



**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO
OTONI**

HANNAH SÂMARA PEREIRA DE SOUSA

**DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA PARA CAPTAÇÃO ARMAZENAMENTO E
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA CONSUMO EM PERÍODO DE
ESTIAGEM NUMA COMUNIDADE RURAL DE FREI GASPAR-MG**

TEÓFILO OTONI

2020

HANNAH SÂMARA PEREIRA DE SOUSA

**DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA PARA CAPTAÇÃO ARMAZENAMENTO E
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA CONSUMO EM PERÍODO DE
ESTIAGEM NUMA COMUNIDADE RURAL DE FREI GASPAR-MG**

Artigo apresentado à Faculdade Presidente
Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Professor 1

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Professor 2

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Professor 3

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| 1.0 INTRODUÇÃO | 7 |
| 1.1 Objetivos gerais | 8 |
| 1.2 Objetivos específicos | 8 |
| 2.0 REFERENCIAL TEÓRICO | 9 |
| 2.1 Importância e Ciclo da Água | 9 |
| 2.2 Escassez da Água | 10 |
| 2.3 Legislação | 11 |
| 2.4 Principais componentes de um sistema de captação de água pluvial | 12 |
| 2.4.1 Sistema de abastecimento de água para consumo humano | 12 |
| 2.4.2 Área de captação/ contribuição | 13 |
| 2.4.3 Coeficiente de escoamento superficial | 13 |
| 2.4.4 calhas, filtros e condutores | 13 |
| 2.4.5 Sistema de descarte da primeira chuva | 13 |
| 2.4.6 Vazão de Projeto | 14 |
| 2.5 Reservatório de Armazenamento (Cisterna) | 14 |
| 2.6 Qualidade da água da chuva para consumo humano | 16 |
| 3.0 METODOLOGIA | 17 |
| 3.1 Procedimentos | 17 |
| 3.1.2 Caracterização do Local | 17 |
| 3.2 Dimensionamento do Sistema de Captação de Águas Pluviais | 18 |
| 3.2.1 Previsão de Consumo | 18 |
| 3.2.2 Área de Captação/ Contribuição | 19 |
| 3.2.3 Precipitação | 20 |
| 3.2.4 Reservatório de Armazenamento (Cisterna) | 20 |
| 3.3 Bombeamento da Água | 21 |
| 3.4 Orçamento para projeto | 22 |
| 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 4.1. Potencial de precipitação em Frei Gaspar | 22 |
| 4.2. Dimensionamento do sistema de captação, armazenamento e distribuição de águas pluviais para consumo humano | 25 |
| 4.3. Orçamento do projeto | 27 |

| | |
|---------------|----|
| 5.0 CONCLUSÃO | 32 |
| REFERÊNCIAS | 33 |

| |
|----|
| 32 |
| 33 |

RESUMO

Diante da Preocupação de caráter mundial a respeito do uso inadequado e possível escassez dos recursos hídricos, essenciais à manutenção e continuidade da existência de vida na terra. O objetivo deste estudo, foi realizar um diagnóstico de recursos Hídricos, e a proposição de um sistema de captação, armazenamento e distribuição de águas pluviais para o consumo humano em uma comunidade rural, visando prover água em quantidade e qualidade suficiente para as famílias e ainda ressaltar os benefícios ambientais. Para este fim, se fez o levantamento de dados climatológicos, sociais, e ambientais de uma comunidade Rural do Município de Frei Gaspar- MG, onde foi identificado um déficit de água, e posterior proposição do sistema para de captação e armazenamento de águas pluviais para o consumo humano. Analisou-se os índices pluviométricos dos últimos 10 anos, em relação à demanda existente, e mediante ao pressuposto observou-se um volume potencial aproveitável com capacidade de provisão às famílias para todo o período de estiagem, diante de um índice anual de precipitação de 874,7 mm. E o volume excedente quando houver pode ser direcionado para outras atividades do meio rural. A construção do sistema uni-familiar é passível tanto de investimento particular, bem como de apoio de políticas públicas, e órgãos direcionados ao meio rural, apresentando-se como uma importante iniciativa por parte do morador rural na busca pela racionalização e uso consciente dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Águas Pluviais; Estiagem; Consumo Humano.

ABSTRAC

In view of the worldwide concern about the inappropriate use and possible scarcity of water resources, essential to the maintenance and continuity of life on earth. The objective of this study was to carry out a diagnosis of water resources, and to propose a system for capturing, storing and distributing rainwater for human consumption in a rural community, aiming to provide water in sufficient quantity and quality for families and also highlight the environmental benefits. For this purpose, a survey of climatological, social, and environmental data from a Rural community in the Municipality of Frei Gaspar-MG was carried out, where a water deficit was identified, and a subsequent proposition of the system for capturing and storing rainwater for human consumption. The pluviometric indexes of the last 10 years were analyzed, in relation to the existing demand, and based on the assumption, a potential usable volume was observed with the capacity to provide families for the entire drought period, before an annual precipitation index of 874 ,7 mm. And the surplus volume, if any, can be directed to other rural activities. The construction of the single-family system is subject to both private investment, as well as the support of public policies, and bodies directed to the rural environment, presenting itself as an important initiative on the part of the rural resident in the search for rationalization and conscious use of water resources.

Keywords: Rainwater; Drought; Human consumption.

1.0 INTRODUÇÃO

Um dos fatores que possibilitaram o surgimento e a manutenção da vida na Terra é a existência da água. Ela é um dos principais componentes da biosfera e cobre a maior parte da superfície do planeta (Virtuous, 2008).

A água é um recurso natural abundante no planeta terra, do qual a sobrevivência de toda espécie de vida é inteiramente dependente, porém, esse recurso tem sido utilizado pelos seres humanos de maneira inadequada, causando assim a desestabilização do ciclo das águas e conseqüentemente a escassez da mesma (Rebouças, 2001).

“De uma superfície total de 510 milhões de km² do globo terrestre, dois terços são ocupados por água, sendo 97,5% água salgada e 2,5% água doce. Desse percentual de água doce, 68,9% são geleiras e neves eternas; 29,9% são águas subterrâneas; 0,3% são rios e lagos; e 0,9% são solo, pântanos e geadas (Aguiar, 2005, p.12).”

Nos centros urbanos a maior parte da água para consumo é disponibilizada por meio de concessionárias, diferente muitas vezes do meio rural, que por conta de grandes distâncias e dificuldade de acesso o uso geral da água é feito em sua maioria por pontos de consumo próximo as residências, porém não há garantias da disponibilidade da água em quantidade e qualidade suficiente para o ano todo. Quadro seis.

As populações do meio rural têm que lidar com a falta de água nos períodos extensos de estiagem. Com as mudanças climáticas que vem acontecendo as chuvas têm sofrido severas mudanças, chove em um único período o que se é esperado para todo um ano (Aguiar, 2005).

Com isso e com os assoreamentos e uso do solo de maneira incorreta o mesmo vem perdendo sua capacidade de permeabilização, não permitindo que os lençóis freáticos sejam repostos alterando a capacidade de suprimento desses poços profundos. (ANA, 2010).

A escassez da água que ocorre entre os meses de maio a setembro, geram muitos prejuízos no meio rural, inclusive a falta de água para consumo humano. Diante deste cenário, tem-se a necessidade de priorizar um meio para suprir a demanda dos meses de estiagem.

Como sugestão, um estudo para realização de um projeto de sistema para captação das águas pluviais através do calhamento dos telhados das casas e

posterior armazenamento em cisternas. Visto que este pode ser um meio eficiente de amenizar a escassez do recurso hídrico no abastecimento das famílias.

Este projeto de pesquisa delimitou-se em colher informações sobre o perfil das famílias situadas na comunidade rural “Vai Quem Quer”, situada no Município de Frei Gaspar-MG, bem como dados estruturais de suas casas, que irão compor o dimensionamento do projeto sugerido de captação da água pluvial e conseqüentemente escolha do tipo e tamanho adequado de cisterna para armazenamento.

Neste contexto surge a premissa de como otimizar uma estrutura de captação de águas pluviais, utilizando telhados, sistema de calhas, tubulações e caixa de armazenamento com capacidade para atender a demanda do período de estiagem.

Os meses de Estiagem são um período difícil de se enfrentar em lugares onde não há abastecimento contínuo de água, a maior parte das atividades do meio rural demandam de recursos hídricos. Segundo o Relatório da ANA (2017),” a agricultura irrigada e o abastecimento animal representaram cerca de 60% do consumo dos recursos hídricos nacionais disponíveis.

Em muitas comunidades Rurais a única fonte de água disponível é proveniente de rios e nascentes. Quando não há disponibilidade de nenhum destes recursos, são executados poços profundos, que mesmo com sua capacidade máxima, por vários motivos podem ser ineficientes em períodos severos de estiagem, os lençóis freáticos não conseguem se abastecer adequadamente e suficiente no período da estação chuvosa.

Para Carvalho (2019), nem mesmo as águas profundas estão a salvo da degradação e da exploração em excesso, nos últimos anos, ocorreu um aumento significativo no Consumo de água subterrânea no país. O uso desenfreado do recurso hídrico que já é considerado limitado justifica a importância deste estudo para que estas famílias uma vez que poderá mitigar esta escassez de água para o consumo durante o período da Estiagem.

1.1 Objetivos Gerais

Realizar um estudo de recursos hídricos na comunidade rural Vai Quem Quer, situada na cidade de Frei Gaspar- MG.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar a disponibilidade hídrica na comunidade Vai Quem Quer durante os últimos dez anos.
- Analisar se há oferta ou deficit hídrico na referida comunidade.
- Propor um dimensionamento de captação e armazenamento de águas pluviais para a comunidade Vai Quem Quer caso seja identificado um deficit hídrico.

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância e Ciclo da Água

O caminho que a água percorre e que a torna renovável é conhecido como ciclo hidrológico (Ferreira, *et al.* 2018).

De acordo com Abrantes (2018), o ciclo da água é o movimento que ela realiza no meio ambiente, evaporando dos mares, rios, lagos, e oceanos, e indo para as nuvens, onde se condensa e volta à superfície terrestre em forma de chuva, ou até mesmo neve. Conforme mostra a Figura um.

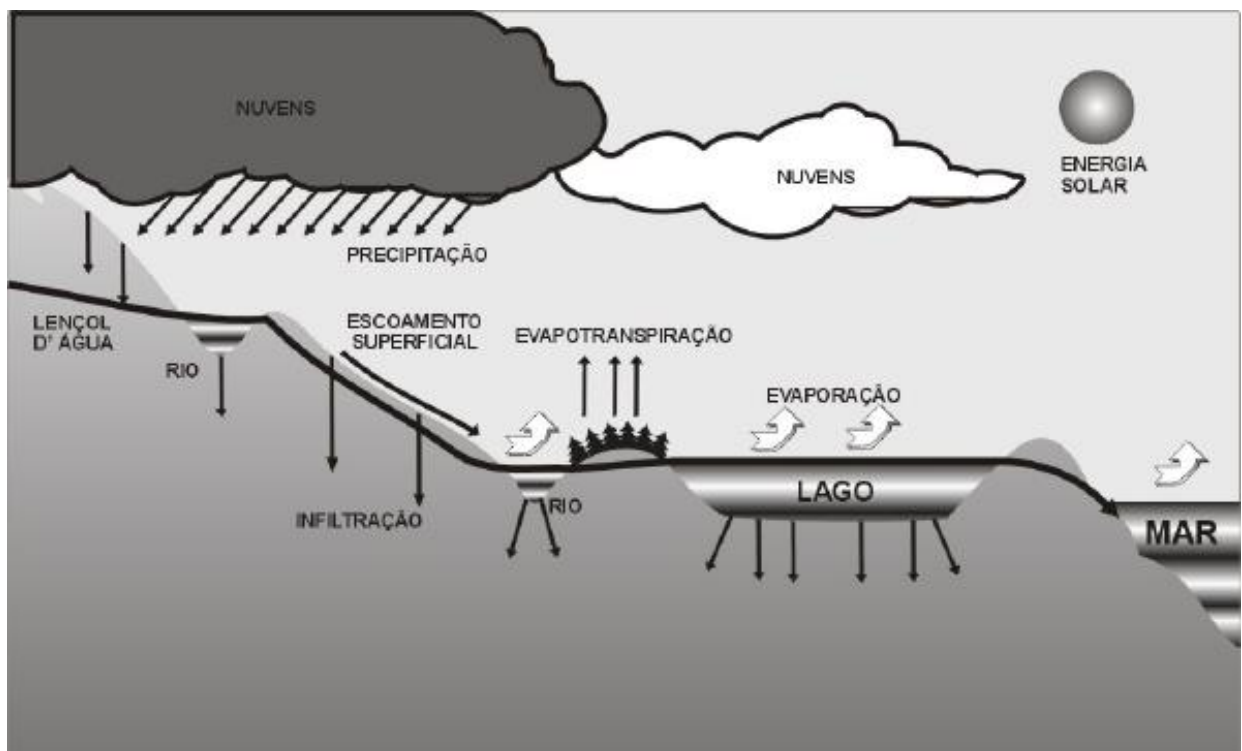


Figura 01. Ciclo Hidrológico

Fonte: BRASIL, 2004

A Agência Nacional de Águas (2019), afirma que a água é um recurso renovável limitado, e que seu ciclo é importante para mantê-la em quantidade suficiente para assegurar a existência de seres vivos no planeta terra, e acresce que a água é de suma importância para as atividades do ser humano, sendo ela empregada em diversas atividades como consumo em residências, produção de alimentos, geração de energia, consumo humano e muito mais, podendo ser utilizada ao longo de seu trajeto de variadas maneiras.

Visto que a água é este recurso limitado de relevante importância para a existência de vida no Planeta terra, é necessário garantir que a mesma não se torne escassa.

Dados da ANA (2019), mostram que a maior quantidade de uso da água no Brasil está diretamente relacionado com atividades Rurais, sendo 49,8%, para irrigação e 8% para cuidado com animais, frente a 24% para abastecimento humano. As perspectivas estimam que seu consumo aumente em 24% até o ano de 2024.

2.2 Escassez da Água

Um grande problema crescente no mundo é a possível escassez de água causada por diversos fatores como, crescimento demográfico, e uso inadequado da água e solo. Várias alternativas têm sido usadas na tentativa de amenizar a situação, como reuso de águas e aproveitamento das águas fluviais e Pluviais (Silveira *et al.* 2018).

A Agência Nacional de Águas (2019), ressalta que do total da água existente no planeta, uma ordem de 97,5% é salgada, considerada inapropriada para consumo ou dessedentação de animais. Do que resta 2,5% é considerado água doce, porém, desses, 69% fica localizada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas presentes no subsolo e apenas 1% representa as águas superficiais (rios, córregos, lagos). O que traz a necessidade de uso racional e consciente para que não falte esse bem que é considerado essencial para a manutenção de vida na terra.

Com a falta de acesso à água potável para consumo, proveniente da escassez de chuvas e da falta de água encanada, novas fontes alternativas para amenizar o problema tem sido buscadas. A Água da Chuva tornou-se uma

promiscua fonte alternativa para suprir as necessidades tanto domésticas como produtivas (Sturm *et al.*, 2009).

Contudo, o aproveitamento de água da chuva em áreas rurais não se restringe a regiões com escassez desse recurso, essa prática apresenta outras inúmeras vantagens, tanto para o consumidor quanto para o meio ambiente, além de suprir a falta de água em períodos de estiagem, se torna uma forma sustentável de ajudar o planeta (Oliveira *et al.*, 2012).

2.3 Legislação

A Legislação Brasileira que trata dos recursos hídricos, define a água, como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e essencial à vida de todos os seres vivos. Sendo um bem de domínio público. Os governos são os responsáveis por regular seu acesso, promovendo o uso múltiplo e sustentável em benefício de todas as gerações. A Lei nº 9.433/1997, também conhecida como “Lei das Águas”, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a mesma estabelece como fundamento o respeito aos usos múltiplos e como prioridade o abastecimento humano e animal em casos de escassez (ANA, 2019; Brasil, 1997). Bem como a responsabilidade de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos:

I - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

II - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, e.

III - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

A NBR 10844 de 1989, fixou exigências e critérios necessários para projetos de instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

Por tanto a Legislação incentiva e assegura dentro dos trâmites da lei o uso da água da chuva como fonte segura para as atividades humanas, e até mesmo seu uso para consumo desde que sejam observados e realizados os tratamentos adequados.

De acordo com a premissa acima, a legislação Brasileira através da NBR 15527: 2007, fornece os requisitos exigidos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

E por fim, a Portaria MS n.º 518/2004, Do Ministério de Saúde Brasileiro, estabelece que as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, de sistemas de abastecimento de água é de soluções alternativas, e a quem cabe o exercício de “controle de qualidade da água”, é do governo e das autoridades sanitárias, a quem é delegado a missão de “vigilância da qualidade da água para consumo humano”. Também ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano (Brasil, 2005).

2.4 Principais componentes de um sistema de captação de Água Pluvial

As águas pluviais ou água de chuva, define-se como a água resultante de precipitações atmosféricas (ABNT, 2007). A precipitação diz respeito ao volume total de chuvas, sua duração e distribuição temporal espacial, podendo ser convectivas, com grandes intensidades e de curta duração, as ortográficas que tem intensidade fraca e demoram para passar e as ciclônicas, que tem seus volumes de pequenas a moderadas intensidades e grande área de ocorrência (Palhares, 2016).

2.4.1 Sistema de abastecimento de água para consumo Humano

O sistema se refere à Instalação de um conjunto de obras de saneamento, materiais e equipamentos, destinados à captação e à distribuição canalizada de água tratada para populações, mesmo que administrada em regime de permissão, a responsabilidade ainda será do poder público (Brasil, 2005).

Logo, para um projeto de águas pluviais funcionar, os principais elementos de captação da água de chuva serão: as superfícies para coleta, que podem ser telhados, paredes, coberturas, ou sistemas que interceptem as precipitações; as calhas, as quais irão recolher a água que vem das coberturas e telhados; rufos, elementos encaixado na argamassa de paredes ou platibandas os quais dirigem a água para as calhas, evitando-se infiltrações; saídas, são orifícios que permitem a descarga da água contidas nas calhas para os condutores, esses por sua vez são

tubulações verticais e horizontais, que conduzem a água ao ponto de armazenagem. Todos os componentes devem ser diferenciados das demais tubulações ou elementos de água tratada, como também deve haver dois reservatórios, um para água tratada e outro para águas pluviais (NBR 15527/2007).

E para se calcular o volume para o reservatório do projeto devem ser utilizados os critérios técnicos, ambientais e económicos, de acordo com a escolha do projetista ou necessidade dos usuários, através dos métodos contidos na NBR 15527/2007 e NBR 5626/98, justificando a escolha.

2.4.2 Área de captação/ contribuição

Definem-se respectivamente como, a área em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada (NBR, 2007). E a soma das áreas das superfícies que, interceptam a chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação (NBR, 1989).

A área de telhado para o projeto é de 82 m² (Oitenta e dois metros quadrados), compreendendo a média dos telhados de doze casas da comunidade Vai Quem Quer.

2.4.3 Coeficiente de escoamento superficial

Coeficiente de Runoff C, De acordo com NBR 15527: 2007, Refere-se ao coeficiente que representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado, variando conforme a superfície.

2.4.4 Calhas, Filtros e Condutores

De acordo com a NBR (1989), é canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino. E os condutores são toda Tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício.

2.4.5 Sistema de descarte da primeira chuva

É necessário que seja descartada a primeira água da captação dos telhados, pois ela vem carregada de impurezas e sólidos. Sendo necessário um sistema de descarte dessa água, para que não se contamine toda a água que será coletada, seu volume para descarte é calculado a partir da área de captação do telhado multiplicado por 2 mm, que é a proporção de lâmina da água estimada para essa limpeza. Esta água é direcionada para fora dos reservatórios levando consigo os sólidos mais grosseiros e grande parte da fuligem dos telhados (Menezes, 2019).

2.4.6 Vazão de Projeto

Define-se como, vazão de referência para o dimensionamento de condutores e calhas (NBR, 1989). Utilizada para dimensionar o tamanho do reservatório que será necessário para execução do projeto.

2.5 Reservatório de armazenamento (Cisterna)

Por definição, de acordo com Leal (2012), é uma estrutura geralmente cilíndrica, mas também podendo ser retangular ou quadrada, e geralmente executadas de alvenaria, mas pode ainda segundo Zanella (2015), ser de qualquer material que não solte componentes químicos na água, que seja resistente e que não contenha vazamentos. Coletar a água da chuva surgiu como uma prática relativa a falta de água, em vasilhames de tamanhos variados, usados para suprir a necessidade de sobrevivência das famílias.

No método de Azevedo Neto ou também conhecido como *Método Prático Brasileiro*, o volume do reservatório é calculado pela expressão apresentada na Equação 1:

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

Onde:

V = volume de água no reservatório, ou o volume do reservatório de água pluvial (L);

P = precipitação média anual (mm);

A = área de captação em projeção no terreno (m²) e

T = número de meses de pouca chuva ou seca.

2.6 Qualidade da água para consumo humano

Uma preocupação recorrente no uso de água da chuva é que a mesma não é considerada potável, porque detém muitas impurezas advindas do meio ambiente, por este motivo é necessário um rigor na sua captação, armazenamento e tratamento para que ela seja considerada potável e apta para o consumo humano.

No Brasil, as práticas consagradas nas estações de tratamento de água para abastecimento público, compreendem as seguintes etapas: a clarificação, com o objetivo de remover sólidos, a desinfecção, para eliminação dos microrganismos, a fluoretação, para prevenção da cárie dentária e por último, a correção de pH (Potencial Hidrogeniônico), (Meneses, 2019).

A portaria do Ministério da Saúde 2.914 de 2011, estabelece que “toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema de abastecimento ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

A qualidade da água coletada, por meio desse sistema alternativo, dependerá da finalidade de seu aproveitamento. Se a água for destinada ao consumo humano, terá que passar por um processo de filtração e logo após, o tratamento (Cloração), que é o meio mais seguro de garantir a potabilidade da mesma para esse fim. Dentre as alternativas disponíveis mais simples encontradas no mercado para tratamento de águas de consumo, utilizando soluções de hipoclorito de cálcio ou hipoclorito de sódio, são:

- Clorador manual: O modelo de clorador da Embrapa Instrumentação Agropecuária é de baixo custo de construção. Os materiais podem ser adquiridos em Casas Agropecuárias ou Lojas de materiais de construção.

Utiliza Cloro granulado.

- Modelos de cloração com pastilhas: utiliza-se cloro granulado, de preferência estabilizado, que normalmente contém 60% desse elemento químico, na forma de pastilhas de hipoclorito. Exemplo: hipoclorito de cálcio. O monitoramento é periódico para acompanhar a dissolução da pastilha. Há no mercado equipamentos disponíveis para a cloração da água utilizando pastilhas.

Para que a mesma chegue a esse padrão, ela deve passar por processos como a filtração, que é a primeira fase de tratamento da água. Para o uso unifamiliar, essa fase compreende em um pré-filtro que elimina algumas impurezas,

como os sólidos e a parte da carga bacteriológica da água bruta, na qual se elimina juntamente a essa água alguns micro-organismos poluentes (Leal, 2012).

Em seguida a decantação que consiste na separação dos flocos de resíduos sólidos da água por ação da gravidade, sendo estes resíduos depositados no fundo dos tanques. Os tanques podem ser de qualquer formato, circular, cilíndrico ou retangular (Trata Brasil, 2019).

E por fim, para que possa dispor do uso para consumo, deve passar pelo processo de cloração.

LEAL (2012), Acresce que após o processo de filtragem lenta, é necessário realizar a cloração da água que será utilizada no consumo humano, para se eliminar micro-organismos que podem comprometer a saúde dos que utilizam desta água.

O agente químico mais comum utilizado é o hipoclorito de sódio ou de cálcio, etc. Pode ser encontrado para aplicação em forma líquida, pastilhas ou em pó. E a quantidade adequada varia de acordo a finalidade e quantidade de água armazenada. No quadro um está expresso a indicação de cloração de acordo com a quantidade de água armazenada por volume dos reservatórios.

| Concentração de Hipoclorito | VOLUME A SER TRATADO EM LITROS | | | |
|------------------------------------|---|------|------|------|
| | 100 | 250 | 500 | 1000 |
| | MI de Hipoclorito de sódio a ser adicionado | | | |
| 2 | 25 | 63 | 125 | 250 |
| 2,5 | 20 | 50 | 100 | 200 |
| 6 | 8,3 | 20,8 | 41,7 | 83,3 |
| 10 | 5 | 12,5 | 25 | 50 |
| 12 | 4,2 | 10,4 | 20,8 | 41,7 |
| 20 | 2,5 | 6,3 | 12,5 | 25 |
| Concentração de Hipoclorito | VOLUME A SER TRATADO EM LITROS | | | |
| | 250 | 500 | 1000 | 5000 |
| | G de Hipoclorito de cálcio a ser adicionado | | | |
| 40 | 3,1 | 6,3 | 12,5 | 62,5 |
| 65 | 1,9 | 3,8 | 7,7 | 38,5 |
| 70 | 1,8 | 3,6 | 7,1 | 35,7 |
| 85 | 1,5 | 2,9 | 5,9 | 29,4 |

Quadro 01. Quantidade de agente químico, por Litros de Água a serem tratados

Fonte: Adaptado de Leal (2012)

As Cisternas são reservatórios geralmente utilizados para abastecimento individual, o que dificulta o controle da qualidade da água, visando a informação sobre o manejo, e demais cuidados necessários para a devida adequação das águas captadas e armazenadas. Para seu adequado funcionamento e efetiva

eficiência é necessário alguns cuidados básicos, para garantir a durabilidade e conservação da qualidade da água por maior tempo.

A NBR 2007, aponta no Quadro dois, a seguir a frequência com que estes cuidados devem ser efetuados.

| COMPONENTE | FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO |
|---|---|
| Dispositivo de descarte de detritos | Inspeção mensal Limpeza trimestral |
| Dispositivo de descarte do escoamento inicial | Limpeza Mensal |
| Calhas, condutores verticais e horizontais | Semestral |
| Bombas | Mensal |
| Reservatório (Cisternas) | Limpeza e desinfecção a base de hipoclorito de sódio, com 400ml de solução, para cada 1000 L do reservatório, sendo realizado anualmente. |

Quadro 02. Componentes do sistema e tempo para manutenção.

Fonte: Adaptado da NBR (2007)

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimentos

Para a elaboração do projeto de captação das águas Pluviais, foi realizado inicialmente estudos e levantamentos de dados para o desenvolvimento do mesmo, através de sites de pesquisa, normas, legislações, manuais, trabalhos técnicos e observação de campo. A fim de propor um sistema de captação e armazenamento da água pluvial para consumo humano em período de Estiagem.

As informações e dados necessários referentes ao local e materiais que serão descritos para realização do sistema no projeto, como quantidade de famílias a serem atendidas, volume de água necessário para o abastecimento em período de estiagem, área do telhado para captação, medições das residências, e orçamento para viabilidade econômica do projeto, foram coletados mediante visitas a comunidade e através de conversa com o presidente da associação local dos moradores. Sendo ainda que o orçamento de custos dos materiais citados no projeto, foi realizado em empresas específicas com mercado amplo para os materiais necessários ao sistema.

Por fim, com as informações necessárias, foi realizado o dimensionamento de todo o sistema de captação de água da chuva, do sistema de bombeamento, orçamento de custos para implementação e custos de consumo, a fim de se verificar a viabilidade econômica e a eficiência para se atender a demanda existente.

3.1.2. Caracterização do Local

A comunidade Vai Quem Quer encontra-se na Zona Rural da Cidade de Frei Gaspar, no Estado de Minas Gerais, há uma distância de 12 km da sede, com latitude 18° 07'34.9" S, e longitude 41° 28'57.2" W. É composta por 48 famílias aproximadamente, onde 12 delas farão parte deste estudo.

O clima na região é tropical com inverno seco e apresenta uma estação chuvosa no verão, nos meses Dezembro a abril, e nítida estação seca no inverno, nos meses de maio a setembro (sendo julho o mês mais seco). As precipitações são superiores a 750 mm anuais (Governo do Estado de Minas Gerais, 2019).

Sua Vegetação é composta por áreas extremamente verdes, apesar dos desmatamentos e queimadas para pastagem do gado, para a pecuária que é a atividade predominante da área rural da comunidade.

Em sua Hidrografia tem como principal recurso hídrico o Córrego Vai quem Quer, e, por fim, tem como Bioma mata Atlântica (Prefeitura Municipal de Frei Gaspar, 2017).

3.2 Dimensionamento do sistema de captação de Águas Pluviais

3.2.1 Previsão de Consumo

Para fins de projeto a demanda de água necessária para consumo no abastecimento das famílias para os meses de estiagem será verificado a partir do volume diário/per capita por habitante de cada residência.

O estudo compreende doze famílias que residem no aglomerado central da comunidade rural, onde cada moradia compreende uma média de 3 habitantes por casa, e o consumo médio por habitante segundo Azeredo (1987), será de 120 litros/dia para cada habitante. Na tabela um são apresentadas as demandas diárias, mensais e anuais para consumo.

Tabela 1. Demanda unifamiliar necessária para consumo

| Demanda | Unidade | Volume de Água/Hab |
|---------|-----------------------------------|--------------------|
| Diária | m ³ .dia ⁻¹ | 360 |
| Mensal | m ³ .mês ⁻¹ | 10.800 |
| Anual | m ³ .ano ⁻¹ | 131.400 |

Fonte: Autor, 2020

Esse valor compreende a demanda das famílias que servirá de base para os dimensionamentos do projeto caso seja identificado um déficit de água.

3.2.2 Área de Captação/ Contribuição

A captação da Água da chuva se dará através da área dos telhados das casas, adotando para base do cálculo uma média entre essas áreas, a fim de se verificar a eficiência de captação em litros coletados para o sistema. Segundo a NBR 15527/2007, O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela seguinte equação 2:

$$V = P \times A \times C \times \text{fator de captação}$$

Onde:

V é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A é a área de coleta;

C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

Fator de captação: é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado. O quadro três, expõe as áreas de telhados para realização do cálculo de Captação e seu respectivo material.

Quadro 3. Área viável para captação e seu respectivo material.

| Simulação | Tipo de Telhado | Área Total (m2) |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1 | Telha Cerâmica | 42 |
| 2 | Telha Cerâmica | 35 |
| 3 | Telha cerâmica | 70 |
| 4 | Telha Cerâmica | 82 |
| 5 | Telha Cerâmica | 195 |
| 6 | Telha cerâmica | 72 |
| 7 | Telha Cerâmica | 87,4 |

| | | |
|----|----------------|------|
| 8 | Telha Cerâmica | 69,6 |
| 9 | Telha cerâmica | 94,5 |
| 10 | Telha Cerâmica | 93 |
| 11 | Telha cerâmica | 58 |
| 12 | Telha Cerâmica | 92,5 |

Tabela: Autor, 2020

A média realizada entre as áreas dos telhados foi de 82 m², que será adotada para o cálculo de captação da água dos telhados, como meio de padronizar o projeto para todas as residências e evitar o superfaturamento do orçamento de custos.

Segundo a NBR 15527/2007, o Coeficiente de Runoff, indicado pela letra C, tem sua variação conforme o material de composição do telhado, variando de 0,8 a 0,90, e quanto mais esse valor se aproxima de 1, maior é o escoamento superficial de água, ainda se leva em consideração a perda de água proveniente da limpeza do telhado, evaporação e outros motivos. Para o telhado cerâmico a NBR 15527 (2007), apresenta o coeficiente de Runoff entre 0,8 e 0,9.

3.2.3 Precipitação

Os dados referentes a precipitação do Município de Frei Gaspar- MG, foram obtidos através de planilhas de observação própria diária, realizadas ao longo dos anos pelo técnico da Emater, na Esloc do Município. Essa observação foi registrada ao longo dos últimos 10 anos, através de um pluviômetro manual, instalado nas mediações do escritório, conferido diariamente e registrado os índices de chuvas diárias.

A série de dados pluviométricos é realizada diariamente, compondo uma tabela mensal, sendo desprezado apenas valores inferiores a 1 mm, de chuva, quando então é considerado dia sem ocorrência de chuva no local.

O quadro 2, expõe os valores mensais de precipitação de cada ano, e a média mensal e anual, ainda os meses em que não ocorrerão chuvas com valor nulo e médias acima de 100 mm, em dias com ocorrência de fortes chuvas, expõe o período de estiagem, com os meses de pouca ou nenhuma chuva no Município de frei Gaspar, para o período correspondente ao estudo (2009 a 2019), salvo o ano de 2016, que não houve dados pluviométricos registrados.

3.2.4 Reservatório de Armazenamento (Cisterna)

Após encontrar a demanda total de cada residência, faz-se o dimensionamento dos reservatórios, inferior e superior quando necessários. Neste projeto serão utilizados o inferior para armazenamento da água total coletada e o superior para tratamento de água para o consumo humano e alimentação da residência. A NBR 5626/98, institui que o reservatório para armazenamento da água deve ser revestido de material que não permita a corrosão interna.

A NBR 15527/2007, apresenta seis diferentes métodos para o dimensionamento do reservatório para armazenamento e aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis. O método escolhido para realizar o dimensionamento do reservatório foi o Método Azevedo Netto, pois nesse estudo, leva-se em consideração os períodos de pouca chuva e de seca, logo, tratando-se de uma região onde não ocorre chuvas regulares.

No método de Azevedo Netto ou também conhecido como *Método Prático Brasileiro*, o volume do reservatório é calculado pela expressão apresentada na Equação 3:

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

Onde:

V = volume de água no reservatório, ou o volume do reservatório de água pluvial (L);

P = precipitação média anual (mm);

A = área de captação em projeção no terreno (m²) e

T = número de meses de pouca chuva ou seca.

O método foi aplicado e seus resultados usados para adequar o projeto as condições, econômicas, de espaço e técnicas para o reservatório.

3.3 Bombeamento da Água

Toda a água da chuva coletada será conduzida por meio de gravidade até o reservatório principal individual, que tem seu volume adaptado para a demanda das famílias. Após esse processo, será dimensionado até um segundo reservatório por meio de sistema moto bomba, um volume capaz de abastecer cada residência por, pelo menos, dois dias, para que a água possa receber o devido tratamento e se tornar apta para consumo humano.

A norma de que trata o dimensionamento da moto bomba é a NBR 12214/1992, que institui o projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.

Para a execução de projetos de abastecimento com moto bomba é necessário acatar as recomendações por norma sobre as tubulações de sucção e recalque, alturas e vazão adotadas para o conjunto moto bomba.

Após a escolha do conjunto moto bomba com potência que atenda a demanda, foram verificadas a vazão (m^3h^{-1}) para seu funcionamento, e estimado o número de dias de seu uso ao mês. Ainda foi necessário fazer o levantamento do gasto com energia elétrica, exercido pelo mesmo, adotado dados técnicos da mesma e Tarifa/valor ($R\$.kWh^{-1}$) cobrado pela concessionária de energia Local, a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), tarifa vigente conforme Resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) n 2.550/19. Para a categoria de enquadramento do empreendimento. Adotou-se a equação 4, que se resume em:

$$CEE = Pmb \cdot t \cdot Vccemig$$

Onde:

CEE: Consumo de Energia Elétrica

Pmb: Potencia do conjunto moto bomba

T: Tempo de funcionamento ao dia

Vccemig: valor cobrado pela Cemig (kW/h)

3.4 Orçamento para projeto

O orçamento para a viabilidade de execução do projeto deste estudo, será composto por uma planilha de custos, realizada com três fornecedores de grande porte, visando o preço mínimo de cada material, no intuito de otimizar os valores dos materiais para viabilidade mais econômica do sistema.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Potencial de precipitação da água da chuva em Frei Gaspar

Partindo dos dados coletados e resultados obtidos quanto ao período analisado de precipitação no município de Frei Gaspar, que compreende 10 anos de observação, desde 2009 até o ano de 2019, salvo 2016, que não se encontrou registros pluviométricos. A figura dois, apresenta os índices pluviométricos mensais, de cada ano do período que foi analisado para os dimensionamentos deste estudo.

Figura 2. Precipitação dez anos (2009-2019), da Cidade de Frei Gaspar-MG

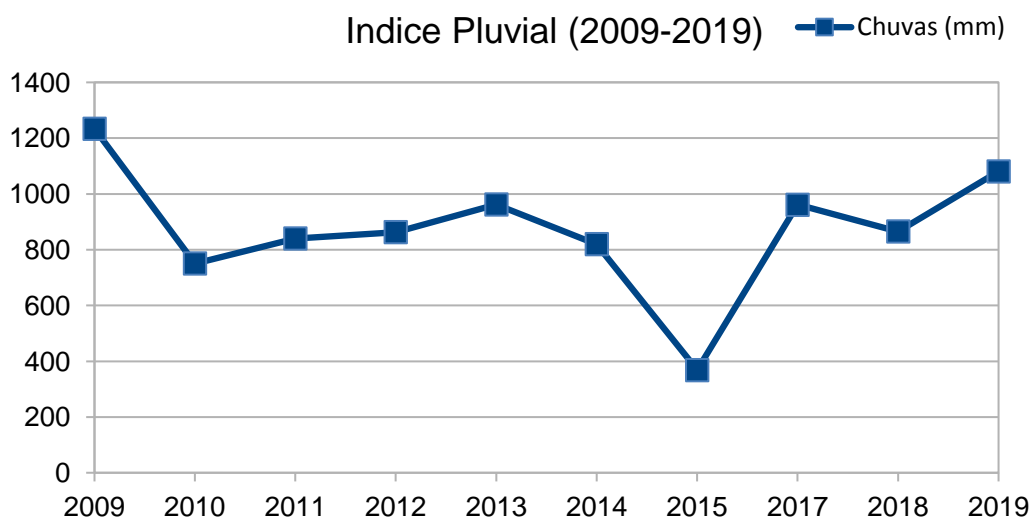
| ANO | MESES DO ANO | | | | | | | | | | | |
|------|--------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
| 2009 | 376,5 | 21,8 | 111,0 | 61,0 | 13,5 | 23,0 | 6,0 | 50,2 | 3,3 | 270,0 | 161,9 | 135,8 |
| 2010 | 4,0 | 42,8 | 146,8 | 62,4 | 82,4 | 0,0 | 40,4 | 0,0 | 0,0 | 13,2 | 174,2 | 185,0 |
| 2011 | 14,9 | 36,1 | 128,0 | 106,0 | 5,0 | 0,0 | 35,0 | 0,0 | 5,5 | 131,5 | 195,7 | 182,5 |
| 2012 | 165,8 | 37,5 | 30,0 | 38,0 | 54,0 | 3,5 | 22,5 | 92,0 | 60,0 | 3,0 | 313,0 | 44,0 |
| 2013 | 160,5 | 78,0 | 83,0 | 18,0 | 28,0 | 48,0 | 2,0 | 12,0 | 26,0 | 46,0 | 67,0 | 394,0 |
| 2014 | 78,0 | 80,0 | 60,0 | 60,0 | 2,0 | 34,0 | 28,0 | 14,0 | 2,0 | 88,0 | 229,0 | 145,0 |
| 2015 | 0,0 | 34,0 | 107,0 | 41,0 | 27,0 | 30,0 | 11,0 | 13,0 | 0,0 | 15,0 | 44,0 | 47,0 |
| 2016 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2017 | 33,6 | 175,7 | 21,0 | 19,0 | 60,0 | 22,0 | 58,0 | 2,0 | 26,5 | 121,0 | 90,0 | 333,0 |
| 2018 | 185,0 | 100,0 | 68,0 | 46,0 | 4,2 | 3,8 | 11,4 | 8,8 | 3,4 | 37,6 | 149,0 | 248,0 |
| 2019 | 344,0 | 100,0 | 59,0 | 84,5 | 45,0 | 35,5 | 18,0 | 19,5 | 31,0 | 40,0 | 168,0 | 136,0 |

Fonte: ASSUNÇÃO (2020)

Evidenciando um total de 120 meses, que destes 5,83% aproximadamente, não houve registro de chuvas, bem como o total de precipitação mensal, no município de Frei Gaspar no período analisado, evidenciando os meses de estiagem, e de períodos chuvosos.

A seguir, a figura três mostra a curva da precipitação pluviométrica do município no período analisado (2009-2019), com o montante total de chuvas em milímetros. Para o período analisado o município de Frei Gaspar apresentou média anual de 874,7 mm, com máxima de 1234 mm no ano de 2009 e mínima de 369 mm no ano de 2015.

Figura 3. Precipitação Média anual no Município de Frei Gaspar no período de 2009 a 2019.

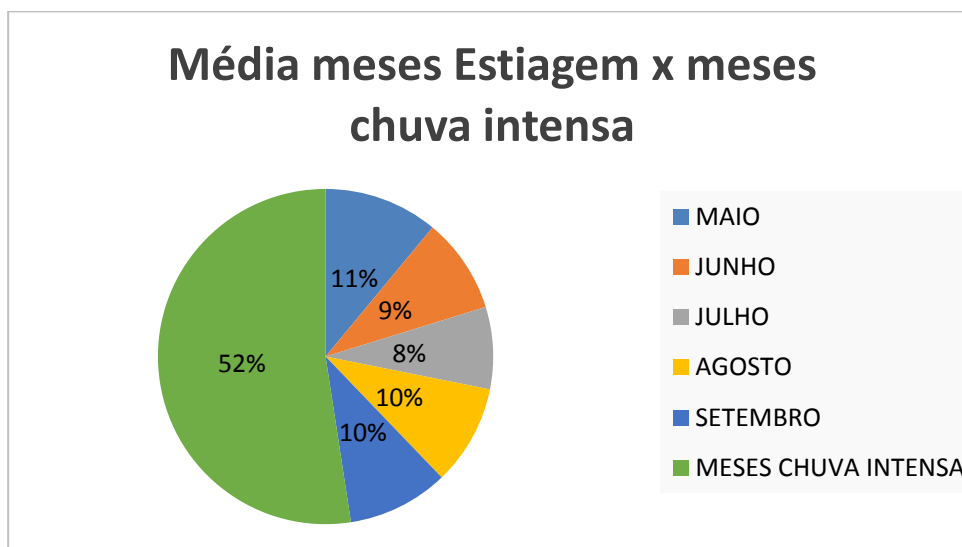


Fonte: Autor, 2020

A partir da análise das informações contidas na figura anterior, foram realizados os cálculos do sistema de captação da água pluvial, observando o desvio padrão que é de aproximadamente 865 mm de precipitação anual entre as máximas e mínimas registradas, constatando assim a irregularidade nas chuvas da região. Somado a totalidade de residências que não tem outras fontes de abastecimento de água senão poços profundos. Identificou-se que apenas 50% destes têm poço profundo próprio, e os outros 50% utilizam água de um poço comunitário, que tem sua capacidade atual de provisão hídrica imprevisível. Sendo estes fatores supracitados apontados como principal causador do déficit de água para os meses de maio a setembro, que apresentam baixo índice pluviométrico.

Na figura quatro, tem-se os resultados em porcentagem dos meses de estiagem versus o montante das chuvas nos meses de elevados índices pluviométricos para o período analisado (2009 a 2019).

Figura 4. Porcentagem de meses com chuva intensa, e meses de estiagem (2009 a 2019)



Fonte: Autor, 2020

Por conta das chuvas irregulares que ocorrem no município de Frei Gaspar, pode se observar que os meses com menor índice pluviométrico somado de todo o período de estudo não ultrapassa 50% de todo o montante de chuvas, o maior período de estiagem está concentrado no mês de Julho, pois o clima da região nessa época é de inverno, com pouca ou nenhuma incidência de chuvas, já os demais meses que compreendem o período de estiagem, mal ultrapassam o índice de 10% de chuva cada, o que leva a crer que o motivo da falta de água suficiente para atender a demanda das famílias para este período está na irregularidade das chuvas do período, compreendendo pouca ou nenhuma chuva, e as famílias não têm reservatórios para armazenamento de água para o período analisado, o que reafirma ser este o motivo principal da falta dela para as mesmas.

O percentual de 52,42% de chuvas nos demais meses, mostra o grande potencial para captação da água da chuva para abastecimento dessas famílias. A análise da precipitação no município proporciona maior segurança para os dimensionamentos do sistema de captação e seus componentes, para o reservatório de armazenamento e sistema de bombeamento da água captada.

4.2 Dimensionamento do Sistema de Captação, armazenamento e distribuição de Águas Pluviais para Consumo Humano

Para dimensionar o volume de água aproveitável das áreas de captação, utilizou-se a média entre as doze áreas de telhados das casas, mensurando uma área de 82 m². A partir dessa área, encontrou-se um volume de água aproveitável

para o período de dez anos de 57,4 m³. Esse volume de água comparado a demanda das famílias serviria para abastecer cada uma pelos sete meses de estiagem. Para um período de doze meses a demanda total é de 131.4 m³, Esse volume de água aproveitável não atende à demanda total, mas tem a capacidade de subsidiar a demanda do período de estiagem. Este volume aproveitável encontrado representa 43,68% do volume total necessário para suprir a demanda anual de uma família.

As tubulações verticais foram dimensionadas, com base na vazão unitária de projeto, e ainda a demanda diária de cada família, adotando-se os condutores verticais em 100 ø mm, que é o indicado para área de telhado de até 91 m², seguindo a NBR 10844/89, e para tubulações horizontais do reservatório inferior seguiu a mesma condição, observando para estipular as quantidades necessárias para execução de projeto, as alturas dos reservatórios e distância de instalação das residências.

Utilizando o método de Azevedo neto encontrou-se um volume de reservatório de 21.087 m³ de água, ressaltando que para esse volume ou aproximado se encontra poucos tipos de reservatório compostos de fibra ou polietileno, podendo não suportar o volume calculado de potencial de captação. Comparando esse volume de reservatório com o volume de potencial captação de chuvas para o período de estudo, nota-se que o reservatório dimensionado tem a plena capacidade de armazenar água suficiente para atender a demanda espontânea, armazenando todo o volume captado de chuvas ao mês, podendo ainda ser usado como complemento das águas de poços profundos já existentes, representando 16% a menos de uso da água proveniente dos lençóis freáticos captada via poços profundos.

Observa o método Azevedo Neto que utiliza apenas o período de pouca ou nenhuma chuva para o dimensionamento do reservatório, o volume potencial aproveitável ainda será capaz de suprir a demanda, podendo assim adotar o reservatório de fibra ou polietileno, pois estes compreendem em sua capacidade máxima o volume aqui dimensionado.

A fim de se atender ao volume máximo aproveitável do sistema de captação de água, pode ser adotado um reservatório (cisternas) de fibra ou polietileno, visto que o uso da água captada é contínuo e de acordo com as chuvas, estimando que este nunca excederá sua capacidade máxima de armazenamento, e se o fizer o ladrão entorna o excesso, mantendo a segurança e funcionalidade do mesmo. Este

reservatório deverá estar sempre coberto e semi enterrado, até mais ou menos dois terços de sua altura e construído próximo à casa da família, é protegido da evaporação e das contaminações trazidas pelo ar.

Todas as residências do estudo compreendem espaço suficiente próximo às edificações onde pode se realizar a execução dos sistemas, como já citado anteriormente na metodologia as normas mandam adequar o sistema de reservatórios o mais próximo do ponto de consumo. Partindo desse pressuposto o reservatório inferior será dimensionado há dez metros das edificações.

Podendo contar com a mão de obra local dos moradores da própria residência em seu processo de execução observando criteriosamente o que dita a NBR 10844/1989, visando se observar os procedimentos técnicos.

Para atender a demanda diária de água tratada de cada família que é de 360 litros de água ao dia, será adotado um reservatório superior com volume de 1000 litros, neste reservatório será realizado o devido tratamento para tornar a água apta ao consumo humano, com capacidade para atender o mínimo de três dias, no intuito de prover água já tratada, caso seja necessário realizar manutenção em alguma parte do sistema de captação e armazenamento, não permitindo que falte água de consumo para os mesmos, este reservatório adotado pode ser de fibra ou polietileno.

O meio de elevação da água para o reservatório superior será feito por meio de conjunto moto bomba, este estudo levou em consideração o volume de água per capita por família ao dia, e volume para consumo mínimo de aproximadamente três dias que serão lançados no reservatório superior da casa ao qual receberá o tratamento adequado para torná-la apta ao consumo humano.

No mercado existem diversos tipos de bombas para realização deste processo, com os dados levantados neste estudo foi adotado um conjunto moto bomba submersa vibratória para poço, com potência mínima de 340 watts, sendo ela indicada para abastecimento de pequenas residências, certificada pela NBR ISO 9001 tem em suas especificações técnicas a elevação máxima de até 60 metros, e vazão máxima de 1600 litros/hora para consumo direto no ponto de captação, e ainda utiliza tubulações $\varnothing \frac{3}{4}$ " para o recalque, seu desempenho apresenta, para dez metros de distância a vazão de 1350 litros/hora, o que atende as qualificações deste projeto, para que seja instalado sem dificuldades de acesso, e a elevação do reservatório superior a altura máxima de quatro metros do solo, evidenciando que este sistema hidropneumático atende eficientemente os requisitos de projeto.

Todos os cálculos realizados para dimensionamento de condutores verticais e horizontais, para composição de projeto deste sistema, atenderam as diretrizes da NBR 10844/89 e NBR 15527/2007.

Para o conjunto Moto bomba ainda foram dimensionados os gastos de seu funcionamento mensal, visando o abastecimento do reservatório superior, este contou com a tarifa especial sem encargos cobrada por concessionária local, e número de dias necessários para abastecimento de todo o mês, a moto bomba funcionará por aproximadamente uma hora ao dia, durante quinze dias ao mês, esse valor em reais será utilizado no descritivo para implantação do sistema, e posterior avaliação de sua eficiência.

$$CEE = Cmb * T * Vcc$$

$$CEE = 340/60 * 0,49 * 15$$

$$CEE = 41,65 \text{ Kw/mês}$$

4.3. Orçamento do projeto

O orçamento de custos para implantação do sistema foi realizado em três fornecedores diferentes, onde foi adotado o preço mínimo entre os três, para cada item que compõe o projeto, para enfim realizar a estimativa do valor final do projeto que abrange as doze residências. A tabela dois abaixo, apresenta os valores encontrados.

Tabela 2. Orçamento do projeto

PREÇO (R\$) MÍNIMO DOSSIER ORÇAMENTÁRIO

| ITEM | DESCRIÇÃO | UNIDADE | Fornecedor A (R\$) | Fornecedor B (R\$) | Fornecedor C (R\$) |
|------|--|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1.1 | CALHA ZINCO BARRA | METRO 03 | 38,31 | 99,00 | 28,90 |
| 1.2 | BOCAIS 100 MM SOLDÁVEL | UN | 42,28 | 33,28 | 36,90 |
| 1.3 | FIXADOR DE CALHA | UN | 39,27 | 29,97 | 27,90 |
| 1.4 | JOELHO PVC RÍGIDO BRANCO 100 MM SOLDÁVEL | UN | 8,99 | 10,00 | 9,27 |
| 1.5 | LUVA PVC RÍGIDO BRANCO 100 MM SOLDÁVEL | UN | 6,00 | 5,90 | 6,20 |
| 1.6 | FILTRO AUTOMÁTICO | UN | 255,00 | 55,00 | 169,00 |
| 1.7 | CISTERNA DE FIBRA 20000 L | UN | 5.000 | 2.989,99 | 4.700 |

| | | | | | |
|------|---|----------|---------|----------|--------|
| 1.8 | CISTERNA POLIETILENO 20000 L | UN | 6700,00 | 5.116,38 | 5.000 |
| 1.9 | CAIXA POLIETILENO 1000L | UN | 254,00 | 199,00 | 529,00 |
| 1.10 | CAIXA FIBRA POLIETILENO 1000L | UN | 512,99 | 285,00 | 355,00 |
| 1.11 | FREIO DA ÁGUA | UN | 179,00 | 183,50 | 198,00 |
| 1.12 | SIFÃO | UN | 269,90 | 266,00 | 270,00 |
| 1.13 | BARRA CANO PVC RÍGIDO SOLDÁVEL BRANCO 100MM | METRO 06 | 64,00 | 59,90 | 49,85 |
| 1.14 | BOIA PARA CAIXA | UN | 12,90 | 7,90 | 31,57 |
| 1.15 | BOMBA TIPO SAPO | UN | 139,90 | 159,90 | 232,33 |
| 1.16 | BARRA CANO PVC RÍGIDO MARRON 20MM | METRO 06 | 12,64 | 8,90 | 13,90 |
| 1.17 | ADAPTADOR SOLDÁVEL C/ FLANGE 20MM | UN | 14,99 | 16,00 | 14,99 |
| 1.18 | JOELHO PVC RÍGIDO SOLDÁVEL 20MM | UN | 0,99 | 1,00 | 0,99 |
| 1.19 | TUBO CANO AGROPECUÁRIO 25MM | METRO 06 | 11,98 | 12,50 | 11,68 |
| 1.20 | CURVA LONGA DE 25MM | UN | 31,90 | 26,80 | 19,90 |
| 1.21 | VÁLVULA DE NÍVEL PARA CONJUNTO MOTOBOMBA | UN | 51,48 | 77,56 | 93,51 |
| 1.22 | TORNEIRA PVC 1/2 | UN | 2,09 | 1,99 | 2,50 |
| 1.23 | JOELHO COLA E ROSCA 20 X 1/2 | UN | 26,88 | 23,50 | 24,00 |
| 1.24 | LUVA COLA E ROSCA 20 X 1/2" | UN | 23,64 | 25,30 | 27,00 |
| 1.25 | FIO 6MM | METRO | 2,74 | 3,80 | 2,90 |
| 1.26 | DISJUNTOR 40A | UN | 26,50 | 15,90 | 12,50 |
| 1.27 | KIT SEPARADOR + DESCARTE + TELA | UN | 228,85 | 306,00 | 232,56 |
| 1.28 | ABRAÇADEIRA | UN | 28,90 | 29,97 | 39,27 |
| 1.29 | MÃO DE OBRA | DIA | 100,00 | 120,00 | 100,00 |

Fonte: Autor, 2020

A partir do dossier de preço mínimo, na tabela um está descrito os itens do projeto unitário e coletivo, com seus respectivos preços e o valor de custo final para os mesmos.

Tabela 3. Orçamento para o projeto

| MATERIAIS PARA COMPOSIÇÃO DE PROJETO | | | | | |
|---|-----------|---------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Material | Descrição | Quantidade unitaria | Quantidade total | Preço mínimo (R\$) | Valor total (R\$) |
| Calha zinco barra | | 07 | 84 | 28,90 | 2427,60 |

| | | | | |
|--|----|-----|----------|------------------|
| Bocais 100 mm Soldável | 02 | 24 | 33,28 | 798,72 |
| Fixador de Calha | 14 | 168 | 27,90 | 4.687,20 |
| Joelho PVC Rígido 100 mm soldável | 05 | 60 | 8,99 | 323,64 |
| Luva PVC soldável 100 mm | 02 | 24 | 5,90 | 141,9 |
| Filtro automático | 01 | 12 | 55,00 | 660,00 |
| Cisterna de Fibra 20000 L | 01 | 12 | 2.989,99 | 35.879,88 |
| Caixa polietileno 1000L | 01 | 12 | 199,00 | 2.388,00 |
| Freio de água | 01 | 12 | 179,00 | 2.148,00 |
| Sifão | 01 | 12 | 266,00 | 3.192,00 |
| Barra PVC rígido soldável branco 100mm | 25 | 300 | 49,85 | 14.955,00 |
| Boia para caixa | 01 | 12 | 7,90 | 94,80 |
| Bomba tipo Sapo | 01 | 12 | 139,90 | 94,80 |
| Barra cano PVC 20mm | 06 | 72 | 8,90 | 640,8 |
| Adaptador Soldável c/ Flange 20 mm | 01 | 12 | 14,99 | 179,88 |
| Joelho PVC Rígido Soldável 20 mm | 02 | 24 | 0,99 | 23,76 |
| Tubo Agropecuário 25mm | 15 | 180 | 11,68 | 2.102,40 |
| Curva Longa de 25mm | 01 | 12 | 19,90 | 238,80 |
| Válvula de nível | 01 | 12 | 51,48 | 617,76 |
| Torneira PVC 1/2 | 01 | 12 | 1,99 | 23,88 |
| Abraçadeira | 03 | 36 | 28,90 | 1.040,40 |
| Joelho cola e rosca 20 X ½ | 01 | 12 | 23,50 | 282,00 |
| LUVA COLA E ROSCA 20 X 1/2" | 01 | 12 | 23,64 | 283,56 |
| FIO 6MM | 20 | 240 | 2,74 | 657,60 |
| Disjuntor 40A | 01 | 12 | 12,50 | 150,00 |
| KIT Separador + Descarte + tela | 01 | 12 | 228,85 | 2.746,20 |
| MÃO DE OBRA | 10 | 120 | 100,00 | 12.000 |
| TOTAL DE PROJETO 12 UNIDADES | | | | 88.796,53 |

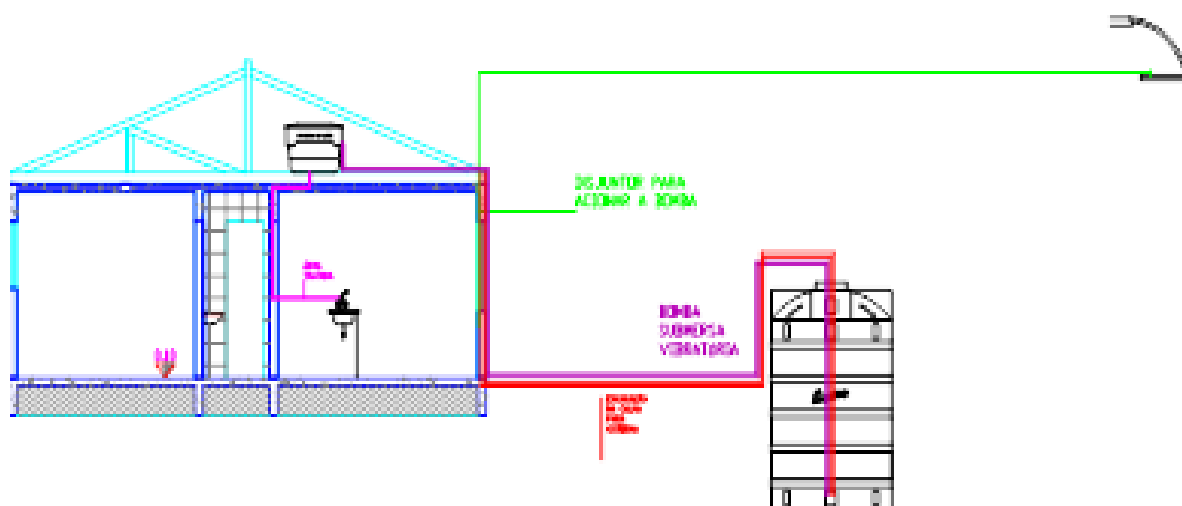
FONTE: Autor, 2020

A tabela acima mostra a quantidade de item por projeto de cada residência, que foi relacionada ao preço mínimo encontrado no orçamento entre três fornecedores deste segmento de materiais.

É possível observar que o valor do reservatório equivale a 40% de cada projeto unifamiliar. É a parte mais cara e portanto a que deve ser dimensionada com maior atenção.

A tabela ainda expõe o valor do projeto unifamiliar, que é passível de aquisição pelo proprietário de cada moradia, podendo em pouco tempo se ter o retorno financeiro aplicado, e indica o valor final do projeto, que pode ser subsidiado por políticas públicas voltadas à família do meio rural, bem como ser adotado pelo governo Municipal ou até reivindicado junto aos órgãos de apoio ao bem-estar do residente rural. A figura cinco abaixo mostra o esboço do Projeto.

Figura 5. Esboço do Projeto de implantação do Sistema de Captação, armazenamento e distribuição de águas pluviais



Fonte: Autor, 2020

A figura acima, retrata as características físicas do projeto de captação, dimensionamento e distribuição da água pluvial para uma residência, podendo este, ser ajustado a cada residência do estudo de acordo as suas peculiaridades.

5.0. CONCLUSÃO

Partindo do estudo de caso acima supracitado, analisou que os dados pluviométricos do local apresentam um déficit hídrico para a comunidade Vai Quem Quer, devido a sua localização é em uma área de chuvas irregulares. O que tende a justificar o déficit.

Após a manipulação dos dados obtidos se dimensionou o sistema de captação, armazenamento e distribuição de água para atender as famílias ali localizadas. O projeto proposto pelo autor atende as necessidades locais e, contudo, dará aos moradores da localidade uma condição de vida mais significativa.

A relação custo benefício do projeto atenderá a demanda desde que sua implantação seja monitorada por um profissional técnico, o que possibilitará um modelo que atenda cada residência em suas necessidades pessoais.

O treinamento dos membros da comunidade se faz necessários no que se refere a limpeza das calhas, dos ductos de transporte de água, da limpeza dos reservatórios, do tratamento com ingredientes e dosagens descritos no projeto.

Cabe conscientizar a população usuária que o sistema é para garantir o uso racional de água, o que não especifica no projeto sua utilização para fins agrícolas.

E por fim, mediante o orçamento dos componentes de cada sistema dentro do projeto foi possível avaliar os custos para implantação unifamiliar, bem como o coletivo, constatando que esta é uma alternativa viável e eficiente para prover água em quantidade suficiente para atender a demanda, além de ser passível de aquisição particular, ou ser subsidiado por políticas públicas e órgãos de apoio ao residente do meio rural.

O autor conclui que o mínimo a dignidade humana, é poder saciar a sede.

O autor propõe ainda, para pesquisas futuras, temas que contribuirão para melhorar a disponibilidade de água à comunidade do Vai Quem Quer:

- Matas Ciliares;
- Preservação de Nascentes;
- Preservação de Encostas e topos de Morros;
- Uso de terraços;
- Uso de curva de nível;
- Uso de subsolador;
- Plantio em nível.

REFERENCIAS

ABRANTES, Beatriz. **Ciclo da Água: Conheça todas as etapas desse ciclo.** São Paulo, 2018. Disponível em: <http://stodi.com.br/blog>. Acesso em: 28 mar. 2020.

ANAUGER. **Bomba submersa vibratória para poço Potência 340 Watts.** São Paulo-Brasil. 2020. Disponível em: <https://www.anauger.com.br/bombas-vibratorias/anauger-650-5g/> Acesso em: 10 Junho, 2020.

ASSUNÇÃO, F. P. **Relatório Agroclimático- Ano Civil.** 2009/2019. Disponível em: Acervo interno da EMATER, Frei Gaspar- MG. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844: Instalações Prediais de águas Pluviais.** Rio de Janeiro: ABNT, 1989.13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527: água da chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 8 p.

AZEREDO, H. A. **O edifício e seu acabamento.** 1º ed. Editora Blucher- São Paulo, 1987.

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** 3. ed. Rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408 p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de Jan. de 1997, **Da Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília, DF, Jan 1997. Disponível em: «[http/ planalto.gov.br/ccivil-03/leis/l9433.htm](http://planalto.gov.br/ccivil-03/leis/l9433.htm)», Acesso em: 28 mar.2020.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia/AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 2550/2019.** Diário oficial da união. Seção: 1, p.42. Disponível em://in.gov.br/imprensa/jsp, Acesso em: 05, Junho. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação- Geral de Vigilância em Saúde Ambiental** – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28 p.

Clima, Vegetação e Relevo. Governo do Estado de Minas Gerais, 2019. Disponível em: >[http//](http://)<. Acesso em: 12, Abr.2020.

CONJUNTURA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL 2019: **O ciclo da água.** Brasília: **Agencia Nacional das Águas,** 2019. Disponível em: <[http//conjuntura.ana.gov.br](http://conjuntura.ana.gov.br)>. Acesso em: 28 mar.2020.

FERREIRA, W.P.M; SILVA, M.A.V; SOUZA, C.D.F. **Clima, recursos hídricos e produção Agrícola: perspectivas, desafios e possibilidades para a gestão.** Revista Informe Agropecuário, Belo Horizonte, V.39, nº.304, p.65-79, 2018.

Historia/Aspectos Naturais. Prefeitura Municipal de Frei Gaspar-MG.2017. Disponível em: >. Acesso em: 12, Abr.2020.

MENESES, C. G. **Tratamento de água para consumo humano.** Set/2019. Disponível em: . Acesso em: 13, Abr. 2020.

IBGE. **Mapa Municipal Estatístico.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo, 2010. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa1163>. Acesso em: 19 Junho.2020.

LEAL, J. T.C.P. **Agua para consumo na Propriedade rural.** Belo Horizonte: EMATER- MG, 2012. 18 p.

NORMA BRASILEIRA. **ABNT. ISO 9001. Sistema de gestão de Qualidade-Requisitos.** 2 ed. 2008, 28p.

OLIVEIRA, P. M. V. DE. MATTHIENSEN, A.; ALBINO, J.J.; LEVINO, J. B.; GRINGS, V. H.; BALDI, P. C. **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012.

PALHARES, J.C.P. **Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016.32 p.

PORTO, E.R; LIMA, L.T; GOMES, P.C.F. **Captação e conservação de água da chuva para consumo humano, cisternas rurais, dimensionamento, construção e manejo**. Petrolina, PE, EMBRAPA- CPATSA/ SUDENE, set. 1984.

SILVEIRA, A; ANDRADE,E.G; ARAUJO, T.F. **Dimensionamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva em um ginásio poliesportivo na cidade de Natal-RN**. Revista Cultural e Científica do UNIFACEX. V. 16, n. 2, 2018.

Trata Brasil. **Conheça as etapas do tratamento de água**. Blog saneamento básico, 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2019/04/18/venha-conhecer-as-etapas-para-o-tratamento-de-agua/>. Acesso em: 13, Abr. 2020.

Zanella, L. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva** [livro eletrônico] / Luciano Zanella. -- São Paulo : IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015.



Relatório gerado por: hannahsousa20@gmail.com

| Arquivos | Termos comuns | Similaridade |
|--|---------------|--------------------|
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://www.unirios.edu.br/revistarios/media/revistas/2018/20/capitulo_de_agua_de_chuva_para_consumo_humano.pdf | 237 | 2,3 |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://www.guiadaengenharia.com/aguas-pluviais | 81 | 0,88 |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/sistema-de-acesso-a-agua-pluvial-para-consumo-das-comunidades-extrativistas | 61 | 0,68 |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://pt.wikipedia.org/wiki/Água_pluvial | 51 | 0,6 |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://ambietel.com/pt/catalogo/filtro-wff | 14 | 0,18 |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://www.cec.com.br/material-hidraulico/tubos-e-conexoes/joelho-e-cotovelo | 3 | 0,03 |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/energia-e-sustentabilidade/aproveitamento-de-agua-da-chuva | 2 | 0,02 |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://www.unipacto.com.br | 1 | 0,01 |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigiagua/qualidade-da-agua-para-consumo-humano | | - Conversão falhou |
| HANNAH Corrigido 1.docx X https://www.leroymerlin.com.br/cano-marrom-pvc-soldavel-25mm-ou-3-4-3m-tigre_85949885 | 0 | 0 |

FICHA DE ACOMPANHAMENTO INDIVIDUAL DE ORIENTAÇÃO DE TCC

Atividade: Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo/Monografia.
Curso: Engenharia Civil **Período:** 10 ° **Semestre:** 1° **Ano:** 2020

Professor (a): Henrique Starick

Acadêmico: Hannah Sâmara Pereira de Sousa

Tema: DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA PARA CAPTAÇÃO
ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
PARA CONSUMO EM PERÍODO DE ESTIAGEM NUMA
COMUNIDADE RURAL DE FREI GASPAR-MG

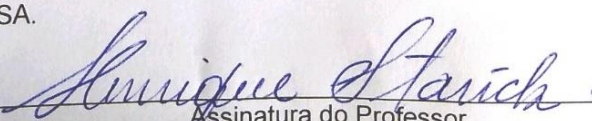
Assinatura do aluno

| Data(s) do(s) atendimento(s) | Horário(s) | |
|------------------------------|------------|---------------------------|
| 14/03/2020 | 9:00 | Hannah Sâmara P. de Sousa |
| 28/03/2020 | 10:30 | Hannah Sâmara P. de Sousa |
| 03/06/2020 | 9:00 | Hannah Sâmara P. de Sousa |
| 10/06/2020 | 9:30 | Hannah Sâmara P. de Sousa |
| 18/06/2020 | 15:00 | Hannah Sâmara P. de Sousa |

Descrição das orientações:

Delimitação do tema, dos objetivos do trabalho, elementos textuais e como tratar o conteúdo,
Organização do texto, e emprego das regras do artigo, como tratar os resultados e
Formatação final. Aluna comprometida e dedicada.

Considerando a concordância com o trabalho realizado sob minha orientação, **AUTORIZO O DEPÓSITO** do Trabalho de Conclusão de Curso do (a) Acadêmico (a) HANNAH SÂMARA PEREIRA DE SOUSA.


Assinatura do Professor

