encontra uma série de dificuldades, especialmente no que tange à sua captação. O ar poluído das médias e grandes metrópoles trás sérios problemas para essa captação que deve seguir um tratamento rigoroso para que possa ser utilizada em nossas residências.

Os dados históricos da cidade de Palmas do ano 2020/2021 foi pesquisado no Banco de Dados Meteorológicos para Educação e Pesquisa (BDMEP) com maior precisão nas médias mensais de precipitação, após a caracterização da residência, e verificado que de água potável para lavagem das áreas externas substituíveis com água não potável, o que permitiu quantificar a necessidade de água da chuva e por fim o método mais adequado para a região para o dimensionamento do reservatório foi o método de simulação.

Os custos para captação e armazenamento de águas pluviais no Brasil, ainda são muito onerosos para a maioria da população o que dificulta essa operação pela grande massa populacional. Espera-se que haja uma política pública no sentido de diminuir os custos desses equipamentos, bem como uma maior divulgação e conscientização para que essa seja, num futuro próximo, uma operação rotineira nos lares, comércios e indústrias de nosso país.

Esse estudo houve um resultado satisfatório com relação a economia na conta de água, mas torna-se inviável a implantação desse projeto na residência em que se foi feito o estudo, pois o retorno do investimento seria para mais de 25 anos, sendo considerado a vida útil de todo o sistema de implantação apenas de 20 anos.

Palavras-chave: Captação de água da chuva, Economia, Consumo, Águas Pluviais, Reservatório, Residência, Resultado, Estudo e Dados Históricos.

ABSTRACT

Given the great shortage of good quality water on the planet, it is necessary to find new ways to use, store and capture rainwater in order to minimize the waste of this precious commodity.

The viability of rainwater harvesting is characterized by a lower water requirement for sewage collection companies, which leads to lower costs with drinking water and reduced risk of flooding in case of heavy rains. With the use of rainwater, it is possible to protect the environment, save energy, and reduce infrastructure investments.

The poor distribution of water in our territory is affected mainly when regions with large populations have little availability of this resource. The semi-desert region of the Northeast has an arduous struggle to obtain and store this indispensable asset for human life.

This study aims to: examine the possibility of implementing a rainwater harvesting system for non-potable purposes in a residence, study the annual intensity of rainfall in the region of Palmas - TO, determine the consumption of non-potable water and sizing of the reservoir for storage of non-potable water.

The capture and storage of rainwater, although apparently an easy task, encounters a number of difficulties, especially when it comes to capturing it. The polluted air of medium and large cities brings serious problems to this collection, which must follow a strict treatment before it can be used in our homes.

The historical data of the city of Palmas for the year 2020/2021 was searched in the Meteorological Database for Education and Research (BDMEP) with greater accuracy in monthly averages of precipitation, after the characterization of the residence, and verified that of potable water for sanitary facilities replaceable with non-potable water, which allowed quantifying the need for rainwater and finally the most appropriate method for the region for sizing the reservoir was the simulation method.

The costs of capturing and storing rainwater in Brazil are still too expensive for most of the population, which makes this operation difficult for the great majority of the population. It is hoped that there will be a public policy to reduce the costs of this

equipment, as well as greater disclosure and awareness so that this is, in the near future, a routine operation in homes, businesses and industries in our country.

This study had a satisfactory result regarding the economy in the water bill, but it becomes unfeasible to implement this project in the residence where the study was done, because the return on investment would take more than 25 years, considering that the useful life of the whole system is only 20 years.

Keywords: Rainwater harvesting, Economy, Consumption, Stormwater, Reservoir, Residence, Result, Study and Historical Data.

Sumário

1. INTRODUÇÃO 11

1.1 JUSTIFICATIVA 12

1.2 PROBLEMÁTICA 13

1.3. OBJETIVOS 14

1.3.1. Objetivo Geral 14

1.3.2. Objetivos Específicos 14

2. REFERENCIAL TEÓRICO 15

2.1. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA ANUAL NA REGIÃO DE PALMAS – TO. 15

2.2. ESCASSEZ DE ÁGUA 16

2.3. REUSO DA ÁGUA PLUVIAL NO BRASIL 16

2.4. ELEMENTOS PARA O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA 18

2.4.1. Área de Captação 18

2.4.2. Processo de Tratamento da Água da Chuva 19

2.4.3. Calhas e Condutores 20

2.4.4. Bombas e Reservatórios 20

2.5. DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS 21

2.5.1. Método de Rippl 22

2.5.2 Método Prático Brasileiro ou Método de Azevedo Neto 22

4.5.3 Método Prático Alemão 23

2.5.4 Método Prático Inglês 23

2.5.5 Método Prático Australiano 23

2.5.6 Método de Análise de Simulação de um Reservatório com Capacidade Suposta. 24

2.5.7 Programa Computacional Netuno 24

2.6. REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL 25

2.6.1. Aplicações 25

2.6.2. Vantagens e Desvantagens 27

3. METODOLOGIA 28

3.1. Dimensionamento das Calhas 30

3.2 Dimensionamento dos Condutores Verticais 31

3.3 Dimensionamento dos Condutores Horizontais 31

3.4 DEFINIÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA 32

3.4.1 Cálculo da Perda de Carga Distribuída 32

3.4.2 Cálculo da Perda de Carga Localizada 33

3.4.3 Determinação do Rendimento do Conjunto Motobomba 35

3.4.4 Cálculo da Potência da Bomba 35

4. RESULTADOS 36

4.1 Localização 36

4.2 Índice Pluviométrico 36

4.3 Áreas de Captação 37

4.4 Consumo de água potável na residência 37

4.5 Dimensionamento do Reservatório 37

4.6 Custo de Implantação e Período de Retorno 40

5. CONCLUSÃO 41

6. REFERÊNCIAS 42

7. ANEXO 45

7.1 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA 45

LISTA DE FIGURAS

Figure 1: Área de Captação 18
Figure 2: Tratamento da Água da Chuva 19
Figure 3: Calhas e Condutores 20
Figure 4: Bomba e Reservatório 21
Figure 5: Irrigação de Plantas 26
Figure 6: Utilização Como Reserva de Incêndio 26
Figure 7: Lavagem de Calçada 26
Figure 8: Reuso de Água da Chuva na Descarga de Bacia Sanitária 26
Figure 9: Representação do Sistema de Aproveitamento de Água 29
Figure 10: Gráfico para Determinar da Potência da Bomba 35
Figure 11: Localização da Residência 36
Figure 12: Gráfico de Chuva Mensal 36
Figure 13: Tabela de dimensionamento reservatório 5 m³. 38
Figure 14: Tabela de dimensionamento reservatório 10 m³. 39
Figure 15: Projeto 39
Figure 16: Tabela de valores a serem pagos, baseada no consumo já existente 40

LISTA DE TABELA

Tabela 1:Valor do coeficiente C para fórmula de Hazen-Wiliams.....33
Tabela 2: Valores de K para o cálculo das perdas de carga localizadas 34
Tabela 3:Consumo de Água Mensal.....37

1. INTRODUÇÃO

Dado o grande problema de escassez de água de boa qualidade que vive o planeta, é necessário encontrar novas formas de utilizar, armazenar e captar a água da chuva, de forma a minimizar o desperdício e os nossos preciosos e abundantes em nossos telhados.

A viabilidade de captação de águas pluviais é caracterizada pela menor necessidade hídrica das empresas de coleta de esgoto, o que acarreta menores custos com água potável e redução do risco de inundações em caso de chuvas intensas. Com o uso da água da chuva, é possível proteger o meio ambiente, economizar energia e reduzir os investimentos em infraestrutura.

A água é um recurso natural, renovável e abundante que ocupa aproximadamente 70% da superfície terrestre. Entretanto, cerca de 97% dessa água está localizada nos oceanos, portanto é salgada e imprópria para o consumo. Fazendo assim com que apenas 3% da água no planeta seja doce e própria para consumo. Não bastando isso, desses 3%, 2,5% encontram-se em geleiras e calotas polares e dos 0,5% restantes a maior parte está presa em aquíferos subterrâneos dificultando o acesso humano (SAVEH, 2016).

O Brasil, mesmo sendo um país pródigo em água doce (12% do total do planeta), tem toda essa abundância mal distribuída, onde em regiões mais populosas têm menos água e regiões menos populosas tem mais água. A região Norte, por exemplo, que compreende 78% da água do país possui apenas 6% da sua população (UNIÁGUA, 2010).

Diante desse cenário, o objetivo atual é buscar práticas de melhoria do uso da água, como programas de conservação da natureza, baseados em medidas técnicas e mudanças comportamentais, motivados por incentivos que vão desde a educação ambiental até a regulamentação de leis e estruturas tarifárias (TOMAZ, 2003)

A reutilização da água da chuva não apenas ajuda a conservar a água e reduzir a dependência excessiva de fontes de abastecimento acima do solo, como também reduz o escoamento superficial, reduzindo assim os problemas com inundações nas grandes cidades, aumentando assim a sustentabilidade urbana sugerida por Dixon,

Butler e Fewkes (1999) só será possível por meio da mobilização da sociedade em busca de um uso adequado e consciente da água.

A rentabilidade da coleta e reaproveitamento dos sistemas de águas pluviais depende, em grande parte, de três fatores: as chuvas na região, a área de coleta e a demanda. O reservatório é o componente mais importante desse sistema, sendo que o mesmo deve ser projetado para atender as necessidades do usuário e com o índice pluviométrico local para portanto, dimensionar corretamente sem tornar o sistema economicamente inutilizável.

Nesse contexto, esta pesquisa incentiva uma investigação sobre o potencial quantitativo da água da chuva no município de Palmas -TO e com o objetivo de aproveitá-la para reaproveitamento em fins não potáveis em uma residência na 203 Norte.

1.1 JUSTIFICATIVA

A escassez de água em nosso planeta aumenta a cada dia, e isso não é mais uma realidade exclusiva no Nordeste do Brasil ou em países africanos. O aumento dessa demanda e o uso excessivo desses recursos é o que causa essa escassez. Diante desse grave problema, que afeta a todos diretamente, é cada vez mais necessário usar a água de forma mais consciente.

Uma forma de evitar uma queda acentuada na disponibilidade de água potável é reaproveitá-la ou aproveitar a água da chuva. Os projetos são utilizados em larga escala, principalmente no Nordeste brasileiro, onde essa coleta é realizada por meio de sarjetas e armazenada em cisternas. A água da chuva, por exemplo, tem grande potencial de reaproveitamento, mas é desperdiçada por muitos. Se não for tratada, pode ser usada para fins não-potável, ou seja, não deve ser ingerida.

Porém, é importante ressaltar que ao usar essa água para outros fins, mais água potável fica disponível e, assim, estamos ajudando outras pessoas e o meio ambiente. O projeto de criação de reservatórios para captação está acumulando grande quantidade de água, o que permite maior aproveitamento. Essa técnica já é utilizada em diversas partes do mundo, tanto em residências quanto em grandes empresas.

Embora a técnica possa ser aplicada em grandes centros urbanos, pode não ser uma tarefa fácil. A poluição urbana pode fazer com que a água contenha produtos

que podem prejudicar as pessoas. No entanto, é importante destacar que o armazenamento de água para fins não potáveis já é uma realidade em vários locais.

Além de todos esses benefícios, o uso de água da chuva pode minimizar problemas como inundações. Como o escoamento das águas superficiais é menor, há, consequentemente, menos acúmulo de água.

O planejamento do sistema de captação de águas pluviais é de extrema importância para o meio ambiente, pois tem um impacto muito positivo na sociedade, pois tem como objetivo economizar e preservar o bem mais valioso que temos, a água.

No que tange à sustentabilidade, o reuso de água da chuva é uma prática muito importante. Porque, embora a água seja um recurso em abundância em nosso estado, ela é escassa em determinados momentos, e na maioria das vezes em estações com alto índice pluviométrico este líquido é desperdiçado por ser despejado nas sarjetas e na boca dos lobos e isso pode levar a inúmeros problemas, como inundações.

Outro grande fator de importância desse sistema é o fato de não desperdiçar água potável com fins que não a exigem, que faz com que haja uma redução do consumo de água da rede pública e consequentemente uma redução da tarifa de pagamento. Por ser uma área que busca preservar o meio ambiente, pesquisadores têm cada vez mais buscado maneiras de aperfeiçoar esse sistema, e conscientizar a população de sua importância, para que assim mais pessoas a utilizem.

1.2 PROBLEMÁTICA

Sabe-se que o país enfrenta sérios problemas no armazenamento de recursos hídricos, o que, por sua vez, alarmou a todos nos últimos anos. O aumento da população urbana e a consequente elevação no consumo de água, a diminuição das chuvas, o desmatamento de áreas de preservação ambiental ao longo das margens de rios e córregos, bem como de áreas próximas de nascentes constituem mais um agravante nessa crise.

O Sudeste do Brasil, principalmente o Estado de São Paulo, é muito afetado pela hidrologia extrema, pois além de sua densa população, responde por apenas 6% dos recursos hídricos disponíveis no Brasil, e há uma grande demanda para a indústria, agricultura, irrigação e energia hidráulica. Com isso em 2014 houve grandes

problemas com a falta de abastecimento de água para a população, gerando mudanças em seus hábitos, já que tiveram que economizar.

A Comissão Mundial da Água estima que o crescimento da população global em 2025 exigirá um aumento no abastecimento de água de 17% para fins de irrigação e 70% para fins urbanos (RAMOS, 2007; CONSELHO MUNDIAL DA ÁGUA, 2000). Diante desse cenário, é importante que estados, municípios e a população se comprometam com a promoção de políticas públicas para encontrar soluções para esse problema.

O período de chuva no Tocantins que acontece entre os meses de outubro a abril, influencia diretamente no índice pluviométrico anual, chegando a aproximadamente 1600 mm. O governo em 2017 juntamente com os deputados, aprovaram a lei N° 3261 de 02/08/201, que institui a política estadual de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais. Com isso há incentivo para captação, manejo adequado e crescente do volume das águas pluviais servidas e principalmente a sua conservação e uso racional.

Além da implementação de um sistema de captação de águas pluviais, a reutilização desses recursos é de vital importância na solução da sua escassez. Observando a frequente crise hídrica no estado na época de seca, em vários municípios, faz-se o seguinte questionamento: Qual a viabilidade da implantação de um sistema de captação de água das chuvas em uma residência em Palmas – TO?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolvimento do projeto para implantação de um sistema de captação de água das chuvas em uma residência em Palmas – TO.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Fazer o levantamento da intensidade pluviométrica anual na região de Palmas - TO;
- Aplicar o método de análise de simulação para dimensionar o reservatório;

- Calcular o custo de instalação do sistema e verificar o período de retorno do mesmo para assim determinar sua viabilidade;
- Verificar a economia de água potável, ao se implantar o sistema de aproveitamento de água de chuva.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA ANUAL NA REGIÃO DE PALMAS – TO

A água é um bem finito e essencial à sobrevivência de todos os seres vivos. Considerando a crescente demanda por água provocada principalmente pela ocupação desordenada dos centros urbanos e poluição dos mananciais, a redução de água potável no mundo gera muitas preocupações em relação ao futuro, como: risco de desabastecimento, racionamentos, alto custo da água tratada, impermeabilização do solo e inundações (HESPANHOL, 2003).

Essa realidade tem alavancado pesquisas e inovações tecnológicas voltadas para o tratamento e consumo de águas pluviais que permitem: redução dos gastos com captação e transporte de água destinada a consumos secundários; melhoria da qualidade ambiental; aumento da segurança hídrica para atender o aumento populacional; controle de vazões nos corpos hídricos e redução de enchentes (HESPANHOL, 2003)

Novos conceitos para o gerenciamento de água de chuva, seja em áreas urbanas ou rurais, estão surgindo praticamente em todas as partes do mundo. A escassez, a perda da qualidade dos mananciais pela crescente poluição, associadas a serviços de abastecimento públicos ineficientes, são fatores que têm despertado diversos setores da sociedade para a necessidade da conservação da água. Entre estas práticas está o aproveitamento da água da chuva. (RAINWATER; HARVESTING; UTILISATION, 2002 apud PROSAB, 2006).

No que tange a reutilização de água da chuva no Tocantins, observa-se que tem tido um aumento com a sua preocupação. Em 2016, na feira tecnológica agropecuária do Tocantins (Agrotins 2016), foram abordadas às novidades em tecnologia e pesquisas destinadas ao aproveitamento de água da chuva.

Em 2017, o governo do estado sancionou a lei N° 3261 de 02/08/2017, que institui a política estadual de captação, armazenamento e aproveitamento de águas

pluviais e define normas gerais para sua promoção. Ela tem por razão, promover os seguintes fatores:

- A conservação e uso racional da água;
- A sustentabilidade no uso dos recursos hídricos, assegurando à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água;
- O manejo adequado e crescente do volume das águas pluviais servidas;
- Incentivos econômicos para captação, armazenamento e aproveitamento das águas pluviais;

2.2. ESCASSEZ DE ÁGUA

Conforme Boff (2015), existem cerca de um bilhão e trezentos e sessenta milhões de quilômetros cúbicos de água no planeta.

Mesmo que a quantidade total de água envolvida no ciclo da água não mude por se tratar de um ciclo fechado e infinito, sua qualidade e distribuição podem ser alteradas. O ciclo da água é um processo em que o vapor d'água evapora para a atmosfera e passa por um processo de condensação que leva à formação de nuvens (VASCONCELOS, 2007).

Segundo Boff (2015), o Brasil é a potência natural da água, 12% de toda a água da terra é de 5,4 trilhões de metros cúbicos. Mas eles estão distribuídos de forma desigual, 72% na Amazônia, 16% no Centro-Oeste, 8% no Sul e Sudeste e 4% no Nordeste.

Levando esses dados em consideração apesar da abundância, não sabemos como usar a água, como 37% da água tratada e desperdiçada, o que abasteceria cerca de 20 países da Europa como França, Bélgica, Suíça e norte da Itália. O que impressiona é que um novo padrão cultural é urgentemente necessário para este bem vital (BOFF, 2015).

2.3. REUSO DA ÁGUA PLUVIAL NO BRASIL

Diferentes setores da sociedade passam a ver o aproveitamento da água da chuva como rentável. Assim, indústrias, instituições de ensino, estádios, e até mesmo estabelecimentos comerciais como empresas de lavagem de carros, empresas de ônibus, supermercados, empresas de limpeza pública, buscam utilizar água da chuva visando o retorno na economia de água consumida, e ainda no apelo de „marketing‟,

uma vez que estas práticas se inserem nos conceitos de empresas com responsabilidade social e ambiental ou ecológicas. (THOMAZ, 2000).

A água de chuva faz parte da etapa do ciclo hidrológico e é um meio a ser captado através de telhados , do chão e do solo, armazenado ou infiltrado de forma segura, tratada conforme requerido pelo uso final, e utilizado em seu grande potencial, substituindo ou suplementando outras fontes atualmente usadas, antes de ser finalmente descartada (MEDEIROS, 2011).

Segundo Medeiros (2011), tecnologias, métodos construtivos, uso e manutenção estão disponíveis. Mas o mais valioso é que ainda existem muitos modelos que atendem às necessidades dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. O que precisamos mais urgentemente é uma admissão geral dessas tecnologias e um compromisso político com a implantação desses sistemas (MEDEIROS, 2011, p.327).

No Brasil, em estados como São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Paraná, já existe retenção de água de chuva e seu regulamento foi criado com o objetivo de amenizar os efeitos das constantes inundações nas capitais desses estados (RIGHETTO, 2009, p. 45).

Em geral, as leis permitem três destinos para a captação de água, uso para fins não potáveis, lançamento no lençol freático ou injeção nas galerias da rede pública, em pelo menos uma hora após a chuva parou (RIGHETTO, 2009).

Nos condomínios, o armazenamento de água da chuva significa economia significativa no consumo de água nas áreas comuns. Pode ser utilizado para lavagem de calçadas, playgrounds, carros, rega de canteiros e jardins, como reserva para quedas de fogo e até em banheiros de áreas comuns (VASCONSELOS, 2007).

Segundo Senra (2004), a cisterna capta água da chuva por meio de telhados e calhas. Essa água é armazenada e bombeada para uma caixa d'água paralela à rede hidráulica normal, que pode abastecer banheiro, lavanderia e demais locais.

A água da chuva é captada da cobertura, alimentada do sistema pela calha de filtragem e armazenada em cisternas ou caixas d'água. Cada sistema é dimensionado de acordo com a área de captação e a quantidade de chuvas na região em que está instalado (SENRA, 2004).

Casas já construídas onde não é possível ou possível manipular as instalações existentes, es A água da chuva pode ser utilizada para jardins, piscinas, limpeza de pavimentos, lavagem de automóveis, entre outros (VASCONCELOS, 2007).

Com o crescimento populacional, a urbanização e o desenvolvimento industrial nas últimas décadas, a demanda por água tanto para consumo humano como para uso não direto vem aumentando continuamente. Essa inconversibilidade da urbanização faz-se necessária a discussão sobre o relacionamento das cidades e seus cursos d"água (ANELLI, 2015), uma vez que este recurso está cada vez mais limitado.

Essa crescente demanda pela água vem gerando debates sobre sua melhor utilização. Com isso, novas possibilidades estão surgindo em ordem de reduzir a demanda e racionalizar o consumo de água, destacando-se o aproveitamento das águas da chuva, a reutilização de águas cinzas e a aplicação de equipamentos economizadores de água (FASOLA et. al., 2011).

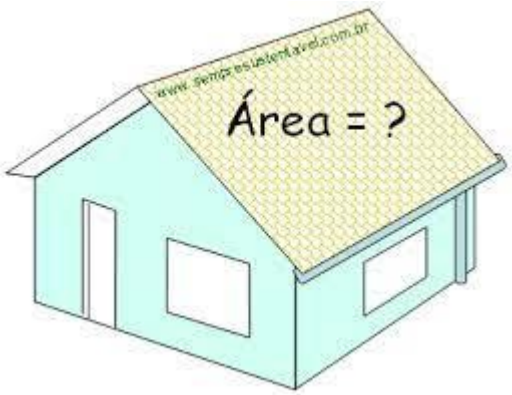
2.4. ELEMENTOS PARA O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

2.4.1. Área de Captação

Via de regra, a área de captação de água da chuva é o telhado de casas ou edifícios residenciais e, dependendo do uso, essas superfícies podem ser superfícies impermeabilizadas como lajes, terraços, calçadas, vagas de estacionamento e entre outros.

O tamanho dessas superfícies é diretamente relacionado à quantidade de água a ser coletada, dependendo também do formato, da quantidade de água e do material de que é feita.

Figure 1: Área de Captação



Fonte: Sempre Sustentável

2.4.2. Processo de Tratamento da Água da Chuva

Para Eduardo Cohim (2009) a necessidade ou não de tratamento da água da chuva coletada depende de sua qualidade e finalidade. Está comprovado que a concentração de poluentes, galhos e outras impurezas na água da chuva é maior nos primeiros milímetros de chuva, sem contar que essa chuva inicial também se destina a limpar a atmosfera poluída e áreas de captação, portanto sugere-se que estes milímetros iniciais não devem ser usados.

Um método simples de limpeza da água da chuva coletada é, portanto, desviar os primeiros milímetros de chuva através do primeiro tanque de coleta de chuva ou através do sistema de drenagem. Este processo também é conhecido como autolimpeza da água da chuva (TOMAZ, 2009).

Figure 2: Tratamento da Água da Chuva



Fonte: Projeto Construção Mais

2.4.3. Calhas e Condutores

As calhas são responsáveis por coletar a água da chuva que cai na cobertura e transportá-la para as tubulações verticais, que por sua vez a conduzem aos reservatórios. Ressalta-se que todas as tubulações que fazem parte desse sistema de captação de águas pluviais devem ser destacadas em cores diferentes para que não haja ligações cruzadas com a rede de água potável (COHIM, 2007).

Figure 3: Calhas e Condutores



Fonte: Portal Projetista

2.4.4. Bombas e Reservatórios

O uso de bombas só é necessário se os pontos de extração forem superiores ao nível da água da bacia principal. Após a finalização do tratamento e captação das águas pluviais, essa água, independentemente do tipo de instalação e método de limpeza, deve ser direcionada para os reservatórios.

Em certo sentido, pode-se dizer que é o componente mais importante do sistema e seu cálculo de dimensionamento é o mais cuidadoso de todos. O reservatório deve ter o volume ideal para atender à demanda e deve levar em consideração os períodos de chuva e seca da região onde o edifício está localizado. Além disso, podem ser construídos em diversos materiais, como concreto armado, PVC, alvenaria, aço e entre outros.

Figure 4: Bomba e Reservatório



Fonte: Sindiconet



Fonte: Incofima

2.5. DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

Os diferentes métodos de dimensionamento se baseiam em diferentes volumes. Entre esses métodos, alguns são apresentados na norma 15527/2007 – água da chuva – uso de telhados urbanos para fins não potáveis. Lembrando que a escolha do método é para a execução do projeto.

O objetivo na execução do projeto dos reservatórios é calcular o volume máximo de demanda possível com um custo menor para sua instalação. Lembrando que nem sempre haverá chuva para atender toda essa demanda e nem será possível armazenar qualquer chuva fornecida

A NBR 15527/2007, especifica os seguintes métodos para o dimensionamento de reservatórios:

- ✓ Método de Rippl;
- ✓ Método prático brasileiro ou método de Azevedo neto;
- ✓ Método prático alemão;
- ✓ Método prático inglês;
- ✓ Método prático australiano;
- ✓ Método de Análise de Simulação de um Reservatório com Capacidade Suposta;
- ✓ Programa computacional Netuno

2.5.1. Método de Rippl

Para Plínio Tomaz (2009), o método de Rippl é o geralmente usado em reutilização de água pluvial devido a sua simplicidade e facilidade de aplicação.

Neste método, o volume de água que escoa pela superfície de captação é subtraído da demanda de água pluvial em um mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença acumulada positiva é o volume do reservatório para 100% de confiança (SCHILLER, LATHAN, 1982).

De acordo com Ghisi (2013), o método de Ripppl, é um método de cálculo de volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão controlada constante durante o período de maior seca registrado.

$$Vrippl = \sum_{i=1}^{d} \blacksquare S \quad \text{Equação 1:}$$

Em que:

VRippl= Volume do reservatório obtido pelo método de Rippl (litros);

D= número de dias no período analisado (igual ao número de dias da série de precipitações utilizada);

S= diferença entre a demanda diária de água pluvial e o volume de água que escoa diariamente pela superfície de captação (litros).

2.5.2 Método Prático Brasileiro ou Método de Azevedo Neto

O método de Azevedo Neto é o primeiro método empírico apresentado na NBR 15527/2007.

Esse método utiliza uma serie de precipitação de forma anual relacionado com a quantidade de meses com pouca chuva ou seca. Sendo que, é estabelecido como volume ideal do reservatório, 4,2% do produto entre o volume de chuva coletada pela área de captação e o período de meses com pouca chuva ou seca (FONTANELA, 2010).

$$Van = 0{,}0042 \times Pa \times A \times T \quad \text{Equação 2:}$$

Em que:

Van= volume do reservatório (litros);

Pa= precipitação pluviométrica anual média (mm/ano = litros/m² por ano);

A= área de captação (m²);

T= número de meses de pouca chuva ou seca (adimensional).

4.5.3 Método Prático Alemão

Neste método, o volume de reservatório de água da chuva será basicamente o menor valor registrado entre 6% do volume de água pluvial anual e 6% da demanda anual de água não potável.

$Vadotado = Mínimo\ entre\ (V\ e\ D)\ \times 0{,}06(6\%)$ Equação3:

Em que:

V= volume anual de precipitação aproveitável (L);

D= demanda anual de água não potável (L).

2.5.4 Método Prático Inglês

De acordo com o método prático inglês, o reservatório é calculado através da multiplicação da média dos totais anuais de precipitação pela área da superfície de captação e pelo coeficiente de 0,05 (ABNT, 2007), desta forma, nesse método haverá variação apenas entre as áreas de captação das edificações (FONTANELA, 2010).

Esse método garante que a água da chuva coletada fique retida até 18 dias no reservatório e ele é considerado um dos métodos mais simples de se aplicar, uma vez que abrange apenas a precipitação anual.

$$V = 0{,}05\ \times P\ \times A \quad \text{Equação 4:}$$

Em que:

P= precipitação média anual (mm);

A= área de coleta em projeção (m²);

V= volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna (L).

2.5.5 Método Prático Australiano

No último método sugerido pela NBR 15527/2007, inicialmente deve-se calcular o volume de água da chuva por meio da seguinte equação.

$$Q = \frac{(A \times C \times (P - I))}{1000} \quad \text{Equação 5:}$$

Em que:

C= coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,8;

P= precipitação média mensal (mm);

I= interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm;

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas através da equação citada abaixo, onde no mês 1, considera-se o reservatório vazio), até que seja alcançado um valor dentro de um intervalo de confiança de 90% a 99%.

$$Vt = Vt - 1 + Qt - Dt \quad \text{Equação 6:}$$

Em que:

Qt= volume mensal produzido pela chuva no mês t (m^3);

Vt= volume de água que está no tanque no fim do mês t (m^3);

Vt-1= volume de água que está no tanque no início do mês t (m^3);

Dr= demanda mensal (m^3).

2.5.6 Método de Análise de Simulação de um Reservatório com Capacidade Suposta.

O Método de Análise de Simulação de um Reservatório com Capacidade Suposta é bastante interessante nos casos em que se deseja em detalhes a variação do volume do reservatório ao longo dos anos. Graças à sua aplicação, vários volumes de reservatório podem ser analisados simultaneamente, com suas respectivas eficiências e com simplicidade em comparação com outros métodos. A eficiência é geralmente adotada em função do destino que será dado à água armazenada e de acordo com os interesses econômicos.

2.5.7 Programa Computacional Netuno

O netuno, versão 3.0, é um programa computacional desenvolvido no LabEEE/UFSC (GHISI; CORDOVA; ROCHA, 2009), validado por rocha (2009), que tem como objetivo determinar o potencial de economia de água potável em função da capacidade do reservatório, através do aproveitamento de água pluvial para usos em que a água não precisa ser potável.

Esse programa permite que sejam feitas simulações da possível economia de água potável tanto para um volume de reservatório quanto para diversos volumes, ao mesmo tempo.

2.6. REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

O sistema de reutilização de água da chuva é considerado um sistema descentralizado de suprimento de água, cujo objetivo e de conservar os recursos hídricos, reduzindo o consumo de água potável (KOENIG, 2003).

Os métodos mais comuns para coleta da água da chuva são através de telhados ou por meio de superfícies no solo, sendo que, o conjunto de coleta de água pluvial através de superfície de telhados é considerado mais acessível, pois gera uma água de qualidade superior as demais.

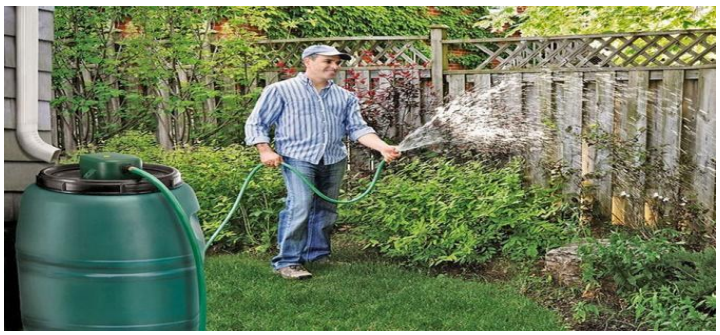
A reutilização da água pode ser definida como direta ou indireta. Segundo MANCUSO (2003) tem-se o:

- Reuso direto: trata-se do uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como uso industrial, recarga de aquífero, irrigação e água potável.
- Reuso indireto: ocorre quando a água já utilizada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída.

2.6.1. Aplicações

A várias áreas que se pode reaproveitar a água da chuva, algumas delas são nas industrias, agricultura, irrigação no jardim, lavagem de calçadas e carros, descargas nos banheiros, reserva de proteção contra incêndios e entres outros. Abaixo a algumas aplicações.

Figure 5: Irrigação de Plantas



Fonte: Nosso Bem Estar

Figure 6: Utilização Como Reserva de Incêndio



Fonte: Bombeiro

Figure 7: Lavagem de Calçada



Fonte: TecnoTri

Figure 8: Reuso de Água da Chuva na Descarga de Bacia Sanitária



Fonte: Eduardo Germano - 2017

2.6.2. Vantagens e Desvantagens

Em momentos de crises hídricas, fazer o aproveitamento de água da chuva se tornou algo essencial, tanto para o meio ambiente quanto para a população em geral.

A água é uma substância indispensável à sobrevivência do ser humano e hoje dispomos de várias formas de captá-la para seu reaproveitamento. Esse produto, uma vez armazenado, poderá ser utilizado para fins posteriores, não potáveis.

Ao fazermos a instalação de um sistema de captação de águas pluviais, devemos ter em mente que o mesmo gera vantagens, mas também desvantagens.

Vantagens:

- Economia na conta de água.
  Com a instalação de um sistema de captação de águas pluviais, seu consumo com água potável, antes utilizado para fins não potáveis, termina, gerando economia nesse consumo;
- Evita enchentes e erosões.
  As possibilidades de ocorrerem enchentes e erosões se tornam menores, uma vez que está sendo armazenada uma água que iria encher as galerias pluviais, bem como os córregos, riachos e rios, muitas vezes ocasionando destruição de construções e vidas;
- Ajuda em crises hídricas.
  Com o armazenamento dessa água em períodos chuvosos, pode-se usar o sistema de coleta de água de chuva para ajudar a economizar a água potável, usando-a somente para fins potáveis;
- Sistema sustentável.
  A instalação de um sistema de captação de águas pluviais, gera benefícios a curto, médio e longo prazos além de ser uma prática sustentável.

Desvantagens:

- Manutenção periódica.
  A limpeza de todos os equipamentos que fazem parte do sistema de captação, deve ser feita rotineiramente evitando assim o acumulo de sujeiras o que ocasionaria a contaminação deixando essa água imprópria para consumo, mesmo não potável;

- Qualidade da água vulnerável.
  Ao fazer a instalação de um sistema desse, onde poderá ocorrer a captação de água contaminada e não potável, pode-se está colocando em risco a saúde das pessoas que a utilizarão, em risco, e até mesmo das pessoas ao redor do local onde foi instalado esse sistema. O sistema deverá ser totalmente isolado para que acidentes não aconteçam.
- Custo do investimento do sistema.
  O custo do investimento é bastante significativo, uma vez que teremos que fazer um sistema paralelo ao convencional de água potável. Deve-se, portanto, ater-se ao período de retorno desse investimento uma vez que o mesmo será refletido na redução da conta de água.

3. METODOLOGIA

A metodologia é parte importante, porque é nela que iremos descrever o que será feito na pesquisa. Para Minayo (2002, p. 43), a Metodologia mais que uma descrição formal dos métodos e técnicas a serem utilizados, indica as conexões e a leitura operacional que o pesquisador fez do quadro teórico e de seus objetos de estudo.

O método de pesquisa a ser trabalhado será o descritivo, já que o estudo de caso abrange esse método. A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar (TRIVIÑOS, 1987). Esse tipo de estudo pretende descrever a realidade de determinado caso com grande profundidade.

A pesquisa qualitativa se baseia nas experiências dos participantes e tem fundamentos subjetivos. Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Já a pesquisa quantitativa está relacionada a cálculos. Por outro lado, a pesquisa qualitativa tende a salientar os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana, para apreender a totalidade no contexto daqueles que estão

vivenciando o fenômeno (POLIT, BECKER E HUNGLER, 2004, p. 201). Logo a pesquisa será quali-quantitativa, pois além de aprofundar e explicar, iremos quantificar os resultados obtidos.

A viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema devem-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas.

O local a ser desenvolvido a pesquisa será em uma casa na quadra 203 norte, no município de Palmas- TO. A imagem abaixo apresenta o esquema típico de funcionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva em residências.

Figure 9: Representação do Sistema de Aproveitamento de Água



Fonte: Casa e Arquitetura

Inicialmente, para a elaboração do projeto de captação de água da chuva, foram realizados estudos e levantamento de alternativas para o desenvolvimento do mesmo, através de livros, professores da área, normas, legislações, e trabalhos técnicos relacionados ao tema central do trabalho, a fim de utilizar a água em uma residência.

As informações e os dados necessários referentes a residência foram obtidos através de visitas ao local e com isso obtivemos alguns pontos relevantes para o projeto de pesquisa, como: horário que a família fica mais presente em casa, média

mensal no valor da conta e algumas utilidades que são recorrentes, como regar plantas e lavar casa.

A primeira parte do dimensionamento é a determinação da vazão a ser coletada pela calha. Inicialmente obtém-se o índice pluviométrico da região em que se deseja implantar o sistema de coleta de água pluvial, que no caso já foi coletado acima. Tendo essa intensidade pluviométrica, calcula-se a área de contribuição do telhado da edificação. Assim, tendo ambas as informações, descobre-se a vazão através da seguinte formula:

$$Z = \frac{I \times A^2}{60}$$ Equação 7

Em que: Z= vazão, em L/min

I = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = Área de contribuição do telhado, em m².

3.1. Dimensionamento das Calhas

A segunda etapa trata-se do dimensionamento das calhas. Para isso, a norma afirma que as mesmas devem ter uma inclinação mínima de 0,5%. A seguir, se define o material de que essa calha vai ser composta, sendo que os mais comuns são PVC e metálica. Por fim calcula-se o diâmetro dessa tubulação a ser utilizada.

Para o cálculo dessa tubulação, utiliza-se a fórmula de Manning Strickler e a equação da continuidade, que estão apresentadas a seguir:

$$Z = K\ x\ \frac{A}{N}\ x\ Rh^{2/3}\ x\ I^{1/2}$$ Equação 8

$$Rh = \frac{Área\ molhada}{Perímetro\ molhado}$$ Equação 9

Onde: Z= Vazão na seção final da calha, em l/min;

K= 60.000 = coeficiente de transformação em m³/s em l/min;

A= Área molhada, em m²;

Rh= Raio hidráulico, em m;

I= declividade da calha em m/m;

N= coeficiente de Manning.

3.2 Dimensionamento dos Condutores Verticais

Quanto à terceira etapa, a mesma aborda o dimensionamento dos condutores verticais de água pluviais, para a realização desse dimensionamento necessita-se dos segundos dados: vazão trazida pelas calhas, altura do condutor e altura de água na calha, com esses dados, deve-se confrontar os mesmos no gráfico de dimensionamento de condutores verticais. Vale lembrar também, que a norma afirma que o diâmetro mínimo é de 75 mm, porém o recomendado é o de 100 mm.

3.3 Dimensionamento dos Condutores Horizontais

A quarta etapa, consiste na caracterização dos condutores horizontais de água pluvial, na norma NBR 10844/89, define que a inclinação mínima é de 0,5%, assim como nas calhas, define também que sempre que houver uma conexão com outras tubulações, mudança de declividade, mudança de direção, deve-se ter uma caixa de inspeção ou de areia.

Por fim, a norma afirma que para determinação da capacidade de condutores horizontais, deve-se confrontar o coeficiente de Manning com a inclinação e o diâmetro da tubulação na tabela de capacidade fornecida pela NBR 10844/89.

Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois estes possibilitam reduzir o consumo de água potável diminuindo os custos de água fornecida pelas companhias de abastecimento e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez de recursos hídricos.

3.4 DEFINIÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA

Após calculados os valores de capacidade dos reservatórios, é determinada a unidade de bombeamento que irá transportar a água captada até os reservatórios.

Para o cálculo deste conjunto, é necessário primeiro ter em mãos o valor da vazão de bombeamento o valor da altura manométrica total, que é apenas a soma das alturas geométricas sucção e recalque com as perdas de cargas localizadas e distribuídas.

3.4.1 Cálculo da Perda de Carga Distribuída

O cálculo da perda de carga distribuída se dá através da seguinte equação:

$$Hd = L\ x\ [\ 10{,}63\ x\ \left(\frac{Q^{1,85}}{C^{1,85}\ x\ D^{4,87}}\right)]$$ Equação 10:

Em que: Hd= perda de carga distribuída, em m;

L= comprimento da tubulação, em m;

Q= vazão, em m³/s;

C= coeficiente de rugosidade;

D= diâmetro, em m.

Tem-se a Tabela 1, para determinação do valor do coeficiente de rugosidade da tubulação, baseado na tipologia do material

Tabela 1:Valor do coeficiente C para fórmula de Hazen-Wiliams

Tubos	Novos	Usados +/- 10 anos	Usados +/- 20 anos
Aço corrugado (chapa ondulada)	60		
Aço galvanizado roscado	125	100	
Aço rebitado, novos	110	90	80
Aço soldado, comum (revestimento betuminoso)	125	110	90
Aço soldado com revestimento epóxico	140	130	115
Chumbo	130	120	120
Cimento-amianto	140	130	120
Cobre	140	135	130
Concreto, bom acabamento	130		
Concreto, acabamento comum	130	120	110
Ferro fundido, revestimento epóxico	140	130	120
Ferro fundido, revestimento de argamassa de cimento	130	120	105
Grés cerâmico, vidrado (manilhas)	110	110	110
Latão	130	130	130
Madeira, em aduelas	120	120	110
Tijolos, condutos bem executados	100	95	90
Vidro	140		
Plástico (PVC)	140	135	130

FONTE: Manual de Hidráulica – Azevedo Neto 8ª Edição

3.4.2 Cálculo da Perda de Carga Localizada

Na determinação da perda de carga localizada, e utilizado a equação a seguir:

$$Ht = K\ x\ \frac{V^2}{2g}$$ Equação 11:

Em que: Ht= perda de carga localizada, em m;

K= coeficiente de perda de carga;

V= velocidade, em m/s;

G= aceleração da gravidade (9,8m/s²)

Para a determinação do coeficiente de perda de carga (K), e utilizado a tabela apresentada a seguir, que se baseia no tipo de conexão, conforme a Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Valores de K para o cálculo das perdas de carga localizadas

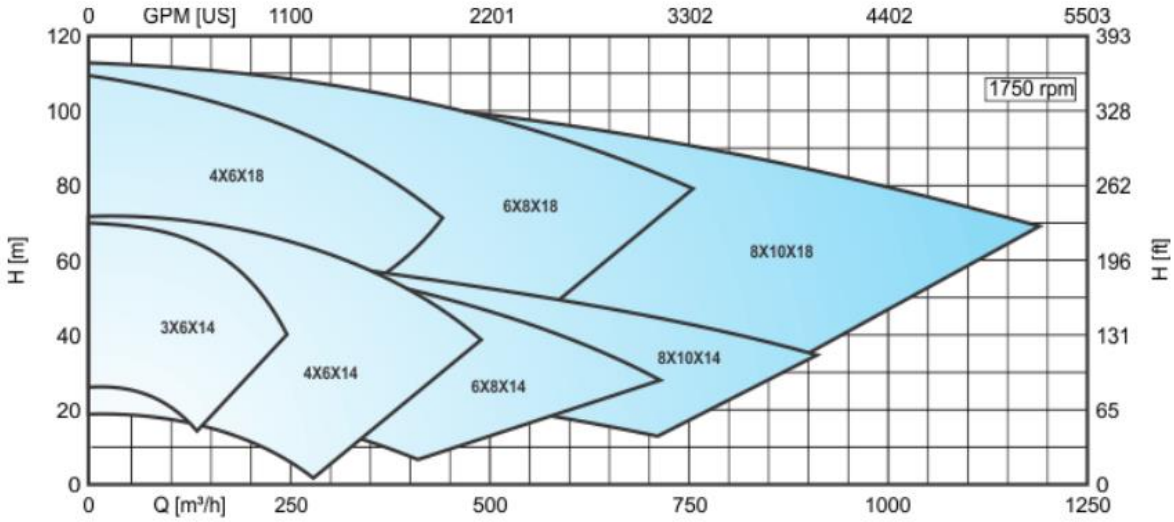
Peça	K	Peça	K
Ampliação gradual	0,3	Junção	0,4
Bocais	2,75	Medidor de Venturi	2,5
Comporta aberta	1	Redução gradual	0,15
Controlador de vazão	2,5	Saída de canalização	1
Cotovelo de 90°	0,9	Tê, passagem direta	0,6
Cotovelo de 45°	0,4	Tê, saída de lado	1,3
Crivo	0,75	Tê, saída bilateral	1,8
Curva de 90°	0,4	Válvula de ângulo aberta	5
Curva de 45°	0,2	Válvula de gaveta aberta	0,2
Curva de 22,5°	0,1	Válvula borboleta aberta	0,3
Entrada normal de canalização	0,5	Válvula de pé	1,75
Entrada de borda	1	Válvula de retenção	2,5
Existência de pequena derivação	0,03	Válvula de globo aberta	10
		Velocidade	1

FONTE: Manual de Hidráulica – Azevedo Neto 8ª Edição

3.4.3 Determinação do Rendimento do Conjunto Motobomba

A fim de determinar a eficiência da unidade do conjunto motobomba, o gráfico abaixo foi usado, que é fornecido pela IMBIL, as soluções destes bombeamentos, nesse gráfico os valores da altura manométrica e a vazão de projeto calculado, são em comparação para determinar o grupo de bombas de que o edifício necessita.

Figure 10: Gráfico para Determinar da Potência da Bomba



Fonte: IMBIL- soluções e bombeamentos

3.4.4 Cálculo da Potência da Bomba

Uma vez que a eficiência do conjunto motorbomba e determinada, o da bomba é calculado, utilizando a equação apresentada abaixo:

$$\boldsymbol{Pot} = \frac{\boldsymbol{y\ x\ Q\ x\ Hm}}{\boldsymbol{75\ x\ n}}\ (\boldsymbol{cv})$$ Equação 12:

Em que: Pot= potência da bomba, em cv;

Y= peso especifico da água (1.000 kgf/m³)

Q= vazão, em m³/s;

Hm= altura manométrica total, em m;

N= rendimento do conjunto motobomba (50% a 80%)

4. RESULTADOS

4.1 Localização

A residência onde foi feito o estudo encontra-se na cidade de Palmas no estado do Tocantins, na Quadra 203 Norte Alameda 9, conforme e demonstrado na Figura 11.

Figure 11: Localização da Residência

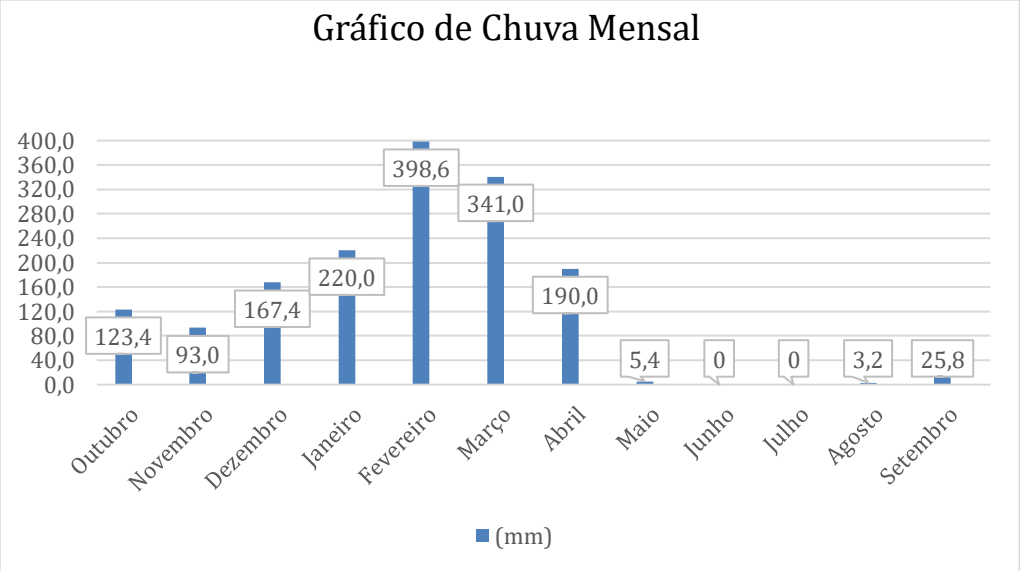


Fonte: Google Maps

4.2 Índice Pluviométrico

Os resultados da precipitação foram obtidos no site do BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (INMET, 2020/2021), segue no gráfico:

Figure 12: Gráfico de Chuva Mensal



Fonte: INMET (2020/2021)

4.3 Áreas de Captação

O cálculo da área de captação baseou-se nas áreas de cobertura apresentadas na planta de cobertura da edificação levando em consideração os critérios da ABNT NBR 10844/1989.

A área de captação total do telhado foi de 155,25 m², sendo apenas a área de cobertura foi considerada.

4.4 Consumo de água potável na residência

Os cálculos mensais de água, considerando um total de 5 pessoas que residem e o consumo histórico retirado das faturas pagas, fornecida pelos proprietários, apresenta-se no Quadro abaixo:

Tabela 3:Consumo de Água Mensal

MÊS	CONSUMO M³	RESIDENTES
Outubro	27	5
Novembro	20	5
Dezembro	23	5
Janeiro	27	5
Fevereiro	21	5
Março	25	5
Abril	29	5
Maio	24	5
Junho	33	5
Julho	28	5
Agosto	29	5
Setembro	31	5

Fonte: BRK

O reservatório será dimensionado para suprir os 30 % de água não potável, que serão destinados para lavagem dos carros, encher a piscina, para a limpeza das áreas e calçada.

4.5 Dimensionamento do Reservatório

Por possuírem mais de um método de cálculo do reservatório, outras verificações foram feitas para selecionar o método utilizado neste trabalho. A primeira foi com o método Rippl, é o que hoje mais aparece nas bibliografias que tratam do assunto. Porém, por se tratar de um método que busca suprir todo o período de

escassez de água na estação seca, grandes reservatórios são criados e como o objetivo deste trabalho é propor um sistema de reuso com a melhor relação custo-benefício possível, então é este método não é viável.

Os demais métodos, inglês, Azevedo Neto e alemão, também não corresponderam ao sistema proposto neste trabalho, pois eram semelhantes ao método prático australiano.

Portanto, para este estudo foi escolhido o método de simulação de análise de um reservatório com suposta capacidade, o que é bastante interessante. Assim, a simulação dos volumes dos reservatórios pode ser realizada até que a eficiência desejada para o sistema seja alcançada de acordo com os interesses desejados. A eficiência é geralmente determinada em função do destino final da água armazenada e dos interesses econômicos.

Coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente runoff, ou coeficiente de deflúvio que e usado na tabela para se fazer os cálculos é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Este coeficiente pode ser relativo a uma chuva isolada ou relativo a um intervalo de tempo onde várias chuvas ocorreram.

Uma vez definida a metodologia de projeto, vários volumes foram propostos para comparar a eficiência do sistema. Nas tabelas abaixo você pode comparar 2 reservatórios com volumes diferentes, 5 m³ e 10 m³.

Figure 13: Tabela de dimensionamento reservatório 5 m³.

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Coeficiente de runoff (CR) =	0,8
Volume do reservatório (m³) =	5

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Volume do reservatório fixado (m³)	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m³)	Volume do reservatório no tempo (t) (m³)	Overflow (m³)	Suprimento de água externo (m³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
Outubro	123,4	8,1	155,25	15	5	0	5	1,9	0
Novembro	93	6	155,25	12	5	5	5	6	0
Dezembro	167,4	6,9	155,25	21	5	5	5	14,1	0
Janeiro	220	8,1	155,25	27	5	5	5	18,9	0
Fevereiro	398,6	6,3	155,25	50	5	5	5	43,7	0
Março	341	7,5	155,25	42	5	5	5	34,5	0
Abril	190	8,7	155,25	24	5	5	5	15,3	0
Maio	5,4	7,2	155,25	1	5	5	-1,2	0	1,2
Junho	0	9,9	155,25	0	5	0	-9,9	0	9,9
Julho	0	8,4	155,25	0	5	0	-8,4	0	8,4
Agosto	3,2	8,7	155,25	0	5	0	-8,7	0	8,7
Setembro	25,8	9,3	155,25	3	5	0	-6,3	0	6,3
Total	**1567,8**	**95,1**		**195**				**134,4**	**34,5**

Ecomonia de 64%

Fonte: Autor.

Figure 14: Tabela de dimensionamento reservatório 10 m³.

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Coeficiente de runoff (CR) =	0,8
Volume do reservatório (m³) =	10

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Volume do reservatório fixado (m³)	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m³)	Volume do reservatório no tempo (t) (m³)	Overflow (m³)	Suprimento de água externo (m³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
Outubro	123,4	8,1	155,25	15	10	0	10	0	0
Novembro	93	6	155,25	12	10	10	10	6	0
Dezembro	167,4	6,9	155,25	21	10	10	10	14,1	0
Janeiro	220	8,1	155,25	27	10	10	10	18,9	0
Fevereiro	398,6	6,3	155,25	50	10	10	10	43,7	0
Março	341	7,5	155,25	42	10	10	10	34,5	0
Abril	190	8,7	155,25	24	10	10	10	15,3	0
Maio	5,4	7,2	155,25	1	10	10	3,8	0	0
Junho	0	9,9	155,25	0	10	3,8	-6,1	0	6,1
Julho	0	8,4	155,25	0	10	0	-8,4	0	8,4
Agosto	3,2	8,7	155,25	0	10	0	-8,7	0	8,7
Setembro	25,8	9,3	155,25	3	10	0	-6,3	0	6,3
Total	**1567,8**	**95,1**		**195**				**132,5**	**29,5**

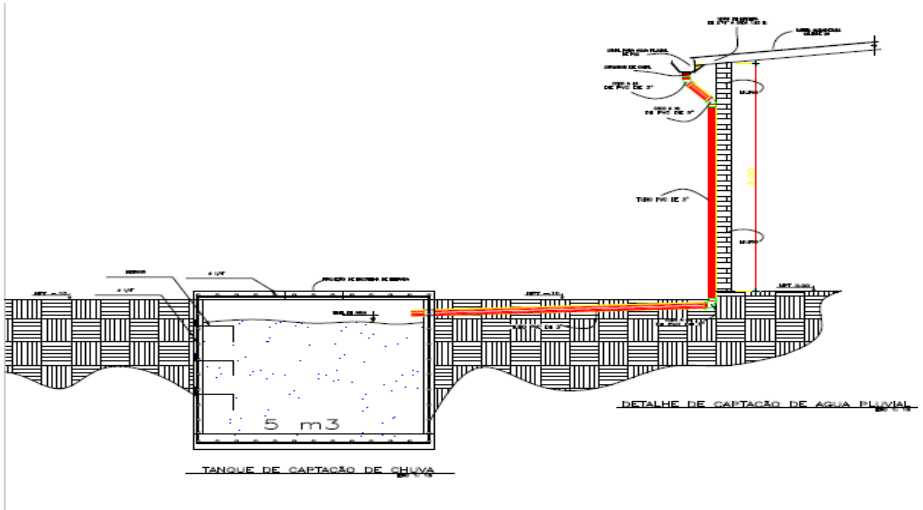
Ecomonia de 69%

Fonte: Autor

Observando as duas figuras das tabelas de dimensionamento, pode-se concluir o reservatório de 5 metros cúbicos e mais econômico, pois o 10 metros cúbicos aumenta em 5%, pois nenhum armazena o volume necessário para cada mês de seca do ano, pois para isso o reservatório deve ter grandes dimensões, o que torna o custo do sistema muito alto.

Com base nos dados acima, o volume do reservatório selecionado foi de 5 metros cúbicos, uma vez que o mesmo chega a atender aproximadamente a mesma necessidade do de 10 metros cúbicos.

Figure 15: Projeto



Fonte: Autor

4.6 Custo de Implantação e Período de Retorno

Este estudo estar sendo feito em uma casa já existente, foi feita a verificação de suas calhas e caixas de passagem. As mesmas já haviam sido dimensionadas para atender a área de contribuição em estudo, portanto vão ser reaproveitadas, assim tornando o custo de implantação do sistema menor. O levantamento do custo de implantação foi feito dos condutores verticais, horizontais e do reservatório em diante, pois como foi citado acima, o sistema de calhas e caixa de passagem já existem, vão ser aproveitados. De acordo com o levantamento e planilha em anexo, o custo total de implantação do sistema proposto é de R$ 29.462,13.

Com a instalação do sistema de reaproveitamento de águas pluviais, a redução na conta de água na residência, terá um valor total de R$ 758,98, conforme a figura 16. Portanto, no primeiro ano de instalação do sistema ainda não haverá retorno do que foi investido, mas terá uma redução de consumo de água potável.

Figure 16: Tabela de valores a serem pagos, baseada no consumo já existente.

MÊS	TOTAL M³	ÁGUA POTAVEL	ÁGUA NÃO POTAVEL	CUSTO TOTAL MÊS POTAVEL	SUPRIMENTO EXTERNO	TOTAL	CUSTO
Outubro	27	18,9	8,1	R$ 320,06	0	18,9	R$ 224,04
Novembro	20	14,0	6,0	R$ 237,08	0	14,0	R$ 165,96
Dezembro	23	16,1	6,9	R$ 279,69	0	16,1	R$ 195,78
Janeiro	27	18,9	8,1	R$ 353,40	0	18,9	R$ 247,38
Fevereiro	21	14,7	6,3	R$ 245,53	0	14,7	R$ 171,87
Março	25	17,5	7,5	R$ 313,82	0	17,5	R$ 219,67
Abril	29	20,3	8,7	R$ 392,98	0	20,3	R$ 275,09
Maio	24	16,8	7,2	R$ 296,75	1,2	18,0	R$ 222,56
Junho	33	23,1	9,9	R$ 476,74	9,9	33,0	R$ 476,74
Julho	28	19,6	8,4	R$ 373,19	8,4	28,0	R$ 373,19
Agosto	29	20,3	8,7	R$ 392,98	8,7	29,0	R$ 392,98
Setembro	31	21,7	9,3	R$ 434,21	6,3	28,0	R$ 392,19
TOTAL	**317**	**221,9**	**95,1**	**R$ 4.116,43**			**R$ 3.357,45**
LAVAGEM DE CARRO	10%		**30%**	**ECONOMIA**	**R$**		**758,98**
ÁREA EXTERNA	20%						
ÁGUA POTÁVEL			**70%**				

Fonte: Autor

5. CONCLUSÃO

O objetivo geral desta pesquisa foi examinar a possibilidade de implantação de sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis em uma residência na cidade de Palmas – TO. Para atingir o objetivo proposto, foi realizada uma investigação teórica sobre a disponibilidade de água pluviais, o uso da água e os componentes necessários para a implementação para o funcionamento do sistema de águas pluviais.

Posteriormente, um sistema de reuso de água foi projetado, os custos foram estimados e a implementação do sistema. A precipitação média anual registrada para a região foi 1.567,8 mm, o consumo anual de água não potável da residência é de 95,10 metros cúbicos e o reservatório de chuva foi dimensionado usando Método da Simulação de Reservatório com Capacidade Suposta. Assim, foi obtido um reservatório de acumulação de 5 metros cúbicos para atender a demanda mensal de uso de água não potável do bloco.

Conforme mostra os resultados, foram comparados 2 reservatórios com diferentes volumes, o escolhido de 5 metros cúbicos obteve uma eficiência muito próxima do outro reservatório, sendo a diferença de cinco por cento, como o objetivo do trabalho é verificar o melhor custo benefício para a implantação, foi escolhido o menor devido ao seu baixo custo.

Logo, mesmo com o reservatório pequeno, consegue-se alcançar um excelente resultado, economizando até 18,5% da conta total do consumo de água da residência e o custo total de implantação foi de R$ 29.462,13. Vale ressaltar que além dos benefícios econômicos, o sistema de captação de águas pluviais também traz benefícios ambientais, portanto, não é apenas um investimento de poupança pessoal, mas também uma contribuição para o meio ambiente e o meio ambiente, para as gerações futuras.

Portando com todo o levantamento e resultados que obtivemos, houve um resultado satisfatório com relação a economia na conta de água, mas torna-se inviável a implantação desse projeto na residência em que se foi feito o estudo, pois o retorno do investimento seria para mais de 25 anos.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:** Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis requisitos.2007. 8p. Rio de Janeiro, RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:** Instalações prediais de águas pluviais.1989. 13p. Rio de Janeiro, RJ.

BOFF, Leonardo. **A água no mundo e sua escassez no Brasil**, 2015, disponível em: < A água no mundo e sua escassez no Brasil | Biodiversidad en América Latina (biodiversidadla.org)> Acesso em: 21 de maio de 2021

CLIMATE, **Palmas Temperaturas E Precipitações Médias,** disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/tocantins/palmas-4072/> acesso em 16 de abril de 2021

COHIM, E, GARCIA, A., KIPERSTOK, A. **Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios**. In: IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2007.

DIXON, A.; BUTLER, D.; FEWKES, A. **Water saving potential of domestic water reuse systems using greywater and rainwater in combination**. Water Science Technology, v. 39, n. 5, p. 25-32, 1999.

FONTANELA, F. **Avaliação de metodologias para dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água pluvial**. 2010. 67p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, SC.

GHISI, E**. Métodos de dimensionamento de reservatórios de água pluvial em edificações**. Disponível em: <http:// http://www.leb.esalq.usp.br/>Acesso em: 31 de maio de 2021

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS, **Agrotins apresenta alternativas de aproveitamento de água da chuva**, 2016**,** Disponível em: <http://agrotins.to.gov.br/noticia/2016/5/7/agrotins-apresenta-alternativas-de-aproveitamento-de-agua-da-chuva/> Acesso em: 28 de abril de 2021

INMET- **BANCO DE DADOS METEREOLÓGICOS** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acesso em: 21 de outubro de 2021.

KOENIG, K. **Rainwater harvesting: public need or private pleasure?** Water 21, London: IWA, feb, p. 56-58, 2003

MANCUSO, Pedro; SANTOS, Hilton. **Reuso de água**. Barueri, SP. Manole (USP), 2003.

MAY, S. "**Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**". Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MEDEIROS, Salomão de Sousa. **Recursos Hídricos em regiões Áridas e Semiáridas**. Campina Grande - PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

RAMOS, M. **Gestão de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso da Água**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2007.

RIGHETTO, Antônio Marozzi. **Manejo de Água Pluviais Urbanas**. Natal - RN: Aebs, 2009.

SAVEH – SISTEMA DE AUTO AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA HÍDRICA**, Disponibilidade de água no mundo e no Brasil,** disponível em: <https:// https://saveh.ambev.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil/> Acesso em: 04 de Junho de 2021.

SENRA, J. B**. Cuidando das águas por um Brasil melhor**. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: < www.cnrh-srh.gov.br > Acesso em 31 de maio de 2021.

SCHILLER E.; LATHAM, B. **Computerized methods in optimizing rainwater catchment systems. In: INTERNATIONA In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RAINWATER CISTERN SYSTEMS**, 1st, 1982, Honolulu, United States. Procedings... Honolulu: IRCSA, 1982.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis**. 2009. 13p. São Paulo, SP.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**. Disponível em:<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf /> Acesso em: 04 de junho de 2021.

VASCONSELOS, Leonardo Ferreira de. **Captação de Água de Chuva para uso domiciliar: Estudo de caso**. Universidade Católica de Goiás - Departamento de Engenharia - Engenharia Ambiental, Goiânia, p.1-20, jan. 2007.

7. ANEXO

7.1 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

TCI PROJETOS E CONSTRUÇÕES
CNPJ: 17.667.466/0001-48

TCI Projetos e Construções

Obra
ORÇAMENTO - TCC 2

Bancos
SINAPI - 09/2021 - Tocantins
SEDOP - 09/2021 - Pará

B.D.I.
26,0%

Encargos Sociais
Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.

Orçamento Sintético

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI	Total	Peso (%)
1			SERVIÇOS					28.482,13	100,00 %
1.1			INSTALAÇÕES DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL					28.482,13	100,00 %
1.1.1			RESERVATÓRIO ENTERRADO DE ALVENARIA 5.000 LITROS					8.891,00	30,62 %
1.1.1.1	83486	SINAPI	BOMBA CENTRIFUGA C/ MOTOR ELETRICO TRIFASICO 1CV	UN	1	2.047,80	2.559,75	2.559,75	8,69 %
1.1.1.2	00000042	Próprio	RESERVATÓRIO ENTERRADO 5000 LITROS	UN	1	5.145,00	6.431,25	6.431,25	21,83 %
1.1.2			TUBULAÇÕES SOLDÁVEIS					1.808,19	6,47 %
1.1.2.1	89402	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	M	2	9,66	12,07	24,14	0,08 %
1.1.2.2	89355	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	M	18	16,64	20,80	374,40	1,27 %
1.1.2.4	94653	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 75 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	M	19	63,48	79,35	1.507,65	5,12 %
1.1.3			CONEXÕES					2.188,40	7,42 %
1.1.3.1	89362	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	5	7,81	9,76	48,80	0,17 %
1.1.3.5	89521	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 75MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	6	157,04	196,30	1.177,80	4,00 %
1.1.3.6	89404	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	8	4,47	5,58	44,64	0,15 %
1.1.3.7	89805	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	UN	6	13,78	17,22	103,32	0,35 %
1.1.3.8	83704	SINAPI	TORNEIRA BOIA METALICA D=40MM (1 1/2")	UN	4	162,37	202,96	811,84	2,76 %

TCI PROJETOS E CONSTRUÇÕES
CNPJ: 17.667.466/0001-48

1.1.4			**REGISTROS E ACESSÓRIOS**					**784,88**	**2,70 %**
1.1.4.1	89987	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1	51,85	64,81	64,81	0,22 %
1.1.4.2	86916	SINAPI	TORNEIRA PLÁSTICA 3/4"PARA TANQUE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	2	26,00	32,50	65,00	0,22 %
1.1.4.3	85195	SINAPI	CHAVE DE BOIA AUTOMÁTICA	UN	1	69,92	87,40	87,40	0,30 %
1.1.4.4	94500	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1	190,61	238,26	238,26	0,81 %
1.1.4.5	94497	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 1 1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1	58,49	73,11	73,11	0,25 %
1.1.4.6	73795/002	SINAPI	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1	88,39	110,48	110,48	0,37 %
1.1.4.7	73796/002	SINAPI	VÁLVULA DE PÉ COM CRIVO Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1	87,59	109,48	109,48	0,37 %
1.1.4.8	103042	SINAPI	REGISTRO DE ESFERA, PVC, ROSCÁVEL, COM BORBOLETA, 3/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	2	18,45	23,06	46,12	0,16 %
1.1.6			**CONEXÕES**					**230,14**	**0,78 %**
1.1.6.2	89547	SINAPI	LUVA SIMPLES, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	UN	1	20,05	25,06	25,06	0,09 %
1.1.6.3	89376	SINAPI	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM X 1/2", INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	4	5,10	6,37	25,48	0,09 %
1.1.6.4	94666	SINAPI	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 75 MM X 2 1/2 , INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	UN	4	35,92	44,90	179,60	0,61 %
1.1.7			**CASA DE MÁQUINAS**					**7.273,60**	**24,88 %**
1.1.7.1	87893	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	40	5,72	7,15	286,00	0,97 %
1.1.7.2	87562	SINAPI	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA OU CERÂMICA, EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, APLICADO COM EQUIPAMENTO DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H, EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESSURA 10MM, SEM TALISCAS. AF_06/2014	m²	40	35,41	44,26	1.770,40	6,01 %
1.1.7.3	72819	SINAPI	ESTACA A TRADO (BROCA) DIAMETRO 30CM EM CONCRETO ARMADO MOLDADA IN-LOCO, 20 MPA	M	4	105,42	131,77	527,08	1,79 %
1.1.7.4	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	m³	0,5	428,82	536,02	268,01	0,91 %

TCI PROJETOS E CONSTRUÇÕES
CNPJ: 17.667.466/0001-48

1.1.7.5	74157/004	SINAPI	LANCAMENTO/APLICACAO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES	m³	0,5	102,42	128,02	64,01	0,22 %
1.1.7.6	5651	SINAPI	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X	m²	9,35	44,56	55,70	520,79	1,77 %
1.1.7.7	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. AF_12/2015	KG	14,98	17,71	22,13	331,50	1,13 %
1.1.7.8	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. AF_12/2015	KG	45,35	15,96	19,95	904,73	3,07 %
1.1.7.9	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. AF_12/2015	KG	43,28	14,29	17,86	772,98	2,62 %
1.1.7.10	72110	SINAPI	ESTRUTURA METALICA EM TESOURAS OU TRELICAS, VAO LIVRE DE 12M, FORNECIMENTO E MONTAGEM, NAO SENDO CONSIDERADOS OS FECHAMENTOS METALICOS, AS COLUNAS, OS SERVICOS GERAIS EM ALVENARIA E CONCRETO, AS TELHAS DE COBERTURA E A PINTURA DE ACABAMENTO	m²	5,3	139,20	174,00	922,20	3,13 %
1.1.7.11	94210	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	m²	5,3	42,20	52,75	279,57	0,95 %
1.1.7.12	73907/003	SINAPI	LASTRO DE CONCRETO, E=5CM, PREPARO MECÂNICO, INCLUSOS LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	m²	1	34,14	42,67	42,67	0,14 %
1.1.7.13	73872/002	SINAPI	IMPERMEABILIZACAO COM PINTURA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, DUAS DEMAOS	m²	6	77,81	97,26	583,56	1,98 %
1.1.8			**ELÉTRICA**					**1.288,33**	**4,38 %**
1.1.8.1	79517/001	SINAPI	ESCAVACAO MANUAL EM SOLO-PROF. ATE 1,50 M	m³	0,55	30,72	38,40	21,12	0,07 %
1.1.8.2	73964/006	SINAPI	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	m³	0,55	46,08	57,60	31,68	0,11 %
1.1.8.3	91872	SINAPI	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 32 MM (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	9	15,19	18,98	170,82	0,58 %
1.1.8.4	91927	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	12	5,33	6,66	79,92	0,27 %
1.1.8.5	91929	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	25	7,52	9,40	235,00	0,80 %
1.1.8.6	74130/001	SINAPI	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO MONOPOLAR PADRAO NEMA (AMERICANO) 10 A 30A 240V. FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	14,30	17,87	17,87	0,06 %
1.1.8.7	68069	SINAPI	HASTE COPPERWELD 5/8"X 3,0M COM CONECTOR	UN	2	60,50	75,62	151,24	0,51 %
1.1.8.8	83446	SINAPI	CAIXA DE PASSAGEM 30X30X40 COM TAMPA E DRENO BRITA	UN	2	196,62	245,77	491,54	1,67 %

TCI PROJETOS E CONSTRUÇÕES
CNPJ: 17.667.466/0001-48

1.1.8.9	83399	SINAPI	RELE FOTOELETRICO P/ COMANDO DE ILUMINACAO EXTERNA 220V/1000W - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	47,10	58,87	58,87	0,20 %
1.1.8.10	97054	SINAPI	INSTALAÇÃO DE SINALIZADOR NOTURNO LED. AF_11/2017	UN	1	25,02	31,27	31,27	0,11 %
1.1.9			**RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO**					**6.790,81**	**23,06 %**
1.1.9.1	180837	SEDOP	Reservatório em polietileno de 5.000 L	UN	1	4.796,17	5.995,21	5.995,21	20,35 %
1.1.9.2			**MÃO DE OBRA**					**795,70**	**2,70 %**
1.1.9.2.1	88264	SINAPI	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	5	22,10	27,62	138,10	0,47 %
1.1.9.2.2	88267	SINAPI	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	24	21,92	27,40	657,60	2,23 %

Total sem BDI	**23.670,26**
Total do BDI	**5.891,88**
Total Geral	**29.482,13**